

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ. XXI ВЕК

МС-21

ГИДРОТЕХНИКА. XXI ВЕК

ISSN 2226-8839

1 (57) — 2023
СПЕЦВЫПУСК



Группа компаний «АМИРА» более 30 лет лидирует в области проектирования, производства, монтажа и сервисного обслуживания:

- современных систем наружного освещения: опор, мачт, светильников и прожекторов;
- молниеотводов, в том числе совмещенных с осветительными приборами;
- опор сотовой связи;
- флагштоков;
- опор воздушных линий электропередач;
- и других металлоконструкций.

ИНДУСТРИЯ СВЕТА



АМИРА

— since 1991 —

ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОИЗВОДСТВО.
МОНТАЖ. СЕРВИС

www.amira.ru





РАЗРАБОТКА, ПРОИЗВОДСТВО И ПРОДАЖА МАТЕРИАЛОВ
ДЛЯ РЕМОНТА, РЕКОНСТРУКЦИИ, НОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ДОРОГ, МОСТОВ, ТОННЕЛЕЙ, ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

РОССИЙСКОЕ
ПРОИЗВОДСТВО



СФБ-ОПАЛУБКА



СМЕСИ
«HARDBRIDGE»



ЗАКЛАДНЫЕ
ДЕТАЛИ



ФИКСАТОРЫ



КАРНИЗНЫЙ
БЛОК



АСФАЛЬТО-
ЦЕМЕНТОБЕТОННОЕ
ПОКРЫТИЕ

Уважаемые партнеры — создатели Крымского моста!

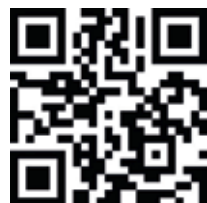
Ровно 5 лет назад была открыта автомобильная часть Крымского моста, реализован грандиозный проект, который, несомненно, вошел в историю России.

Поздравляем всех участников проекта с первым юбилеем! Именно благодаря сплоченной работе, профессионализму и таланту проектировщиков, строителей, производителей материалов и техники в рекордные сроки был создан самый длинный в Европе современный мост, при строительстве которого были реализованы уникальные технологии.

Мы горды тем, что наша компания является участником этого проекта и наши материалы отлично себя на нем зарекомендовали.

Желаем всем развития, благополучия и новых крупных интересных проектов, а материалы и технические компетенции нашей компании «Вектор» помогут вам в их реализации!

Дмитрий Шантин,
Генеральный директор ООО «Вектор»



ООО «ВЕКТОР»
8-800-301-12-66
+7-495-249-11-12
WWW.HARDBRIDGE.RU

СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ

4

ФЕДЕРАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ

Масштабные планы Росавтодора

6



Мосты Инвестиционной программы ОАО «РЖД» — 2022–2023

10

Госкомпания «Автодор»: дорожные мегапроекты — не мечта, а реальность

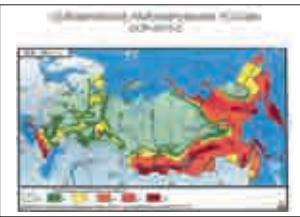
18



ОТКРЫТЫЙ МИКРОФОН

Сейсмостойкость мостовых сооружений. Основные особенности, проблемы и перспективы развития

31



Шульман С. А.
Группа компаний «Стройкомплекс-5». Импортозамещение и не только!

32



Курбацкий Е. Н.
Транспортные сооружения должны быть более сейсмостойкими

35

Попов В. И.
Институт «Стройпроект»: нормативные документы по сейсмике требуют доработки

36

Куницын Г. А.
Уральская Сталь: современные материалы для сейсмостойких мостов

38

Мировая практика возведения современных сейсмостойких мостовых сооружений

40



Плюснин И. Е.
Северсталь: сейсмостойкий мост — это совокупность современных методов и материалов

44

Корчагин Е. А.
Идеальный сейсмостойкий мост возможен при условии крупномасштабного моделирования

46



ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО

С юбилеем, Крымский мост, — грандиозный проект России!

48



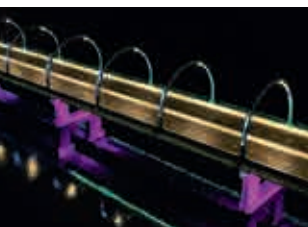
Яркие решения для транспортных проектов страны (АО «АМИРА»)

52



Завораживающее свечение «портала в другое измерение» (LED Energy)

58



ИССЛЕДОВАНИЯ

Соловьев С. Ю.
Аэродинамика большепролетных мостов

64

Совершенствование нормативно-технической базы мостостроения

66

Ефанов Д. В.
Национальный стандарт по обслуживанию систем автоматизированного мониторинга искусственных сооружений на автомобильных дорогах общего пользования

68



Овчинников И. Г.
Валиев Ш. Н.
Овчинников И. И.
Нужны ли дорожникам прочностные дисциплины?

70

ТЕХНОЛОГИИ И МАТЕРИАЛЫ

Новые решения для мостостроения, или как увеличить срок службы моста

74

Ахмедьяров Р. Р.
Небратенко Д. Ю.
Сравнение параметров уплотнения АБС с помощью гираторного уплотнителя и компактора Маршалла

76

Инструментальный контроль герметичности гидроизоляции на мостах (ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП»)

80



ИННОВАЦИИ

СТС — российские технологии вантовых систем

84

Уральская Сталь наращивает поставки мостостали



Уральская Сталь — ведущий российский производитель мостовой стали, в 2022 году по сравнению с показателями предыдущего года увеличила поставки высококачественного стального проката для мостостроения на 48%. По итогам года общий объем отгрузки для этих целей составил чуть больше 280 тыс. тонн металлопроката. Потребителями мостовой стали новотроицкого комбината являются ведущие отечественные изготовители строительных металлоконструкций.

В 2022 году было сдано в эксплуатацию несколько значимых инфраструктурных объектов, построенных из мостовой стали, произведенной Уральской Сталью. Это часть мостов сданных в эксплуатацию участков скоростной автотрассы М-12, желез-

нодорожный виадук Транссибирской магистрали, российская часть пограничного моста через Амур, автодорожный мост в Нижнем Тагиле.

Растет спрос на атмосферостойкую сталь марки 14ХГНДЦ по СТО 13657842-1-2009, поскольку она соответствует всем требованиям для мостостали классов прочности С345, С390. Кроме того, ее коррозионностойкие свойства позволяют эксплуатировать металлоконструкции без лакокрасочного покрытия, обеспечивая сокращение эксплуатационных затрат до 30% в течение всего жизненного цикла. Атмосферостойкая сталь востребована в основном в мостостроении, но, как показывает опыт, возможно ее применение в жилищном и промышленном строительстве, вагоностроении и даже в архитектуре.



В Югре продолжается возведение второго моста через Обь в районе Сургута

На реализацию проекта в 2022 году уже направили 2 млрд рублей. Дополнительно 3 млрд рублей на возведение второго моста через р. Обь в районе г. Сургута направлено из регионального бюджета. Возведением объекта занимается «Мостострой-11». В июле 2022 года были вбиты первые сваи. Введение моста в эксплуатацию планируется в октябре 2025 года. Необходимость строительства второго моста через Обь в районе Сургута была поддержана Правительством РФ и президентом Владимиром Путиным. Общая стоимость проекта — 62,5 млрд руб. Протяженность мостового перехода с подходами составит 45,56 км, в том числе 1,76 км — протяженность самого моста. По проекту на нем и прилегающей дороге будет 4 полосы движения. Строителям предстоит уложить более 55 тыс. м³ монолитного бетона и смонтировать 25 тыс. т металлоконструкций пролетных строений.



Российский бизнесмен выкупил долю иностранных партнеров в компании Tensar

Один из значимых игроков рынка геосинтетических материалов и инженерных решений для дорожного строительства — ООО «Тенсар Инновэтив Солюшнз» — поменял структуру собственников. Российский предприниматель Олег Волохович выкупил доли своих американских партнеров. Компания продолжит работу на рынке под независимым брендом «Сотерра Инжиниринг» с сохранением технологий, продуктовой линейки, качества продукции и проектных решений. Олег Волохович, который до этого был блокирующим акционером «Тенсар Инновэтив Солюшнз», с 29 декабря 2022 г. стал единственным владельцем предприятия. ООО «Сотерра Инжиниринг» полностью сохранит методы производства, технологии, номенклатуры, материалы и проектные решения, а также возьмет на себя все текущие активы, пассивы и коммерческие обязательства ООО «Тенсар Инновэтив Солюшнз» в России и СНГ. Существующая команда — руководство, инженеры, отдел продаж, сотрудники производства и лаборатории, будет, как и прежде, работать с клиентами и партнерами предприятия. СТО и ТУ компании остаются без изменений. Производство в С.-Петербурге продолжит выпуск геосинтетической продукции и отгрузку материалов. ООО «Сотерра Инжиниринг» — единственная компания в РФ и СНГ, сохраняющая право производить и реализовывать продукцию по технологии Tensar. Продукция Tensar, выпущенная за пределами РФ, реализуется в России и СНГ исключительно через ООО «Сотерра Инжиниринг».



В Москве в 2023 году начнут строительство 6 мостов и путепроводов

По словам Мэра Москвы Сергея Собянина, на 2023 год намечено начало строительства автомобильного моста через Москву-реку в створе Берегового проезда, а также двух пешеходных мостов: через Нагатинский затон и р. Яузу возле МГТУ им. Баумана. Планируется построить путепроводы между ул. Малыгина и Малыгинским проездом, Костромской ул. и Юрловским проездом, а также на участке от Большой Академической ул. до ул. Академика Королева.



Масштабные планы Росавтодора

Реализация дорожных проектов, в том числе с искусственными сооружениями, в рамках пятилетнего плана проводится на федеральных дорогах 41 субъекта Российской Федерации.



Пролетные строения эстакадной части моста через р. Суру

В 2022 году в рамках работ по строительству и реконструкции предусмотрен ввод в эксплуатацию 56 искусственных сооружений общей протяженностью 4 331 пог. м.

По итогам реализации пятилетнего плана планируется ввести в эксплуатацию 721 искусственное сооружение общей протяженностью 47 225 пог. м.

Среди масштабных проектов строительства в рамках пятилетнего плана дорожной деятельности можно выделить такие объекты, как мост через р. Каму протяженностью 1,3 км (в рамках строительства обхода городов Нижнекамск и Набережные Челны), мост через Волго-Донской канал протяженностью 1,3 км (в рамках строительства I этапа обхода г. Волгограда); мост через р. Суру протяженностью 2,4 км (на 582-м км автомобильной дороги М-7 «Волга»), мост через р. Волгу протяженностью 11,6 км (в рамках строительства Южного обхода Саратова), мост через р. Волгу протяженностью 1,8 км (в рамках строительства Северного обхода г. Астрахань).

Строительство этих сооружений имеет высокую социальную значимость не только для регионов, в которых ведется строительство, но и для транспортной системы всей Российской Федерации.



Мост через р. Каму, эскиз

МОСТ ЧЕРЕЗ КАМУ

16 июня 2022 года Главгосэкспертиза России выдала положительное заключение по проектно-сметной документации на строительство моста через р. Каму на обходе городов Нижнекамск и Набережные Челны в Татарстане. Обход строится на автомобильной дороге М-7 «Волга» в составе скоростного маршрута Казань — Екатеринбург. По новому направлению перенаправят транзитный автотранспорт из западных регионов России, следующий — через столицу Татарстана в направлении Нижнекамска, Зинска, Набережных Челнов и далее в сторону Уфы. Таким образом будет разгружен переполненный проезд по плотине Нижнекамской ГЭС, а также улучшена экологическая обстановка в районе.

Трасса первого этапа дороги: км 0 — км 26+800, делится на правобережную и левобережную части Камы. Мост через реку возведут в рамках работ этапа 1.2. По словам руководителя Росавтодора Романа Новикова, «это важнейшее искусственное сооружение на обходе».



Волго-Донской канал

«Из интересных решений мостового перехода можно выделить предельный наибольший продольный уклон по мосту (4%) с обеспечением повышенной шероховатости проезжей части. В проектной документации принято решение о строительстве русловой части моста методом продольной надвижки со строительством временного стапеля на отсыпанном в пойме реки острове. Это важный инфраструктурный объект, который действительно улучшит транспортную ситуацию в регионе», — заявил главный специалист отдела транспортного комплекса Управления объектов транспортного и гидротехнического назначения Главгосэкспертизы России Сергей Глинский — выпускающий эксперт по объекту.

Большая часть оборудования и строительных материалов будет доставляться на объект с территории Республики Татарстан.

Ранее президент республики Рустам Минниханов заявил, что мост через р. Каму на обходе Нижнекамска и Набережных Челнов серьезно разгрузит дороги и даст возможность развития Камского кластера: **«Это очень серьезные инвестиции. Проект будет реализован в ближайшие три года. Мы получили большую поддержку федерального центра на транспортные и инфраструктурные проекты».**

В качестве заявителя по данному объекту выступает Федеральное казенное учреждение «Федеральное управление автомобильных дорог Волго-Вятского региона Федерального дорожного агентства» (ФКУ «Волго-Вятскуправдор»). Генпроектировщик — АО «Институт «Стройпроект».

Строительство мостового перехода через р. Каму осуществляется в рамках I этапа строительства обхода городов Нижнекамск и Набережные Челны, входящего в состав скоростного транспортного маршрута Казань — Екатеринбург. Общая протяженность мостового перехода составляет 1301,79 м, в том числе русловая часть — 792 м, представляющая собой металлическое неразрезное балочное пролетное строение с двумя коробчатыми главными балками и ортотропной плитой проезжей части. Длина самого протяженного пролета — 150 м. Строительная высота моста — 3,886 м.

Для обеспечения устойчивости склона и предотвращения развития оползневых процессов в районе строительства проектом предусмотрены выполнение комплекса противооползневых сооружений и мероприятий, включающего в себя изменение рельефа склона, строительство удерживающих сооружений в его нижней части и устройство защиты склона от подмыва. Завершение работ предусмотрено в 2024 году.

МОСТ ЧЕРЕЗ ВОЛГО-ДОН

В настоящее время проезд транзитного транспорта проходит в г. Волгограде по центральным улицам. Это негативно сказывается как на скорости транзитного сообщения, так и на безопасности движения, а также на работе внутригородского транспорта и экологической обстановке. Чтобы решить транспортную проблему, было принято решение построить обход Волгограда, частью которого будет мост через Волго-Донской канал. Дорога станет частью международного транспортного коридора «Север — Юг» и упростит доступ к морским портам Каспийского бассейна. Мост возводится на месте бывшей паромной переправы №1 и является четвертым автомобильным мостом через канал на основной его протяженности от г. Волгограда до г. Калач-на-Дону.

Мост через Волго-Донской канал соединит основные транзитные маршруты и обеспечит их связь с областным центром. Общая протяженность мостового перехода составляет 1328 м.

Условно мост разделен на несколько частей: эстакадная представлена температурно-неразрезными пролетами из преднапряженного железобетона, русловая часть — с неразрезными металлическими пролетами из монолитного железобетона. Для предотвращения резонансных колебаний от ветровой нагрузки на основании аэродинамического расчета были применены уникальные демпферные гасители. Окончание работ на объекте намечено на 2024 год.



Возведение опор моста
через р. Суру, 2-я очередь

МОСТ ЧЕРЕЗ СУРУ

В Чувашской Республике в рамках дорожных работ на автомобильной дороге М-7 «Волга» предусмотрено строительство II очереди мостового перехода через р. Суру.

Общая протяженность объекта строительства — 5,7 км, из них длина мостового перехода — 2,4 км.

Русловые опоры моста — массивные, индивидуальной конструкции, состоят из двух частей. Верхняя, пустотелая часть представляет собой оболочку с поперечным сечением в виде многогранника. Нижняя, массивная часть опор, находящаяся в зоне переменного уровня воды и воздействия льда, выполнена в виде обтекаемой формы. Для предотвращения оползней предусмотрено устройство удерживающего сооружения, представляющего из себя основание из буронабивных свай диаметром 1,5 м, объединенных по верху ростверками.

В рамках строительства выполняются работы по разборке старого, уже не функционирующего моста, находящегося в аварийном состоянии. Работы на новом искусственном сооружении закончат в 2024 году.

Металлический мост, который расположен на 582-м км дороги, построили в 1962 году. По результатам предпроектного обследования общее техническое состояние переправы длиной 429,9 м оценили как предаварийное с угрозой перехода в аварийное. В пролетных строениях эксперты выявили дефекты, дальнейшее развитие которых могло привести к внезапному разрушению опорных конструкций моста.

Согласно проекту строительные работы в рамках второй очереди идут по левому и правому берегам реки в 70 км от г. Чебоксары, на территории Ивановского сельского поселения Ядринского района. Специалистам предстоит возвести мостовой переход, предназначенный для пропуска машин в одном (правостороннем) направлении. Переправа будет иметь две полосы движения по 3,75 м, а также полосы безопасности шириной по 2 м с двух сторон и служебный проход с правой стороны шириной 0,75 м. Участок дороги будет соответствовать категории IB с расчетной скоростью движения 120 км/ч.

Работы проводятся в два этапа. В рамках первого этапа выполняются строительно-монтажные работы на участке с 579-го по 584-й км, в рамках второго на отрезке с 584-го км по 595-й км. Общая протяженность участка строительства составит более 5,6 км.

МОСТОВОЙ ПЕРЕХОД ЧЕРЕЗ ВОЛГУ НА ОБХОДЕ САРАТОВА

Одним из крупнейших мостов, запланированных к реализации в рамках пятилетнего плана дорожной деятельности, является мостовой переход через р. Волгу на обходе г. Саратова. Общая протяженность объекта составит порядка 13,5 км, при этом длина моста — около 11,6 км. В настоящее время проводятся конкурсные процедуры по определению исполнителя работ. Завершение проектирования планируется в 2024 году, строительства — до конца 2027 года.

МОСТОВОЙ ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ ВОЛГУ НА ОБХОДЕ АСТРАХАНИ

Также перспективным объектом пятилетнего плана является мост через р. Волгу на обходе г. Астрахань. Его предлагается запроектировать с индивидуальными металлическими пролетными строениями и индивидуальными массивными опорами в соответствии с судоводными габаритами. Ширина русла составляет 1,1 км. Обход соединит северный и северо-западный промышленные узлы Астрахани, обеспечит дополнительный и более удобный в сравнении с маршрутами по существующим мостам выход на трассу Р-22 «Каспий».

НАЦПРОЕКТ «БЕЗОПАСНЫЕ КАЧЕСТВЕННЫЕ ДОРОГИ»

По национальному проекту «Безопасные качественные дороги» в 2023 году запланировано проведение строительно-монтажных работ на 457 искусственных сооружениях. Их общая протяженность составляет почти 31 770 пог. м.

МОДЕРНИЗАЦИЯ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ

Также Федеральное дорожное агентство ведет масштабную работу по модернизации нормативно-технической базы. На сегодняшний день создано более 40 документов по нормированию всех этапов жизненного цикла мостовых сооружений, включая межгосударственные и национальные стандарты. Из них 8 затрагивают вопросы проектирования, 15 направлены на методы контроля различных параметров мостовых сооружений, 7 выпущены в развитие межгосударственных стандартов, 5 регламентируют правила обследования, ремонта и эксплуатации мостовых сооружений и еще 5 стандартов призваны решать определенную задачу, возникающую на определенном этапе жизненного цикла мостового сооружения.

В области проектирования мостовых сооружений Росавтодором разработан ГОСТ Р 59626-2022, который включает в себя общие требования для использования специальных вспомогательных сооружений и устройств во время строительства искусственных сооружений. Выпуск этого национального стандарта необходим для снижения числа аварийных случаев во время работ на объектах.

Кроме того, специалисты впервые закрепили базовые правила по проектированию мостовых сооружений из металлических гофрированных труб и арок, в том числе конструктивные и расчетные требования, требования к материалам и покрытиям, а также рекомендации к конечно-элементному моделированию в ГОСТ Р 59621-2022. Национальный стандарт позволил перевести в правовое поле проектирования такие крайне востребованные конструкции, как большепролетные гофри-

рованные арки под насыпями, которые способны сократить сроки и трудоемкость проектирования, а также упростить прохождение экспертизы проектной документации.

В области строительства и проведения строительного контроля Росстандартом впервые разработаны и утверждены ГОСТ Р 70072-2022 и ГОСТ Р 70073-2022, которые не только определяют технические требования, проверяемые при проведении строительного контроля, но и дают соответствие проверяемым параметрам и характеристикам контроля, а также допускам и документам, содержащим контролируемые требования. Введение в действие этих стандартов призвано повысить качество выполняемых работ.

В части нормирования проведения обследований и диагностики мостов разработан ГОСТ Р 59618-2021, который фактически заменяет один из основных в этой области документов, утративший силу в мае 2022 года. Новый документ устранил несоответствия и разночтения существовавшей нормативно-методической базы. Теперь экспертные организации, проводящие обследование мостов, впервые могут опираться на национальный стандарт, а не на отраслевые и методические документы, имеющие рекомендательный характер.

Необходимо отметить, что благодаря ГОСТ Р 59617-2021 впервые решены крайне актуальные в настоящий момент задачи обследования подземных частей опор искусственных сооружений косвенными неразрушающими методами. Предшествующий принятию данного стандарта значительный комплекс научно-исследовательских работ позволил не только отобрать самые эффективные геофизические механики контроля, но и систематизировать методики проведения работ. Теперь документ отражает правила обследования фундаментов опор мостов с определением физико-механических и геометрических параметров неизвестных конструкций, расположенных под землей.

При этом работа по усовершенствованию нормативной базы в мостостроении продолжается. Федеральное дорожное агентство плотно взаимодействует с профильными ведомствами в части изменений стандартов, которые касаются содержания, ремонта и строительства. В настоящий момент реализуется комплексная тематика с разработкой документа ГОСТ Р «ДАОП. Мостовые сооружения. Правила ремонта деформационных швов и водоотводных устройств сборных и сборно-монолитных железобетонных пролетных строений». Это позволит упростить, стандартизировать и ускорить проведение ремонтных работ на искусственных сооружениях.

Росавтодор также продолжает активно участвовать в научных исследованиях, по итогам которых разрабатываются новые, порой уникальные национальные стандарты.

За последние 10 лет количество построенных большепролетных и внеклассных мостов увеличилось. Активно стали проектироваться арочные, вантовые и балочные системы с пролетами более 150 м. Для конструкций таких размеров характерна острая необходимость в аэродинамической устойчивости пролетных строений.

При этом до последнего времени нормативных документов, затрагивающих оценку подобной устойчивости, создано не было. Причина этого — обязательное проведение масштабной научной работы с целым комплексом натурных испытаний.

Специалистами Федерального дорожного агентства совместно с профильными ведомствами эти задачи были решены. Как результат в 2022 году впервые в



Строительство моста через р. Челну

мире разработан и введен в действие не имеющий аналогов ГОСТ Р 59625-2022, который четко определил методы и способы подтверждения аэродинамической устойчивости мостов. Документ разрабатывался в кооперации с двумя проектными и двумя научно-исследовательскими институтами. Доказательной базой послужили выполненные экспериментальные продувки в аэродинамических трубах и собранные практически со всех крупных отечественных объектов результаты комплексных исследований.

Данный стандарт закрепил положения, когда необходимо проведение численных расчетов или натурных испытаний, а также установил объемы их проведения, требования и условия расчетов, привел рекомендации по установке обтекателей и гасителей колебаний на объектах.

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИЙ

Еще одной из приоритетных задач перед Федеральным дорожным агентством является внедрение новых материалов, методов расчета и конструирования мостовых конструкций. Например, ведомство поддерживает инициативы по использованию в несущих элементах или при проведении ремонтных работ сверхвысокопрочного фибробетона, а также внедрение на новом технологическом уровне большепролетных деревянных клееных конструкций. Последние могут быть востребованы в качестве несущих элементов под пешеходную нагрузку, а также для легких пролетных строений в удаленных районах на дорогах низких категорий. При выполнении научно-исследовательской работы предусмотрена разработка системы нормативных документов, позволяющих внедрить принципиально новые типы деревянных конструкций (CLT-панели), прогрессивные виды монтажных соединений.

В части конструирования железобетонных элементов Росавтодор планирует научно-исследовательские работы по внедрению прогрессивного метода «тяжи и распорки» — аналога «ферменной аналогии». Это позволит рассчитывать и конструировать железобетонные элементы в ряде случаев более экономно, чем с применением действующих отечественных нормативных документов.

Что касается конструирования металлических элементов, профильные специалисты агентства нацелены на совершенствование методов учета пластических деформаций на объекте, что позволит получить значительную экономию материалоемкости пролетных строений без снижения уровня безопасности.

Мосты Инвестиционной программы ОАО «РЖД» — 2022–2023

В 2022 году в рамках инвестиционной программы ОАО «РЖД» реализован ряд стратегически важных проектов по строительству и реконструкции мостовых сооружений.



Капитальный ремонт моста через р. Северная Двина

МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ СЕВЕРНАЯ ДВИНА

Практически закончен капитальный ремонт металлического пешеходно-автомобильно-железнодорожного совмещенного вертикально-подъемного моста через р. Северная Двина на 1129-м км участка Вологда — Архангельск Северной железной дороги. Он расположен в пределах городской черты г. Архангельска и введен в эксплуатацию в 1964 году. Конструкция моста уникальна: автодорожная проезжая

часть поднимается совместно с подъемным железнодорожным пролетным строением. Расчетная схема — $2 \times 176,00 + 88,00 + 2 \times 176,00 + 22,90$, полная длина — 834 м. Подъемная часть моста перекрыта двумя металлическими неразрезными двухпролетными фермами с ездой понизу массой 4842 т каждая ($L_p = 2 \times 176,00$ м) и расположенным между ними одним вертикально-подъемным пролетом с ездой понизу массой 1172 т ($L_p = 88,00$ м).

Однако круглогодичный пропуск судов под мостом в торговый порт Бакарица г. Архангельска был невозможен в связи с тем, что механизмы и металлоконструкции подъемного пролета не предусматривали его эксплуатацию при отрицательных температурах ниже -20°C . Кроме того, за годы эксплуатации механическое оборудование и обустройство вертикально-подъемного пролетного строения морально и физически устарели. Были изношены элементы рельсовых замков и других механизмов. Сверхнормативный срок службы электромеханического оборудования и обустройство разводного пролета, а также смещение верхнего балансира относительно опорной плиты, превышающее установленный норматив, не позволяли осуществлять круглогодичный подъем пролетного строения, что существенно затрудняло бесперебойную работу порта.

В результате капитального ремонта все эти неисправности и недостатки устранены. Заменены опорные части моста, проведен ремонт опор, металлических пролетных строений, обновлено разводное оборудование подъемной части. В результате повысится безопасность и надежность эксплуатации моста, будет обеспечена безотказная круглогодичная подъемка пролета моста в период навигации водного транспорта.



Капитальный ремонт моста через р. Северная Двина

МОСТЫ ПЕРЕГОНА ЭЛЬДИГАН — ТУДУР

Завершено строительство второго пути на перегоне Эльдиган — Тудур, здесь было построено 4 новых моста, самый длинный из которых превышает 400 м. Общая длина нового пути превышает 10 км. По количеству крупных искусственных сооружений участок Эльдиган — Тудур является сложнейшим на линии Комсомольск — Советская Гавань. Это сложнейший и крайне важный объект по направлению к портам Ванино и Советская Гавань. Участок пути, проходящий в отрогах Сихотэ-Алиньского хребта и пересекающий притоки р. Амур, имеет сложный план и профиль. Из-за уклона существующей линии для движения тяжеловесных поездов приходится использовать подталкивающие локомотивы. С завершением второго пути потребность в толкачах отпадает. Дорога здесь стала более прямой и по ней могут проезжать до 32 пар поездов в сутки.

На перегоне возведено 4 больших моста длиной от 114 до 428 м. Самый протяженный — на 67-м км, через р. Правый Эльдиган. Его длина составляет 428 м, он смонтирован из 12 пролетов. Высота русловой опоры — 25 м. Для монтажа опор было забито 120 буронабивных свай. На перегоне установлено 11 водопропускных труб. Такое количество искусственных сооружений связано с тем, что в этой местности находится много горных ручьев, которые при сильных дождях могут за считанные часы превратиться в полноводные реки. Поэтому мосты и трубы построены с учетом этих особенностей местных рек и ручьев.

МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ ДОН

Также в рамках инвестиционной программы ОАО «РЖД» планируется до конца 2022 года ввести в эксплуатацию после реконструкции мост через р. Дон на 161-м км участка Валуйки — Лиски Юго-Восточной железной дороги. На мосту через р. Дон выполнен основной объем работ: проведена замена четырех пролетных строений, уложено безбалластное мостовое полотно, усилены опоры, проведен капитальный ремонт пути на подходах к мосту с укладкой новой рельсошпальной решетки общей протяженностью 1,4 км, установлены новые опоры контактной сети. В мае 2022 года осуществлена надвигка мостовых пролетов на опоры по специально спроектированной новой оси для равномерного распределения нагрузки: металлические конструкции весом около 300 т каждая поочередно сдвигали на 1,6 м.

ВИАДУК НА УЧАСТКЕ АГРЫЗ — ДРУЖИНИНО

Одним из объектов, реализация которого свидетельствует о безусловной победе инженерной мысли, можно считать новый виадук на 1411-м км нечетного пути участка Агрыз — Дружинино Горьковской железной дороги, возведенный в рамках реализации инвестиционной программы ОАО «РЖД». Участок Агрыз — Дружинино примыкает к Свердловскому железнодорожному узлу и связывает Транссибирскую магистраль с центральной частью сети железных дорог. Он используется для ведения как стандартных, так и тяжеловесных (до 12 600 т) и длиннооставных поездов на направлении Кузбасс — Северо-Запад. После ввода нового моста скорость грузовых и пассажирских поездов на этом участке увеличилась с 60 до 90 км/ч. Теперь на южном ходу дороги поезда могут беспрепятственно курсировать между центральными районами России и Уралом, Сибирью и Дальним Востоком.

Старый виадук был построен более 100 лет назад, в 1918 году, на железнодорожной линии Москва — Ека-



Мост перегона Эльдиган — Тудур



Реконструкция моста через р. Дон





теринбург бывшей Московско-Казанской железной дороги. Его техническое состояние ограничивало возможности пропуска тяжёловесных поездов весом 9 тыс. т для наращивания необходимых провозных способностей участка. Строительство нового виадука началось в 2018 году.

8 апреля 2022 г. состоялось торжественное открытие движения по новому мосту. Запуск этого объекта позволил снять скоростное ограничение, увеличить пропускную способность, повысить эксплуатационную надёжность и технологическую устойчивость перевозок на стратегически важном направлении Кузбасс — Северо-Запад.

Уникальные технические характеристики и масштаб сооружения впечатляют. Высота видимой части виадука составляет 38 м до рельса, а длина с учетом подходов — 1300 м, в том числе длина самого виадука — 455,9 м. 8 пролетных строений установлены по схеме 7×55+44 м на железобетонные опоры высотой более 30 м. Пролетные строения — разрезные, со сквозными фермами, с ездой поверху на балласте, общей массой 2,7 тыс. т.

Новый виадук относится к большим мостам (более 100 м). В основании всех опор проводилась цементация на глубину до 40 м. Было заинъектировано около 12 тыс. т цементного раствора. Всего смонтировано 3 тыс. т основных металлоконструкций, уложено около 3 тыс. м² гидроизоляции балластного корыта. На объекте были задействованы 140 человек и 20 единиц машин и механизмов. Работы велись круглосуточно.

Изюминкой нового виадука является то, что его пролетные строения изготовлены из атмосферостойкой стали 14ХГНДЦ, не требующей окраски в течение всего периода эксплуатации (а это порядка 100 лет) без снижения эксплуатационной надёжности и долговечности конструкций. Такой эффект достигается благодаря тому, что эта сталь при взаимодействии с окружающим воздухом способна образовать защитную пленку (патину), препятствующую коррозии. Современный виадук обеспечит более высокую степень надёжности, будет гарантом бесперебойного движения поездов. Одним из ключевых факторов производственной эффективности станет максимальная загрузка мощностей новых локомотивов «Ермак» при организации тяжёловесного движения с использованием инновационных вагонов с повышенной грузоподъемностью. Строительство велось в непростых геологических условиях: территория, на которой расположен участок Агрыз — Дружинино, подвержена карстовым провалам и разломам. Это обстоятельство, безусловно, оказывало серьезное влияние на темпы работ, но в то же время побуждало искать и находить оригинальные ответы на вызовы, которые преподносила природа.

МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ АРЕДУ

12 апреля 2022 г. состоялась торжественная церемония ввода во временную эксплуатацию нового моста через р. Ареду на 6530-м км (1 и 2 путь) Забайкальской железной дороги, построенного взамен моста, разрушенного в ходе наводнения в июле 2021 года. Из-за аномальных дождей в Забайкальском крае, выхода из берегов р. Ареды и повреждения моста на перегоне Куэнга — Укурей было остановлено движение поездов. Но уже через три с половиной дня движение по Транссибу возобновили по временной схеме, незамедлительно началось проектирование новых металлических мостов без опор в русле.

Проектирование и строительство нового моста выполнено за 7 месяцев, что практически в 2–3 раза меньше сроков реализации подобных проектов на сети в

обычных условиях. За время работ было смонтировано два 55-метровых пролетных строения и уложено 2,4 км новых путей. Новый мостовой переход, расположенный поблизости от восстановленного после паводка в 2021 году участка дороги, рассчитан на пропуск тяжёловесных поездов с нагрузкой до 32 т на ось и скоростью до 100 км/ч. Согласно проекту новый металлический мост реализован по схеме 1х55 м по каждому пути (без опор в русле). В ходе работ отсыпано более 80 тыс. м³ земляного полотна, смонтировано около 600 т мостовых металлоконструкций, осуществлен полный цикл работ по монтажу энергетической инфраструктуры, смонтирована волоконно-оптическая линия связи, установлено оборудование сигнализации, централизации и блокировки.

Глава ОАО «РЖД» Олег Белозеров отметил, что Забайкальская железная дорога, где расположен новый мост, — самая грузонапряженная магистраль в мире, которая является основой надёжности и устойчивости работы всего Восточного полигона. «Дорога обеспечивает перевозки железнодорожным транспортом более 60% грузов между Россией и Китаем. Спрос наших партнеров — грузоотправителей и грузополучателей — в восточном направлении постоянно растёт. На неугольные грузы в 2022 году в направлении Запад — Восток спрос увеличился более чем на 30%. А перевозка импортных грузов в направлении Восток — Запад выросла более чем на 40%», — сказал, открывая новый мост, Олег Белозеров.

«Добросовестный и самоотверженный труд строителей, проектировщиков и эксплуатационных подразделений позволил в непростых природно-климатических условиях и при крайне напряженной, практически безостановочной работе железнодорожной сети в короткие сроки выполнить поручение президента и построить такой важный для Забайкальской магистрали объект. Причем отмечу, что проектирование и строительство осуществлено фактически за 7 месяцев, что в 2–3 раза меньше нормативных сроков реализации подобных проектов на сети в обычных условиях», — сказал заместитель председателя Правительства РФ Марат Хуснуллин.

До конца 2022 года планируется также ввести в строй мост второго пути на 7251-м км ПК10 Забайкальской железной дороги.

ПЛАНЫ НА 2023 ГОД

МОСТ ЧЕРЕЗ РЕКУ ПРЕГОЛЬ

Продолжится работа по строительству и реконструкции мостовых сооружений за счет собственных средств ОАО «РЖД». Так, в рамках трехстороннего Соглашения от 19 сентября 2017 г. №141 с Правительством Калининградской области и Администрацией городского округа «Город Калининград» ОАО «РЖД» реализуется крупный объект «Реконструкция разводного моста через р. Преголь на участке Калининград — Советск Калининградской железной дороги». Двухъярусный совмещенный мост через р. Преголь в г. Калининграде отделяет центральную часть города от территории порта и связанных с ним индустриально-промышленных территорий. Проектом предусматривается строительство на новых осях железнодорожного и автомобильного мостов с подходами. Строительство автомобильного моста будет выполняться отдельным этапом за счет средств местного и федерального бюджетов. Срок реализации — 5 лет. Срок строительства железнодорожной части проекта составляет 2 года 9 месяцев. При этом реализация части мероприятий по автомобильной части напрямую



зависит от сроков переключения движения поездов на новый железнодорожный мост и освобождения территории, на которой размещен действующий путь.

Схема разводного железнодорожного моста в осях опирания: 77,0 + [3,9] + 66,0 (подъемный) + [3,9] + 66,0 м с вертикально-подъемным центральным пролетным строением, где [3,9] — расчетный пролет переходных мостов. Пролетные строения моста — цельнометаллические со сквозными фермами с ездой понизу по безбалластным плитам БМП. Фундаменты промежуточных опор (опоры №2 и №3) запроектированы на буровых столбах длиной 30 м от подошвы ростверка до подошвы бурового столба. Устои (опоры №1 и №4) монолитные железобетонные необсыпного типа. Фундаменты опор запроектированы на буровых столбах длиной 38 м от подошвы ростверка до подошвы бурового столба. Ростверки опор, объединяющие столбы, а также тело опор — монолитные железобетонные. Стойки башен железобетонные, высота их составляет 50 м. Внутри башен находятся механизмы, служащие для подъема пролетного строения, а также лестничные и технологические проходы для их обслуживания. Башни объединены конструкциями машинного зала с установленным в нем оборудованием для подъема и опускания вертикально подъемного пролетного строения.





400 МОСТОВ 2-ГО ЭТАПА МОДЕРНИЗАЦИИ БАМА

В рамках 2-го этапа модернизации Восточного полигона железных дорог ГК 1520, в которую входит «Бамстроймеханизация», предстоит построить на БАМе более 400 мостов под вторые пути. Новые сооружения рассчитаны на пропуск тяжёлых поездов весом до 7,1 тыс. т, срок их службы — до 100 лет.

В настоящее время «Бамстроймеханизация» ведёт строительство мостов по всем первоочередным объектам на разных участках БАМа.

Самый протяжённый из строящихся — мост через р. Нюкжу на участке Хани — Тында на севере Амурской области. Длина металлического моста из 5 пролётов составит 392 м. Конструкции для бамовских мостов поставляются со всей России: опорные части производят в Перми, болты — в Кургане, пролетные строения прибывают из Тюмени, Омска, Улан-Удэ, железобетонные конструкции — из Тынды, Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре, Санкт-Петербурга. При строительстве специалисты учитывают сложные гидрологические условия Дальнего Востока: сильные осадки за считанные минуты превращают небольшие ручьи в полноводные реки. Несмотря на это новые мосты на БАМе

возводят с соблюдением сроков, они соответствуют всем современным техническим нормам.

На линии Бамовская — Тында, связывающей Транссиб и БАМ, началось строительство вторых путей на участке Пурикан — Тында. Строителям предстоит уложить почти 50 км вторых путей, построить 32 моста, 16 водопропускных труб, обновить системы управления движением. Эта ветка изначально строилась однопутной, поэтому здесь предстоит отсыпать более 1,1 млн м³ земляного полотна под новые пути. Модернизация перегонов позволит к концу 2024 года повысить провозную способность линии Бамовская — Тында с 42,2 млн т до 54,9 млн т в год.

ТИМ-ЛИДЕРЫ

Важнейшим направлением в деятельности ОАО «РЖД» на 2023 год остается цифровизация строительства. Для этого руководством компании утверждена Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД» до 2025 года, которая предусматривает внедрение передовых цифровых технологий в работу строительного комплекса ОАО «РЖД».

Одно из приоритетных направлений цифровизации строительного комплекса РЖД — внедрение системы управления жизненным циклом объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта с использованием технологии информационного моделирования (BIM-технология). В этих целях в компании в течение последних 4 лет планомерно реализуется проект «Разработка и внедрение BIM-системы управления жизненным циклом объектов ОАО «РЖД». Основная цель создания BIM-системы — повышение эффективности контроля и управления инвестиционно-строительной деятельностью компании. Создание BIM-системы направлено на оптимизацию процесса реализации инвестиционно-строительного проекта за счет применения комплексной инновационной технологии, позволяющей перейти на совершенно новый уровень работы подразделений и организаций, задействованных в инвестиционно-строительном процессе ОАО «РЖД». Основные задачи: автоматизация рутинных процессов, передача информации без потерь с повышением производительности труда и качества управленческих решений на каждом конкретном проекте.

Основными плановыми эффектами от создания BIM-системы в части проектных и строительных работ являются:

- сокращение случаев внесения изменений в проектную документацию;
- снижение количества корректировок на поздних этапах формирования проектной документации;
- недопущение факта коллизий в момент выполнения проектирования и строительства за счет создания общей среды и предоставления доступа к источнику информации всем участникам строительной деятельности — как внутри ОАО «РЖД», так и внешним ключевым участникам;
- обеспечение более точного сметного расчета состава работ и необходимых материалов;
- оптимизация графика производства работ;
- повышение качества строительного контроля.

Для достижения таких эффектов в ОАО «РЖД» принят и реализуется перечень комплексных и взаимоувязанных мероприятий, направленных на развитие функциональности BIM-системы: научно-техническое сопровождение; совершенствование нормативно-правового регулирования; обеспечение взаимодействия с заинтересованными органами власти и организациями; координация работ по переходу подразделений ОАО «РЖД» на применение технологии информационного моделирования; обучение и повышение квалификации сотрудников ОАО «РЖД» в области применения BIM-технологии.



В частности, в целях апробации BIM-технологии при выполнении проектов ОАО «РЖД» на этапах проектирования, государственной экспертизы проектной документации и строительства реализуется 12 пилотных проектов. В том числе — 2 объекта Восточного полигона железных дорог: «Второй главный путь на перегоне Ния — Таковка Восточно-Сибирской железной дороги» и «Строительство дополнительных приемоотправочных путей на станции Ядрин Дальневосточной железной дороги». Проекты реализуются в рамках Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года, утвержденного распоряжением Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 №2101-р.

Апробация BIM-технологии при выполнении пилотных проектов ОАО «РЖД» позволила достичь следующих результатов: на проектную документацию объектов Восточного полигона железных дорог «Второй главный путь на перегоне Ния — Таковка Восточно-Сибирской железной дороги» и «Строительство дополнительных приемоотправочных путей на станции Ядрин Дальневосточной железной дороги», выполненную в форме информационной модели, получены положительные заключения государственной экспертизы. Благодаря этому определены направления перспективного развития самой госэкспертизы в данной сфере, в том числе в части необходимости установления единообразных требований для проектной документации в форме информационной модели.

Следует отметить, что проект «Строительство дополнительных приемоотправочных путей на станции Ядрин», разработанный Хабаровским проектно-изыскательским институтом «Дальжелдорпроект» — филиалом АО «Росжелдорпроект», занял 1-е место в номинации «Информационное моделирование транспортных коммуникаций» VI Всероссийского конкурса с международным участием «ТИМ-ЛИДЕРЫ 2021/22».

На сегодняшний день подготовлены также предложения по уточнению Классификатора строительной информации, ведение которого осуществляет ФАУ «ФЦС» с учетом специфики объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, в том числе на основе разработанных и утвержденных классификаторов ОАО «РЖД» для применения в информационном моделировании. Всего к настоящему времени строительным комплексом ОАО «РЖД» разработаны и утверждены 4 классификатора для применения в информационном моделировании:

- Классификатор материалов и изделий;
- Классификатор пространств и зонированных объектов, созданных искусственным путем;
- Классификатор строительных комплексов;
- Классификатор строительных объектов.

В стадии разработки еще 5 классификаторов, требующихся для обеспечения применения технологий информационного моделирования (ТИМ) при реализации объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта. Их ключевая роль заключается в том, чтобы разделить информацию на компоненты, функциональные и тех-

нические системы, ресурсы и процессы, однозначно их идентифицировать и обеспечить управление составом и качеством данных. В рамках этой работы строительным комплексом ОАО «РЖД» совместно с ФАУ «Главгосэкспертиза России» предварительно отработаны отдельные алгоритмы рассмотрения, приемки, прохождения входного контроля и государственной экспертизы результатов инженерных изысканий и проектной документации объектов ОАО «РЖД», выполненных в форме информационной модели.

Сегодня начата работа по обеспечению применения BIM-технологии на стадии строительства объектов ОАО «РЖД», в том числе завершена разработка проекта производства работ в форме информационной модели объектов Восточного полигона железных дорог «Второй главный путь на перегоне Ния — Таковка Восточно-Сибирской железной дороги» и «Строительство дополнительных приемоотправочных путей на станции Ядрин Дальневосточной железной дороги». С октября 2021 года при содействии ОАО «РЖД» в РУТ МИИТ «Высшая инженерная школа» организовано обучение по программе магистратуры «Информационное моделирование объектов транспортной инфраструктуры».

В рамках перехода на отечественное программное обеспечение по применению BIM-технологии ведется совместная работа ОАО «РЖД» с Минстроем России, Минцифры России и разработчиками САПР. В рамках этой работы планируются доработка действующих и разработка новых программных решений для проектирования/моделирования и ведения информационных моделей объектов капитального строительства линейной инфраструктуры. Одновременно осуществляется работа по созданию цифровой системы мониторинга объектов железнодорожной инфраструктуры с использованием технологии «Интернет вещей».

Дополнительно, во исполнение отдельных решений Правительства Российской Федерации, строительным комплексом ОАО «РЖД» совместно с АО «НИИАС» в 2021 году разработана технология аэрофотомониторинга хода строительства объектов ОАО «РЖД» средствами беспилотных авиационных систем. С июня 2022 года организован такой мониторинг на 12 объектах Восточного полигона железных дорог. Его результаты уже показали свою востребованность для контроля за ходом строительства, в особенности линейных объектов, расположенных в отдаленных и труднодоступных от основной инфраструктуры местах, а также для использования при применении BIM-технологии. В 2023 году планируется продолжить применение такой технологии при контроле хода строительства объектов компании, в первую очередь линейных, а также объектов, проектирование которых выполнялось с применением BIM-технологии.

Редакция благодарит пресс-службу ОАО «РЖД» за помощь в подготовке материала

 **Параллель**

ПРОИЗВОДСТВО ВЫСОКОПРОЧНОГО КРЕПЕЖА

г. Орел,
+7 (4862) 36-90-36,
parallel@bolt57.ru,
bolt57.ru



ИЗОТЕСТ 2.0

ТЕХНОЛОГИЯ СВЕРХТОЧНОЙ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ
ГЕРМЕТИЧНОСТИ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

► НА ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЯХ МОСТОВ
ПО ГОСТ 59182-2021

► ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

+ Сертификат на прохождение специализированного обучения
+ Корпоративная сервисная программа

Решаемые задачи:

- Приемка и подтверждение качества гидроизоляционных работ
- Постатный контроль гидроизоляционного покрытия после производства смежных работ
- Сдача объекта в эксплуатацию по факту прохождения инструментального контроля
- Быстрое и точное выявление дефектных участков гидроизоляционных покрытий
- Определение состояния гидроизоляционного покрытия неразрушающим методом

Сервисная программа включает в себя:

- Техническое сопровождение и поддержку специалистов 24/7
- Предоставление подменного оборудования

K-systems
group

Екатеринбург, Пушкина, 9А
тел.: +7 (343) 227 62 63



контролит.рф



ГОРИЗОНТ
научно-техническое производственное предприятие

Производство средств измерений

для мониторинга строительных конструкций

Измерительное оборудование:

- оборудование для геотехнического мониторинга
- системы СММК
- измерительные комплексы для контроля при проведении надвижки
- измерительные комплексы для статических и динамических испытаний мостовых сооружений



 ntpgorizont.ru
 +7 495 909 1284
 +7 800 333 0140
 Москва, ул. 3-я Мытишинская, д. 16, стр. 14

тензометрия | инклинометрия | акселерометрия | термокосы | пьезометры

Госкомпания «Автодор»: дорожные мегапроекты — не мечта, а реальность

Сегодня цепочки поставок меняются по всему миру, импортеры корректируют маршруты, цены на транспортировку непредсказуемы. В этих условиях Россия развивает свою дорожную сеть. В стране реализуется целевой национальный проект, результаты которого заметны каждому. Появилось больше качественных, современных трасс, повысились скорость, комфортность и безопасность автомобильного движения, улучшилась связанность городов и поселков. Продолжается развитие перспективных международных транспортных коридоров. Они нужны для формирования удобных транспортных маршрутов, для эффективной логистики, для раскрытия потенциала территорий. Активную роль в этом процессе играет государственная компания «Российские автомобильные дороги». Мы расскажем об итогах работы госкомпании в уходящем году и планах на 2023 год и перспективу.



СКОРОСТНАЯ АВТОМАГИСТРАЛЬ М-12 «ВОСТОК»

Строящаяся автомагистраль М-12 «Восток» пройдет через Московскую, Владимирскую, Нижегородскую области, Чувашскую Республику и Республику Татарстан с продолжением до г. Екатеринбурга и далее до г. Тюмень. Ее протяженность во Владимирской области составит 219,4 км. Движение по 811 км автодороги от Москвы до Казани запустят в декабре 2023 года, а до Арзамаса раньше — в сентябре. Новая магистраль сократит путь от Москвы до Казани с нынешних 12 часов до 6,5.

13 декабря 2022 года во Владимирской области в рамках 2-го этапа строительства М-12 открыто движение по участку протяженностью 58,2 км от пересечения трасс М-12 и М-7 (114-й км) до д. Столбищи Собинского района. Новый участок платной магистрали позволит разгрузить федеральную трассу М-7 «Волга» на участке от 114-го до 169-го км. Введенный участок обеспечивает объезд городов Петушки, Костерево, Лакинск, сел Пекша и Ворша, деревни Колокша. Теперь в этих населенных пунктах, ранее задыхавшихся в транспортных пробках, заторов не будет. Время поездки от Москвы до Владимира сократится примерно на один час.

В этот же день в эксплуатацию введены участки федеральных трасс Екатеринбург — Тюмень и Пермь — Екатеринбург в Свердловской области.

В торжественной церемонии открытия приняли участие заместитель Председателя Правительства РФ Марат Хуснуллин, губернатор Владимирской области Александр Авдеев, председатель правления Государственной компании «Автодор» Вячеслав Петушенко, руководители проектных и строительных организаций. По видео-конференц-связи к участникам торжественного мероприятия обратился Президент РФ Владимир Путин: «Новые объекты автомобильной сети, а также участки трасс, на которых завершён капитальный ремонт, введены в эксплуатацию во Владимирской, Свердловской, Московской и Воронежской областях, в Республике Северная Осетия — Алания. Их запуск повышает пропускную способность автомобильных трасс, улучшает транспортную доступность регионов, сокращает время пассажиров в пути. Продолжено развитие перспективных международных транспортных коридоров. Они нужны нам для формирования удобных транспортных маршрутов, для

эффективной логистики, для раскрытия потенциала прилегающих территорий. И сегодня мы делаем очередной шаг в решении этой масштабной задачи. В составе коридора «Запад — Восток» в эксплуатацию будет введено три новых участка трассы М-12: два — в Свердловской области, еще один — во Владимирской области. И, конечно, среди ключевых приоритетов — ускоренное снижение мест высокой концентрации ДТП, других аварийно-опасных участков. Я уже давал поручения на этот счет и вновь подчеркну: от решения этого вопроса напрямую зависит сбережение жизни и здоровья наших граждан. Уверен, что общими силами все планы в сфере дорожного строительства мы обязательно претворим в жизнь, добьемся всего задуманного».

В сентябре текущего года глава государства дал старт движению по первому пусковому комплексу нулевого этапа М-12. Это 22 км от Центральной кольцевой автомобильной дороги (ЦКАД) до А-108 «Московское большое бетонное кольцо». А уже месяц спустя была открыта первая часть магистрали во Владимирской области — 26,5 км от Южного обхода г. Владимира до развязки с дорогой на г. Гусь-Хрустальный. Этот участок завершен на год раньше установленных сроков.

Таким образом, теперь общая протяженность открытых участков трассы Москва — Казань составляет 106,7 км.

Строительство скоростной дороги серьезно разгрузит трассу М-7. По оценкам госкомпании «Автодор», участок от Москвы до Владимира — самый напряженный на М-7. Здесь расходится движение на города Суздаль, Кострому, Иваново, Нижний Новгород, Казань, Гусь-Хрустальный. В летний период ремонты участков М-7 в районе Петушков, Костерева, Покрова создавали проблемы для трафика — и для легковых автомобилей, и для грузовых. В том числе блокировалась и доставка грузов для строительства М-12. Создавались огромные неудобства для жителей Петушинского района, сбивалась работа общественного транспорта в городах, расположенных на трассе. Пробки растекались по дворам, объездным путям.

«Дорожная тема — стратегическая для развития региона, — считает губернатор Владимирской области Александр Авдеев. — В этом году выделены беспрецедентные суммы на ремонт и строительство дорог. Строительство М-12 — наш шанс привлечь в регион крупных инвесторов и провести масштабную реиндустриализацию. Уже сегодня наши предприятия начинают планировать логистику и свои производственные программы с учетом новых возможностей.

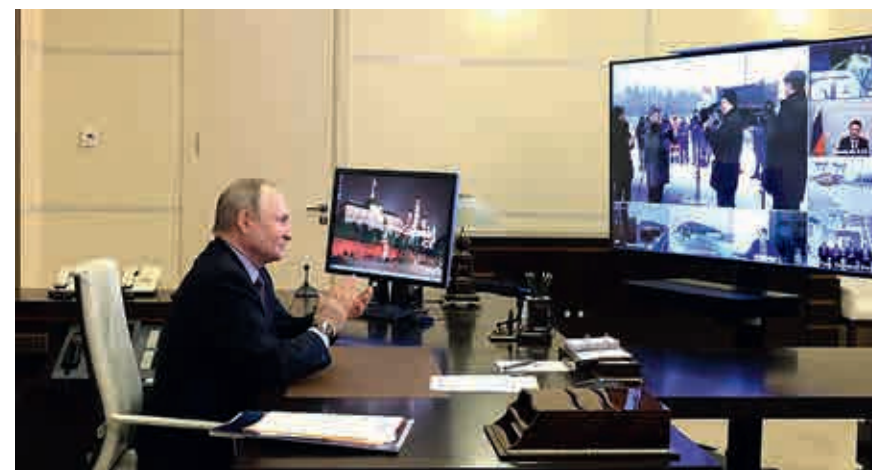
«Чем быстрее мы вводим такие объекты, тем быстрее это влияет на качество жизни и передвижения. Чем быстрее строим, тем меньше денег нужно на стройку, потому что мы экономим на инфляции. На год раньше построили — сэкономили 5–6% от стоимости. А высвободившиеся деньги направили на новые этапы. У нас и так были поставлены рекордные сроки. Никогда в стране не строилась дорога такого уровня за 3 года. А мы намерены еще ускориться», — подчеркнул вице-премьер Марат Хуснуллин.



«Потребительские качества дороги растут, и в этом году в связи с ограничениями по аэропортам интенсивность на всех дорогах выросла с 25 до 46%. Видим, что дороги, которые мы строим, приносят пользу экономике нашей страны. Важный рубеж по сбору платы — переагнули 50 млрд рублей (что в два раза больше, чем 2 года назад). Это позволяет возвращать заемные средства, в том числе и в Фонд национального благосостояния. Сформирован мощный кулак строительных организаций. И они готовы решать самые масштабные задачи», — уверен Вячеслав Петушенко.



«В нынешних условиях создание дополнительных транспортных коридоров, а тем более на восток, играет ключевую роль, потому что сейчас межрегиональная экономическая кооперация выходит на первый план. Мы видим, как разрываются международные цепочки, а связь регионов страны позволяет перевозить коммерческие грузы и перемещаться жителям. Количество автомобилей в стране растет, а новые дороги позволяют разгружать транспортную инфраструктуру. Без преувеличения, М-7 «Волга» — одна из самых загруженных трасс в любое время дня и ночи в любое время года. Создание нового коридора — огромный вклад в экономику всей страны в целом, а для Владимирской области — ось развития новых экономических зон, появление новых инвестиций и рабочих мест. Это важнейшая задача, которая решается опережающими темпами», — отметил Александр Авдеев.



Главными точками роста станут места съездов с автомагистрали. Изначально во Владимирской области их было запланировано 4, однако нам удалось договориться об их увеличении до 5... Для нас это важно еще и потому, что приближается 1000-летие Суздаля, ожидается увеличение трафика».

Исследования, проведенные госкомпанией «Автодор», показывают, что транзитный транспорт предпочитает уходить на скоростные магистрали. «Мы проводили исследования, сравнивая обычные и скоростные дороги: высчитывали время поездки, затраты на топливо, износ запчастей. Получалось, что экономически выгоднее пользоваться платными дорогами. И сегодня крупнейшие логистические центры выстраивают маршруты так, чтобы доехать в течение светового дня, предпочитая пользоваться скоростными трассами, где нет никаких пересечений в одном уровне, нет светофоров», — рассказал Вячеслав Петушенко.

На новой скоростной трассе установлена безбарьерная система взимания платы «Свободный поток». Фиксация проезда осуществляется по государственному регистрационному номеру транспортного средства или по транспондеру. Вместо привычных пунктов со шлагбаумами применена инновационная система, которая посредством датчиков и камер производит расчет оплаты для водителей в автоматическом режиме. Оплата по транспондеру происходит в момент проезда по участку, а оплата по номеру автомобиля возможна без штрафа в течение 5 дней с даты поездки. Стоимость проезда по участку независимо от времени суток составит 229 рублей для легковых автомобилей и 687 рублей — для грузовиков.

Скоростная автомагистраль М-12 получила название «Восток». Такое наименование, предложенное гражданами страны в ходе открытого голосования, утвердил Президент Российской Федерации.

Новый участок дороги во Владимирской области имеет по две полосы движения в каждую сторону, разделительный барьер и освещение. Максимальная скорость — 110 км/ч.

Отметим, в границах Владимирской области находятся 1-й, 2-й и 3-й этапы строительства М-12, их совокупная протяженность равна 219,4 км. Ведутся работы на 59 из 75 искусственных сооружений.

В границах 2-го этапа строительства М-12 будет построено 15 искусственных сооружений: мосты через реки Ворша, Колокша, Клязьма; путепроводы через автомобильную дорогу М-7 «Волга», а также 2 путепровода через железные дороги. Мост через р. Клязьму протяженностью более 200 м и развязки с М-7, Р-132 «Золотое кольцо» можно назвать самыми сложными искусственными сооружениями этого этапа. Развязка на М-7 выполнена как неполный клеверный лист, с путепроводом тоннельного типа, а с Р-132 — в виде двух разворотных колец, которые примыкают к «Золотому кольцу».

Маршрут новой платной автодороги М-12 по изначальным расчетам должен был проходить через города Владимир, Муром, Арзамас и Сергач (в Нижегородской области), Канаш (в Чувашской Республике), а также Шали (в Татарстане). Позже план изменили, причем сначала дорогу намеревались продолжить до г. Екатеринбурга, затем решили продлить до городов Тюмень и Челябинск. Строительство новой платной трассы важно в том числе и потому, что она войдет в состав транспортного коридора «Европа — Западный Китай»: его общая протяженность составит 8,5 тыс. км, он пройдет от Гамбурга до Шанхая. Российский участок маршрута займет около 2,3 тыс. км. Помимо трассы М-12 в его состав также войдут и другие платные дороги — М-11 «Нева» и нескольких пусковых участков ЦКАД.

Сейчас реализуется проект по продлению скоростной дороги Москва — Казань до г. Екатеринбурга. Его планируется завершить до конца 2024 года. Однако, в отличие от новой на все 100% магистрали М-12, трасса Казань — Екатеринбург будет состоять как из построенных полностью с нуля, так и из реконструированных участков.

«В 2023 году мы должны запустить основной ход всей трассы Москва — Казань. И в этом году мы должны уже полноценно развернуть участок Казань — Екатеринбург. Задачу доехать от Санкт-Петербурга до Екатеринбурга в 2024 году поставил президент. Поэтому в 2024 году мы должны иметь полноценную трассу», — отметил Марат Хуснуллин в ходе совещания по строительству М-12 в Екатеринбурге. Он также сообщил, что в настоящий момент на участке Казань — Екатеринбург идут подготовительные работы, в том числе происходит вынос сетей и коммуникаций, устраиваются временные дороги для подвоза техники и строительных материалов.

Там, где уже готово основание, укладывают асфальт. Его проектируют специально под скоростную дорогу и погодные условия. Подбирают битум с учетом температурного режима эксплуатации. На всем протяжении дороги будет три слоя из асфальтобетона: верхний слой основания из крупнозернистого щебня, нижний слой покрытия из мелкозернистого щебня и верхний слой покрытия из щебеночно-мастичного асфальтобетона.

Так, в нижнем слое дорожного полотна на всех искусственных сооружениях 4-го этапа планируется уложить литой асфальтобетон. Этот участок будущей скоростной трассы М-12 проходит по территории Владимирской и Нижегородской областей, от г. Муром до г. Арзамаса.

Важнейшим свойством литого асфальтобетона является его водонепроницаемость, что улучшает гидроизоляцию плиты проезжей части мостовых сооружений. Среди других преимуществ этого типа покрытия — отсутствие необходимости уплотнения катками, высокое сцепление с вышележащими слоями, упругость и эластичность. Доставляется смесь на место производства «кохером» — специальным транспортом, оборудованным котлом-термосом на автомобильном шасси с функциями поддержания заданной температуры и равномерного перемешивания. Далее происходит распределение по всей ширине полотна специальным вантовым систем. В результате на 100 % перейдут на отечественные материалы», — рассказал Марат Хуснуллин.

Работы на всей М-12 идут круглосуточно. Здесь трудятся в общей сложности 3070 человек и задействована 871 единица техники, в том числе водный транспорт.

МОСТ ЧЕРЕЗ ОКУ НА М-12 «ВОСТОК»

На 811 километров автомагистрали М-12 «Восток» расположены 315 искусственных сооружений. Среди них три знаковых объекта: мосты через реки Волга, Сура и Ока.

Мост через р. Оку — единственный вантовый мост на строящейся дороге М-12 Москва — Нижний Новгород — Казань. Он свяжет берега Владимирской и Нижегородской областей в районе г. Муром. Протяженность сооружения — 1377,6 м с вантовым центральным пролетом длиной 254 м. Он является составной частью 4-го этапа строительства М-12. В его возведении круглосуточно задействовано порядка 1000 человек и более 100 единиц техники.

Для возведения правобережного пилона высотой почти 90 м (89,9 м) применили технологию скользящей опалубки, которая заключается в непрерывном бетонировании тела опоры с одновременным подъемом опалубки. Технология позволила возвести правобережный пилон за 4 месяца, что в 2,5 раза быстрее, чем строительство левобережной опоры. Второй пилон высотой 80,6 м возводили 10 месяцев, традиционным методом самоподъемной



(переставной) опалубки. Проект предусматривает, что 2 пилона станут основой подвесного моста, и именно к ним мостовики прикрепят 34 пары вант. Длина центрального вантового пролета моста составит 254 м. Работы по устройству русловых опор вантового моста через р. Оку на 4-м этапе скоростной дороги М-12 Москва — Нижний Новгород — Казань завершены.

В середине октября на строящемся мосту через р. Оку начался монтаж вантовой системы. Всего будет смонтировано 34 пары вант — по 17 к каждому из двух пилонов. Длина самой короткой венты составляет 39,2 м, а самой длинной — 130,6 м. Сами венты имеют от 9 до 60 прядей. Каждая прядь состоит из 7 проволок общим диаметром 19,2 мм.

«Хочу отметить, что все оборудование для монтажа вантовой системы и программное обеспечение полностью российского производства. На конкретном примере мы видим, что отечественные компании готовы в случае необходимости обеспечить технологический суверенитет дорожной отрасли. При работе над мостом через Оку госкомпания «Автодор» совместно с участниками строительства и ведущими производителями метизов, полимеров, смазочных материалов — это и ПАО «Северсталь», и ООО «Газпромнефть-БМ», и ПАО «СИБУР Холдинг» — создали рабочую группу по импортозамещению вантовых систем. В результате на 100 % перейдут на отечественные материалы», — рассказал Марат Хуснуллин.

Таким образом, новые проекты большепролетных мостовых переходов уже могут быть оснащены вантовыми системами, полностью скомплектованными из материалов, производство которых локализовано в России.

«Возведение мостового перехода через Оку идет на пике технических новаций. Проект разработан и воплощается в жизнь командой специалистов из ведущих подрядных и проектных организаций транспортного строительства, в том числе АО «БТС-МОСТ». Впервые при бетонировании пилонов применена технология скользящей опалубки, используются отечественные материалы и технологии при монтаже вантовой системы. Разработаны уникальный архитектурный облик моста и решения по его художественной подсветке. Ее включают в 2024 году, когда запустят движение по сооружению. Сейчас его строительная готовность — почти 60%. Планируем замкнуть пролеты моста в мае 2023 года, пустить технологическое движение в июне. Отдельно стоит отметить экономическую эффективность строительства моста: приведенная стоимость одного квадратного метра примерно на 20% ниже, чем у объектов-аналогов, построенных ранее», — отметил Вячеслав Петушенко.





В конце сентября 2022 года компания-подрядчик сообщила, что на строящемся мосту через р. Суру завершилась надвигка пролетного строения через русло реки — от 7-й к 5-й опоре. С чувашского на нижегородский берег были надвинуты два пролета общей длиной 195 м и весом 2881 т. Мостовикам предстоит пройти еще 477 м надвигки от 5-й к 1-й опоре. Металлоконструкции будущего пролетного строения 1–7 собираются на стапеле и поочередно надвигаются по путям скольжения и накаточным устройствам, расположенным на железобетонных промежуточных опорах. **На настоящие опоры готовый пролет «надвигается» при помощи так называемых многопрядевых стрендовых домкратов и высокопрочных канатов. Эта технология применяется на строительстве Крымского моста. Дело в том, что Сурский мост имеет особенность: из-за сложного ландшафта пролетное строение на большей части моста приходится двигать вверх. Это как раз и позволяет «крымская» технология. Монтаж металлоконструкций в пролетах опор 7–11 на чувашском берегу производится методом полунавеса: часть пролетного строения собирается на подмостях, после чего ведется его навесная сборка с опиранием на временные опоры. Вся надвигка займет 8 месяцев. Установить все 10 пролетов на 11 опор строящегося перехода планируется к марту 2023 года.**

Между пойменным правым берегом, который находится на территории Чувашии, и высоким левым нижегородским берегом разница отметок составляет порядка 74 м. Этот рельеф строители выравнивают, и разница отметок между крайними 1-й и 11-й опорами составит 27 м. На левом берегу на подходах к мосту разрабатывается выемка на участке 1100 м, объемом порядка 1 млн 900 тыс. м³ грунта. После окончания разработки глубина выемки достигнет 28 м.

График строительства на сегодняшний день уже обогнали на 9 месяцев. По контракту завершение строительства мостового перехода планировалось во II квартале 2024 года. Но по поручению госзаказчика, благодаря применению ряда мероприятий, сроки сокращаются на год. В августе 2023 года намечено сдать мост, а в октябре открыть по нему движение.

МОСТ ЧЕРЕЗ ВОЛГУ НА М-12 «ВОСТОК»

Мост через р. Волгу — ключевой элемент 8-го участка М-12 «Восток», проходящего через Республику Татарстан. Это 142 км дороги и 41 искусственное сооружение. Встречу двух берегов реки рабочие сейчас приближают в ускоренном темпе, возводя мост в круглосуточном режиме. Этот мост длиной 3360 м станет самым протяженным сооружением не только в Татарстане, но и на всей М-12. Каждая опора нового моста (а их будет 28) — это результат сложных расчетов, производство инженерного искусства, которое создают при помощи самых современных технологий. Сердцем моста строители называют опору 8. Вся конструкция моста, которая собирается по двум сторонам берега и в дальнейшем надвигается, здесь должна сомкнуться. Только таким методом можно ускорить темпы строительства. «Золотую середину» пока отмеряют по временной конструкции. Это сейчас единственный связующий элемент будущего 3-километрового моста. Некоторые из опор, например 24 и 25, стоят в развернутом направлении — это сделано для судового хода. Сама идея строительства при наличии технологического моста была опробована при сооружении Крымского моста.

В конструкции моста предусмотрены пролетные строения разной величины, самый большой пролет



приходится на судовый ход. Расчетные параметры сооружения впечатляют. Общий вес металлоконструкций пролетных строений моста — 45 тыс. т. Объем бетона для возведения опор моста — 82 тыс. м³. Высота проезжей части над судовым ходом составит порядка 50 м. Глубина р. Волги здесь достигает 19 м. По высоте это больше, чем пятиэтажный дом.

Чтобы оградить котлован для сооружения ростверков от воды, мостовики делают круглую металлическую оболочку диаметром 10 м и высотой 20 м. Она состоит из 5 секций общей массой более 90 т прочной стали. Каждую секцию готовят на производственной базе в с. Шеланга, перевозят по реке, монтируют и опускают с помощью гидравлических домкратов. Далее производятся укладка тампонажного слоя бетона, откачка воды, и основные работы по сооружению ростверков идут уже в сухом котловане ниже уровня воды.

Высота опор не везде одинаковая, так как правый берег гораздо выше левого. Чтобы построить скоростную дорогу в таком рельефе без резких спусков и подъемов, строители делают выемку грунта. Особенно на правом берегу р. Волги — глубина выемки там составляет порядка 50 м, объем земляных работ — порядка 45 тыс. м³ в сутки. В целом объем выемки грунта на правом берегу составит порядка 9 млн м³. На левом берегу глубина выемки грунта составит около 45 м, общим объемом порядка 7 млн м³. В целом при сооружении моста объем земляных работ составит 27 млн т.

НА СЕГОДНЯШНИЙ ДЕНЬ

Строители уложили асфальтобетон на более чем 570 км скоростной дороги М-12 Москва — Казань. Они выполнили план 2022 года, одев в асфальт более 70% новой трассы. На это ушло 5 млн 804 тыс. т асфальтобетона.

Что касается участка М-12 «Восток» в направлении на Екатеринбург (Дюртюли — Ачит), то сегодня здесь идет подготовка территории. **«Мы приступили полноценно к работам на маршруте Казань — Екатеринбург: ведем подготовительные работы, осуществляем вынос коммуникаций, проектирование, полностью с регионами подготовили весь маршрут, включая трассировку и уже подготовку территорий, активно работаем на обходе Набережных Челнов. На всем маршруте планируем запустить движение от Казани до Екатеринбурга до конца 2024 года. Трассу Казань — Екатеринбург увязали с Кольцевой дорогой вокруг Екатеринбурга. Это значительно повысит связанность прилегающих территорий, а также позволит запустить транзитный трафик в обход и разгрузить дорожную сеть Екатеринбурга»,** — сказал вице-премьер Марат Хуснуллин на церемонии открытия движения по участку автодороги во Владимирской области протяженностью 58,2 км от пересечения трасс М-12 и М-7 (114-й км) до д. Столбищи Собинского района.



5 декабря 2022 года Главгосэкспертиза выдала положительное заключение на строительство 2-го и 3-го этапов новой дороги Дюртюли — Ачит в Пермском крае и Свердловской области соответственно. Их будут строить по нормам 1Б категории с 4 полосами движения.

В Пермском крае новый участок — 2-й этап — пройдет по Чернушинскому и Октябрьскому районам. Связь с сетью существующих дорог будет через две транспортные развязки. Одна — на пересечении с автомобильной дорогой регионального значения 57К-0041 Щучье Озеро — Явгильдино IV технической категории, вторая — с автомобильной дорогой III технической категории Голдыри — Орда — Октябрьский.

В рамках проекта предусматривается 13 путепроводов, 7 мостов, в том числе через реки Малая Сарана, Быстрый Танып, Бизяр. На пути автомобилистов организуют две зеркальные многофункциональные зоны (МФЗ) с площадками отдыха, большой парковкой. Кроме того, на 2-м этапе в Пермском крае планируется 10 зверопроходов тоннельного типа, длина каждого из них около 16 м. Их местоположение назначено в местах миграции диких животных.

На 3-м этапе, который пройдет в границах Свердловской области по территории Красноуфимского и Ачитского муниципальных округов, в труднодоступных местах западных предгорий Урала, планируется строи-





тельство 5 мостов, в том числе через реки Большая Сарана, Ачит, Зюрзя. Мост через р. Зюрзя будет совмещен с проездом для сельскохозяйственной техники и биопереходом. Этот этап будет иметь выход на автодорогу Р-242 Пермь — Екатеринбург. На нем запроектированы две зеркальные МФЗ. Эксплуатация дороги предусматривается на платной основе.

В середине декабря председатель правления госкомпании «Автодор» Вячеслав Петушенко проверил ход работ на трех этапах строительства М-12, которые станут частью дороги М-12 до г. Арзамаса. По итогам проезда он отметил хорошую динамику работ на 4-м и 6-м этапах.

На 4-м этапе М-12, проходящем по Владимирской и Нижегородской областям, организован сквозной проезд по всем 124 км, кроме моста через р. Оку. Там проезд будет обеспечен в следующем году. На 98 км уложен верхний слой основания из асфальтобетона, ведутся работы по обустройству дороги: монтаж барьерного ограждения, опор наружного освещения, прокладка кабельной канализации. Для возведения моста через р. Оку завершена поставка металлоконструкций пролетных строений. Идет навесной монтаж руслового пролета над судоходным габаритом, смонтировано 10 пар вант из 34. Строительная готовность моста — 67%.

На 5-м этапе М-12 протяженностью 108 км уложен верхний слой основания на 47 км. Продолжаются работы по устройству земляного полотна на 48 км, возводятся искусственные сооружения.

На всей протяженности 6-го этапа, который связывает Нижегородскую область и Чувашскую Республику, обеспечен сквозной технологический проезд. Через р. Суру он пока организован по временному мосту. На мостовом переходе через р. Суру, который станет частью М-12, завершены работы по сооружению всех тел опор. Строительная готовность моста через р. Суру — 70%. Производятся работы по укрупнению ортотропных плит, подвозу, монтажу и дальнейшей укрепительной сборке пролетных строений на стапеле. Произведена надвигка металлического пролетного строения в пролетах опор 4–7 левого и правого направлений. Общая длина надвигки — 330 пог. м.

На 68 из 133 км уложен верхний слой основания из асфальтобетона, ведутся работы по обустройству дороги: установка барьерного ограждения, монтаж опор наружного освещения и светодиодных светильников, прокладка силовых кабельных линий 10 кВ, кабельной канализации.

ДАЛЬНИЙ ЗАПАДНЫЙ ОБХОД КРАСНОДАРА (ДЗОК)

По словам Вячеслава Петушенко, одной из главных своих задач «Автодор» считает соединение восточной части страны с Уралом и южными регионами. Это так называемая Юго-Восточная хорда, Екатеринбург — Краснодар. В связи с этим госкомпания «Автодор» планирует до конца 2023 года завершить Дальний западный обход Краснодара (ДЗОК), обход Аксая и первую очередь Северного обхода Твери. Последующая планомерная работа будет состоять в строительстве нового направления от Джубги до Сочи.

Основной ход Дальнего западного обхода Краснодара будет готов к лету 2023 года. Сегодня работы ведутся на каждом километре нового участка М-4 «Дон» в Краснодарском крае. Обход пройдет у станицы Марьянской, обогнет хутор Копанской, станицы Нововеличковскую и Новотитаровскую и выйдет на 1304-й км существующего участка М-4 «Дон» в районе станицы Динской. Его общая протяженность — 51,2 км. Вдоль всей новой магистрали устроят освещение.

Дальний западный обход Краснодара — это новое строительство скоростной автомобильной дороги технической 1Б категории с разделенными встречными потоками и 4 полосами движения. В рамках объекта предусмотрено сооружение 3 транспортных развязок, 4 мостовых сооружений и 20 путепроводов. Это федеральная трасса, которая будет примыкать к трассе М-4 «Дон» в районе станицы Пластуновской и выходить в районе станицы Марьянской. С западной стороны весь транзитный транспорт будет обходить г. Краснодар. Это серьезнейшее решение проблемы пробок в городе. Кроме того, эта дорога освободит ближний западный обход г. Краснодара. Принято решение о соединении Южного и Западного обходов. Это позволит замкнуть кольцо вокруг города. Таким образом, будет решена задача вывода из города транзитного транспорта, от которого сегодня задыхается столица Кубани.

Проект реализуется в рамках поручения Президента Российской Федерации Владимира Путина по итогам заседания президиума Государственного совета Российской Федерации от 13.10.2016 №Пр-1970ГС об организации дальних автомобильных подходов к транспортному переходу через Керченский пролив. Госкомпания «Автодор» в сжатые сроки разработала проектную документацию по строительству скоростной автомобильной дороги М-4 «Дон» на участке Дальнего западного обхода г. Краснодара. В рамках проектирования были проработаны варианты прохождения трассы на основе данных построенной транспортной модели и применены современные технологии по информационному моделированию.

В феврале 2019 года госкомпания получила положительное заключение ФАУ «Главгосэкспертиза России» на проект по строительству скоростной автомобильной дороги М-4 «Дон» на участке ДЗОК. Маршрут выбран таким образом, чтобы выйти из городской черты г. Краснодара, не затрагивая зону Краснодарской агломерации, и минимизировать прохождение трассы в черте населенных пунктов. В связи с этим полностью исключена необходимость сноса существующей жилой застройки. Трасса проходит по территориям муниципального образования город Краснодар, Красноармейского и Динского районов.

8 сентября 2020 года по итогам конкурсных процедур заключено долгосрочное инвестиционное соглашение на 27 лет на строительство, содержание, ремонт, капитальный ремонт и эксплуатацию на платной основе обхода г. Краснодара. Согласно проекту строительно-монтажные работы завершат в 2023 году. На сегодняшний день уже понятно, что дорожники закончат работы на основном ходу на полгода раньше, чем планировалось.

На конец 2022 года более чем на 70% от общей его протяженности ДЗОК уложен асфальтобетон. Всего с начала



строительства объекта завезено более 4,5 млн тонн песчаного грунта. На обходе возводится 24 искусственных сооружения, в том числе 16 путепроводов (4 из которых тоннельного типа, 1 — через железную дорогу), 4 моста через реки и балки (реки Понура, Кочеты, Сула и Магистральный канал) и 42 водопропускные трубы. Самыми крупными станут мост через р. Кочеты 2-й длиной 172,534 м и его мост-близнец через р. Понуру протяженностью 173,035 м. Работы проводятся с большой осторожностью в плотном сотрудничестве с региональным министерством экологии. Будет возведено также 3 транспортных развязки с дорогами регионального значения: Краснодар — Ейск, Краснодар — Тамань и Краснодар — Темрюк.

ДЗОК возьмет на себя транзитный трафик, который сейчас идет по существующему участку М-4 в черте г. Краснодара, улучшит экологическую ситуацию, существенно увеличит пропускную способность дальних подходов и сократит время в пути к Черному морю.

На сооружении ДЗОК задействованы более 800 человек, свыше 200 единиц специализированной техники и 300 единиц автотранспорта.

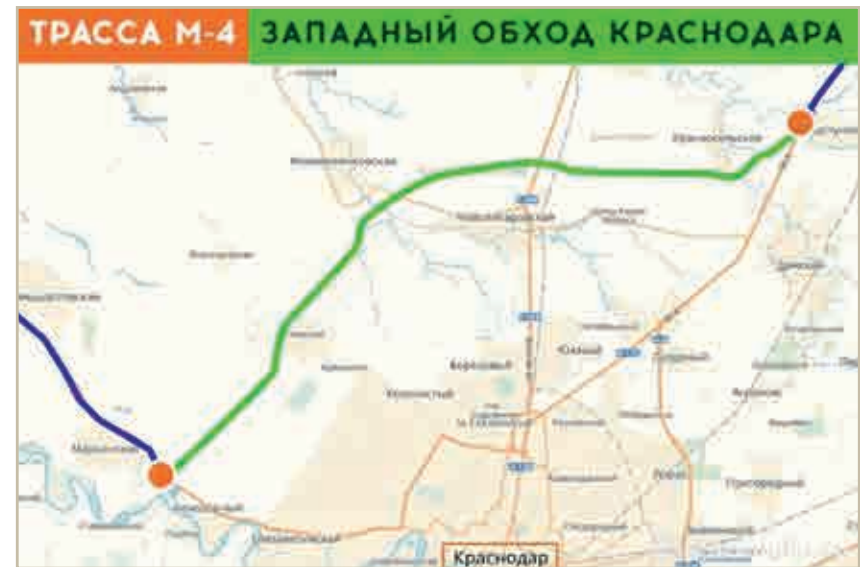
Строительство новой автодороги в Краснодарском крае стартовало в декабре 2020 года. Заказчиком выступает госкомпания «Автодор», генеральная подрядная организация — АО «Донаэродорстрой».

ОБХОД АКСАЯ НА М-4 «ДОН»

В Ростовской области ускоренными темпами ведется строительство обхода г. Аксая. Его планируется завершить раньше запланированного срока, в июне 2023 года. Об этом сообщил вице-премьер РФ Марат Хуснуллин. Как только проект будет реализован, трасса М-4 «Дон» до г. Ростов-на-Дону станет скоростной.

Во время церемонии открытия Владимиром Путиным движения на участке трассы М-12 Москва — Казань — Екатеринбург во Владимирской области вице-премьер РФ Марат Хуснуллин заявил, что обход г. Аксая на трассе М-4 «Дон» достроят в начале лета 2023 года: «М-4 «Дон» теперь до Ростова будет полностью скоростная. Вы давали поручение посмотреть возможность ускорить обход Аксая. Мы уверенно можем сказать, что мы на год раньше срока, в начале лета, эту дорогу запустим».

Первый 12-километровый участок 6-полосного обхода г. Аксая открыли в конце декабря 2020 года. 8 апреля 2022 года был открыт для движения транспорта еще один участок обхода г. Аксая с 1072 по 1091 км. Работы стартовали в апреле 2020 года и завершились в январе 2022 года с опережением графика на 8 месяцев. В конце ноября уходящего года завершены работы по надвигке пролетных сооружений через р. Дон в районе обхода г. Аксая. Мост протяженностью почти 2 км будет крупнейшим искусственным сооружением на этом участке Ростовского транспортного кольца. Строительство моста





началось весной 2022 года, сейчас рабочие готовятся к опусканию пролетов на постоянные опоры.

Всего на обходе г. Аксай — участке скоростной автомагистрали «Дон» протяженностью 35 км — планируется строительство 15 мостов и путепроводов. В том числе будут возведены переходы через реки Черкасская и Аксай, протяженностью 662 м и 469 м соответственно. Сообщается, что сегодня готовность обхода составляет 75%. Запустить движение по этой дороге планируют следующим летом.

Обход г. Аксай возводится на условиях государственно-частного партнерства. На дороге будет 8 транспортных развязок, несколько мостов и путепроводов.

Строительство нового участка обхода г. Аксай началось в ноябре 2020 года. Его протяженность составит 35,5 км. Часть обхода пойдет по долине в поймах рек Дон, Черкасская и Аксай. На отдельных участках будет построена насыпь высотой до 18 м.

СЕВЕРНЫЙ ОБХОД ТВЕРИ

Объект входит в состав скоростной платной автотрассы М-11 Москва — Санкт-Петербург на участке 149–208 км. Движение по М-11 на всем ее протяжении, кроме этого обхода, было запущено в конце 2019 года.

Северный обход г. Тверь — это не просто участок для объезда столицы Верхневолжья. Он свяжет между собой две федеральные трассы — М-10 и «Золотое кольцо», что, во-первых, позволит быстрее выбираться с автодороги «Россия» на Бежецкое направление, во-вторых — значительно снизит трафик на выезде из г. Тверь в сторону г. Бежецка. Несомненно, такой маршрут станет более привлекательным для туристов.



Платный северный обход г. Тверь пройдет по Эммаусскому сельскому поселению, пересечет реки Волгу и Оршу, затем пойдет по землям Каблуковского сельского поселения, в том числе рядом с Оршинским женским монастырем. Далее пересечет Бежецкое шоссе в районе д. Пуково, а потом повернет налево и по мосту через р. Тверцу неподалеку от д. Новенькое перейдет на правый берег реки. Далее обход пройдет рядом с п. Литвинки. Затем ее путь снова будет лежать через р. Тверцу и далее через Черногубовское и Медновское сельские поселения. За с. Медное обход г. Тверь соединится с основной дорогой М-11 «Нева» на 209-м километре. Благодаря обходу г. Тверь время в пути между столицами сократится с шести до пяти часов.

Строительство Северного обхода г. Тверь началось в июне 2022 года. Подрядчик — строительная компания «Дороги и Мосты», стратегический партнер — ООО «Транстроймеханизация». Это будет 4-полосная дорога протяженностью 63,7 км с транспортными развязками, 28 искусственными сооружениями, в том числе мостом через р. Волгу длиной 738 м и мостом через р. Тверцу протяженностью 200 м, площадками отдыха с санитарными модулями, пунктами взимания платы и другими объектами. Прогнозная интенсивность движения на участке — около 21 тыс. автомобилей в сутки. Разрешенная скорость — 150 км/ч. Турникеты поставят на 159 и 177 км автодороги. Ключевым объектом на обходе г. Тверь, по словам Вячеслава Петушенко, является мост через р. Волгу. Строителям предстоит построить также большое количество развязок при пересечении с М-10, дорогами Тверь — Кимры, Тверь — Бежецк — Весьегонск — Устюжна, Медное — Кулицкое. Для проведения

работ нужно переложить трубы газопроводов и провести ремонт ЛЭП.

В настоящее время ведутся активные работы на 40 км от общей протяженности Северного обхода. Производится устройство насыпи земляного полотна, ливневой канализации и дорожной одежды.

В настоящее время работы ведутся на 21 искусственном сооружении из 28. Продолжается возведение путепроводов и мостов, в том числе через реки Волгу и Тверцу. Среди наиболее масштабных сооружений — именно мост через р. Волгу. Это будет конструкция из 9 пролетов протяженностью 738 м, для строительства которой будут задействованы современные, но уже проверенные технологии. Мост будут строить методом надвигки, как когда-то возводили Крымский мост. Этот способ заключается в продвигании полностью или частично собранного пролетного строения по оси моста с помощью накаточных и тяговых устройств. Монтаж сооружения по такой технологии имеет ряд преимуществ и помогает сократить сроки строительства за счет возможности одновременной установки пролетного строения и возведения мостовых опор. Также при строительстве моста будет применяться метод скользящей опалубки. Напомним: эту технологию впервые в практике отечественного мостостроения применили при строительстве моста через р. Оку на трассе М-12 Москва — Казань в начале лета этого года. Особенности этой технологии в том, что за счет возможности постепенного подъема форм обеспечивается высокая скорость бетонирования. И строителям не приходится тратить время на разборку опалубочных систем и их повторную сборку на новом уровне. В декабре этого года начата сборка металлоконструкций на стапелях, «надвижка» запланирована на апрель следующего года. Сейчас на объекте задействовано более 1340 человек и свыше 400 единиц техники.

Асфальтовое покрытие Северного обхода г. Тверь рассчитано таким образом, чтобы выдерживать максимально возможный автомобильный трафик. Расчеты проводились по методу объемного проектирования. Ведь если сейчас по трассе М-11 проходит до 30 тысяч машин в сутки, то планируется, что по Северному обходу г. Тверь плотность трафика вырастет до 50 тысяч машин в сутки.

Северный обход станет фактическим завершением формирования федеральной трассы М-11 «Нева», позволит напрямую, без пересечений с другими трассами в одном уровне соединить города Москва и Санкт-Петербург. Реализация проекта создаст дополнительные возможности для развития инфраструктурных проектов в г. Тверь, агропромышленного комплекса и жилищного строительства на территориях Бежецкого, Калининского, Кимрского районов, Рамешковского муниципального округа. Кроме того, будет обеспечено устойчивое автомобильное сообщение через северо-восточные территории Тверской области до городов Вологда, Ярославль и Дубна. Госкомпания «Автодор» планирует к концу 2023 года сдать первую очередь Северного обхода г. Тверь.

Проект строительства Северного обхода г. Тверь поддержан Президентом Российской Федерации Владимиром Путиным. Сроки выполнения работ ограничены 31 июля 2025 года. Источники финансирования — средства ФНБ и субсидии госкомпании «Автодор» из федерального бюджета РФ.

ЮЖНЫЙ КЛАСТЕР

В рамках XVI Международного форума и выставки «Транспорт России» в Гостином дворе Государственная компания «Автодор» представила проект «Южный кластер — современная транспортная артерия», завершив технико-экономическое обоснование (ТЭО). Работа была проведена по поручению президента Владимира Путина.

На сегодняшний день автомобильная дорога А-147 длиной 171 км — это единственный и безальтернатив-



ный автодорожный проезд от г. Джубга до г. Сочи. На значительном протяжении дорога извилистая ввиду прохождения в стесненных горных и прибрежных условиях. Геометрические параметры на отдельных участках дороги не соответствуют нормативным требованиям: например, на серпантинах имеются кривые с радиусами от 10 до 14 м. Это повышает риск ДТП с длинномерным грузовым и пассажирским транспортом. Отдельные участки А-147 фактически являются частью улично-дорожной сети курортных поселков, другие отрезки представляют извилистый горный или прибрежный серпантин, где нередко случаются ДТП с грузовиками-длинномерами или пассажирским транспортом. Среднесуточная интенсивность движения на отдельных участках А-147 составляет от 30 до 75 тысяч единиц транспорта в сутки, что намного превышает ее пропускную способность. А с наступлением высокого туристического сезона трасса постоянно «стоит» в районе Джубги, Туапсе и Лазаревского: чтобы доехать до Сочи, курортники тратят от 6 до 14 часов.

Проект государственной компании «Автодор» «Южный кластер», разработанный по поручению президента Владимира Путина, призван решить проблему быстрого автообобщения с городами Черноморского побережья на участке от Джубги до Сочи. «Южный кластер» предусматривает строительство альтернативной автодороги в обход населенных пунктов побережья общей протяженностью 152,3 км и позволит ликвидировать сезонные дорожные заторы на въезде на курорты Краснодарского края. В частности, с учетом необходимости оптимизации затрат на строительство автодороги в сложных инженерно-геологических условиях горной местности (сейсмичность, оползневые процессы, наличие зон тектонических нарушений) обсуждалась целесообразность строительства тоннелей большой протяженности щитовым способом и мостовых сооружений с высотой опор до 100 м.





Также рассматривается возможность устройства асфальтобетонного покрытия в тоннелях, строительства технологических площадок и площадок для отдыха автомобилистов на 4-полосной дороге, которая будет прокладываться в сложных условиях горной местности.

Результаты транспортного моделирования подтверждают необходимость сооружения 4-полосной автомобильной дороги на 5 приоритетных участках: обход мкр. Adler, III очередь обхода г. Сочи, обход г. Туапсе, участок от г. Горячий Ключ до с. Агой и обход мкр. Лазаревское. Общая протяженность этих участков, которые предлагается вводить поэтапно до 2035 года включительно, составит более 100 км. Проект строительства Южного кластера предусматривает возведение нескольких тоннелей и развязок-обходов Сочи, Адлера, Туапсе и Горячего Ключа — села Агой, а также площадок для отдыха водителей. Первый этап — строительство обхода Адлера. Проектирование и строительство этого объекта планируется начать уже в 2023 году, завершить — в 2026 году. Протяженность участка составит 7,8 км. По словам разработчиков, он сможет уже в первый год эксплуатации разгрузить А-147 от транзитного трафика почти на 30%.

Благодаря строительству альтернативного маршрута снизятся аварийность и смертность в 4 и более раз за счет выведения почти 50% транзитного трафика из населенных пунктов.

Проект строительства Южного кластера неоднократно обсуждался, но ввиду его сложности и высокой стоимости за счет прохождения в стесненных горных условиях постоянно откладывался. В рамках ТЭО, разработанного госкомпанией «Автодор», удалось снизить стоимость строительства отдельных участков до 30%.

«Краснодарский край готов поддерживать этот проект административно и финансово, в том числе с точки зрения налоговых льгот. Мы готовы в живом диалоге с госкомпанией структурировать максимально интересный продукт. Реализация инвестиционного проекта позволит увеличить нашу добавленную стоимость и валовой региональный продукт на сумму более 600 млрд рублей. Строительство этой дороги позволит увеличить объем турпотока с 17–18 до 25 млн туристов в год», — считает министр экономики Краснодарского края Алексей Юртаев.

Проект, в судьбе которого принимает непосредственное участие заместитель Председателя Правительства РФ Марат Хуснуллин, — совершенно беспрецедентный опыт для Автодора в связи со сложными инженерными решениями и уникальным природным ландшафтом местности. Сложно переоценить значимость строительства автомобильной дороги для Краснодарского края и всей страны в целом.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ

В современных условиях основными точками входа грузопотоков европейской части России, Урала и Сибири становятся пункты пропуска на юге страны — это сухопутные выходы к Республике Казахстан, крупнейшие порты Азовского, Черного и Каспийского морей. В этой связи в рамках пятилетнего плана Госкомпания «Автодор» начала работы по проекту Юго-Западной хорды в увязке с дорогой «Меридиан». Новый автомобильный маршрут пройдет от г. Екатеринбурга до Черноморского и Каспийского побережья, тем самым будут обеспечены развитие межрегиональных связей как минимум 11 крупнейших агломераций (Челябинской, Екатеринбургской, Уфимской, Казанской, Нижнекамской, Самарской, Саратовской, Краснодарской, Волгоградской, Ростовской, Астраханской) и выход к крупнейшей торговой портовой инфраструктуре Российской Федерации. Маршрут значительно повысит экспортный потенциал страны и создаст условия для движения грузов из Китая, Индии, стран Каспийского бассейна. Реализация проекта Юго-Западной хорды позволит обеспечить развитие сети скоростных дорог в целом по Российской Федерации и создаст условия для комфортного и безопасного движения, а также экономического роста отдельных регионов.

ПРОЕКТ «МЕРИДИАН»

Трасса «Меридиан», которая планировалась как маршрут из Европы в Китай, пройдет из Китая в страны Каспийского моря, в том числе в Иран, рассказал в рамках ПМЭФ-2022 председатель правления госкомпании «Автодор» Вячеслав Петушенко. Проект «Меридиан» связан со строительством Юго-Западной хорды, чтобы соединить Урал с портами Азовского, Каспийского и Черного морей — юго-западную часть нашей страны с Уралом, построив настоящий каркас скоростных автомобильных дорог.

Ранее предполагалась, что эта трасса должна была соединить Китай — через Казахстан и Белоруссию — с Европой, «Меридиан» на 95% был ориентирован на зарубежный трафик. Сейчас эта задача переориентировалась: дойдя до г. Екатеринбурга, востока страны, Урал нужно соединить с возрастающим потоком грузов через Каспийское и Черное моря, куда поедут не только грузы, но и люди.

В пресс-службе госкомпании «Автодор» уточнили, что сейчас новая трассировка автодороги, которая совместит «Меридиан» с проектом Юго-Восточной хорды, пока готовится. После того как определится новая трассировка проекта, будет скорректирован его бюджет.



ЮГО-ЗАПАДНАЯ ХОРДА

Антироссийские санкции вывели восточное направление на первое по значимости место во внешнеэкономической деятельности России. Такая быстрая переориентация грузопотоков требует учета макроэкономических эффектов и поиска новых форм софинансирования. Стратегически новый маршрут Юго-Западной хорды в увязке с проектом «Меридиан» значительно повысит экспортный потенциал страны и создаст условия для движения грузов из Китая, Ирана и Индии. «У нас есть понимание прогнозного объема автомобильного трафика, мы понимаем потенциальный объем транзитного трафика, который пройдет не только из Китайской Народной Республики, но и из государств Центральной Азии», — отмечает первый зампределаправления правления Госкомпания «Автодор» по инвестиционной политике Игорь Коваль.

По прогнозам, на определенных участках (от Саратова, Ртищева до Воронежа) перспективный трафик может достигать до 8 тыс.ч. Важной составляющей в этом проекте является взаимодействие с казахстанскими коллегами для того, чтобы детально понимать синхронизацию в планах развития дорожной инфраструктуры.

Предполагается, что с завершением проекта «Южный кластер» он вместе с другими проектами ГК «Автодор» — «Юго-западная хорда» и «Меридиан» — свяжет Урал автодорогами с крупнейшими портами Азово-Черноморского и Каспийского бассейнов и новыми регионами России.



ЮГО-ВОСТОЧНАЯ ХОРДА

Госкомпания «Автодор» планирует в конце 2023 года начать строительство так называемой Юго-Восточной хорды, которая соединит Урал и Поволжье с Черным, Азовским и Каспийским морями. По словам председателя правления «Автодора» Вячеслава Петушенко, к концу 2023 года будет завершен основной объем работ на трассе М-12 «Восток». После этого технику для земляных работ перенаправят на подготовку новой трассы. Протяженность магистрали составит 1,6 тыс. км. Предполагается, что дорога будет проходить по территории Краснодарского края, Ростовской, Волгоградской, Саратовской, Астраханской, Самарской областей, Татарстана и Башкирии. Первый этап предусматривает обходы городов Саратов, Сызрань, Тольятти, Волгоград, Астрахань, юго-западный обход г. Краснодара, часть дороги от М-4 «Дон» до обхода г. Волгограда и отдельные участки реконструкции. Всего запланирована реконструкция более 20 участков. На трассе будет по 4–6 полос в каждом направлении, предварительная протяженность платных участков составит до 500 км. Время движения от г. Краснодара до Урала составит 18 часов.

Также госкомпания рассматривает вариант объединения в один проект хорды и трассы «Меридиан».

Окончательных решений правительства по перспективным проектам пока нет.



ВАНТОВАЯ СИСТЕМА
Сделано в России



Вантовый мост через р. Оку в г. Муром, трасса М-12

STS. ИНЖЕНЕРЫ
ПРОЧНОСТИ

Мы делаем мир прочнее,
а жизнь людей – безопасной и удобной

Основные виды деятельности:

- Преднапряженный железобетон
- Надвижка и подъёмка пролетных строений
- Усиление мостов
- Вантовые системы
- Грунтовые анкеры
- Датчики усилий
- Испытания



Москва, Россия, ул. Кирпичные выемки, 2х1
+7 (495) 374-87-09
www.sts-hydro.ru | www.sts-hydro.com
info@sts-hydro.ru

СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ. ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

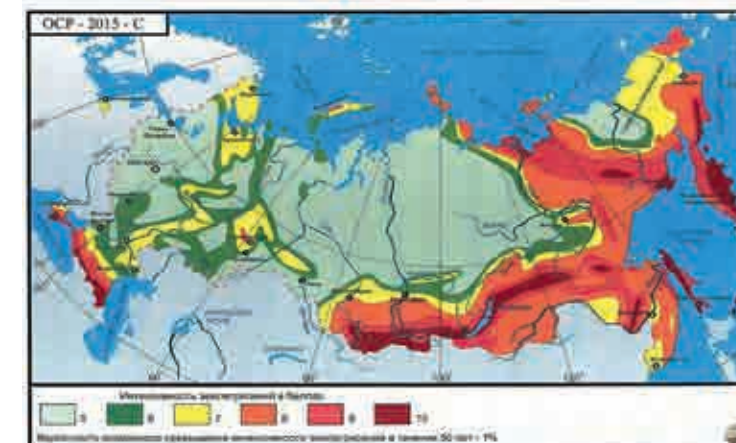
Февраль 2023 года неожиданно принес целый ряд мощных землетрясений, охвативших более 16 стран, с эпицентром в Турции. Причем в Турции очаги землетрясения были на большой глубине и недалеко от городов. В этом случае вертикальная составляющая сейсмической нагрузки очень велика, и это приводит к огромным разрушениям, даже если сооружения и здания построены с учетом восприятия горизонтальной сейсмической нагрузки. В настоящее время все больше новых территорий в сейсмически опасных районах требуют строительства устойчивой транспортной инфраструктуры, входящей в систему жизнеобеспечения населенных пунктов, немалая роль в которой отводится и мостовым сооружениям. Сегодня, после землетрясения в Турции, Минстрой России изучает необходимость внести изменения в требования по сейсмостойкости в нашей стране.

Только в России общая площадь сейсмоопасной территории Восточной Сибири и Дальнего Востока — около 3 млн км², не считая Кавказ, побережья Черного и Каспийского морей, Курильские острова и Камчатку. Из-за разрушения дорожных сооружений, в особенности мостов и тоннелей, транспортная доступность района стихийного бедствия оказывается сильно ограниченной, что в решающей степени влияет на эффективность спасательных работ и увеличивает число необратимых (летальных) исходов. Следовательно, при планировании развития и содержания транспортной инфраструктуры, изысканиях, проектировании и строительстве транспортных сооружений в сейсмически опасных районах нужно рассматривать в развитии всю совокупность возможных поражающих факторов стихийного бедствия, их воздействия на технику, чтобы избежать катастрофических последствий землетрясения.

Вот только несколько примеров технически сложных и относительно сейсмоустойчивых уникальных мостовых сооружений: мост Рио-Анторио через Коринфский залив в Греции, мост Хайкоу-Вэньчан в Китае, мост через бухту Золотой Рог во Владивостоке, мост через пролив Восточный Босфор на остров Русский, мост через Амур из России в Китай, Керченский мост, мост Акаси Кайкё в Японии, мост Циндао через залив Цзяочжоу в Китае, новый мост Бэй-Бридж между Сан-Франциско и Оклендом в США. Таким же станет мост через пролив Невельского на остров Сахалин и т.д.

Предлагаем экспертам раскрыть готовность отрасли к созданию и развитию более сейсмоустойчивых транспортных сооружений.

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ РОССИИ.
ОСР-2015-С



Разрушение мостов после землетрясения



Землетрясение в Турции



Землетрясение в Чили

1. Каковы особенности проектирования и строительства в сейсмически активных регионах? Есть ли разница между подходом российских и зарубежных специалистов к расчетам по сейсмике?
2. Какие нормативные документы помогают учитывать сейсмические, сейсмогравитационные нагрузки, перемещение грунта при землетрясении, изменение прочности, устойчивости и жесткости конструкций (оснований)? Требуют ли эти документы пересмотра и дальнейшего совершенствования?
3. Какие современные методы испытаний используются при мостостроении в сейсмических районах?
4. Какие конструктивные решения и современные материалы вы можете предложить для повышения сейсмостойкости мостовых сооружений? Какой материал может выдержать максимальные сейсмические нагрузки? Какие соединения используются в сейсмостойком строительстве?
5. Какие приборы устанавливаются на мостовых сооружениях для измерения сейсмоактивности?
6. Можно ли создать идеальный сейсмостойкий мост в современных условиях?

Группа компаний «Стройкомплекс-5». Импортозамещение и не только!



Шульман С. А.
генеральный директор
ГК «Стройкомплекс-5»

Группа компаний «Стройкомплекс-5» была создана в 1991 году и с самого начала ориентировалась только на собственные разработки и ноу-хау. Номенклатура продукции фирмы: опорные части для мостов и других сооружений, деформационные швы, сейсмозащитные устройства, подшипники скольжения и др.

Когда в стране остро встал вопрос об импортозамещении высокотехнологичной продукции, у нас никаких проблем не появилось, т.к. мы используем в производстве только отечественные материалы и комплектующие, никогда ни у кого ничего не перекупали и не перепродавали. Работаем по своим патентам, которых более 20.

За эти годы мы изготовили более 8 тыс. опорных частей разных конструкций, 12 км деформационных швов, 150 сейсмозащитных устройств.

По всем эксплуатационным характеристикам и параметрам наша продукция ничуть не хуже импортной.

Сейсмозащитные устройства — особая тема в нашей работе, т.к. мы не только поставляем соответствующие изделия, но и предлагаем свои услуги в разработке оптимальных решений по комплексному решению сейсмозащиты конкретных зданий и сооружений, включая, естественно, и мосты.



Грозный Молл. Пешеходный мост



Мост через р. Амудария в Туркмении

МС-21: Каковы особенности проектирования и строительства в сейсмически активных регионах?

— Самое главное, с чего надо начинать, — это повышенные требования к изысканиям в сейсмически активных регионах. В частности, необходимость анализа общей тектонической обстановки в районе строительства (наличие и положение разломов), обязательное микросейсмораионирование, анализ динамических свойств грунтов основания и др. Выбор створа мостового перехода и назначение схемы моста должны учитывать эти материалы.

При выборе конструкций пролетных строений, опор и материалов для их сооружения необходимо учитывать, что увеличение жесткости сечений, как правило, приводит к увеличению инерционной массы элемента и, соответственно, к увеличению сейсмических нагрузок. Поэтому желательно избегать массивных бетонных опор, тяжелых пролетных строений и пр. С самого начала проектирования надо предусматривать сейсмозащитные мероприятия (противосбросные устройства, гасители колебаний, демпферы, амортизаторы и т.п.). Сейсмогашение и сейсмоизоляция должны прорабатываться уже на стадии выбора вариантов моста.

Разница в российских и зарубежных нормативах по сейсмике имеется, но это как разные системы мер — просто объективная реальность, а цель нормативов одна — обеспечение надежности сооружения при сейсмических воздействиях.

МС-21: Какие нормативные документы помогают учитывать сейсмические, сейсмогравитационные нагрузки?

— В России действует единый нормативный документ, регламентирующий проектирование зданий и сооружений в сейсмических районах, — СП 14.13330.2018. Кроме того, в нормах проектирования отдельных видов сооружений, в частности мостов и труб, есть дополнительные указания по обеспечению сейсмостойкости. У специалистов есть ряд претензий к нормативам, и в некоторых случаях приходится составлять специальные технические условия на проектирование конкретных объектов.

МС-21: Какие современные методы испытаний используются при мостостроении в сеймоопасных районах?

— Провести испытания построенного моста на сейсмические воздействия затруднительно, поэтому приходится ориентироваться на стендовые испытания отдельных элементов моста и предлагаемых сейсмозащитных устройств.

Разработанные группой компаний «Стройкомплекс-5» конструкции испытывались на стендах НИИ Мостов и на сейсмоплатформах, некоторые из которых еще сохранились и могут быть использованы для проверки новых решений. Необходимо отметить, что «Стройкомплекс-5» несколько лет назад разрабатывал по заказу одной очень крупной фирмы проект испытательного центра с несколькими

ми сейсмоплатформами и стендами, что позволило бы обеспечить научное сопровождение большинства новых разработок в области сейсмостойкого строительства в стране. К сожалению, этот проект пока не реализован.

МС-21: Какие конструктивные решения и современные материалы вы можете предложить для повышения сейсмостойкости мостовых сооружений? Какой материал может выдержать максимальные сейсмические нагрузки? Какие соединения используются в сейсмостойком строительстве?

— Группа компаний «Стройкомплекс-5» имеет несколько защищенных патентами РФ конструктивных решений в области сейсмозащиты мостов и других строительных объектов.

Это и специальные опорные части, обеспечивающие снижение сейсмических нагрузок, и стержневые и пружинные демпферы-амортизаторы, работающие в двух режимах: при малых по величине, но частых воздействиях обеспечивается работа в упругой стадии (с эффектом самовозвращения), а при значительных по величине, но редко случающихся усилиях происходит преобразование динамической энергии в тепловую, т.е. получается эффект сейсмоизоляции.

Режим работы системы в упругой стадии может быть настроен на обеспечение противофазности колебаний пролетного строения и опоры моста.

Разработки группы компаний «Стройкомплекс-5» были успешно реализованы на внеклассном мосту через р. Амудария в Туркмении, на эстакадах Адлер — Аэропорт и Адлер — Красная Поляна, на мосту через р. Иле в Казахстане, на двух мостах в г. Грозном и на ряде других объектов.

МС-21: Можно ли создать идеальный сейсмостойкий мост?

— Идеального в природе ничего нет. Всегда приходится отступать от идеала в угоду технологическим факторам, реальным свойствам применяемых материалов, особенностям совместной работы элементов из разных материалов. Но стремиться к идеалу можно.



Сейсмостойкая опорная часть на мосту в Туркмении



Опорная часть, работающая на отрицательные нагрузки



Демпфер-амортизатор на нагрузку 50 т



Сейсмозащитные устройства на эстакаде ж/д Адлер — Красная Поляна

ГК «СТРОЙКОМПЛЕКС-5»



ВЕДУЩИЙ РАЗРАБОТЧИК И ПРОИЗВОДИТЕЛЬ
СЕЙСМОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Высокий профессионализм и качество

Оптимальная схема сейсмозащиты

Расчет обоснования

Разработка проектной и конструкторской документации

Собственные разработки разных типов сейсмозащитных устройств

для сейсмогашения и сейсмоизоляции

Более 20 патентов на изобретения и полезные модели

Более **8000** опорных частей разных конструкций

Свыше **12 000** м деформационных швов

Свыше **150** различных сейсмозащитных устройств

Свыше **20 000** карточек скольжения для надвжки мостов

Более **10 000** подшипников скольжения для эскалаторов



ГК СТРОЙКОМПЛЕКС-5
192171, СПб., ул. Бабушкина, 36
тел./факс (812) 560-71-69
e-mail: info@sc-5.ru
stroycomplex-5.ru

Транспортные сооружения должны быть более сейсмостойкими

Для готовности отрасли к созданию и развитию более сейсмоустойчивых мостовых сооружений прежде всего необходимо привести в порядок нормативную базу, которая должна отражать современный уровень научно-технического развития и обширный передовой российский и международный опыт. Мы же наблюдаем в нормативных документах достаточно странный подход, не только не совпадающий с международными нормами и опытом, но и расходящийся с современной теорией.

НОРМАТИВЫ ДОЛЖНЫ ОТРАЖАТЬ СОВРЕМЕННЫЙ УРОВЕНЬ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ

Известно, что если спасательные службы не могут прийти на помощь вследствие разрушений транспортной инфраструктуры, то в первые часы и дни после сильных землетрясений людей погибает больше, чем при самих землетрясениях. Транспортные сооружения должны быть более сейсмостойкими, и поэтому во многих технически развитых странах нормы по расчету транспортных сооружений на землетрясения выделены в отдельные документы.

Как известно, реакция транспортных сооружений — мостов, тоннелей, подходов к мостам и тоннелям — существенно отличается от реакции зданий на сейсмические воздействия. Возникает необходимость одновременного учета воздействия землетрясений и подвижных эксплуатационных нагрузок.

Существующий в России Свод правил СП 268 132 192 58 00.2016 «Транспортные сооружения в сейсмических районах» содержит большое количество эмпирических формул и необоснованных коэффициентов, однако, по нашему мнению, этот документ не соответствует современному уровню развития науки, поэтому должен быть не только откорректирован, но и существенно переработан (в свете ФЗ-184 «О техническом регулировании» одним из принципов технического регулирования является соответствие принимаемых технических решений уровню научно-технического развития соответствующей отрасли).

Поэтому необходимо разработать отдельный документ «Транспортное строительство в сейсмических районах».

ДИНАМИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ИЛИ СПЕКТРЫ ОТВЕТОВ?

Предлагаем исключить коэффициенты динамичности из нормативных документов РФ, касающихся сейсмических воздействий, и заменить их спектрами реакций (ответов).

Во-первых, ни в одном из Сводов правил РФ по расчету на сейсмические воздействия (СП 14.13330.2018, СП 268.1325800.2016 и др.) нет определения этого понятия. Авторы проекта СП 14.13330.2019 наконец попытались восполнить этот пробел и дать определение коэффициента динамичности через статическое перемещение при землетрясении.

Однако такое определение не имеет физического смысла: для сейсмического воздействия невозмож-

но корректно определить статическое воздействие, которое надо умножать на коэффициент динамичности.

В СП 14.13330.2019 дается определение динамического коэффициента как отношения максимального динамического смещения к какому-то статическому смещению при землетрясении, на определенный таким образом коэффициент умножается вес. Какая-то механико-математическая несуразица.

Во-вторых, спектры ответов можно также корректно определить как «график максимальных реакций: перемещений, скоростей, ускорений, или других максимальных параметров совокупности осцилляторов (систем с одной степенью свободы) на заданное (в данном случае сейсмическое) воздействие».

Концепция спектров ответов признана во всем мире, в том числе и в России. Известно, что количество стран, в нормативных документах которых используется эта концепция, — более 50. Поэтому ее отсутствие в нормативных документах по сейсмостойкому мостостроению является большой ошибкой.

В-третьих, необходимо исключить из нормативных документов линейные расчеты с коэффициентами, учитывающими какие-то неопределенные допускаемые повреждения, заменив эти расчеты нелинейными, учитывающими упругопластическое поведение материала и образование трещин.

На переходный период можно разрешить выполнять линейные расчеты с использованием коэффициентов допускаемых повреждений и (или) нелинейные расчеты без использования коэффициентов, учитывающих повреждения.

Более подробно о сейсмостойкости мостовых сооружений предлагаю ознакомиться в учебном пособии 2021 года «Сейсмостойкость мостов. Теория и приложения» (Курбачкий Е. Н., Пестрякова Е. А., Зернов И. И.). Для задания исходной сейсмической информации в учебном пособии излагается метод спектров ответов (максимальных реакций), который в настоящее время является наиболее широко распространенным методом расчета инженерных сооружений на сейсмостойкость, в том числе и для неупругих систем. Кроме моделей и методов расчета мостов на сейсмическое воздействие, моделирование и расчет взаимодействия сооружений с грунтом и т.д. для информации приведены сведения из зарубежных нормативных документов ЕС, Канады, США, включая распространенную методику построения расчетных спектров ответов Ньюмарка-Холла.



Курбачкий Е. Н.
профессор кафедры
«Мосты и тоннели»
Российского университета
транспорта (МИИТ), д. т. н.

Институт «Стройпроект»: нормативные документы по сейсмике требуют доработки



Попов В. И.

доцент, профессор МАДИ,
к. т. н., главный менеджер
проекта АО «Институт
«Стройпроект»

Институт «Стройпроект», признанный лидер строительного комплекса, участвовал в создании множества выдающихся мостовых объектов, включая такие мосты, как Благовещенский, Русский, Бугринский, ЗСД, мост Бетанкура, и многие другие. Сегодня институт продолжает проектные работы на масштабных транспортных объектах страны, таких как: скоростная автодорога М-12 Москва — Нижний Новгород — Казань, федеральные трассы М-1 «Беларусь», М-4 «Дон», автодорога Пермь — Березники и объекты дорожной инфраструктуры Пермского края, обход Нижнекамска и Набережных Челнов, Байкало-Амурская магистраль, обход Тольятти, реконструкция автомобильной дороги Джубга — Сочи, автодорога Владивосток — Находка, строительство вторых путей на БАМе, строительство и реконструкция аэропортов. Большая часть этих объектов находится в зонах повышенной сейсмоопасности.

Отвечая на вопрос, каковы особенности проектирования и строительства в сейсмически активных регионах и есть ли разница между подходом российских и зарубежных специалистов к расчетам по сейсмике, хочется отметить, что при проектировании мостов в сейсмически активных регионах особое внимание уделяется выбору системы и конструкции мостового сооружения, материала опор и пролетных строений, а также площадок для расположения опор. При сейсмичности района строительства более 7 баллов обязательно предусматривают различные антисейсмические мероприятия, обеспечивающие прочность и устойчивость сооружений при землетрясениях. К таким мероприятиям относятся: закрепление пролетных строений от сдвига, применение опорных частей, воспринимающих отрицательные реакции, демпферных устройств, буферов и т.п. Для эксплуатируемых мостов предусматривают специальные антисейсмические закрепления пролетных строений на опорах и усиление опор.

Необходимо подчеркнуть, что подходы российских и зарубежных специалистов к расчетам по сейсмостойкости принципиально не отличаются.

Если говорить о нормативных документах по сейсмике, то в первую очередь следует назвать СП 268.1325800 «Транспортные сооружения в сейсмических районах». Документ используется с 2016 года, и на сегодняшний день его необходимо дополнить новыми материалами. Так, в действующем СП не отражены требования по водопропускным трубам из стеклопластика, которые с недавнего времени стали использовать на автомобильных дорогах. Отсутствуют положения, затрагивающие работу армогрунтовых конструкций в сопряжении с мостами, недостаточно внимания уделено рамным железобетонным мостам, в том числе многопролетным на высоких опорах, которые часто применяют в зарубежной практике в горных районах.

Нет в СП также рекомендаций по проектированию в сейсмических районах насыпей на слабых грунтах оснований, с включением в тело насыпи пенополистирольных блоков (ППС) и участков сопряжения мостов с насыпью из ППС-блоков (раздел 6 «Земляное полотно»). Не отражены возможности проектирования многоуровневых транспортных развязок и требования

к опорам таких сооружений. Недостаточно сведений о применении предварительно напряженной пучковой арматуры в высоких опорах. В п. 8.2.27 и п. 8.2.31 даны рекомендации о применении только стержневой арматуры.

При использовании в будущем интегральных мостов следует предусмотреть и разработку соответствующих положений по применению мостовых сооружений этой системы в сейсмически активных районах.

Требуются и некоторые уточнения. Например, неверно делается ссылка в п. 6А (Приложение А), где приводится пример виадука с балочным неразрезным пролетным строением, но при ссылке на схему (рис. А11) он назван рамно-неразрезным. В п. 8.3.2 в перечислении нагрузок отсутствует боковое давление грунта на устои мостов, хотя в п. 8.3.39 приведена формула сейсмического воздействия бокового давления грунта.

Среди других важных нормативных документов следует назвать СП 14.13330 (строительство в сейсмических районах) и СП 270.1325800 (правила оценки повреждений после землетрясений).

По современным методам испытаний, используемых в мостостроении в сейсмических районах, можно заметить, что в процессе разработки проекта мостового сооружения в сейсмически активном районе проводят испытания моделей на сейсмоплатформах, воспроизводящих движения грунтов оснований. При этом используют комплекс приборов, записывающих частоты и формы колебаний, напряжения в сечениях модели.

Что касается конструктивных решений и современных материалов, отмечу, что для повышения сейсмостойкости мостовых сооружений существует множество технических решений, которые используются в практике мостостроения как в России, так и за рубежом. Такие решения направлены на создание условий, при которых сооружение после землетрясения не получает обрушений и значительных повреждений.

Многие применяемые решения требуют дополнительных материальных затрат, но есть и такие, которые можно считать наиболее эффективными. К ним, например, можно отнести применение в высоких виадуках сборных опор с постнапряжением. Такие опоры позволяют воспринимать поперечные силы посредством сил трения, возникающих между блоками опоры и в свою очередь зависящих от заданного усилия преднапряжения пучков вертикальной арматуры, проходящей по всей высоте опор. Указанные опоры при сейсмическом воздействии получают незначительные смещения. Повреждения в виде сколов у них минимальны и ограничиваются областью повышенных сжимающих напряжений в нижней части опор.

В мостах балочной системы, как наиболее применяемой в практике мостостроения, в сейсмически опасных районах приходится обеспечивать поддемпфирование пролетных строений, а также распределять сейсмическую нагрузку на все опоры путем объединения неразрезных плетей в одну, применяя гибкие связи.

К наиболее устойчивым к сейсмическим воздействиям относятся мосты с интегральными устоями, которые пока не нашли применения в России, но достаточно широко внедряются с 70-х годов прошлого столетия в зарубежной практике. Интегральные устои заанкериваются в грунте основания гибкими, обычно стальными однорядными сваями и за счет жесткого объединения балок пролетного строения с телом интегрального устоя создают легкую конструкцию, в которой отсутствуют опорные части.

В целом рамная система мостов и путепроводов является наиболее устойчивой при землетрясениях:



Сочи, олимпийские объекты



Сочи, олимпийские объекты

об этом свидетельствуют данные обследования таких сооружений после произошедших землетрясений.

При проектировании мостовых сооружений в сейсмически активных районах важно применять материалы, допускающие развитие пластических деформаций. В этом отношении сталь и сплавы алюминия наиболее предпочтительны.

При мониторинге мостовых сооружений в сейсмически активных районах применяют различные датчики, преобразующие колебания мостовой конструкции в электрические сигналы. Сейсмодатчики отслеживают опасные вибрации в основании сооружений. Сейсмографы и регистраторы сейсмических сигналов выпускают с различными диапазонами частот и закрепляют на мостовых конструкциях. Современные сейсмометры с цифровым выходным сигналом позволяют ввести эти сигналы непосредственно в компьютер.

В отношении создания идеального сейсмостойкого моста отмечу, что теоретически такой мост создать можно: опоры и пролетное строение должны быть гибкими, столбы тела опор должны быть надежно заделаны в фундамент, пролетное строение должно быть объединено с промежуточными опорами. Вместе с тем в эпицентре землетрясения и в местах разлома земной коры никакое сооружение не сохранится. Поэтому при проведении инженерных изысканий необходимы тщательные исследования, для опор нужно назначать площадки с минимальными рисками сейсмического воздействия.



Русский мост во Владивостоке



Обход г. Сочи

Уральская Сталь: современные материалы для сейсмостойких мостов



Куницын Г. А.
директор по инновациям
АО «Уральская Сталь»



Именно сталь обладает наилучшим сочетанием высоких прочностных свойств, пластичности и ударной вязкости по сравнению с другими массовыми конструкционными материалами. Поэтому, на наш взгляд, сталь является идеальным материалом для строительства мостов в сейсмоопасных районах.

Для металлических конструкций важными параметрами являются:

- соотношение предела текучести к временному сопротивлению: чем меньше соотношение, тем дольше металл может пластически деформироваться без разрушения;
- относительное равномерное удлинение: чем больше данная величина, тем большим запасом обладает сталь после начала пластической деформации и до момента снижения поперечного сечения элемента конструкции.

Так, классические мостовые стали 10ХСНД и 10ХСНДА по ГОСТ Р 55374 и СТО 13657842-1-2009

за счет системы легирования и обязательной термической обработки (нормализация/закалка с отпуском) обладают высокой прочностью (класс С390), равномерной микроструктурой, низким соотношением предела текучести к временному сопротивлению (менее 0,85), высокой ударной вязкостью (в 4–10 раз выше нормы), большим запасом пластичности и отличным сопротивлением к слоистым разрушениям. К сожалению, применение проката без термообработки не позволяет достичь таких показателей. Поэтому конструкторам, проектировщикам мостов такого рода необходимо обращать особое внимание на качество проката и закладывать в проект только высококачественную, проверенную временем сталь.

Кроме того, АО «Уральская Сталь», имея многолетний опыт внедрения новых мостовых марок стали, готова предложить проектировщикам свою современную разработку — сталь класса прочности С460, специально разработанную для облегчения мостовых конструкций.

Класс прочности	Марка стали	Толщина проката, мм	Механические свойства			Испытания на изгиб в холодном состоянии до параллельности сторон (d — диаметр правки, S —толщина проката)
			Предел текучести, σ_T , Н/мм ² , не менее	Временное сопротивление, σ_B , Н/мм ²	Относительное удлинение, δ_5 , %, не менее	
C460	12Г2НДБ		460	560–700	17	
* - Испытания на изгиб проводят на широком образце по ГОСТ 5521						

Величина временного сопротивления в направлении толщины проката должна быть не менее 390 Н/мм². Величина относительного сужения в направлении толщины проката должна быть не менее 35%.

Площадь излома с волокнистым строением должна составлять не менее 50% от общей площади.

Данная сталь обладает большим запасом прочности, при этом пластичность и ударная вязкость остались на уровне применяемого в настоящее время проката.

Класс прочности	Марка стали	Категория проката	Ударная вязкость, Дж/см ² , не менее					
			В состоянии поставки				После механического старения	
			КСУ		КСВ		КСУ	
			Температура испытаний, °С	Норма	Температура испытаний, °С	Норма	Температура испытаний, °С	Норма
C460	12Г2НДБ	3	-70	29	-40	29	-20	29



Мировая практика возведения современных сейсмостойких мостовых сооружений



Китайский трубчатый мост



Преднапряженная конструкция стальной трубы моста, Китай



Качающаяся колонна для моста в сейсмоактивных регионах

ЭФФЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КИТАЯ ДЛЯ БЫСТРОГО СТРОИТЕЛЬСТВА СЕЙСМОСТОЙКИХ МОСТОВ В ГОРНОЙ МЕСТНОСТИ

Для быстрого строительства мостов в горных местностях сейсмоопасных районов Китая разработаны наиболее оптимальный вид мостового сооружения и применяемый материал. Причем только 20% работ выполняются на месте строительства, основные 80% — на заводах по изготовлению металлоконструкций. Выбранный тип мостов: заполненные самоуплотняющимся бетоном стальные трубчатые ферменные мосты. Они в сравнении с предварительно напряженными бетонными простыми опорными мостами в 4–5 раз повышают сейсмобезопасность, а в сравнении с балочными мостами из стальных конструкций жесткость их главной балки увеличивается в 2,6 раза. Количество используемой стали снижается более чем на 38%. По стоимости трубчатый ферменный мост с бетоном внутри сопоставим с предварительно напряженным бетонным простым опорным мостом, а если его сравнить с балочным мостом из стальной конструкции — дешевле на 40%. Причем найдено решение для увеличения несущей способности трубы и бетона при растяжении и изгибе — применение предварительно напряженного коробчатого бетонного компонента из стальных труб.

Предварительно напряженные, заполненные бетоном стальные трубчатые компоненты и предварительно напряженные стальные коробчатые бетонные компоненты балки, то есть сама стальная труба (коробка), используются в качестве реакционной опоры. Предварительное напряжение прикладывается первым методом натяжения, сохраняется в стальной трубе (коробке), а затем бетон заливается в стальную трубу (коробку). Пока прочность бетона достигнет расчетной прочности, натяжение ослабляется для формирования бетонной конструкции из предварительно напряженной стальной трубы (коробки). Это гарантирует, что стальная труба (коробка) и бетон находятся под общим усилием. Экспериментальные исследования показали, что при воздействии изгибающих и растягивающих нагрузок деформация предварительно напряженного стального трубчатого (коробчатого) бетона является согласованной и последовательной. В то же время предварительно напряженная стальная трубчатая (коробчатая) бетонная конструкция обладает высокой несущей способностью, высокой жесткостью, хорошей пластичностью и высокой сейсмостойкостью. Обязательно применяются опоры переменной жесткости, где жесткость и положение опоры проектируются направленным образом. Разработаны подшипники переменной жесткости. Комбинированный настил моста из стального бетона со стальной нижней плитой соединен с основным стрингером балки путем крепления через трубопластинчатые узлы. Мост комфортен для езды автомобилей из-за небольшого количества компенсаторов.

ГИБРИДНЫЕ КАЧАЮЩИЕСЯ КОЛОННЫ, УСТОЙЧИВЫЕ К ПОВРЕЖДЕНИЯМ. США

По оценке доктора Петроса Сидериса, доцента кафедры гражданского строительства и охраны окружающей среды в Техасском университете A & M, воз-

главляющего совместную исследовательскую работу по изучению характеристик гибридных скользящих качающихся (HSR) колонн, которые обеспечивают ту же поддержку, что и обычные мостовые инфраструктурные, но более сейсмостойкую: «Структурные повреждения обычных колонн, вызванные стихийным бедствием, приводят к повреждению и трещинам, что может привести к закрытию моста до завершения ремонта. Мосты с колоннами HSR способны выдерживать сильные землетрясения с минимальными повреждениями и требуют лишь незначительного ремонта, вероятно, без перекрытия моста. Колонны HSR построены как серия отдельных бетонных сегментов, скрепленных стальными тросами, которые обеспечивают контролируемое скольжение и раскачивание. Это позволяет колоннам смещаться и раскачиваться без повреждений, в то время как тросы после натяжения гарантируют, что в конце землетрясения колонны возвращаются в исходное положение».

РЕШЕНИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ. МОСТ РИО-АНТИРИО, ГРЕЦИЯ

Место расположения моста находится в зоне геологического разлома, а полуостров отделяется от материковой части страны со скоростью 3,5 см в год. Такой показатель весьма существен для моста, и с этим обстоятельством нужно было что-то делать. В итоге инженерное решение было найдено: мост Рио-Антирио имеет компенсаторы расширения, которые позволяют постепенно увеличить длину моста на 5 м.

Для самого моста была выбрана вантовая конструкция, которая позволяет подвесить дорожное полотно, изолировав его от основных опор. Проезжая часть как бы висит относительно опор моста и может колебаться подобно маятнику во время землетрясений.

Под тремя из четырех опор моста Рио-Антирио забито около 200 свай, которые повышают устойчивость этой огромной конструкции. Кроме того, под каждую опору, расположенную на вязком грунте, был насыпан внушительный слой гравия.

Поворотные траверсы MAURER типа DS являются конструкционной платформой для сейсмостойких деформационных швов. Поворотная траверса типа DS разрабатывается индивидуально для конкретного проекта и учитывает его особенности для любых горизонтальных перемещений, что позволяет либо ограничить, либо вовсе исключить возможность повреждения сооружения.

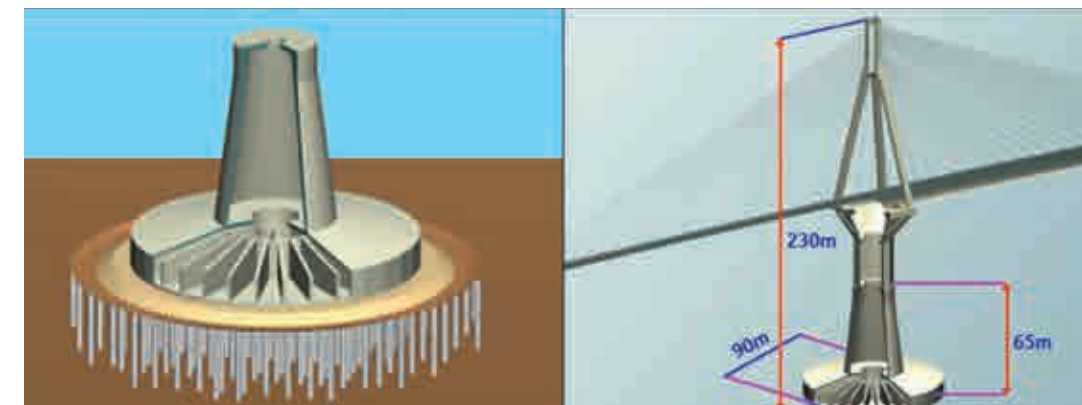
Компенсаторы типа DS с запасами на экстремальные ситуации нужны для того, чтобы гарантировать, что пороговые нагрузки не будут перенесены на мостовую конструкцию. Это и было удачно использовано на мосту Рио-Антирио через Коринфский залив.



Мост Рио-Антирио в движении



Мост Рио-Антирио, Греция





Мост в Мексике



Мост в Мексике



Мост в Чили

КОНСТРУКЦИЯ ПЕШЕХОДНОГО МОСТА В СЕЙСМООПАСНОЙ ЗОНЕ. МЕКСИКА

Конструкция пешеходного моста Jojutla Pedestrian Bridge сможет выдержать 7-балльное землетрясение. Архитектурная компания OMA New York спроектировала новый 145-метровый пешеходный мост через р. Апатлако в Мексике, который соединит три района в стране после многочисленных землетрясений. Мексика давно страдает от мощных землетрясений средней магнитудой 7 баллов, после которых ослабленные конструкции зданий и мостов рушатся. Поэтому устойчивая конструкция нового пешеходного моста Jojutla Pedestrian Bridge способна предотвратить эту проблему. Официальный релиз проекта гласит, что спроектированный мост будет закреплен в трех частях города, дважды будет пересекать реку и обеспечит комфортную развилку. По своей форме мост будет большой двутавровой балкой с более высокой точкой отсчета воды на верхней палубе, которая предотвратит и автоматически сообщит о возможной угрозе наводнения или землетрясения. Снизу будут велосипедные и пешеходные дорожки. Специальные фланцы обеспечат больше пространства и мобильности.

ПОДВЕСНОЙ МОСТ ЧАКАО ВБЛИЗИ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ. ЧИЛИ

В рамках одного из самых сложных инженерных проектов, когда-либо предпринятых, Чили строит уникальный подвесной мост из стали недалеко от места сильнейшего землетрясения.

Подвесной мост Чакао, который планируется открыть в 2023 году, расположен всего в 80 км от зоны сейсмического разлома, где в 1960 году произошло рекордное землетрясение магнитудой 9,5 балла, а в 2010 году произошло землетрясение на шельфе магнитудой 8,8. Причем это не единственная проблема, с которой сталкиваются проектировщики, поскольку мост соединит остров Чилоэ с материком через морской канал с ветрами, скорость которых может достигать более 208 км/ч, мощными течениями до 9,7 узла, или 18 км/ч, и 120-метровой глубиной.

Мост обойдется более чем в 700 млн долларов и после завершения строительства заменит паромное сообщение, идущее до Чилоэ, сократив время в пути с 30–45 до 3 минут. Это окажет огромное влияние на экономику острова и, очевидно, будет способствовать развитию туризма.

Этот мост станет самым длинным подвесным мостом в Южной Америке. Для реализации проекта такого масштаба потребовалась надежная команда проектировщиков, инженеров и строителей, и консорциум, состоящий из OAS, Hyundai, Sysra и Aas Jakobsen, который и выиграл госзаказ у правительства Чили, а Hyundai возглавила строительство и привлекла Agur в качестве консультанта. Именно Agur сформировала многопрофильную консультационную группу для решения сложных условий на стройплощадке по геотехнике, морским воздействиям, ветро- и сейсмической инженерии, а также проектированию креплений и фундаментов.

Пролет моста протяженностью 2,7 км будет поддерживаться тремя железобетонными башнями с двумя основными пролетами длиной 1055 м и 1100 м и подвесным боковым пролетом длиной 380 м. Для поддержки шоссе с двумя полосами движения в каждом направлении центральная башня высотой 175 м будет установлена на Рока Ремолинос — небольшом

риффе в середине канала, где скалистый выступ выходит на поверхность.

Из-за высокой сейсмической активности в этом районе было жизненно важно, чтобы конструкция подвесного моста обладала соответственно высокой пластичностью, могла противостоять потенциальным толчкам. Для обеспечения сейсмических характеристик бетонных башен в конструкции свай требовались стальные арматурные стержни в дополнение к внешнему стальному кожуху толщиной 70 мм на их вершине. Этот стальной сердечник также придал фундаменту гибкость в борьбе с сильными приливами и отливами, которые разрушают прибрежное расположение моста.

Сталь придает мосту не только непревзойденную пластичность и прочность. Сталь во всей конструкции моста имеет решающее значение для эксплуатационных характеристик моста Чакао по ряду сложных экологических критериев.

Рассчитанный на 100-летний срок службы, настил моста шириной 24 м изготовлен из листовой конструкционной стали, что позволяет ему выдерживать скорость ветра более 240 км/ч. В основе его конструкции лежит ортотропная коробчатая балка, изготовленная из 20 700 т высокопрочной стали.

Настилы ортотропных мостов укреплены в продольном направлении решетчатыми балками, а в поперечном — балками перекрытия. Это усиление позволяет мостовому настилу выдерживать транспортные нагрузки, а также вносить вклад в общую несущую конструкцию.

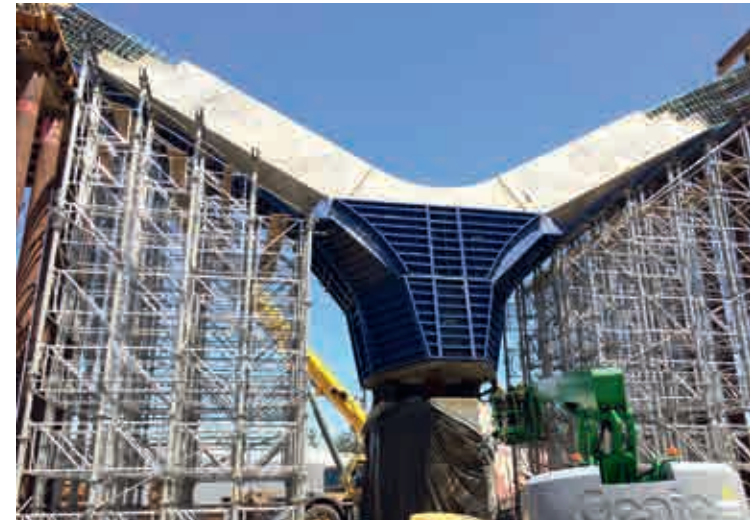
Современные высокопрочные стали позволяют создавать более легкие конструкции без снижения долговечности и прочности. Такие характеристики материала жизненно важны для Чакао, поскольку

«ЛЕНТА СВЕТА» ЛОС-АНДЖЕЛЕСА. США

Виадук Шестой улицы Лос-Анджелеса был одним из самых известных мостов в США благодаря появлению в бесчисленных фильмах, телешоу, рекламных роликах и музыкальных клипах. Построенный в 1932 году, он считался инженерным чудом. Но при его строительстве был использован бетон, имеющий высокое содержание щелочи, что привело к щелочно-кремнеземным реакциям и образованию трещин по всей конструкции. Исследование, проведенное в 2004 году, показало, что виадук сейсмически нестабилен: существует 70-процентная вероятность его обрушения при землетрясении в ближайшие 50 лет. Поэтому у властей Лос-Анджелеса не было иного выбора, кроме как заменить его мостом, который мог бы простоять 100 лет, выдерживая сильнейшие землетрясения.

После международного конкурса дизайнеров в 2012 году проект инжиниринговой компании HNTB в сотрудничестве с архитектурным бюро Michael Maltzan Architecture, получивший название «Лента света», был выбран для замены конструкции виадука на Шестой улице. Строительством руководили компании Skanska USA и Stacy and Witbeck. Новый мост оснащен 10 парами бетонных арок с подсветкой, которые отдадут дань уважения предыдущей конструкции, обеспечивая при этом более длинные пролеты и меньшее количество наземных опор, что уменьшает количество точек, которые могут быть повреждены в случае землетрясения.

Поскольку Лос-Анджелес расположен в зоне высокой сейсмической активности, в городе разработаны



Строительство моста в Лос-Анджелесе

вес настила моста и основного троса, а также количество опор должны были быть как можно ниже, чтобы справиться с сейсмической активностью местности. Оцинкованная стальная проволока тросов также обеспечивает наилучшее соотношение прочности на разрыв к весу тросов подвесного моста, что позволяет проектировщикам полностью оптимизировать несущие конструкции моста, удовлетворяя при этом уникальным требованиям площадки.

Очевидно, что, когда дело доходит до реализации невозможного, инженеры будут стремиться к использованию именно стали.

строгие строительные нормы — одни из самых строгих в мире.

Чтобы гарантировать, что новый мост останется на месте в случае сильного землетрясения, инженеры наряду с глубоким фундаментом и конструкцией железобетонной арки оснастили колонны моста сейсмоизоляционными опорами в их средних точках. Опоры состоят из двух частей. Верхняя Y-образная часть соединяется с нижней через сейсмоизолятор диаметром 2 м, который позволяет опоре смещаться на расстояние 76 сантиметров без нарушения работы конструкции. После того как сейсмическое воздействие прекращается, изолятор возвращает опору в исходное положение. Мост введен в эксплуатацию в 2022 году.



Северсталь: сейсмостойкий мост — это совокупность современных методов и материалов



Плюснин И. Е.
руководитель направления
продаж (дороги и мосты)
компании «Северсталь»

Компания «Северсталь» — крупнейший поставщик материалов и решений для дорожно-транспортного строительства. Компания выпускает металлургическую продукцию высокого качества, а также разрабатывает инновационные продукты, благодаря которым способствует повышению надежности и экономической эффективности при реализации инфраструктурных проектов. На вопросы журнала в рубрике «Открытый микрофон» отвечает руководитель направления продаж (дороги и мосты) компании «Северсталь» Игорь Плюснин.

МС-21: *Каковы особенности проектирования и строительства в сейсмически активных регионах? Есть ли разница в подходах российских и зарубежных специалистов к расчетам по сейсмике?*

— При проектировании зданий и сооружений в сейсмоактивных регионах необходимо дополнительно учитывать воздействие временных горизонтальных и вертикальных волновых нагрузок, более детально подходить к выбору площадки

строительства, использовать при составлении РДМ (расчетной динамической модели) дополнительные материалы: акселерограммы, карты сейсмического районирования, в рамках инженерных изысканий выполнять микросейсмораионирование и т.д.

В Европе и Азии применяются другие, нежели в РФ, коэффициенты при оценке сейсмоактивности грунтов, но при этом основная цель проектирования у всех одинакова: предотвращение разрушения конструкций при воздействии расчетного землетрясения.



МС-21: *Какие нормативные документы помогают учитывать сейсмические, сейсмогравитационные нагрузки, перемещение грунта при землетрясении, изменение прочности, устойчивости и жесткости конструкций (оснований)? Требуют ли эти документы пересмотра и дальнейшего совершенствования?*

— Основными являются СП 14.13330 «Свод правил. Строительство в сейсмических районах», СП 268.13330 «Свод правил. Транспортные сооружения в сейсмических районах. Правила проектирования». И в них еще порядка двух страниц занимает перечень нормативной документации, требования которой необходимо учитывать при проектировании зданий и сооружений в сейсмически активных районах. Своды правил достаточно новые. Любые нормы должны быть, с одной стороны, достаточно консервативны, с другой — должны учитывать современные знания, научные достижения, поэтому их следует регулярно пересматривать.

МС-21: *Какие современные материалы и конструктивные решения для повышения сейсмостойкости мостовых сооружений вы можете предложить? Какой материал может выдержать максимальные сейсмические нагрузки? Какие соединения используются в сейсмостойком строительстве?*

— Основные решения по повышению сейсмостойкости таковы:

- правильный выбор площадки строительства;
- повышение жесткости конструкций;
- облегчение конструкций;
- использование материалов и решений, облегчающих развитие в элементах конструкций и их соединениях пластических деформаций, которые позволяют равномерно распределить нагрузки, снизить амплитуду колебаний от собственного веса;
- расположение стыков и соединений конструкций вне зоны максимальных усилий.

Применение «классических» марок стали 10 и 15ХСНД по ГОСТ 6713-2021 в состоянии поставки после термо- и термомеханической обработки, которые обладают высокими прочностными (предел прочности и предел текучести) и пластическими (относительное удлинение и относительное сужение) в сочетании с высокими значениями по ударной вязкости при низких температурах, уже позволяет строить мосты, достаточно устойчивые к сейсмическим воздействиям. Использование проката с повышенным (Powerweld 460) и высоким (Powerweld 690) классами прочности как в листе, так и в трубе большого диаметра позволит дополнительно облегчить конструкцию, повысить жесткость как конструкции в целом, так и отдельных ее элементов. Прокат данных марок прошел полный цикл испытаний в ЦНИИТС и подтвердил высокие заявленные характеристики. Применение данного металлопроката позволяет не только улучшить сопротивляемость конструкций мостов нагрузкам и воздействиям внешних сил, но и существенно снизить общую смету на строительство.

Данные марки компании «Северсталь» (схожих химического состава и механических свойств) уже достаточно давно применяются в сфере энергетической инфраструктуры — на транснациональных трубопроводах, в том числе проходящих через сейсмоактивные районы Дальнего Востока, Кавказа и т.д.

МС-21: *Можно ли в современных условиях создать идеальный сейсмостойкий мост?*

— Применение современных методов проектирования и моделирования (РЗ, КЗ, BIM) в совокупности с использованием современных материалов (PW460, PW690) и антисейсмических устройств, при надлежащем уровне контроля качества (входном, операционном и выходном) позволяет строить здания и сооружения на века.





Корчагин Е. А.
к. т. н., доцент,
старший научный
сотрудник, НИУ МГУ

Идеальный сейсмостойкий мост возможен при условии крупномасштабного моделирования

Если говорить об особенностях строительства и проектирования мостов в сейсмоопасных районах, то это в том числе необходимость устройства фундаментов глубокого заложения. В сейсмоопасных районах в наиболее ответственных узлах конструкции целесообразнее использовать легированные стали. Соединения в конструкциях, возводимых в сейсмоопасных районах, должны быть специально разработаны с исключением перенапряжений и использованием степени свободы при прогнозируемых перемещениях.

Мостовые сооружения в сейсмоопасных районах должны оборудоваться сейсмометрическими станциями с установкой в наиболее опасных узлах датчиков. В настоящее время для испытания мостов на сейсмостойкость используются неразрушающие методы.

При проектировании сооружений в сейсмоопасных районах используются следующие документы: СП 14.13330.2014 «Строительство в сейсмических районах» СНиП II-7-81* (актуализированная редакция СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» (СП 14.13330.2011)) (с Изменением №1). – Введ. 2014-06-01. – М.: Минстрой России, ФЦС, 2016. – 125 с.;

для уточнения сейсмических нагрузок — методическое пособие «Уточнение исходной сейсмичности и сейсмическое микрорайонирование участков

транспортных сооружений» (автор — д. г.-м. н. Г. С. Шестоперов), Москва, 2018.

Разумеется, нормативные документы по сейсмике в России, ЕС, США, Японии имеют отличия, что говорит о разнице в подходах к определению сейсмических нагрузок.

В советское время строительные нормы пересматривались один раз в 5–10 лет. Пересмотр включался в план и на него выделялись средства. Новый документ подвергался всесторонней экспертизе и коллегиальному рассмотрению. Причем нормативные документы были ориентированы на максимальное упрощение для практического применения на уровне научных знаний, имевшихся в тот период. Кроме того, разрабатывались пособия по расчету и проектированию сооружений, возводимых в сейсмоопасных районах.

Если говорить об идеальном сейсмостойком мосте, то таким может считаться мост, который сохранит эксплуатационную пригодность после сейсмического воздействия. Примером может служить землетрясение в Спитаке, после которого только мостовые конструкции сохранили эксплуатационную пригодность. Эти мосты возводились специализированными организациями Минстроя. Для создания идеального сейсмостойкого моста в первую очередь должно быть проведено крупномасштабное моделирование.



8-я международная
специализированная выставка

**Металло
Конструкции**

2023

Конференция

Металлическое мостостроение

Задачи. Преимущества. Перспективы

ОСНОВНЫЕ ВОПРОСЫ:

1. Текущая ситуация и современные направления развития мостостроения.
2. Ценообразование и смета контракта.
3. Нормативно-техническое регулирование при проектировании и строительстве мостовых сооружений.
4. Проектирование мостовых металлоконструкций. BIM технологии и другие вопросы.
5. Производство мостовых металлоконструкций. Оборудование и современные технологии изготовления.
6. Оптимизация расходов на строительство. Новые технологии монтажа, оборудование и методы ведения работ.
7. Оптимальный баланс между эстетичностью, экономичностью и надежностью.
8. Актуальность применения новых сталей, в том числе атмосферостойких и высокопрочных, в пролётных строениях металлических мостов.

**07 июня в 14:30, Москва, Краснопресненская наб., 14,
ЦВК «Экспоцентр», конференц-площадка 1, павильон 3.**



Организатор:

ТРАНССТРОЙПРОЕКТ
проектно-строительная компания

Москва, Рязанский проспект, д.75, к.4.
т: +7 (495) 543-42-56, +7 (999) 874-90-11
www.tspmsk.ru @transstroiproekt

При содействии:



С юбилеем, Крымский мост, — грандиозный проект России!



Ровно 5 лет назад, 16 мая 2018 года, по автодорожной части Крымского моста началось движение автомобилей и автобусов. Теперь от одного берега Керченского пролива до другого можно проехать за 15 минут.

«Открыта переправа через Керченский пролив» — всего пять слов, а сколько всего за ними стоит! Два года непрерывной работы сотен специалистов — 24 часа в сутки не смолкал гул стройки! А еще было проектирование, требовавшее применения самых современных, уникальных технологий, потому что мост нужно было построить быстро и надежно, на века. Была работа экологов, были археологические исследования, разминирование акватории от боеприпасов, оставшихся со времен Великой Отечественной войны. Еще был труд тысяч рабочих предприятий-смежников, которые, осознавая ответственность заказа, с особой тщательностью выверяли все показатели.

Чтобы построить мост, нужны были и профессионализм тысяч людей, и политическая воля. Благодаря всему этому работы были завершены в рекордные сроки — график обогнали на полгода. За такой короткий срок удалось совершить то, что многие называли невозможным. По плану автомобильное движение должны были открыть только в декабре 2018 года, и в самом начале строительства даже этот срок называли рекордным. А мостостроители успели намного раньше!

Грандиозный проект и грандиозный успех. 16 мая 2018 года строителей поздравил Президент Российской Федерации Владимир Путин: «Поздравляю вас. Первый участок. Ну, не участок, а первая линейка, но, наверное, самая важная. Не сомневаюсь, что у вас получится все и осенью, имею в виду грузовую часть,

и затем через год железнодорожную. Все качественно, в срок, даже на полгода раньше срока, здорово, молодцы. Спасибо вам большое», — поблагодарил строителей глава государства.

САМЫЙ ДЛИННЫЙ МОСТ В ЕВРОПЕ

Крымский мост протяженностью 19 км по праву считается самым длинным мостом не только России, но и Европы. Автодорожную часть возвели за 27 месяцев. Построенная автомобильная дорога соответствует категории 1Б с пропускной способностью 40 тысяч автомобилей в сутки по четырем полосам. Новая транспортная артерия обеспечит пропуск 14 млн пассажиров и 13 млн т грузов в год.

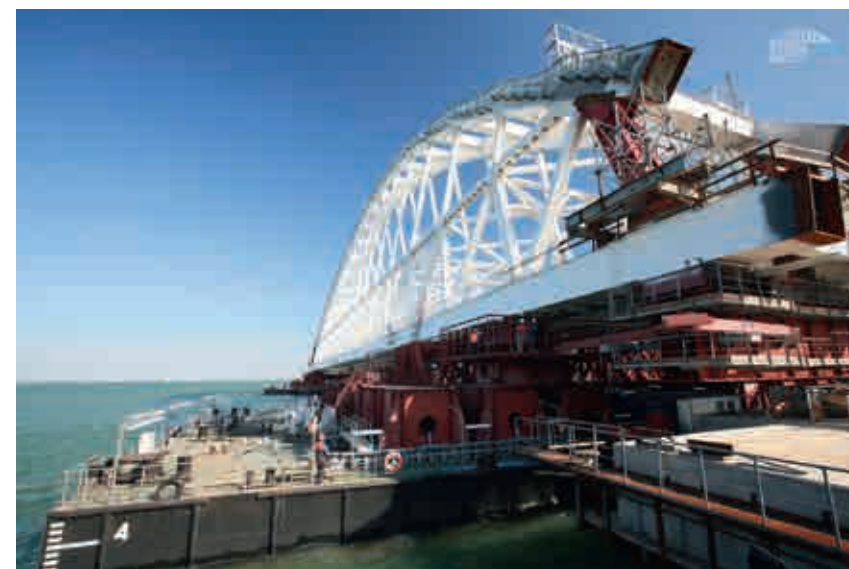
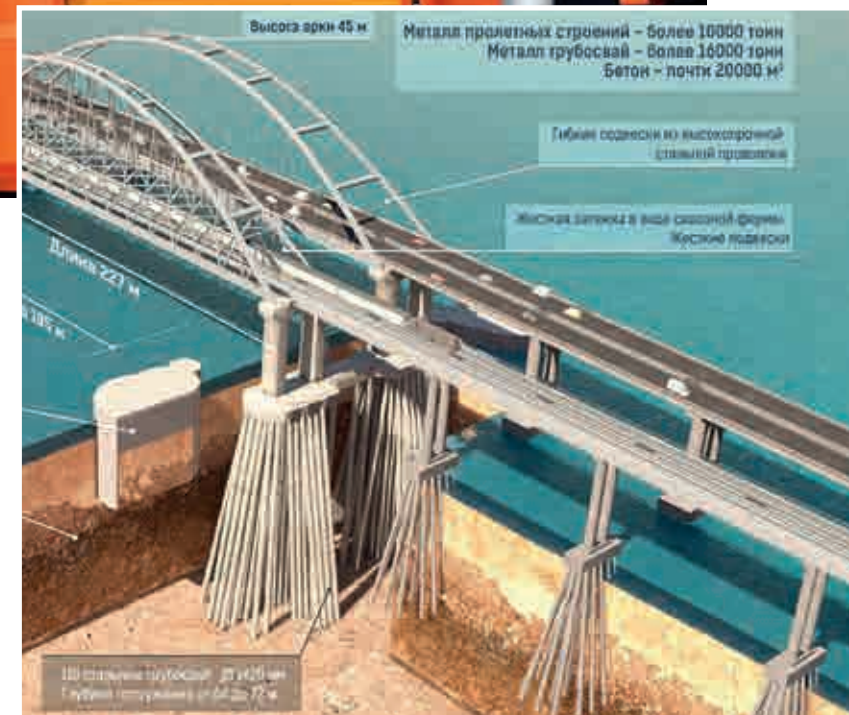
Впервые идея строительства моста возникла более 100 лет назад, но к реализации проекта приступили лишь после присоединения Крыма к России — до этого попасть на полуостров удобнее было через Украину. Но последняя после потери Крыма объявила о его полной блокаде, прекратив не только транспортное сообщение, но также и любые поставки, в том числе электроэнергии и воды. Фактически полуостров превратился в остров, и остался только вариант паромной переправы через Керченский пролив. Но не слишком надежный, так как в непогоду, например, переправу могли и вовсе закрыть. Поэтому решено было строить надежный мостовой переход через Керченский пролив.



ВЫБОР ПРОЕКТА

Роман Старовойт, в то время руководитель Федерального дорожного агентства (ныне — губернатор Курской области), рассказывал, что прежде чем выбрать конкретный вариант и определиться со сметой, эксперты рассмотрели 74 варианта транспортного перехода. Среди них, как известно, были варианты прохождения транспортного перехода в четырех створах — Северном, Жуковском, Еникальском и Тузлинском. Предлагались варианты мостов различного исполнения (совмещенные, раздельные, балочные, арочные, вантовые и других систем), тоннелей, сооружаемых щитовым способом или методом опускаемых секций, а также комбинации мостов, тоннелей, насыпей. В результате многокритериальной оценки выбор пал на мостовой переход в Тузлинском створе. Мост мог быть намного короче, если бы его строили в районе косы Чушка — там, где сейчас расположена паромная переправа. Но этот вариант не подошел из-за находящегося там тектонического разлома и грязевых вулканов. К тому же строительство полностью остановило бы работу паромной переправы. Именно ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» предложил наиболее оптимальный вариант моста с учетом трех основных широко известных критериев: приведенных затрат, трудоемкости и сроков. Институт выдвинул концепцию с двумя параллельными мостами с балочными пролетными строениями (за исключением фарватерного участка). Предложенная технология применялась в отечественном мостостроении достаточно редко. Речь идет о сооружении опор с использованием технологических комплексов, позволяющих минимизировать работы с применением плавсредств из-за присутствия постоянных штормов с октября по март.

В феврале 2016 г. проект Крымского моста от ЗАО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» получил положительное заключение Главгосэкспертизы. После этого и началось активное строительство. Стоимость моста — 227,9 млрд руб. Генподрядчик — ООО «Стройгазмонтаж» Аркадия Ротенберга, основным субподрядчиком стал «Мостотрест».





Неожиданно у Крымского моста появился живой талисман — кот Мостик. Еще котенком его приютили в 2015 году в вахтовом городке мостостроителей. Сегодня это уже настоящий «блогер» Крыма. Администраторы аккаунтов Мостика в соцсетях ежедневно обновляют их страницы свежими постами, сообщая о рейдах любопытного питомца по сооружению. Благодаря этому у аккаунтов Мостика сотни тысяч подписчиков, и он стал самым популярным медийным персонажем полуострова.



СТРОИТЕЛЬСТВО

Основные строительно-монтажные работы начались в 2016 году. Они развернулись одновременно по всей длине моста — на восьми морских и сухопутных участках, а не с берега на берег, как при традиционном мостовом строительстве. Большие проблемы были связаны с природными особенностями: в Керченском проливе сложная геология, высокая сейсмическая опасность (до 9 баллов) и непростые метеорологические условия. Поэтому в конструкции предусмотрели вероятность любых природных катаклизмов, даже тех, что могут случиться один раз в 100 лет или реже, как, например, землетрясения.

Крымский мост возводился в условиях слабых грунтов: вместо твердых пород на дне Керченского пролива многометровые слои ила и песка. Поэтому конструкция моста должна обладать повышенной прочностью. Для этого в 2016 году в процессе строительства моста несущая способность свай, погружаемых на разную глубину, проверялась динамическим, акустическим и ультразвуковым методами, в результате сваи погрузили в грунт на глубину до 105 м. Кроме того, для обеспечения сейсмостойкости сваи были вбиты как вертикально, так и под углом: наклонные гораздо лучше выдерживают нагрузку плавучих льдов в период ледохода. В основе Крымского моста более 6500 свай, над ними 595 опор, а вес одного надвигаемого над водой пролета достигает 580 т.

Кульминационным моментом стройки специалисты считают установку в течение 72 часов железнодорожной и автомобильной арок обоих мостов — авто- и железнодорожного. Протяженность пролетов составляет 227 м, а сами арки весят 7000 т для ж/д части и 6000 т — для автодорожной. Для пропуска судов, проходящих Керченским проливом, предусмотрен широкий коридор: арочные пролеты возвышаются над водой на 35 м. Уникальную операцию по их установке на опоры российские специалисты проводили впервые. Теперь под арками могут пройти суда любой высоты и любого водоизмещения. Вообще, уникальных технологий на Керченском мосту применено множество. Теперь этот опыт активно используется мостостроителями по всей России.

На строительстве моста было использовано почти 12 млн т строительных материалов.



В ДОБРЫЙ ПУТЬ!

...И, конечно, такой объект мог открывать только президент страны. Лично. КамАЗ, пилотируемый Владимиром Путиным, возглавил колонну тяжелой техники в ходе парадного проезда по мосту. Табличку «Проезд закрыт» сменила другая — «В добрый путь».

И начались рабочие будни моста-гиганта...

Сегодня штатное функционирование мостового перехода обеспечивают более 100 сотрудников и 35 единиц дорожной техники. Соблюдение водителями правил дорожного движения на Крымском мосту контролируют 10 автоматических комплексов, способных фиксировать все транспортные средства, независимо от их скорости и плотности потока. За техническим состоянием моста круглосуточно следят в специальном контрольном центре, именно сюда стекается вся информация с нескольких сотен всевозможных датчиков. Отсюда же управляют движением. Здесь находятся технические и инженерные службы, все необходимые машины и механизмы для очистки моста от снега, для ликвидации гололеда, для содержания систем освещения, систем мониторинга конструкций. 18 диспетчеров круглосуточно отслеживают ситуацию на мосту в режиме онлайн. Для обратной связи с водителями по всему мосту установлены электронные информационные табло.

По официальным данным, за 4 года мост пересекли 19,5 млн автомобилей, включая 2,7 млн грузовиков и более 200 тыс. автобусов. По нынешнему году статистики пока нет...

СНОВА ВОССТАНОВЛЕН

Взрыв на Крымском мосту прогремел утром в субботу 8 октября 2022 года. Взрывом было обрушено около 250 метров шоссе полотна, сгорело 7 цистерн грузового поезда. Погибли несколько человек. Движение по мосту было полностью остановлено, что стало первым таким случаем со дня его запуска.

Железнодорожное движение по мосту полностью восстановили уже к вечеру того же дня, тогда же запустили реверсивное автомобильное сообщение для легковушек сначала по одной, а позже по двум полосам.

В середине октября 2022 года строители начали демонтировать поврежденные пролеты правой части, а затем приступили к установке новых. По словам вице-премьера Марата Хуснуллина, предстояло заменить и четыре пролетные конструкции левой стороны моста, которые также получили повреждения.

И уже 19 ноября строители завершили надвижку всех четырех пролетов на Крымском мосту. К 5 декабря 2022 года рабочие восстановили правую автодорожную часть, заменив четыре поврежденных пролета, уложив асфальтобетон и пр. В этот день по отремонтированной части моста проехал лично Президент России Владимир Путин. Левая часть моста пострадала в результате теракта меньше. Для ее восстановления дорожники демонтировали поврежденные пролеты и установили новые, также восстановили покрытие проезжей части и освещение.

23 февраля 2023 года, снова раньше срока, Крымский мост полностью открыли для автомобильного движения после теракта по всем его полосам. Работы по восстановлению автодорожной части Крымского моста завершены досрочно, сообщил вице-премьер РФ Марат Хуснуллин. Изначально открыть автодвижение по обеим сторонам Крымского моста планировалось 3 апреля, но работы удалось окончить на 39 дней раньше.

Полностью восстановить Керченский мост Правительство Российской Федерации поручило к 1 июля 2023 года. Однако 10 марта глава Республики Крым



«Была применена уникальная технология строительства и ремонта моста. Обычно мост надвигается вперед, а в этом случае мы подошли по-другому: подвезли на тележках конструкции по действующему мосту и сдвигали вправо. Представьте, какая должна быть точность, чтобы сдвинуть домкратами 300-тонные конструкции: там точность до миллиметра. Только считанные люди умеют это делать. Мы отработали по правой стороне и такую же технологию применим на левой части моста», — отметил вице-премьер Марат Хуснуллин.

Сергей Аксенов заявил, что это может быть сделано досрочно: «В принципе, могу сказать так: все работы по восстановлению дорожного полотна были выполнены раньше срока, поэтому есть вероятность того, что и работы на железнодорожном переходе тоже будут выполнены раньше срока».

Благодарим пресс-службы ФДА и УпрДор «Тамань» за предоставленные фото и информационные материалы

Яркие решения для транспортных проектов страны

В последние годы автодорожная сеть России с многочисленными мостовыми сооружениями стремительно расширяется. Реализуются скоростные мегапроекты, появляются грандиозные мосты. Строятся и реконструируются автомагистрали, в рамках национального проекта «Безопасные качественные дороги» идет масштабный ремонт транспортных артерий и мостовых сооружений по всей стране.

По словам руководителя Федерального дорожного агентства Романа Новикова, 2022 год ознаменовался выделением самого крупного за всю историю существования Федерального дорожного агентства объема финансового обеспечения — порядка 1,064 трлн рублей. Правительством РФ в 2022 году принимались существенные дополнительные меры для поддержки дорожного хозяйства, более 40% ассигнований выделено уже в ходе исполнения бюджета. В субъектах проводились масштабные мероприятия по приведению к нормативу искусственных сооружений в нормативе еще на 57,5 тыс. пог. м. Безопасность движения на автомобильных дорогах обеспечивает освещение, устройством которого занимается Группа компаний «АМИРА».

ЛИДЕР РОССИЙСКОГО РЫНКА

Группа компаний «АМИРА» занимает лидерские позиции на российском рынке в области проектирования, производства, монтажа и сервисного обслуживания современных систем наружного

освещения (опоры, мачты, светильники и прожекторы), а также молниеотводов, опор сотовой связи и воздушных линий электропередач, флагштоков, декоративного и архитектурного освещения, других металлоконструкций, в том числе нестандартных. «АМИРА» предлагает потребителям широкий ассортимент светотехнической продукции и металлоконструкций для освещения скоростных трасс, городских улиц, площадей, парков и скверов, аэропортов, портов, мостовых и спортивных сооружений, предприятий промышленности и нефтегазового сектора.

Сегодня ГК «АМИРА» — это холдинг с коллективом в несколько сотен человек, тремя собственными предприятиями на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области, производственные мощности которых составляют 11 тыс. м², а складские — 30 тыс. м², строительно-монтажной организацией, конструкторским бюро, развитой сетью филиалов и дилеров. Специалисты компании — неизменные участники крупных федеральных строек.

ОТВЕЧАЯ ЗАПРОСАМ РОССИИ

Сейчас уже можно утверждать, что «АМИРА» развивалась вместе с новейшей Россией, вместе со своей страной испытывая трудности роста,

проходя все сложные и противоречивые исторические этапы. Образовавшись в 1991 году, спустя всего несколько лет компания вводит в эксплуатацию свой первый завод, через три года — второй, а в 2015 году — третий, отвечающий требованиям современного рынка, настроенный на любую высотность мачт и позволяющий расширять ассортимент продукции.

При этом с самого начала речь шла о необходимости создания оригинальных отечественных систем освещения, реализации проекта по импортозамещению опор и мачт наружного освещения, о работе по замене железобетонных опор на стальные конические граненые и круглые. Сегодня инженеры ГК «АМИРА» способны выполнить заказ любой сложности. Ими наработан колоссальный опыт по установке освещения на крупных скоростных трассах, в аэропортах, портах, на железной дороге и на промышленных объектах; уличного и садово-паркового освещения; молниезащитных комплексов, а также опор для зарядки электротранспорта — электромобилей, электробусов и т.д. И перечень объектов, на которых сегодня эксплуатируется оборудование под маркой «АМИРА», убедительно доказывает это. Федеральные трассы М-1 «Беларусь», М-2 «Крым», М-3 «Украина», М-4 «Дон», М-5 «Урал», М-7 «Волга», М-8 «Холмогоры», М-9 «Балтия», М-10 «Россия», М-11 «Нева», строящаяся М-12 «Восток», М-23 от Ростова-на-Дону до границы с Украиной, А-127 «Джубга — Сочи», А-370 «Уссури», Кольцевая автомобильная дорога Санкт-Петербурга (КАД СПб.), Западный скоростной диаметр Северной столицы, Московская кольцевая автомобильная дорога (МКАД), Центральная кольцевая автомобильная дорога в Подмоскowie (ЦКАД) — вот неполный перечень крупнейших магистралей страны, где работают осветительные устройства Группы компаний «АМИРА». Кроме того, это множество многоуровневых развязок, эстакад, мостовых сооружений, внеклассных мостов, предъявляющих к освещению особые требования. Самые крупные из них — Мякининский метрополитен в Москве, Президентский мост через Волгу в Ульяновске, Николаевский мост через Енисей в Красноярске, Аксайский и Термицкий мосты через Дон в Ростове-на-Дону, мост Красный Дракон через Иртыш в Ханты-Мансийске, мост через Кольский залив в Мурманске, Гимринский автодорожный тоннель в Республике Дагестан, Дворцовый, Литейный, Тучков мосты Санкт-Петербурга, мостовые переходы через реки Кама и Буй, Ангара, Иртыш, Ока и другие.

Среди нестандартных проектов компании — молниезащитные комплексы, совмещенные с освещением, для завода в Тобольске и Северного потока-2; высокомащтовые флагштоки 50/75 и 100 м в Ленинградской области, Москве, Благовещенске и Хамине (Финляндия); въездная стела «Москва».

ДОСТИЖЕНИЯ 2022 ГОДА

Только в 2022 году Группа компаний «АМИРА» произвела и поставила опоры освещения на следующие объекты: строительные площадки вылетной магистрали от ул. Большие Каменщики в Москве; реконструкцию М-1 «Беларусь», участок км 33 — км 84; Волоколамское шоссе в Подмо-



Производственное предприятие «Мегаполис» с двумя производственными территориями в Санкт-Петербурге и Ленинградской области. Мощности предприятия позволяют производить стальные опоры высотой свыше 105 м. На установленном оборудовании возможно изготавливать не только граненые изделия, но и круглоконические.

Покрасочная камера предприятия (600 м²) позволяет окрашивать всю линейку выпускаемой продукции.

Завод «Амира-СветоТехника» производит осветительные приборы и металлоконструкции.

Строительно-монтажная компания «Амира-ЭнергоМонтаж» специализируется на проектировании, монтаже и сервисном обслуживании систем наружного освещения, металлоконструкций и опор воздушных линий.





сковье, а также объекты городского освещения в Крыму, Татарстане, Забайкальском крае, Ивановской, Курской, Нижегородской областях, Владикавказе, Каменск-Шахтинске, Липецке, Мурманске, Нальчике, Норильске, Омске, Перми, Петрозаводске, Подольске, Ростове-на-Дону, Самаре, Санкт-Петербурге, Ставрополе, Тамбове, Тюмени, Хабаровске, Челябинске и др. Для Москвы специалисты ГК «АМИРА» совместно с партнерами создали и установили без малого 400 7-метровых осветительных комплексов с чугунными элементами. Историю и современность объединяет конструкция световых устройств, украсивших 18 арбатских переулков.

В конце 2022 года было завершено строительство Северного обхода Ростова-на-Дону, начатое в уже далеком 2011 году. Это стало возможно после того, как была построена и сдана в эксплуатацию развязка на 9-м километре трассы А-280 Ростов — Таганрог, по проекту — неполный клеверный лист. Группа компаний «АМИРА» спроектировала и поставила на объект 240 граненых опор серии ОГК с кронштейнами и фундаментами.

Но самым значимым объектом прошлого года стала, конечно, автомагистраль М-12 «Восток» Москва — Нижний Новгород — Казань. На первый и второй этапы строительства специалисты Группы компаний поставили без малого 1,5 тыс. силовых граненых опор освещения. В частности, для второго этапа М-12, проходящего через Владимирскую область, были произведены П-образные пространственные опоры АСУДД, каждая из которых состоит из опорных стоек, ферм и лестниц с пролетами от 18 до 34 м. В конструкции предусмотрен переход внутри ферм, так что для обслуживания осветительного оборудования не потребуется перекрывать трассу. Защиту конструкции от коррозии обеспечивают окраска и слой цинка. Примечательно, что в производстве опор для М-12 «Восток» участвовали все три завода Группы компаний. На сегодняшний день поставки продолжают.

ПРОИЗВОДСТВО

Чаще всего на подъездных дорогах и магистралях, мостовых сооружениях, эстакадах используются силовые и несилловые граненые конические или круглоконические опоры освещения из горячекатаной стали Ст3 и 09г2с. Они изготавливаются на производственных площадках завода «Мегаполис» группы компаний «АМИРА». Технологическая основа завода — высокопроизводительные прессы усилием 1000 т и 2000 т и длиной рабочей зоны 12 м и 14 м соответственно. Они позволяют осуществлять гибку листовой стали толщиной до 25 мм на всю длину рабочей зоны. В состав технологических линий прессов входят 4 сварочные линии для деталей «круглого» — замкнутого сечения до 350 мм и позволяют получать непрерывный шов на длине 14 м по двум технологиям сварки — CO₂ и сварки под флюсом. Две более крупные сварочные линии обеспечивают сварку диаметров от 0,7 до 2,0 м. Сварочная линия для сварки длинномерных трубчатых заготовок с габаритом 2,0 м оснащена двумя горелками и оборудована технологией сварки под флюсом с

подкладным электродом, что позволяет получать высококачественный продольный шов на изделиях из толстолистового металла. Все технологические операции соединены системой транспортеров с механизированной системой съема и загрузки.

МОСТЫ ТРЕБУЮТ ИНДИВИДУАЛЬНОСТИ

Мосты — это наиболее яркие и сложные транспортные сооружения, каждый имеет свою уникальную архитектуру, свой характер, историю. Часто они являются своеобразной доминантой города.

В тоже время системы освещения для этих сооружений должны учитывать повышенные нагрузки — ветровые, вибрационные, а также агрессивное воздействие пресной или соленой воды, перепады температур, обледенение. Это предполагает высокую коррозионную стойкость мостового осветительного оборудования.

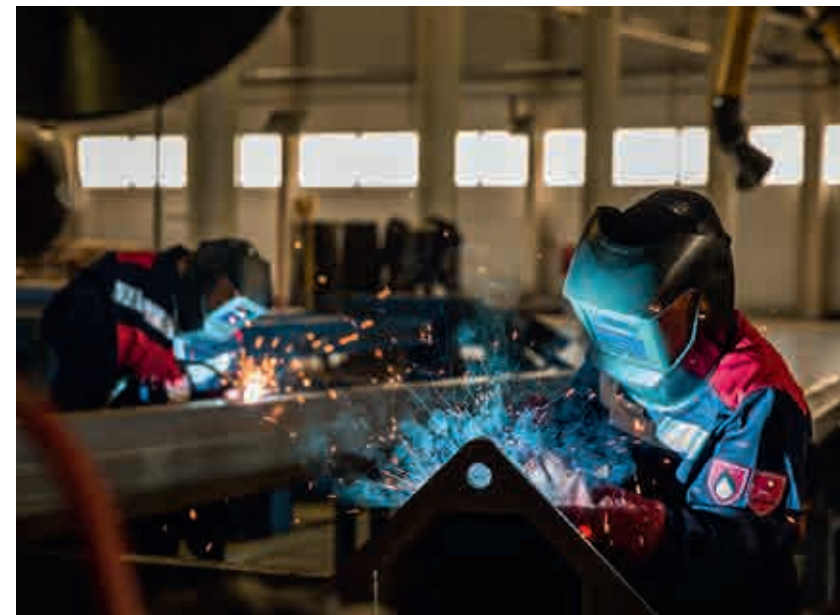
Поэтому специалисты компании «АМИРА» к каждому такому сооружению ищут индивидуальное решение, которое не только подчеркнет архитектурные особенности, но и обеспечит безопасность передвижения транспорта и пешеходов, конечно же, учитывая целевое использование сооружения. Пешеходные, автодорожные, железнодорожные мосты и мосты через судоходные каналы имеют свои особенности в освещении. Кроме того, каждое сооружение строится в определенном регионе, с характерными климатическими условиями.

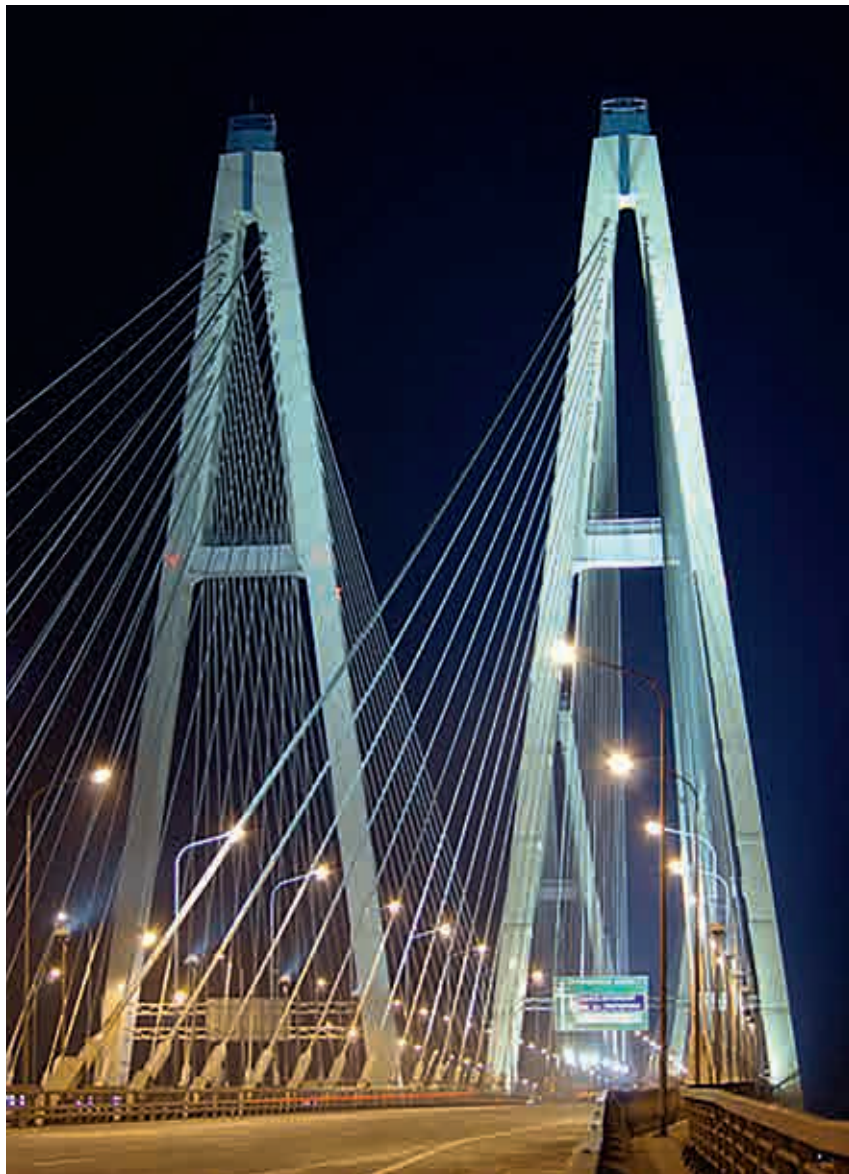
В арсенале компании — множество решений для каждого объекта любого региона России, поэтому и освещенных ею мостов, эстакад, путепроводов с каждым годом становится все больше.

Неповторимым историческим стилем отличаются величественные мосты Санкт-Петербурга. Компания «АМИРА» с большой ответственностью выполняет освещение мостов своего родного города, поскольку все его жители и многочисленные туристы с особым трепетом и большим вниманием относятся к этим сооружениям — своеобразной визитной карточке Санкт-Петербурга.

Сейчас в Северной столице завершается реконструкция Биржевого моста, и для этого проекта в Группе компаний спроектировали, произвели и поставили 16 световых комплексов с чугунными элементами. Светильники делали с нуля, так как ранее были установлены осветительные приборы другого вида. Все светильники на мостах через Неву будут выглядеть похожими, отличаясь только декоративными элементами.

В тоже время мосты могут быть и исторической доминантой города, как, например, главный мост Санкт-Петербурга — Дворцовый. Не случайно именно специалисты Группы компаний «АМИРА» занимались реставрацией и реконструкцией осветительных комплексов Дворцового моста, а потом и Литейного, также произвели комплексы освещения для Тучкова моста. Это оборудование требовало исторической точности, тонкой, ювелирной работы, и в тоже время эти мостовые сооружения должны были получить современное освещение, отвечающее требованиям безопасности.





ИННОВАЦИИ

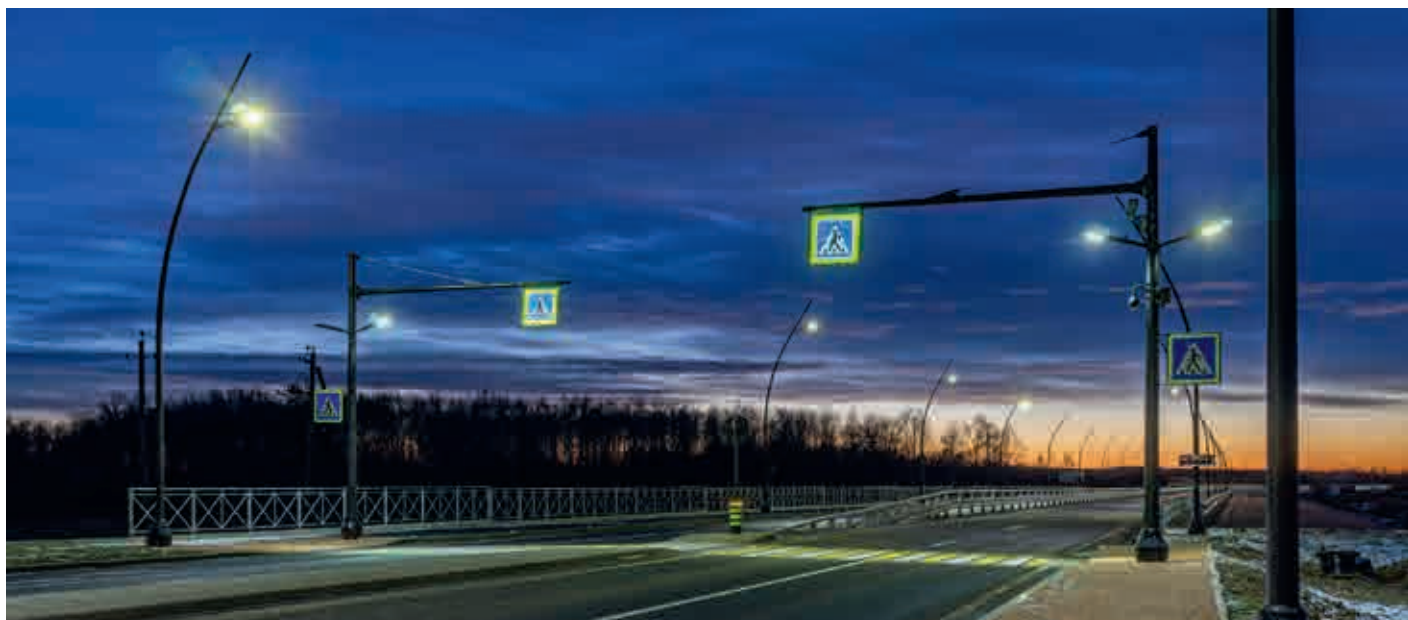
В нынешних условиях группа компаний «АМИРА» не только продолжает поставлять свою продукцию, но и расширяет пакет услуг — осуществляет наряду с монтажом еще и сервисное обслуживание оборудования. В сложный для страны период специалисты ГК «АМИРА» предлагают новые решения, как технические, так и технологические, реализация которых способствует не только эстетическому комфорту, экологической безопасности, но и снижению затрат. Так, компания «АМИРА» продолжает развивать направления многофункциональных опор освещения, совмещенных с контактной сетью и антеннами сотовой связи; опор, интегрирующихся в конструкцию шумозащитных экранов; опор с интегрированной зарядной станцией для электрического транспорта (электромобили, электробусы, самокаты).

Суть в том, что в ограниченном городском пространстве места для устройства дополнительных фундаментов под опоры вышек для размещения антенн сотовых операторов имеются не всегда. А усиленные опоры освещения ГК «АМИРА» позволяют размещать на них дополнительное оборудование. При этом внешне такие опоры неотличимы от остальных и не портят внешний облик городской среды.

Интеграция опор освещения в стойки шумозащитных экранов преследует ту же цель — экономию места при установке систем освещения. Это важно, так как сегодня все чаще автомобильные дороги, проходящие в черте населенных пунктов, оборудуют шумозащитными экранами.

Еще один вид продукции ГК «АМИРА» — опоры контактной сети (граненые и круглоконические), использующиеся для обустройства контактных сетей городского электрического транспорта. Решение специалистов «АМИРА» позволяет совмещать опоры с освещением и сотовой связью.

Круглоконические Г-образные светофорные стойки контрастного освещения позволяют обеспечить безопасность движения, например, на пешеходных переходах или других объектах, тре-



бующих повышенного внимания водителей. Такие опоры позволяют освещать не только сам пешеходный переход, но и подходы к нему.

Направление экологичного света также не остается без внимания специалистов предприятия. Это автономные опоры освещения, использующие для зарядки энергию ветра и солнца, а также осветительные приборы, минимизирующие эффект светового загрязнения. При этом предлагаемые решения помогают освободить от импортозависимости этот сегмент целого ряда отраслей инфраструктурного строительства, в том числе дорожного и мостового хозяйства.

Можно без преувеличения сказать, что ГК «АМИРА» — это целая индустрия освещения. Дружный и сплоченный коллектив гордится своим предприятием. Еще бы, ведь все вместе они выполняют почетную миссию — несут свет и безопасность людям.

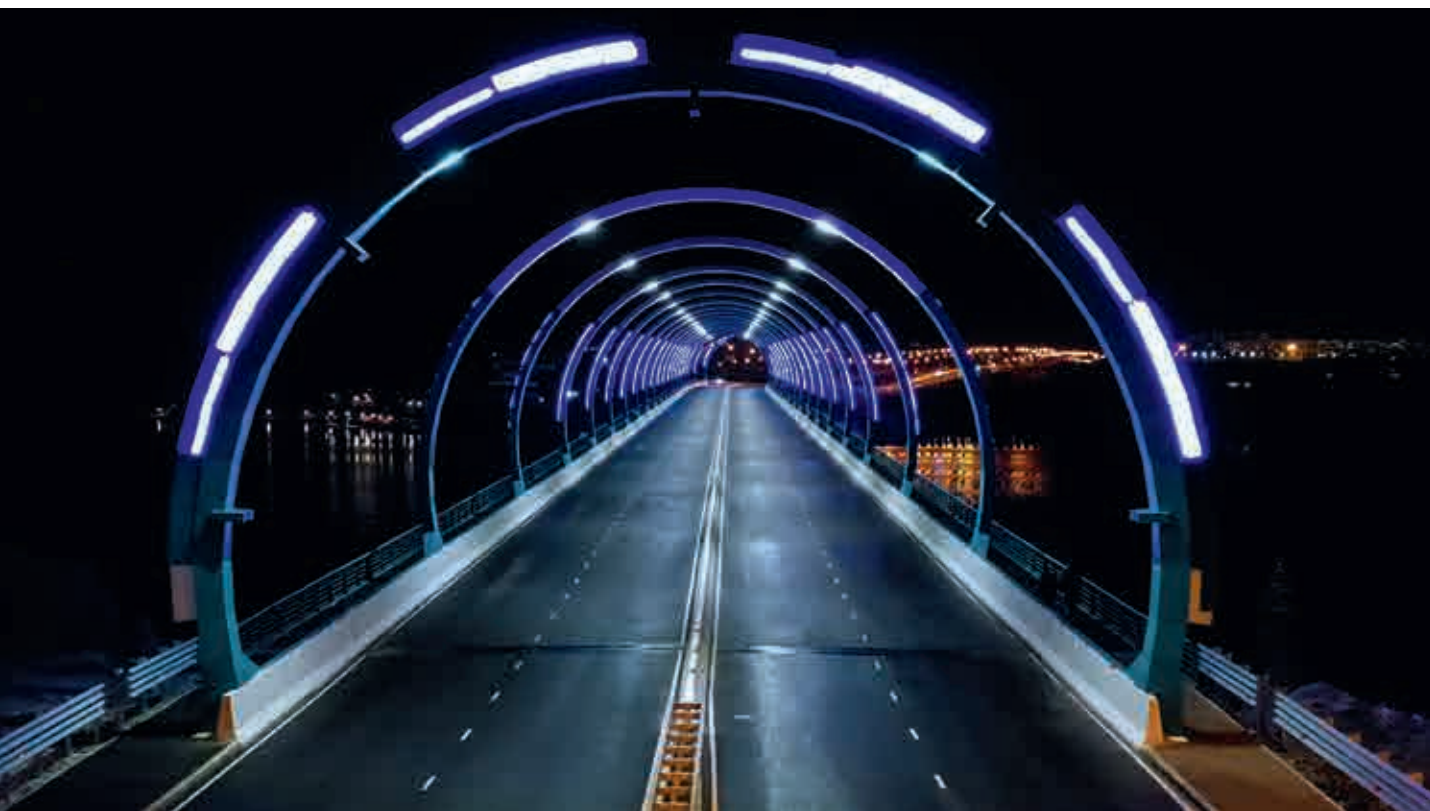


АО «АМИРА»
198095, Санкт-Петербург, ул. Калинина, д. 22
+7 (812) 441-25-00, amira@amira.ru
www.amira.ru

Amira
— since 1991 —
ПРОЕКТИРОВАНИЕ. ПРОИЗВОДСТВО.
МОНТАЖ. СЕРВИС

Завораживающее свечение «портала в другое измерение»

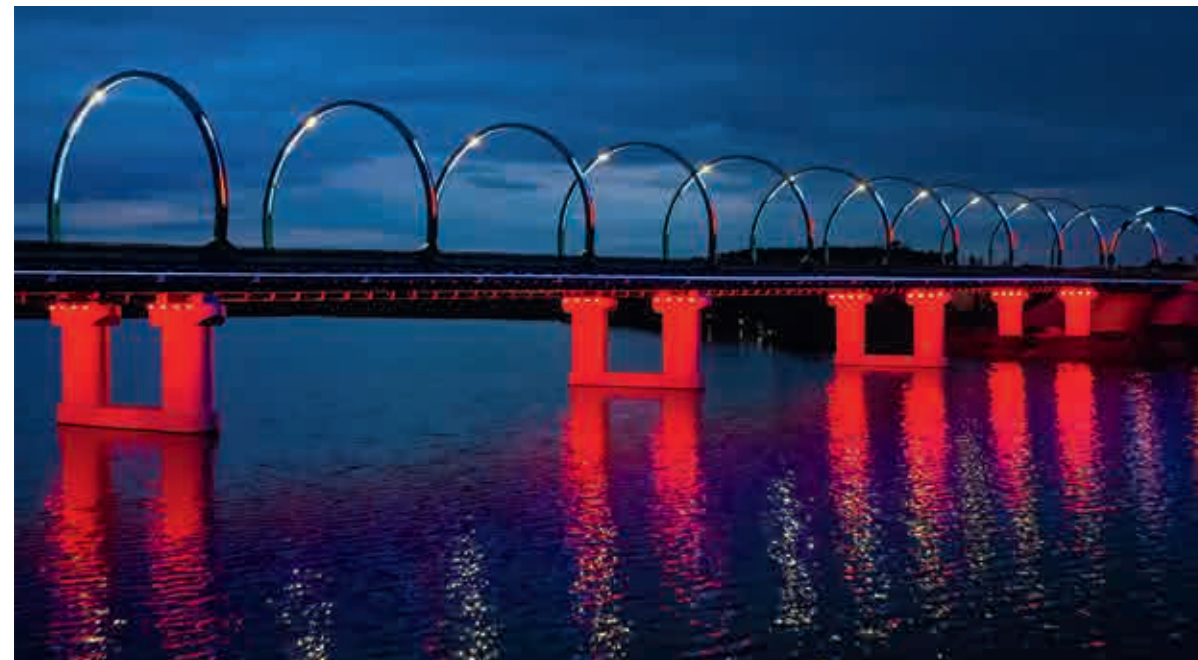
К своему 300-летию Нижний Тагил получил удивительный мост — «портал в другое измерение». Этот арт-объект, несмотря на то что введен был в прошлом году, уже успел стать известным среди путешествующих, настоящей визитной карточкой города. Причем грамотно продуманная динамическая архитектурно-художественная подсветка не только подчеркнула изысканность и загадочность форм арок моста, но и создала завораживающее впечатление от всего объекта.



Мост через Тагильский пруд протяженностью 434,288 м построили специалисты ОАО «Альмакор Групп», проект моста подготовлен силами ОАО «Уралгипротранс». Ширина мостового сооружения — 24,8 м, для транспорта предусмотрено четыре полосы движения, для пешеходов и велосипедистов — тротуар. Мост через пруд начали строить в 2020 году, строительство велось по системе государственно-частного партнерства — с участием холдинга «Евраз», в который входит Нижнетагильский металлургический комбинат. На строительство направили около 4 млрд руб. Открытие моста состоялось 12 августа — в день 300-летия Нижнего Тагила.

Напомним, что идея создания моста насчитывает две сотни лет. Есть свидетельство, что она возникла еще в начале 20-х годов XIX столетия. В переписке, найденной в одном из частных архивов во Франции, говорится о том, что заводовладельцу Николаю Никитичу Демидову заводские механики представляли проект мостового пути через пруд. Знаменитый горнозаводчик тогда отверг эту идею.

Сегодня мост через Тагильский пруд крайне необходим для разгрузки транспортных артерий города и более быстрого сообщения между районами. Этот крупнейший в истории Нижнего Тагила проект включает в себя более 4 км подъездных дорог, клеверную развязку и два автодорожных моста через железнодорожные пути и Свердловское шоссе. Новый мост радикально меняет транспортную ситуацию в Нижнем Тагиле. Он позволяет оптимизировать транспортную инфраструктуру города, снизить нагрузку на действующие магистрали, а также плотность транспортного потока. В перспективе мост дает вторую жизнь еще одному архитектурному проекту



— освоению территории Корабельного мыса, одной из важнейших составляющих общегородского центра, а также ставит вопрос о дальнейшем развитии транспортной сети Нижнего Тагила путем реконструкции действующих сооружений и строительства новых транспортных объектов.

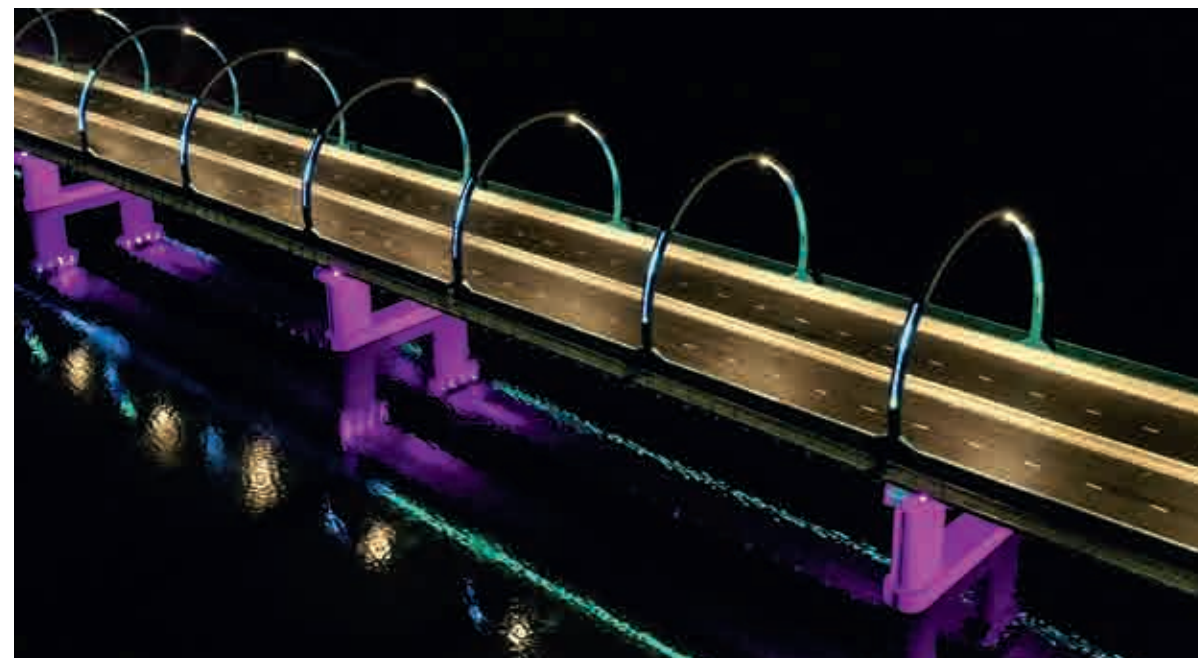
Мост достаточно лаконичен и в то же время загадочен. Это чудо современной инженерной мысли, которое справедливо называют «портал в другое измерение»! Да, это именно портал в новое измерение России — высокоразвитой в технологическом отношении сверхдержавы с передовой научной мыслью и армией высококлассных технических специалистов, которым по плечу то, что другим кажется невероятным!

ДОВЕРЕНО LED ENERGY

К этой армии специалистов будущего, вне всякого сомнения, принадлежит LED Energy — международная производственно-инжиниринговая

компания, специализирующаяся на разработке, модернизации, производстве энергоэффективных светотехнических решений и высокотехнологичного светодиодного оборудования. Именно ей было доверено осветить так долго ожидаемый всеми горожанами Тагильский мост, по праву ставший одной из достопримечательностей Свердловской области.

Конкурентные преимущества компании LED Energy демонстрируют 12 лет успешной работы на рынке и более 500 реализованных проектов в России и за рубежом. Простая арифметика показывает, что это более 40 проектов в год. LED Energy выполняет работы, что называется, под ключ (аудит, проектирование, производство, поставка, монтаж и пусконаладочные работы). Специалисты компании реализуют разработку и согласование любых нестандартных технических решений, в том числе инновационных. Занимаясь разработкой индивидуальных проектов, удовлетворяющих самому взыскательному вкусу в





«Есть большое желание сделать это некой достопримечательностью, чтобы с субботы на воскресенье включалась подсветка — не знаю, с музыкой это будет или без, но чтобы гости к нам приезжали специально с целью посмотреть на архитектурную подсветку моста. Путь это будет у нас такой музыкальный мост», — рассказывал глава города Владислав Пинаев о планах по дизайнерско-архитектурному оформлению моста.

плане эстетики и комфорта, а также требованиям в части энергоэффективности, эргонометрики, экологичности, LED Energy создала себе репутацию надежного партнера, обеспечивающего творческий подход к любой задаче.

Одно из преимуществ LED Energy — архитектурно-дизайнерское бюро, которое в содружестве с проектным и электромонтажным отделами компании создает такие жемчужины градостроительства, как Нижнетагильский государственный цирк, храм во имя иконы Божией Матери «Державная» в Екатеринбурге, жилые комплексы Макаровский, Нагорный, Кандинский, район Солнечный и др. в Екатеринбурге, фасады торговых центров «Мега-Химки» в Москве и «Мега» в Екатеринбурге, транспортная развязка в Новом Уренгое и другие прекрасные объекты, которые сегодня украшают города России.

УРАЛЬСКОЕ ЧУДО

Генеральным проектировщиком Тагильского моста, компанией «Уралгипротранс», для обсуждения в мэрию Нижнего Тагила было представлено пять вариантов оформления моста через городской пруд — от самого простого до самого современного и технологичного. Любому желающий мог ознакомиться с представленными вариантами на сайте городской администрации и оставить о них свое мнение.

Самый бюджетный вариант дизайна моста — обыкновенная балочная конструкция с пролетами из сборного железобетона. Конструкция предусматривала четыре полосы для движения автотранспорта, пешеходные тротуары и велодорожки по обеим сторонам. На въезде предполагалось установить колонны с фигурами танка и соболя.



Учредитель и светодизайнер LED Energy Пламен Ганчев:

«Самое труднообъяснимое физическое понятие в мире — время. Не пощупать, не увидеть, даже представить практически невозможно. Но время определяет себя, оставляя следы.

Я всегда представляю время как прямую линию в пространстве и, следуя по этой прямой, меняется само пространство. Казалось бы, эта прямая бесконечна в обе стороны и определенно необозрима, но на самом деле мы видим всегда одну точку линии времени — момент Сейчас. Выразить эту идею через световую инсталляцию на Нижнетагильском мосту оказалось не так просто, но нам удалось воплотить мои мысли в этом проекте, который радует жителей Нижнего Тагила.

Время — это единственное, что не подлежит обмену и возврату. Но время за счет своей метафизичности кажется нам иллюзорным, а потому и малоценным. А ведь оно — единственно ценное, что есть в нашей жизни.

Ведь время и есть жизнь. Время — единица измерения жизни. Абсолютно реальная. И бесконечно ценная.

Эта арт-инсталляция создана как напоминание людям, чтобы они ценили и берегли свое Сейчас, делились им с любимыми, платили им за то, что действительно стоит такой цены, тратили свое Сейчас на радость, тепло и любовь».



Во втором варианте предлагалось оформить переправу в виде корабля с мачтами, цепями и фигурами морских судов на въезде.

В третьем варианте элементы моста через Тагильский пруд предлагалось выполнить в виде парусов, веревочных лестниц и форштевня корабля.

Четвертый вариант оформления переправы предполагал выполнение опор освещения в виде арок с организацией подсветки всего сооружения.

В последнем, пятом, наиболее загадочном и сложном дизайн-проекте, получившем название «портал в другое измерение», ограждения и опоры освещения

моста предлагалось сделать в виде геометрических фигур из полированной нержавеющей стали.

Вопреки ожиданиям, победил сложный и технологичный проект, способный заморозить самого придирчивого ценителя прекрасного, — вариант со световыми арками, которые установлены на всем протяжении моста. Решение было принято в полном соответствии с пожеланиями горожан и администрации города.

Сегодня в будние дни мост подсвечивается в спокойных статичных сценариях. По выходным же и праздничным дням подключается иллюминация, и



тогда мост освещается всеми цветами радуги, плавно перетекающими один в другой. Предусмотрено 20 динамических сценариев подсветки. В целом подсвечены 21 арка (снаружи и внутри), наружные линии дорожного полотна, а также все русловые железобетонные опоры. Горожане шутят, что получился диско-мост.

Современная подсветка превратила мост через Тагильский пруд в настоящее произведение дизайнерского искусства, в яркий арт-объект, центр притяжения туристов. Сегодня это городская доминанта, ставшая визитной карточкой города. Световой динамический дизайн позволяет менять не только освещенность, цветовое сочетание объекта, но даже его форму в соответствии с заданной программой. Мостовая конструкция становится более облегченной. Мост как бы парит над гладью Тагильского пруда, отражаясь в ней миллионами огней, что придает ему еще больше торжественной загадочности. Водитель, проезжая по мосту в вечернее и ночное время, видит впереди настоящую дорогу в будущее измерение.

Горожанам не верилось, что так получится: слишком нетрадиционным был подход руководства города. Все ведь привыкли, что выбирается обычно наиболее экономичное решение, а тут... Со всеми цветами радуги! Но мечте суждено было осуществиться.

ЗАЛОГ УСПЕХА

В проектах по светодиодной подсветке мостов производится точный расчет множества особенностей и специфики сооружений. Современная подсветка — это нечто большее, чем просто свет. Она подчеркивает особенности архитектуры, привлекает внимание к объекту и позволяет любоваться им в любое время суток.

Но прежде всего мосты — это сооружения, которые используются для преодоления водных и ландшафтных препятствий. Безопасность и комфорт всех участников наземного и водного движения — вот что должно обеспечиваться в первую очередь. Поэтому в проектах по архитектурной подсветке мостов учитывается установка LED-оборудования и приборов таким образом, чтобы не ослеплять водителей автомобилей и судов. Интенсивность и яркость световых лучей строго просчитывается с учетом всех требований норм безопасности движения на дороге в разное время суток.

При проектировании освещения моста через Тагильский пруд компания LED Energy тщательно просчитала равномерность светораспределения. Необходимые параметры распределения освещенности достигнуты благодаря грамотному выбору осветительных приборов и правильной их расстановке.

В экстремальных условиях работы мостовых сооружений особую роль играет защищенность светильника, устойчивость к атмосферным воздействиям, виброустойчивость и прочность его конструкции. А в суровых климатических условиях Урала необходимо, чтобы светильники надежно работали в широком диапазоне температур и имели высокую степень защиты от влаги. Особенностью освещения мостов является постоянная вибрационная нагрузка. Поэтому светильники в этих зонах должны иметь надежный узел крепления, а внутреннее наполнение светильника должно быть устойчиво к такого рода нагрузкам.

При выборе светового оборудования моста были учтены и высокая энергоэффективность, и отсутствие необходимости в замене компонентов, и долгий срок службы, и возможность легкого обслуживания, и качество света, и безопасность, и

низкий уровень эксплуатационных затрат на мониторинг, и легкое обслуживание всей системы подсветки.

Все эти особенности были учтены компанией LED Energy в проекте освещения моста в Нижнем Тагиле.

При реализации динамической архитектурно-дизайнерской подсветки специалисты компании LED Energy выполнили разработку архитектурного проекта, разработку электропроекта, осуществили производство и поставку светотехнического оборудования, а также монтаж светотехнического и электрического оборудования. В проектировании учитывали высоту, место размещения и углы излучения световых устройств. Дополнительно предусмотрели применение рассеивателей света, козырьков и отражателей для защиты глаз водителей автотранспорта от яркости и ослепления.

Основная задача проекта подсветки моста — сделать мост запоминающейся достопримечательностью, цветовой доминантой города, подчеркнув при помощи сценариев подсветки концепцию завораживающего портала в другое измерение. Загадочный мост — «портал в будущее» — должен не только повысить туристическую привлекательность Нижнего Тагила для всего Уральского округа. Он создает отличное настроение горожан и гостей города, вызывает желание сфотографироваться на его фоне.

Новые технологии позволяют автоматизировать осветительную систему под конкретные условия, например смену времен года или суток, что дает дополнительную экономию электроэнергии и затрат на обслуживание. Современное программное обеспечение обеспечивает легкость управления системой и ее программирование. Включение и отключение освещения моста по расписанию позволяет значительно экономить электроэнергию и снижать эксплуатационные расходы.

Световое оборудование моста отличается также расширенными возможностями применения подсветки: при помощи программного обеспечения можно регулировать степень яркости, цвет и интервал работы каждой из более 17 тысяч светоточек, менять волновые и цветовые эффекты по вертикали и горизонтали комплекса в целом.

С помощью светодиодных светильников специалисты LED Energy осуществили создание сценариев подсветки моста в строгом соответствии с предпочтениями жителей Нижнего Тагила. В основу модели системы освещения Тагильского моста компанией LED Energy положена концепция архитектурного оформления, выбранная жителями города в 2018 году. В архитектурно-дизайнерский проект заложена возможность регулирования степени яркости, цвета и других характеристик освещения моста. Сочетание нескольких цветов светодиодов в одном приборе при помощи внешнего управления позволяет создать динамическую подсветку. Для создания сложных сценариев освещения для будних и праздничных дней используются специальные контроллеры, которые дают возможность управлять каждым из светодиодов в отдельности. Благодаря этому мост стал настоящей площадкой для светового шоу.

Венцом работ стал ввод системы в эксплуатацию. Причем открытие моста происходило под звуки песни «Тагильский вальс»!

«Сегодня ночью включали все 20 режимов динамической подсветки архитектурных арок и нижней части моста через пруд. Выглядит впечатляюще!» — написал мэр города Владислав Пинаев в соцсети по итогам испытаний. А на праздновании 300-летия жители и гости Нижнего Тагила не могли сдержать своего восхищения таким ярким подарком, вызывающим массу положительных эмоций.



+ 7 (343) 385-21-04
620036, г. Екатеринбург
ул. Евгения Савкова, д. 31, пом. 178
info@ledenergy.ru
www.ledenergy.ru

Аэродинамика большепролетных мостов



Соловьев С. Ю.

К. Ф.-М. Н.,
заместитель начальника
отделения гидроаэродинамики
ФГУП «Крыловский государственный
научный центр»



Начиная с 2000-х годов в России наблюдается рост строительства объектов повышенной сложности, среди которых большепролетные мосты, небоскребы, огромные стадионы, аэропорты. Детальный учет факторов окружающей среды, воздействующих на сооружения на этапе их строительства и эксплуатации, является основополагающим правилом возведения подобных уникальных объектов.

Ветровая нагрузка является одной из определяющих для мостов с пролетами более 100 метров и может стать причиной появления эффектов аэродинамической неустойчивости, вызывающих опасные колебания. Российские и зарубежные руководящие документы предписывают проведение аэродинамических испытаний моделей мостов в аэродинамических трубах для получения достоверных данных о ветровых нагрузках.

В России существует большое количество аэродинамических труб самолетного типа для нужд авиакосмической промышленности, характеризующихся короткой открытой рабочей частью, что делает их непригодными для исследования архитектурных объектов. Только специализированные аэродинамические трубы с закрытой рабочей частью длиной более 15 м и шириной более 10 м, обеспечивающие использование крупномасштабных моделей и корректное моделирование пограничного слоя атмосферы, могут применяться для получения достоверных результатов испытаний исследуемых архитектурных сооружений. Ввиду отсутствия подобных специализированных аэродинамических труб в России до 2013 года испытания практически всех уникальных мостов проводились в иностранных научных центрах — в Дании, Франции и т.д.

ФГУП «Крыловский государственный научный центр» имеет более чем 60-летний опыт решения вопросов аэродинамики. В дополнение к имеющемуся комплексу аэродинамических труб здесь создана первая в России Ландшафтная аэродинамическая труба — специализированная установка для экспериментального определения ветровых и снеговых нагрузок. К настоящему времени в Ландшафтной аэродинамической трубе проведено множество исследований для нужд градостроения, мостостроения и судостроения. Именно здесь выполнены комплексные

аэродинамические исследования арок Крымского моста, аэропортов, стадионов и высотных зданий.

Можно с уверенностью сказать, что в России появился еще один инструмент для успешного воплощения в жизнь уникальных архитектурных проектов.

В последние годы в России увеличилось число проектируемых большепролетных уникальных мостов, которые расположены в северных широтах. При их создании проектировщики сталкиваются с проблемами корректного учета природных воздействий на мост. Среди них можно выделить следующие:

- обеспечение аэродинамической устойчивости пролетных строений;
- точное определение ледовой нагрузки на опоры моста;
- определение размыва грунта вокруг опор под действием течения;
- оценка образования наледи на элементах моста.

Северные широты нашей страны 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 руководящие документы по проектированию мостов содержат обязательное требование проведения физических исследований в специализированной аэродинамической трубе. Благодаря экспериментальным исследованиям в нашем 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 47 большепролетных мостов, в том числе Крымский мост (рис. 1). Этот опыт лег в основу нового нормативного документа по ГОСТ Р 59625-2022 «Правила расчета и подтверждения аэроупругой устойчивости». Это первый в России нормативный документ, описывающий все основные аспекты аэродинамики мостовых сооружений.

Для мостов, расположенных в северных районах, важно проводить моделирование ледовых нагрузок на опоры моста. Поскольку в большинстве российских рек и заливов образуется слой льда, то возможен навал ледовых глыб на опоры во время ледохода. Примером этому могут служить мосты через р. Лену, 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 значения из нормативных документов, так как в эксперименте воспроизводятся конкретная геометрия опоры и физико-механические свойства льда, характерные для места строительства. Для уточнения силы воздействия льда проводят испытания опор в специальном ледовом бассейне нашего центра (рис. 2). В частности, для проекта Керченского моста в ледовом бассейне Крыловского центра 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 благодаря СМИ примером является недавнее обрушение моста через р. Колу. 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 опыт по проведению подобных экспериментальных исследований для широкого спектра гидротехнических сооружений.

Также при проектировании не стоит оставлять совсем без внимания проблемы обледенения моста и его отдельных элементов. Помимо опасности падения больших кусков наледи с вант на проезжую часть обледенение существенно ухудшает аэродинамические характеристики моста и его элементов. К примеру, венты моста при наличии наледи склонны к галопированию. Это крайне опасный вид колебаний, вызванный воздействием ветра, так как при галопировании амплитуда колебаний неограниченно возрастает до полного разрушения конструкции. Обледенение и снеговые заносы барьерных ограждений превращают их в непроницаемые для ветра преграды. Таким образом, эффективная величина балки жесткости увеличивается на высоту барьерного ограждения, что значительно усиливает колебания пролетного строения из-за явления аэродинамической неустойчивости вихревого возбуждения. Опытным проектировщикам знакомы эти явления, поэтому они являются обязательными при исследовании проектов мостов в Крыловском центре.

Соловьев Сергей Юрьевич
Зам. начальника отделения гидроаэродинамики
ФГУП «Крыловский государственный научный центр»

Тел./: +7 (906) 251-23-10
e-mail: aerodynamics.spb@gmail.com



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



Рис. 2. Ледовый бассейн Крыловского научного центра



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

Совершенствование нормативно-технической базы мостостроения



Федеральным проектом «Общесистемные меры развития дорожного хозяйства» предусматривается утверждение к 2030 году не менее 350 разработанных и актуализированных существующих национальных стандартов в области дорожного хозяйства. Для достижения указанной цели утвержден график обновления стандартов технических требований, в котором предусмотрены разработка и утверждение не менее 239 стандартов уже к 2024 году, из них по мостовой тематике — не менее 40 документов. В последние месяцы 2022 года и в первые месяцы 2023-го на территории Российской Федерации введены или вводятся в действие новые национальные стандарты для специалистов в области строительства автомобильных дорог и мостовых сооружений. Министерством транспорта РФ и Министерством строительства РФ в 2023 году продолжается работа по совершенствованию нормативной базы мостостроения и законодательной базы.

С 1 апреля 2022 года действует:

впервые в мире разработанный ГОСТ Р 59625-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила устройства и укрепления конусов насыпей подходов» (утвержден приказом Росстандарта от 14.11.2022 № 1274-ст);

ГОСТ Р 70312-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила проектирования сопряжений с насыпями подходов» (утвержден приказом Росстандарта от 14.11.2022 № 1275-ст);

ГОСТ Р 70313-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Правила устройства лестничных сходов и эксплуатационных устройств» (утвержден приказом Росстандарта от 14.11.2022 № 1276-ст);

ГОСТ Р 70362-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 14.11.2022 № 1279-ст);

ГОСТ Р 70363-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Бетоны для устройства слоев оснований и покрытий. Методы испытаний» (утвержден приказом Росстандарта от 14.11.2022 № 1277-ст). Требования стандарта распространяются на мостовые сооружения, предназначенные для эксплуатации в любых климатических условиях и в районах с расчетной сейсмичностью до 9 баллов включительно.

С 1 января 2023 года действуют:

ГОСТ 8694-2022 «Трубы металлические. Метод испытания на раздачу» (утвержден приказом Росстандарта от 21.10.2022);

ГОСТ ISO 13588-2022 «Не разрушающий контроль сварных соединений. Ультразвуковой контроль. Автоматизированный контроль ультразвуковым методом с применением фазированных решеток» (утвержден приказом Росстандарта 04.10.2022);

ГОСТ ISO 2781-2022 «Резина и термоэластопласты. Определение плотности» (утвержден приказом Росстандарта от 12.07.2022);

ГОСТ Р 53172-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Микро-стеклошарики. Технические требования» (утвержден приказом Росстандарта от 24.11.2022);

ГОСТ Р 53173-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Микро-стеклошарики. Методы контроля» (утвержден приказом Росстандарта от 24.11.2022);

ГОСТ Р 54306-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Полимерные ленты. Технические требования» (утвержден приказом Росстандарта от 24.11.2022);

ГОСТ Р 54307-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Изделия для дорожной разметки. Полимерные ленты. Методы испытаний» (утвержден приказом Росстандарта от 24.11.2022);

ГОСТ Р 70062-2022 «Материалы гибкие рулонные гидроизоляционные полимерные (термопластичные и эластомерные). Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 05.05.2022);

ГОСТ Р 70086-2022 «Материалы гибкие рулонные гидроизоляционные битумосодержащие. Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 05.05.2022);

ГОСТ Р 70196-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Комплексные минеральные вяжущие для стабилизации и укрепления грунтов. Технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 24.11.2022);

ГОСТ Р 70369-2022 «Расчеты и испытания на прочность. Определение изгибных напряжений в линейной части магистральных трубопроводов методом акустоупруго-

сти. Общие требования» (утвержден приказом Росстандарта от 29.09.2022);

ГОСТ Р 70452-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты стабилизированные и укрепленные неорганическими вяжущими. Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ГОСТ Р 70453-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты, укрепленные органическими вяжущими. Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ГОСТ Р 70454-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные органическими вяжущими. Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ГОСТ Р 70455-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные, обработанные неорганическими вяжущими. Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ГОСТ Р 70456-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты. Определение оптимальной влажности и максимальной плотности методом Проктора» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ГОСТ Р 70457-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Грунты. Метод определения калифорнийского числа (CBR) для оценки несущей способности грунта» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ГОСТ Р 70458-2022 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси щебеночно-гравийно-песчаные. Общие технические условия» (утвержден приказом Росстандарта от 30.11.2022);

ПНСТ 804-2022 «Сваи. Сейсмоакустический метод контроля длины и сплошности» (утвержден приказом Росстандарта от 22.12.2022).

С 1 февраля 2023 года действует:

ГОСТ Р 70574-2022 «Материалы геосинтетические бентонитовые рулонные с геотекстильной основой для гидроизоляции. Методы испытания на водонепроницаемость и устойчивость к воздействию рассола» (утвержден приказом Росстандарта от 20 декабря 2022 года № 1538-ст). Стандарт распространяется на геосинтетические бентонитовые рулонные материалы с геотекстильной основой (далее — бентонитовые маты), применяемые для гидроизоляции туннелей, фундаментов и подземных частей зданий и сооружений, устройства противодиффузионных экранов при строительстве объектов размещения коммунальных и промышленных отходов, а также их рекультивации, устройства противодиффузионных экранов земляных насыпей в транспортном строительстве, объектов нефтегазодобывающей и перерабатывающей промышленности, объектов агропромышленного комплекса, устройства противодиффузионных элементов гидротехнических сооружений. Стандарт не распространяется на бентонитовые маты с основой в виде геомембраны, геопленки или полимерного покрытия.

В стадии обсуждения находится стандарт «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Подвижные нагрузки в сейсмических расчетах». Этот стандарт распространяется на мостовые сооружения, расположенные на площадках сейсмичностью от 7 до 9 баллов включительно на автомобильных дорогах общего пользования, и устанавливает требования к правилам загрузки пролетных строений подвижными нагрузками при выполнении сейсмических расчетов при проектировании строительства, реконструкции и капитального ремонта.

С 1 марта 2023 г. действует:

ГОСТ Р 70647-2023 «Дороги автомобильные общего пользования. Защитные слои и слои износа дорожных одежд. Общие требования к технологическим процессам»;

ГОСТ Р 70648-2023 «Дороги автомобильные общего пользования. Смеси холодные асфальтобетонные и асфальтобетон. Общие технические условия».

2023 год — подготовка к новым национальным стандартам и изменения 384-ФЗ.

В 2023 году Росавтодором запланирован комплекс исследований, направленных на получение доказательной базы по применению новых материалов и технологий в области мостостроения. Выполнение данных исследований является составной частью общих НИР, результатом которых будут являться новые национальные стандарты, разработка которых планируется в 2024 году. Исследования выполняются по следующим направлениям:

- определение требований к деревянным клееным конструкциям и правила их проектирования, внедрение на новом технологическом уровне большепролетных деревянных клееных конструкций;
- требования к сверхпрочным сталефибробетонам, где наилучшим образом могут быть реализованы его свойства применительно к несущим конструкциям;
- требования к материалам и полуфабрикатам для вантовых систем.

В настоящий момент запланирована и ведется работа по исследованию решения более узких проблем в мостостроении. Проводится работа по разработке методов расчета и конструктивных решений подферментников с дальнейшим выпуском ОДМ по этой теме, ведется переработка ПНСТ в ГОСТ Р по деформационным швам, реализуется комплексная тематика с разработкой документа ГОСТ Р «ДАОП. Правила ремонта деформационных швов и водоотводных устройств сборных и сборно-монолитных железобетонных пролетных строений». Это позволит решить ряд насущных вопросов, а также упростить, стандартизировать и ускорить проведение ремонтных работ на сооружениях.

Наряду с прикладными темами выполняются исследования, призванные развить расчетно-теоретический аппарат проектирования конструкций мостов. Проводятся научно-исследовательские работы по внедрению прогрессивного метода «тяги и распорки», аналога «ферменной аналогии». В части конструирования металлических элементов запланирована работа по развитию методов учета пластических деформаций. Выполнение данной работы позволит получить значительную экономию материалоемкости пролетных строений без снижения уровня безопасности.

Наряду с деятельностью Федерального дорожного агентства в части мостостроения в 2023 году большие изменения подготовило и Министерство строительства РФ.

Наиболее значимым событием 2023 года в этой части будет принятие изменений в 384-ФЗ, которые отменяют разделения на обязательные и добровольные пункты и части Сводов правил.

Также Министерством строительства подготовлены и будут выпущены очередные изменения к Сводам правил СП 35.13330 и СП 46.13330, а также СП 259.1325800.

На 2023 год Министерством строительства запланирован старт масштабной работы по разработке нового поколения Сводов правил взамен действующих. Планируемые к разработке Своды правил, в том числе распространяющиеся на мостовые сооружения, будут иметь иную структуру и должны реализовывать параметрический подход.

Проводимый комплекс мероприятий позволит быстро и качественно строить современные мостовые сооружения, анализировать их состояние, своевременно выявлять дефекты с целью установления причин их образования для принятия соответствующих управленческих решений и дальнейшего использования только тех технологий и материалов, применение которых позволяет достичь наилучшего экономического эффекта в стратегических направлениях инновационного развития дорожного хозяйства России.

Национальный стандарт по обслуживанию систем автоматизированного мониторинга искусственных сооружений на автомобильных дорогах общего пользования



Ефанов Д. В.

ООО «НИПИ
«ТрансСтройБезопасность»
зам. ген. директора,
д. т. н., доцент

Инфраструктура автомобильных дорог общего пользования включает в себя большое количество мостовых переходов, многие из которых являются уникальными техническими сооружениями. Вспомним, к примеру, вантовые мосты во Владивостоке — Золотой мост через бухту Золотой Рог и Русский мост через пролив Босфор Восточный. Эти и подобные объекты оснащены современными системами автоматизированного мониторинга [1–3]. В зарубежной литературе для обозначения данных систем часто используется аббревиатура SHMS (Structural Health Monitoring Systems) [4]. В России же закрепилась аббревиатура СММК (система мониторинга инженерных конструкций). Кроме того, широко используется понятие СМИС (система мониторинга инженерных систем), которая включает в себя несколько больший функционал, и в т.ч. возможность автоматического и дистанционного управления инженерными системами в экстренных ситу-

ациях [5]. На многих проектируемых мостовых переходах также закладываются СММК или СМИС.

После сдачи в эксплуатацию системы автоматизированного мониторинга требуют своевременного технического обслуживания, а результаты мониторинга — научного сопровождения [6]. Технологические регламенты, содержащие технологические карты на техническое обслуживание и ремонт отдельных элементов подсистем систем мониторинга мостовых переходов, описываются в отдельных томах по содержанию оборудования систем мониторинга в составе технической документации, а также в технических заданиях контрактов на содержание. Анализ подобных документов показывает, что состав работ, их объем и периодичность проведения на разных объектах мониторинга могут отличаться, причем существенно. В отрасли до сих пор нет нормативного документа, устанавливающего требования по организации

эксплуатации систем автоматизированного мониторинга искусственных сооружений на автомобильных дорогах общего пользования.

Документ ГОСТ Р 59943-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Системы мониторинга мостовых сооружений. Правила проектирования» содержит порядок проектирования, общие требования к проектированию, классификацию систем мониторинга, требования к составу контролируемых параметров и средствам измерений, к структуре системы мониторинга, к сбору, обработке, хранению и использованию результатов измерений, а также к организации процесса мониторинга. Данный документ не затрагивает вопросов содержания и эксплуатации систем автоматизированного мониторинга состояния искусственных сооружений на автомобильных дорогах.

В ряде нормативных документов, например в ГОСТ Р 58862-2020 «Дороги автомобильные общего пользования. Содержание. Периодичность проведения», посвященном периодичности проведения содержания автомобильных дорог общего пользования, имеются указания на периодичность проведения работ по обслуживанию элементов и устройств систем автоматизированного мониторинга искусственных сооружений, метеоусловий и транспортных потоков.

В разделе 7 «Технические правила содержания мостовых сооружений» ГОСТ Р 59200-2021 «Дороги автомобильные общего пользования. Мосты и трубы. Капитальный ремонт, ремонт и содержание. Технические правила» указывается на необходимость содержания устройств мониторинга.

Тем не менее данные документы не содержат детализированных требований и норм для эксплуатации систем автоматизированного мониторинга состояния искусственных сооружений на автомобильных дорогах и не могут применяться как руководства к проведению данного вида работ, определяя только общие вопросы необходимости содержания и эксплуатации программно-аппаратных средств мониторинга.

В рамках научно-исследовательской работы «Научное исследование по формированию требований к организации эксплуатации системы автоматизированного мониторинга состояния искусственных сооружений на автомобильных дорогах с разработкой документа по стандартизации» специалистами Научно-исследовательского и проектного института Транспортной и строительной безопасности был проведен углубленный анализ исследуемой проблемы, нормативных документов и требований в области разработки проектов содержания автомобильных дорог, их отдельных участков и конструктивных элементов, а также проектов производства работ (оказания услуг) по их содержанию, и разрабатывается проект национального стандарта ГОСТ Р «Дороги автомобильные общего пользования. Системы автоматизированного мониторинга состояния искусственных сооружений. Требования к эксплуатации». Сама работа планируется к завершению в первой половине 2024 года.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белый А.А., Белов А.А., Яценко А.И., Антонюк А.А. Интегральный мониторинг моста Александра Невского // Путь навигатор. — 2020. — № 45 (71). — С. 38–45.
2. Аганов И.А., Осадчий Г.В., Ефанов Д.В., Киселев М.В., Каллистов А.С. Система структурированного мониторинга на автодорожном мосту через реку Обь вблизи Сургута // Мир дорог. — 2021. — № 139. — С. 108–110.
3. Мячин В.Н., Ефанов Д.В., Осадчий Г.В. Системы мониторинга Крымского моста // Дороги Содружества Независимых Государств. — 2022. — № 5 (100). — С. 79–81.
4. Andersen J.E., Vesterinen A. Structural Health Monitoring Systems. — Denmark, COWI A/S, 2006, 125 p.
5. ГОСТ Р 22.1.13-2013 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мероприятия по гражданской обороне, мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. Структурированная система мониторинга и управления инженерными системами зданий и сооружений. Требования к порядку создания и эксплуатации. — М.: Стандартинформ. — 2013. — 36 с.
6. Ефанов Д.В., Мячин В.Н., Осадчий Г.В., Зуева М.В. Выбор способа фильтрации диагностических данных в системах непрерывного мониторинга объектов транспортной инфраструктуры // Транспорт Российской Федерации. — 2020. — № 2. — С. 35–40.
7. РЖД: мост с первой инновационной системой непрерывного мониторинга и подключением к управлению заградительным сигналом // МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ. XXI ВЕК. — 2021. — № 4 (51). — С. 18–19.



Процесс установки метеостанции в составе СМИС на арке автодорожного моста транспортного перехода через Керченский пролив



Шкаф СМИС с аналого-цифровым преобразователем, смонтированный на арке железнодорожного моста транспортного перехода через Керченский пролив

Нужны ли дорожникам прочностные дисциплины?



Овчинников И. Г.
академик Российской академии транспорта, д. т. н., профессор (СГТУ имени Гагарина Ю.А., Саратов; ТИУ, Тюмень; ПНИПУ, Пермь)



Валиев Ш. Н.
академик Российской академии транспорта, член-корр. Российской инженерной академии, к. т. н., доцент, профессор (МАДИ, Тюменский индустриальный университет)



Овчинников И. И.
академик Российской академии транспорта, член-корр. Российской инженерной академии, к. т. н., доцент (СГТУ имени Гагарина Ю. А., Саратов, Тюменский индустриальный университет)



Анализ публикаций последних лет показывает, что во многих своих работах ученые и специалисты дорожной отрасли применяют собственные термины и понятия, которые идут вразрез с установленными ранее в других отраслях знаний терминами и определениями. Мы уже останавливались на этой проблеме в своих публикациях [1, 2], но воз и ныне там.

К нашему большому удивлению, недавно появилась статья [3] профессоров и доцентов Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета (СибАДИ), в которой авторы сослались на проведенный ими анализ нормативных документов Российской Федерации по расчету прочности нежестких дорожных одежд, в результате которого выявили несоответствие применяемой в них терминологии общепринятой при расчете строительных конструкций как промышленных и гражданских, так и транспортных сооружений.

В статье отмечено, что расчет дорожных одежд на прочность выполняется по методикам 50-х годов XX века, а в нормах проектирования и рекомендациях по расчету дорожных одежд допущено особое толкование термина «прочность», отличающееся от общепринятого в строительной отрасли, частью которой является и дорожное строительство.

В связи с этим возникают проблемы в терминологии, которые являются серьезным препятствием к пониманию физической сути явления как при обучении студентов принципам проектирования и расчета дорожных одежд, так и при работе специалистов с технической документацией в области дорожного строительства. Здесь происходит подмена понятий.

Из курса сопротивления материалов известно, что прочность — это свойство материала или конструкции воспринимать, не разрушаясь, различные виды нагрузок и воздействий. Или короче — это способность сопротивляться разрушению. Характеристикой прочности долгое время являлось напряжение, по величине которого можно оценить прочность.

В случае дорожной одежды в любой ее точке возникает не одно напряжение, а целый тензор напряжений, и

потому для оценки прочности приходится применять ту или иную теорию прочности. Это давно известно и понятно всем «прочнистам», но почему-то непонятно или неизвестно «дорожникам», хотя все они в вузах изучали ряд прочностных дисциплин, включая сопротивление материалов, строительную механику, теорию упругости, динамику и устойчивость сооружений.

В отличие от прочности характеристика конструкции, оценивающая ее способность сопротивляться деформациям, — это жесткость.

Мы проанализировали недавно вышедший ГОСТ Р 59918-2021 [4] и обнаружили много непонятных словосочетаний. Например, в п. 4 «Обозначения и сокращения» обозначено: E — модуль упругости (не указано чего). В п. 5.1 указано, что стандарт включает в себя «методику оценки прочности дорожной одежды по общему модулю упругости» (то есть здесь уже «общий модуль упругости»). В п. 6.6 читаем: «Расчетным модулем упругости на дорогах, принимаемых в эксплуатацию, является общий модуль упругости на поверхности дорожной одежды, который принимают согласно проектной документации». То есть здесь уже «расчетный модуль упругости», причем на поверхности дорожной одежды. Непонятно, он что — лежит на поверхности дорожной одежды? И далее в формуле (3) ГОСТ Р 59918-2021 появляется величина ν , называемая коэффициентом Пуассона, равным 0,3. Из курса «Сопротивление материалов» известно, что коэффициент Пуассона является характеристикой материала, а не дорожной одежды.

Далее в п. 7.6.2 появляется «Метод оценки модулей упругости конструктивных слоев эксплуатируемых дорожных одежд», то есть здесь мы имеем дело с модулем упругости слоев дорожной одежды, а не материала.

В п. 7.6.3 читаем: «...проектные модули упругости материалов конструктивных слоев дорожных одежд и грунта рабочего слоя земляного полотна, МПа, принимают в соответствии с проектной документацией, либо в соответствии с действующими на момент проектирования нормативными документами в данной области». То есть здесь уже модули упругости не слоев дорожных одежд, а материалов.

И наконец перед формулой (7) того же ГОСТа читаем: «...для асфальтобетона средневзвешенный модуль упругости $E_{ср}$ вычисляют по формуле (7), где E_i — модуль упругости i -го слоя». То есть в одной и той же формуле модуль упругости асфальтобетона находится через модули упругости слоев. Далее в ГОСТе по тексту регулярно встречаются слова «фактический модуль упругости асфальтобетонных слоев».

И наконец в Приложении В (обязательном), которое называется «Основные уравнения математической модели для определения модулей упругости отдельных конструктивных слоев», мы встречаем уравнения движения (8.1) и пояснение, что имеющиеся в этом уравнении коэффициенты Ламе λ и μ выражаются через модуль упругости E и коэффициент Пуассона ν соотношениями: $\lambda = (\nu E)/(1+\nu)$, $\mu = E(2(1+\nu))$. Очевидно, что E и ν в этих выражениях — это характеристики материала, а не слоя дорожной одежды.

Не будем утомлять читателя дальнейшей выборкой несуразностей в этом НОРМАТИВНОМ документе, но еще раз выразим наше непонимание того, как можно путать и смешивать различные понятия: всем известную характеристику — модуль упругости материала, и используемую только дорожниками, но, полагаем, и им непонятную характеристику — модуль упругости конструктивного слоя.

Как уже говорилось, в работах [1, 2] мы уже упоминали об опасном пренебрежении уважаемыми дорожниками знаниями из всем известных учебных прочностных дисциплин, также обращали на это внимание в работе [5], но, как говорится в одном стихотворении:

*Один раз сказанное слово,
Увы, почти всегда мертво,
Нелегко труд, но снова, снова
Те должен повторять его.
И пусть оно в зубах навязло —
Будь стоек, верен делу будь.
Пройдут года, и кто-то связо
Его поймет и выкинет в суть...*

Поэтому возьмем на себя труд разъяснить уважаемым дорожникам, в чем они не правы.

Начнем с того, что обратимся к такому, как оказывается, не всем известному еще с курсов «Сопротивление материалов», «Теория упругости», «Строительная механика» понятию, как модуль упругости.

Согласно Википедии модуль упругости материала — это величина, характеризующая упругие свойства материала при малых деформациях, это характеристика материала, показывающая его способность сопротивляться продольному деформированию (растяжению, сжатию) и изгибу. Такое же определение можно встретить во многих учебниках, справочниках по сопротивлению материалов, например в [6]. В известном учебнике по сопротивлению материалов [7] отмечается, что модуль упругости является физической константой материала и определяется экспериментально.

Однако открываем «Справочник дорожных терминов» [8] и в разделе 4.4 «Расчет дорожных одежд» встречаем такое определение:

«Модуль упругости дорожной одежды или материала ее слоя — отношение удельного давления, передаваемого испытательной нагрузкой, к относительной упругой деформации. Относительная упругая деформация равна отношению упругой (обратимой) деформации дорожной одежды или материала ее слоя к диаметру круга, равновеликого по площади отпечатку колеса расчетного автомобиля».

И далее: «Модуль упругости общий — модуль упругости системы, включающий слой дорожной одежды и грунт земляного полотна (ранее называли эквивалентный модуль упругости)».

Как видно, налицо отличие в определениях модуля упругости, принятого в прочностных расчетах специалистами-прочнистами и предлагаемого специалистами-дорожниками. Мы здесь уже не говорим о том, что относительная упругая деформация определяется отношением упругой деформации (судя по направлению прикладываемого давления, эта деформация определяется по вертикальному направлению, в котором действует нагрузка) к диаметру круга, равновеликого по площади отпечатку колеса расчетного автомобиля. Причем ни слова о том, что, судя по определению, упругая деформация определяется в вертикальном направлении, а величина, к которой она относится, — в горизонтальном направлении. По меньшей мере непонятно!

Но ведь дорожная одежда представляет собой сочетание слоев из разных материалов и, следовательно, является не материалом, а конструкцией. При этом каждый слой дорожной одежды — это тоже не материал, а конструкция. И по правильному «прочнистскому» определению у слоя не может быть модуля упругости, а вот жесткость, представляющая собой произведение модуля упругости на его толщину (Eh), может быть, и называется она жесткостью при растяжении (сжатии). Может также быть и изгибная жесткость EJ , где J является моментом инерции (для слоя толщиной h момент инерции $J = 1/12 h^3$ и потому изгибная жесткость слоя $Eh^3/12$).

Заметим для корректности, что асфальтобетон и бетон — это материалы, не одинаково сопротивляющиеся деформациям растяжения и сжатия. Поэтому использовать понятие изгибной жесткости в случае, когда изгибается слой из асфальтобетона, нельзя, ибо при изгибе часть сечения сжимается (а значит, здесь надо использовать модуль упругости асфальтобетона при сжатии), а другая часть сечения растягивается (и здесь надо использовать модуль упругости асфальтобетона при растяжении). Ситуация еще сложнее, если вспомнить, что в слоях дорожной одежды реализуется не одноосное, а, как минимум, плоское напряженное состояние.

Мы уже отмечали в материалах круглого стола [9], что с научной точки зрения не существует модуля упругости дорожной одежды, а есть модуль упругости материала. Дорожная одежда является не материалом, а конструкцией. Давно пора перейти от примитивных формул, основанных на неправильных понятиях, к расчету с использованием деформационных моделей, учитывающих и кратковременные свойства материалов (в том числе нелинейность деформирования и неодинаковость работы при растяжении и сжатии), и длительные свойства (ползучесть, релаксация, длительная прочность).

Исходя из этого мы полагаем, что пора уже повысить уровень прочностной подготовки дорожников, увеличив количество часов на изучение не только сопротивления материалов, но и теории упругости, пластичности и ползучести, чтобы в расчетах использовались не примитивные формулы, свидетельствующие о прочностной безграмотности разработчиков и пользователей, а правильные формулы, опирающиеся на корректные понятия.

Обратим внимание также на еще один момент, относящийся к вопросу применения геосинтетических материалов при армировании тех же дорожных одежд. Еще из курса сопротивления материалов известно, что при изгибе балок и пластин из линейно-упругого материала посередине их высоты проходит так называемая нулевая линия, или нулевая плоскость, называемые так потому, что напряжения в них нулевые, т.е. их нет! Но на практике нередко встречается ситуация, когда геосетку для армирования укладывают именно посередине высоты армируемого слоя. Но ведь армирование сначала широко применялось в железобетонных конструкциях, и мы ни разу не видели, чтобы рабочей арматурой армировали балки или плиты по-

середине высоты. Обычно арматура размещается в растянутых зонах сечений, чтобы воспринимать именно те усилия, на которые она рассчитана, т.е. растягивающие. Почему же при использовании геосинтетических материалов дорожники придумывают какие-то свои схемы армирования, которые не имеют ничего общего с положениями прочностных дисциплин?

К сожалению, мы встречались с публикациями по оценке эффективности применения геосинтетических материалов для армирования дорожных одежд при экспериментальном и теоретическом исследовании прочности армированных геосинтетическими материалами модельных конструкций дорожных одежд, в которых использовались некорректные формулы далеко за областью их возможного применения.

Например, в статье [10] описывается проведение испытаний трехслойной дорожной одежды, нижний слой которой выполнен из пористого крупнозернистого асфальтобетона I марки толщиной 50 мм, верхний слой — из горячей плотной мелкозернистой асфальтобетонной смеси типа Б I толщиной 50 мм, между этими слоями располагалась армирующая полиэфирная или стеклосетка. Для испытания изготавливались образцы размерами 400×100×100 мм. Детали технологии изготовления образцов и проведения их испытаний по схеме трехточечного изгиба изложены в [10]. Предел прочности испытываемого образца на растяжение при изгибе определялся «согласно ГОСТ 12801-98» по формуле:

$$R_{\text{изг}} = (3Pl/2bh^2) \cdot 10^{-2} \quad (1)$$

в которой P — приложенная нагрузка (н), l — расстояние между опорами (см), b — ширина образца (см), h — высота образца (см), 10^{-2} — коэффициент пересчета в МПа.

К сожалению, дорожники нередко приводят формулы в различных руководствах, а затем и используют эти формулы без анализа областей их применимости, что и произошло в рассматриваемом случае.

Покажем, откуда взялась формула (1). В случае трехточечного изгиба (рис. 1) имеем треугольную эпюру изгибающих моментов с максимальным значением момента в середине балки

$$M_{\text{max}} = Pl/4 \quad (2).$$

Максимальное напряжение в наиболее удаленном волокне балки прямоугольного сечения (шириной b и высотой h), изготовленной из однородного линейно-упругого одинаково работающего на растяжение и сжатие материала при условии справедливости гипотезы плоских сечений, определится по известной даже еще из курса «Сопротивление материалов» «зеркальной» формуле:

$$\sigma_{\text{max}} = M/W \quad (3)$$

где M — изгибающий момент в сечении, W — момент сопротивления сечения, равный в нашем случае

$$W = bh^2/6 \quad (4)$$

Подставляя в (3) выражения для изгибающего момента (2) и момента сопротивления (4), получим выражение для максимального напряжения:

$$\sigma_{\text{max}} = (Pl/4)/(bh^2/6) = 3Pl/2bh^2 \quad (5),$$

которое с точностью до коэффициента пересчета в Мпа 10^{-2} совпадает с выражением (1), да по сути дела им и является.

А теперь вспомним, какие гипотезы были использованы при выводе этой формулы. Во-первых, гипотеза плоских сечений, предполагающая линейный закон распределения деформаций по высоте сечения. Это часто используемая гипотеза при расчете изгибаемых элементов, и она справедлива при отсутствии больших сдвиговых деформаций. Она предполагает соблюдение принципа Сен-Венана, который гласит, что способ приложения и распределения сил к призме безразличен для эффектов, вызванных на остальной длине, если рассматриваемое сечение удалено от зон приложения сил на расстояние, равное или превышающее геометрические размеры сечения (опять же для однородных материалов). Однако высота сечения 100 мм при расстоянии между зонами приложения внешних сил 150 мм исключает существование такого сечения и, как следствие, говорит о несоблюдении принципа Сен-Венана и недопустимости применения гипотезы плоских сечений как допущения без соответствующего обоснования.

Рассмотрим теперь гипотезы о свойствах материала изгибаемого образца (балки). Формула (5) выведена в предположении, что материал балки однороден, то есть его свойства одинаковы по всему сечению. В рассматриваемом случае балка состоит из двух слоев разного асфальтобетона с различными свойствами, что говорит о возможном отклонении положения нейтральной оси в сечении от его геометрического центра. Кроме того, между слоями асфальтобетона проложен армирующий материал, влияние которого в формуле (5) или (1) никак не отражено. А ведь исследование было затеяно именно с целью анализа влияния этого материала!

Далее, при выводе формулы (3) предполагалось, что материал всего сечения балки работает линейно упруго, то есть для него справедлив закон Гука. Понятно, что асфальтобетон является материалом с нелинейной диаграммой деформирования, причем он неодинаково работает на растяжение и сжатие (на сжатие гораздо лучше, чем на растяжение). А значит, при выводе формулы для определения напряжений нужно учесть эти эффекты, чего сделано не было. Заметим очевидный факт, что нижний слой асфальтобетона будет работать преимущественно на растяжение, а верхний слой преимущественно на сжатие (в зависимости от того, где пройдет нейтральная линия).

Напомним уважаемым дорожникам, что задача расчета даже простой изгибаемой балки в данном случае становится статически неопределимой и использование только гипотезы плоских сечений не спасает положения — нужны дополнительные уравнения деформирования и дополнительные механические характеристики материалов (например, в виде диаграмм деформирования материала обоих слоев и армирующего материала при растяжении и сжатии).

Интересно также, что если работа верхнего слоя при сжатии будет такой же, как и работа нижнего слоя при растяжении, то из-за одинаковой высоты слоев армиру-



ющая прослойка расположится на нейтральной линии и не будет давать никакого вклада в работу балки.

С учетом сказанного сравнение результатов расчета, полученных с использованием формулы (1), можно трактовать только как сравнение разрушающей нагрузки P для различного типа образцов (пронормированной определенным образом). А так как значения такой пронормированной нагрузки согласно табл. 5 статьи [10] для случая наличия арматуры больше, чем в случае отсутствия арматуры, то, следовательно, влияние арматуры сказывается, а значит, асфальтобетон в верхнем и нижнем слоях балки работает неодинаково. Это еще раз подтверждает правильность высказанных нами замечаний по поводу учета областей применения используемых формул.

Мы уже неоднократно указывали уважаемым дорожникам, что для расчета многослойных дорожных одежд можно использовать подход, согласно которому строится обобщенная модель дорожной одежды, представляющая собой сочетание модели конструкции (в качестве такой модели можно использовать теорию многослойных пластин с учетом сдвига, работающих на упругом основании

по какой-либо модели упругого основания), модели материала (в качестве такой модели можно использовать модель нелинейного разносопротивляющегося материала при кратковременном нагружении (или же, например, наследственную теорию ползучести при длительном нагружении)), модели нагружения (в которой учитывается характер прикладываемой к дорожной одежде нагрузки, ее статический или динамический характер и т.п.), модели воздействия внешней среды (здесь может использоваться уравнение теплопроводности для учета воздействия температуры) или другие известные модели для учета влияния агрессивной эксплуатационной среды), модели наступления предельного состояния (здесь можно использовать ту или иную теорию прочности или теорию накопления повреждений). Современные методы решения дифференциальных или интегро-дифференциальных уравнений, к которым сводится задача расчета многослойных дорожных одежд, при таком подходе позволяют с помощью использования мощных программных комплексов провести моделирование поведения дорожных одежд на современном уровне.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Овчинников И.И., Ильченко Е.Д., Овчинников И.Г. О корректности применения некоторых терминов в дорожной отрасли и областях применения используемых формул // Транспорт: проблемы и перспективы: Сборник материалов Международной научно-практической конференции / под общ. ред. В.В. Харина. — Курган: КИЖТ. УрГУПС, 2016. — 180 с. С. 172–176.
2. Овчинников И.И., Ильченко Е.Д., Овчинников И.Г. О необходимости корректного использования расчетных формул строго в областях их применения при расчете дорожных конструкций // Ресурсоэнергоэффективные технологии в строительном комплексе региона. Сборник научных трудов по материалам V Международной научно-практической конференции. Саратов. 2017. С. 364–368.
3. Матвеев С.А., Краснощеков Ю.В., Кадисов Г.М., Мартынов Е.А., Малофеев А.Г. Анализ сложившейся терминологии при расчете дорожных одежд на прочность // Наука и техника в дорожной отрасли, 2019, № 3. С. 37–38.
4. ГОСТ Р 59918-2021 Дороги автомобильные общего пользования. НЕЖЕСТКИЕ ДОРОЖНЫЕ ОДЕЖДЫ. Методики оценки прочности. Москва, Российский институт стандартизации 2022. 54 с.
5. Овчинников И.Г., Овчинников И.И. Недостатки прочностной подготовки специалистов в дорожной отрасли // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. Материалы Международной научно-практической конференции г. Пермь, 5–6 ноября 2020 г. Изд. ПНИПУ. 2020. С. 320–324.
6. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов / под ред. Г.С. Писаренко. — 2-е изд., перераб. и доп. — Киев: Наукова думка, 1988. — 736 с.
7. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов: учеб. для вузов. — 10-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. — Т. 2. — 592 с. — (сер. Механика в техническом университете.)
8. Справочник дорожных терминов / В.В. Ушаков [и др.]; под общ. ред. В.В. Ушакова. — М., 2005. — 257 с.
9. Дорожные одежды для мостовых сооружений (круглый стол) // Дороги. Инновации в строительстве, № 56, октябрь/2016. С.102.
10. Кокодеева Н.Е., Андронов С.Ю., Малышев Е.В., Мельников М.И., Хижняк Е.М. Применение геосинтетических материалов при армировании асфальтобетонных слоев дорожной одежды // Дороги. Инновации в строительстве. 2016. №51. С. 36–40.

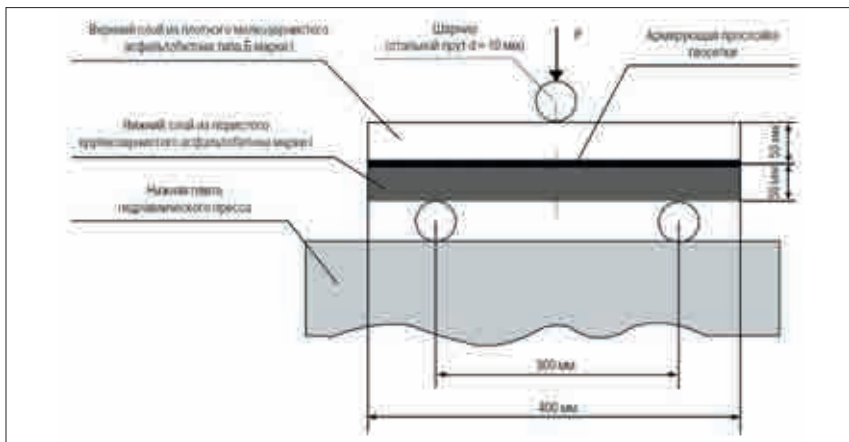


Рис. 1. Испытание трехслойного образца по схеме трехточечного изгиба [10]

Новые решения для мостостроения, или как увеличить срок службы моста

Мостостроение — это не только процесс проектирования и непосредственно возведения мостов, но и огромный объем научно-исследовательской работы, направленной на разработку новых материалов и технологий. Проектировщикам и строителям часто приходится сталкиваться с выбором решений, которые позволяют строить сооружения с более продолжительными сроками службы.



В ассортименте «Газпромнефть — Битумные материалы» в общей сложности свыше 300 наименований продукции. В собственном Научно-исследовательском центре разрабатываются и тестируются материалы, среди которых уже целый комплекс решений для применения при строительстве мостов и иных искусственных сооружений. При этом есть материалы, полностью замещающие иностранные аналоги. На мостовых сооружениях возможно применение различных разработок «Газпромнефть-БМ», но особого внимания заслуживают следующие:

«Брит» жидкая резина Мост — материал для устройства надежной гидроизоляционной мембраны пролетных строений. Это двухкомпонентный состав, отличающийся высокими гидроизоляционными свойствами. Его преимущества: скорость производства работ, возможность устройства бесшовной гидроизоляционной мембраны в самых труднодоступных местах (например, у закладных деталей), отличная адгезия к основанию пролетных строений, высокий показатель теплостойкости материала, который предусматривает укладку, в том числе литой асфальтобетонной смеси, непосредственно на гидроизоляционную мембрану.



Полиуретановые герметики «Ижора» — высокоэластичный материал с высокой адгезией к основанию. Отличается прочностью сцепления со всеми типами оснований, эластичностью, в том числе при отрицательных температурах, повышенной морозостойкостью и стойкостью к ультрафиолету.

Одна из последних разработок 2022 года — **мастика «Брит» Торма Мост** для устройства щебеночно-мастичных деформационных швов закрытого типа. Продукт полностью импортозамещающий и по некоторым показателям даже превосходящий зарубежные аналоги.

Герметизирующую мастику «Брит» Торма Мост уже успешно применили на таких объектах, как М-11 «Нева», Западный скоростной диаметр и развязка Пулковского шоссе в Санкт-Петербурге, Алабяно-Балтийский тоннель в Москве. Мастика сохраняет свои качественные характеристики даже при низких температурах — до -45°C .

Эксперты собственного Научно-исследовательского центра «Газпромнефть — Битумные материалы» могут разрабатывать продукты в соответствии с индивидуальными требованиями заказчиков. В качестве примера можно привести **один из уникальных материалов — тяжелую мастику с плотностью $1,8\text{ кг/м}^3$ для заполнения шпоночных колодцев деформационных швов на гидротехнических сооружениях плотинного типа**. Этот продукт уже успешно применяется на комплексе защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений.

Преимущество «Газпромнефть — Битумные материалы» — в комплексном подходе, сочетании качественного продукта и полного цикла сопутствующих услуг. Предприятие ведет открытый диалог со всеми игроками отрасли: государственными регуляторами, поставщиками и дорожными строителями, следит за тенденциями на рынке и в науке, старается быть всегда на шаг впереди.



Сравнение параметров уплотнения АБС с помощью гираторного уплотнителя и компактора Маршалла



Ахмедьяров Р. Р.
главный технолог
ООО «Компания Би Эй Ву»



Небрятенко Д. Ю.
к. х. н.
доцент кафедры
«Автомобильные дороги,
аэродромы, основания
и фундаменты»
ФГАОУ ВО Российский
университет транспорта
РУТ (МИИТ)



Рис. 1. Гираторный (вращательный) уплотнитель и компактор Маршалла (справа)



Рис. 2. Смесительная лабораторная установка Bitumix

С учетом активного внедрения новых методов и аппаратов в дорожное и мостовое хозяйство нашей страны в арсенале производителя и исследователя сегодня могут присутствовать как минимум три варианта уплотняющей лабораторной техники: гиратор, секторный компактор и компактор Маршалла (рис. 1). Для чего нужны такие приборы? Чтобы получить идеально уплотненный образец асфальтобетонного покрытия, который потом можно рассматривать в качестве эталонного. Это подтверждается и тем, что для каждого из них назначен специальный алгоритм уплотнения. В результате прилагаемой нагрузки должен получаться образец с требуемым комплексом свойств. То же самое было и в прошлом, когда уплотнение проводили прессованием с огромными и излишними, с точки зрения сегодняшнего дня, нагрузками. Этот метод был настолько жестким, что в ходе его проведения грубо ломали внутреннюю структуру образца, но все же получали некую среднюю плотность, которую в дальнейшем брали за основу и на которую ориентировались в части достижения коэффициента уплотнения и физико-механических показателей.

Однако часто оказывается, что компактор Маршалла, в отличие от гиратора, не позволяет достичь нужного результата. Чем крупнее в смеси щебень и чем его там больше, тем хуже Маршалл справляется с задачей. В связи с тем, что смеси с количеством щебня меньше 50% довольно пластичные, уплотнить их ударным способом вполне возможно. Но при большом количестве щебня при ударах уплотнения не получается. Эту теорию и было решено проверить в лаборатории в ходе сравнительных испытаний.

Для чистоты эксперимента он проводился на ЩМА-20, полученном с одного из АБЗ, расположенного в Московской области. Для независимой оценки ее уплотнения специально была выбрана смесь с высоким содержанием

ем щебня, не привязанная к методике ни Superpave, ни Маршалла. Масса смеси была около 35 кг. Для получения однородности по зерновому составу и температуре смесь помещалась в мешалку Bitumix. Достоинство такой мешалки, производимой компанией Controls, в том, что она работает как сушильный шкаф, поддерживающий температуру 135 °С, т.е. температуру уплотнения, в течение всего времени работы. Рядом в сушильном шкафу также при 135 °С грелись формы для гиратора и Маршалла.

Уплотнение проводилось в соответствии с действующими стандартами: 4 образца на гираторе при 100 оборотах и 4 образца на компакторе Маршалла при 50 ударах с каждой стороны. Надо сказать, что внешне образцы очень сильно отличаются (рис. 3). Сразу обращает на себя внимание грубая и неоднородная поверхность образцов Маршалла, с далеко отстоящими друг от друга щебенками. Маленький диаметр формы (101 мм) тут явно не идет на пользу, потому что зернам внутри негде повернуться и распределиться правильным образом. Стенки формы действуют на них как дополнительная опалубка, что критически отличает этот метод от уплотнения в естественных условиях — на дороге. Конечно, предварительное штыкование дает некоторый эффект компоновки структуры, но, как видно на фото (рис. 3), если образец имеет в своем составе большое количество щебня, то одного штыкования недостаточно. И если такое происходит даже в смеси с максимальным размером — 16 мм (а в форме диаметром 101 мм разрешено уплотнять смеси и с более крупным зерном), то в случае зерен размером свыше 22,5 мм ухудшение будет только нарастать.

Далее определяли объемную плотность образцов — собственно, это и было основной целью сравнительных испытаний. При Маршалле она оказалась недоуплотненной, ее объемная плотность была 2,40 с воздушными пустотами около 6,5%, в гираторном образце плотность составила 2,46 и пустоты — в районе 4% (рис. 4). Этот результат подтвердил ожидания: одна и та же смесь в разных приборах уплотнилась по-разному. А это уже противоречит основному принципу получения образцов в лабораторных условиях, поскольку уплотнители нужны именно для того, чтобы получать образцы, по свойствам близкие к идеальным.

С целью провести визуальное сравнение компоновки каркаса образцы распилили на пильном станке MultiSaw



Рис. 3. Внешний вид образцов:
1 — гиратор: масса образца 5 кг, однородный;
2 — Маршалл: масса образца 1,2 кг, неоднородный

компнии Controls, спроектированном для работы с асфальтобетонными образцами различного вида: цилиндрическими, образцами-плитами, кернами. Станок оснащен диском большого диаметра, подводом воды для «мокрого реза», с большим количеством шаблонов для облегчения работы. Особое внимание уделяется соблюдению важной в данном случае параллельности и перпендикулярности получаемых поверхностей после распилов.

Наблюдалось и различное поведение вяжущего, а именно его распределение в получаемых образцах. Так, у гираторных образцов структура классическая, с тонкими пленками, контрастными очертаниями камня, очень похожая на то, что наблюдается при выпиливании кернов из реального покрытия. А образцы после компактора Маршалла как будто переобогатили битумом. Упаковка зерен выглядит хаотично, даже глубоко в теле образца обнаруживаются относительно объемные полости. При внимательном рассмотрении можно увидеть места с мелко раскрошенным щебнем. Дефекты поверхности, вызванные плохой компоновкой щебня, уходят на глубину до трети высоты образца, и это не прибавляет такому образцу доверия (рис. 5).

Подведем итоги сравнительного эксперимента. В результате уплотнения двумя различными одновременно действующими стандартизованными способами на одной и той же смеси было получены совершенно разные по качеству образцы. Важно отметить, что структура и свойства образцов с высоким содержанием щебня, полученных уплотнением на компакторе Маршалла, не воспроизводят керна из дорожного полотна. С этим лучше справляется гираторный компактор.

При этом щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) — это смесь с достаточно конкретными свойствами, баланс материалов в ней колеблется в узких пределах. Получается, что оценка ее пригодности напрямую может зависеть от того, каким прибором производится ее уплотнение в лаборатории. С Маршаллом исследователь попадет в ловушку.

В первом случае, если при подборе ориентироваться на те данные, которые будут на нем получаться, придется переделывать заведомо приличный рецепт в сторону большей его пластичности и уплотняемости. Это приведет к смещению зернового состава, а может быть, к пересмотру количества вяжущего и рецепту худшего качества, чем могло быть.

Если же по какой-то причине такой недоуплотненный образец Маршалла будет все-таки принят за ориентир и на объекте будем уплотнять смесь до таких значений, то она получится излишне пористой, что повлечет за собой ряд проблем: уменьшение водостойкости и следовательно плохую морозостойкость. Она будет продолжать доуплот-



Рис. 4. Гидростатическое взвешивание для определения объемной плотности образцов

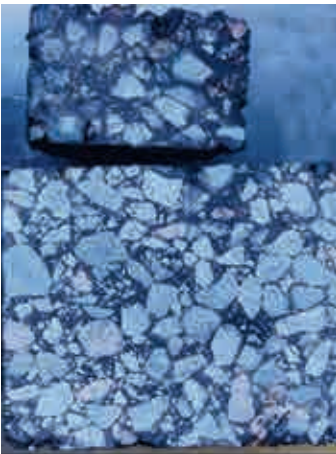


Рис. 5. Распил образцов после уплотнителя Маршалла (вверху) и гиратора (внизу)

няться в процессе эксплуатации, а значит, получит колею по полосам наката. Как следствие — снижение долговечности и эксплуатационных свойств слоя.

В гираторном уплотнении плюсы перевешивают кажущиеся минусы. Единственный из предъявляемых сегодня аргументов против — высокая стоимость по сравнению с Маршаллом. При этом основное преимущество гиратора в том, что лаборант получает не просто конечную цифру, крен, результат. Он также понимает, как происходил сам процесс уплотнения, может проанализировать его общую динамику, посмотреть данные в ключевых моментах (N начальное, N проектное и N максимальное, да и вообще на любом обороте гиратора), сравнить эти данные с образцами в серии, посмотреть, как сегодняшние образцы уплотняются по отношению к вчерашним или в момент их проектирования (рис. 6). Встроенные весы и выжимное устройство, отсутствие шума при уплотнении, запись данных для последующей обработки, расчеты пустот и объемной плотности на каждом обороте, возможность постобработки и хранения данных в электронном виде — все это, конечно, стоит денег, но и дает другие возможности.

Систематический анализ получающихся данных даст подрядчику и заказчику возможность анализировать не только качественные показатели используемых строительных материалов, но и стабильность качества поставляемых на дорожные объекты компонентов асфальтобетонных смесей и соблюдение режимов их хранения и переработки. А электронная система учета и хранения данных улучшит функции контроля и систематизации производимых технологических операций.

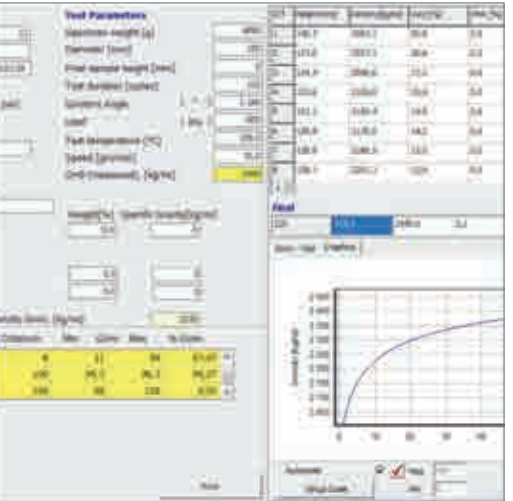


Рис. 6. Диалогово-аналитическое окно программного обеспечения гираторного компактора Galileo (изготовитель Controls)



**Для развития и перспектив
есть основания**

**СОВРЕМЕННЫЕ
БИТУМОПРОИЗВОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ НАДЕЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

- Повышают срок службы дорожного покрытия
- Предотвращают появление дефектов
- Оптимизируют затраты на эксплуатацию
- Применимы во всех климатических зонах
- Допускают нанесение как ручным, так и механизированным методом



АО «АРЕАН-ГЕОСИНТЕТИКС»

Официальный дистрибьютор продукции марки «Брит»
производства «Газпромнефть – Битумные материалы»
197348, г. Санкт-Петербург, Коломяжский пр., 18, офис 4-095

+7 (812) 305 90 40
+7 (812) 305 90 41

info@areangeo.ru



МЕЖОТРАСЛЕВАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ
2023



30 - 31 МАРТА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
ОЧНО/ОНЛАЙН



РЕГИСТРАЦИЯ НА САЙТЕ
WWW.BITUMCONFERENCE.RU

Инструментальный контроль герметичности гидроизоляции на мостах

Гидроизоляционное покрытие (далее — покрытие) является неотъемлемой частью пролетных строений мостовых сооружений, которое призвано защитить от влаги конструкционные материалы, обеспечить долговечность и безопасность сооружения. До недавнего времени контроль качества покрытия на мостах сводился к осмотру его поверхности без дорожного покрытия и обследованию наружной части пролетных строений с целью обнаружения следов протекания воды: высолов бетона или потеков ржавчины.

В 2021 году впервые в истории транспортной отрасли принят ГОСТ Р 59181 «Дороги автомобильные общего пользования. Мостовые сооружения. Методы неразрушающего контроля сплошности диэлектрических гидроизоляционных покрытий на пролетных строениях». Проведение неразрушающего контроля в соответствии с требованиями национального стандарта позволяет обнаруживать дефекты в любых диэлектрических покрытиях, обеспечить достоверную оценку качества гидроизоляционных работ, проверять качество отремонтированных участков покрытия до устройства последующего слоя дорожной одежды.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СТАНДАРТА

Стандарт распространяется на диэлектрические гидроизоляционные покрытия из мастичных, рулонных и полимерных материалов и устанавливает методы неразрушающего контроля их сплошности после устройства на плитах проезжей части мостов, выполненных из стали или железобетона. В разработке ГОСТ Р 59181-2021 активное участие принимали генеральный директор ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП» Александр Дубровский и научный сотрудник Уральского федерального университета к. х. н. Иван Сипатов.

Окончательная редакция национального стандарта, подготовленная совместно с экспертным сообществом — теоретиками и практиками мостостроения, учитывает возможности электрических методов для поиска дефектов в диэлектрических покрытиях или защитно-сцепляющих слоях и специфику выполнения работ на мостовых сооружениях. Эффектом от внедрения нового национального стандарта должно стать увеличение межремонтных сроков мостов за счет обнаружения 100% дефектов покрытия и их устранения до устройства вышележащего слоя дорожной одежды. Следствием применения данного национального стандарта также будет повышение эффективности затрат на строительство, ремонт, капитальный ремонт и реконструкцию мостовых сооружений, а также улучшение качества жизни всех соотечественников и гостей РФ.

Компания ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП» является разработчиком специализированного оборудования и материалов для систем предупреждения протечек «КОНТРОЛИТ», основным элементом которой является технология сверхточной инструментальной диагностики герметичности гидроизоляции — Изотест, которая выполняется с применением одноименного оборудования неразрушающего контроля. Компания также руководит сетью лабораторий неразрушающего контроля сплошности покрытий, которые оказывают услуги по всей территории РФ.

ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ НЕДОСТАТОЧНО

Гидроизоляционные покрытия защищают конструктивные элементы мостов, а также зданий жилого и производственного назначения. Сплошность (герметичность) таких покрытий — ключевой параметр, характеризующий их качество. Наиболее часто дефекты покрытий на мостах располагаются вблизи конструктивно сложных участков (воронки водоотводных трубок, сопряжения с цоколями дорожных ограждений и т.п.). Кроме того, риск возникновения дефектов в покрытии многократно возрастает при допуске техники и рабочих для проведения смежных работ, кроме устройства последующего слоя дорожной одежды. Все это обуславливает острую необходимость в проведении инструментального контроля не только сразу после устройства покрытия, для подтверждения его качества, но и непосредственно перед началом устройства последующего слоя дорожной одежды.

При этом в принятых ранее нормативных документах [1–3] контроль качества гидроизоляционных покрытий на плитах проезжей части мостов ограничен лишь визуальным контролем, а приемку гидроизоляционных работ осуществляют по актам освидетельствования скрытых работ. К сожалению, в действующих общестроительных нормативных документах Минстроя России [4–5] также отсутствуют требования по инструментальному контролю качества выполненных гидроизоляционных работ. Учитывая прямую корреляцию качества покрытия и долговечности дорожной одежды, а также наличие неразрушающих методов контроля и их подтвержденную эффективность, визуального контроля недостаточно, чтобы гарантировать сплошность покрытий.

Известные методы поиска дефектов (гидроиспытания, инфракрасная термография и электровекторное картирование) требуют более или менее существенного увлажнения поверхности покрытий, подлежащей контролю. Однако они неприменимы на мостах по следующим причинам:

- требуется большой объем воды из-за уклона;
- точность определения местоположения дефекта низкая, т.к. точки проникновения воды и ее проявления обычно не совпадают;
- требуется сушка покрытия для выполнения последующих ремонтно-строительных работ;
- на участках с дефектами возможно проникновение воды к плитам проезжей части.

Вода и водные растворы пагубно влияют на конструкции из бетона и стальные конструкционные элементы мостов. Особенно негативное воздействие происходит при переходе температуры через нулевую отметку, т.к. объем воды при замерзании изменяется на 9–10%.

Основные функциональные требования к покрытиям следующие:

- водо- и воздухонепроницаемость при любых условиях;
- совместимость с асфальтобетонной смесью и хорошая адгезия между конструкцией мостового сооружения и асфальтобетонной смесью;
- механическое сопротивление действию нагрузки и теплового расширения;
- сопротивляемость действию противогололедных реагентов;
- устойчивость к воздействию высоких температур в процессе укладки горячей асфальтобетонной смеси.

В современных условиях для контроля сплошности покрытий применяют электроискровой и электролитический методы. ГОСТ Р 59181 устанавливает правила проведения контроля сплошности покрытий данными методами на пролетных строениях мостов. Оба метода позволяют обнаруживать точное местоположение дефекта в покрытии.

При этом для осуществления контроля сплошности покрытий на мостах электроискровой метод более эффективен, чем электролитический, по следующим причинам:

- охватывает больший диапазон толщин покрытий — от 0,2 до 8,0 мм;
- более высокая скорость проведения контроля;
- отсутствие необходимости использовать электролит;
- возможность проведения контроля покрытия под любым углом.

ПРОВЕРКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭЛЕКТРОИСКРОВОГО МЕТОДА

Эффективность применения электроискрового метода для обнаружения дефектов в покрытиях проверяли в ходе натурных испытаний в аттестованной лаборатории ООО «МИП «НИЦ Мостов и Сооружений» при непосредственном участии научных сотрудников МАДИ и производителей гидроизоляционных материалов. Работы проводили на железобетонных и стальных объемных моделях плит проезжей части мостов с покрытиями из мастичных, рулонных и полимерных материалов. Для реализации электроискрового метода контроля использовали дефектоскоп «Изотест 2.0». Испытания подтвердили отсутствие разрушающего действия электроискрового метода на покрытия даже при высоковольтном воздействии при сверхнормативной выдержке электрода на одном участке поверхности: в течение 30 с под напряжением до 30 и 40 кВ на стальных и железобетонных образцах соответственно. При этом нормативная скорость перемещения электрода в ходе контроля — 0,2–0,3 м/с. Дополнительно проводили оценку влияния электроискрового метода на адгезию покрытий к объемным образцам плит проезжей части из стали и железобетона. Все проходившие испытания покрытия показали: до и после высоковольтного воздействия уровень адгезии лучше, чем предписывают нормативные требования. Таким образом, натурные испытания в аттестованной лаборатории ООО «МИП «НИЦ Мостов и Сооружений» подтвердили эффективность электроискрового метода для обнаружения дефектов (проколов, порезов) в покрытиях разных типов, с использованием электроискрового дефектоскопа «Изотест 2.0» производства ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП».

Испытания по обнаружению дефектов в битумных рулонных и полимерных покрытиях, устроенных на плитах проезжей части вновь возводимых и реконструируемых

мостов, подтвердили результаты натурных испытаний, касающиеся эффективности электроискрового метода. При обследовании покрытий на мостах были выявлены группы видимых и плохо различимых при визуальном контроле дефектов (рис. 1, 2). К первой группе относятся повреждения острыми предметами (рис. 3) и тяжелой техникой, ко второй — неповаренные стыки рулонной гидроизоляции (рис. 4) и перегретые участки (рис. 5), дефекты вблизи водоотводных трубок, а также участки вблизи сопряжения с опорами ограждений (рис. 6). Испытания также подтвердили, что для электроискрового метода мелкозернистая посыпка на поверхности покрытия не мешает проведению контроля.



Рис. 1



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4



Рис. 5



Рис. 6

ПРАВИЛА КОНТРОЛЯ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ НА МОСТАХ

Результаты испытаний электроискрового метода для контроля сплошности покрытий на мостовых сооружениях позволили внести новые требования в национальный стандарт. Во избежание повреждения качественного покрытия в ГОСТ Р 59181 добавлено требование о необходимости исключить перемещение по поверхности покрытия техники, инструмента и оборудования, кроме случаев устранения выявленных дефектов в покрытии (без риска его повреждения), а также исключить производство иных работ, кроме устройства дорожной одежды.

Таким образом, для проведения контроля покрытия целесообразно соблюдать следующие правила:

- проводить контроль после устройства покрытия;
- для выявления неочевидных или трудноразличимых дефектов покрытия необходимо в первую очередь обследовать проблемные участки — места вблизи деформационных швов, воронок водоотводных труб, нахлестов слоев гидроизоляции, сопряжения с цоколями дорожных ограждений, у стыков с бортовым камнем и сменных укладок и другие конструктивно сложные участки;
- проводить контроль после проведения смежных работ (установка опор освещения, ограждений и т.п.) или допуска техники на незащищенную поверхность покрытия и/или непосредственно перед укладкой следующего за покрытием слоя дорожной одежды (позволит разграничить ответственность между подрядными организациями);
- контроль сплошности покрытия следует проводить в объеме, соответствующем требованиям заказчика: полностью или на основе многоступенчатых выборочных методов контроля по ГОСТ Р ИСО 2859-1.

Планы контроля, устанавливающие объемы выборки на ступенях контроля, критерии приемки и контрольный уровень качества должны быть указаны заказчиком, согласованы остальными заинтересованными сторонами и указаны в технологическом регламенте, разработанном применительно к каждому мостовому сооружению. Это согласуется с требованиями, изложенными в [3]. Решение о качестве покрытия и последующих мероприятиях по его контролю следует принимать с учетом соответствия зафиксированного качества установленному в технологическом регламенте контрольному уровню.

СОВРЕМЕННЫЙ МЕТОД КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ГИДРОИЗОЛЯЦИОННОГО ПОКРЫТИЯ

Электрические методы активно используют во всем мире для контроля сплошности (герметичности) покрытий на металлических (токопроводящих) и бетонных (условно токопроводящих) основаниях с целью обнаружения в них дефектов, приводящих к проникновению воды и как следствие — к коррозии или эрозии конструктивных элементов сооружений. Использование электрических методов регламентировано, в частности, для контроля качества защитных покрытий на железнодорожных мостах в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» [6].

Суть электрических методов — электролитического и электроискрового — состоит в том, что гидроизоляционные материалы, используемые при устройстве дорожной одежды мостов, являются диэлектриками, а плиты проезжей части, выполненные из стали или железобетона, — токопроводящими основаниями. Таким образом, дефектоскоп (прибор для измерения сплошности покрытия) фиксирует электрический пробой в том месте, где имеется дефект диэлектрического покрытия, напряжением, приложенным между токопроводящим основанием и расположенным на покрытии электродом. При этом электролитический метод применим для контроля качества покрытия только на стальных плитах проезжей части, а область применения электроискрового метода шире, как можно видеть в **табл. 1**.

ЭЛЕКТРОИСКРОВОЙ ДЕФЕКТОСКОП «ИЗОТЕСТ 2.0» — ГАРАНТИЯ ВЫСОКОЙ ТОЧНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЕФЕКТОВ

Электроискровые дефектоскопы «Изотест 2.0» производит ООО «К-СИСТЕМС ГРУПП» — отечественный разработчик систем предупреждения протечек «Изотест», резидент Сколково.

Электроискровой метод контроля позволяет с высокой точностью обнаружить местоположение каждого дефекта независимо от природы и времени его возникновения до момента устройства вышележащего слоя дорожного покрытия или иного слоя материала (грунта, настила). Электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» является точным и надежным инструментом для специалистов неразрушающего контроля, который позволяет обеспечивать 100-процентную гарантию качества сдаваемых гидроизоляционных ра-

бот. На сегодня с помощью электроискрового дефектоскопа «Изотест 2.0» проверено более 6 000 000 м² гидроизоляционных покрытий.

Применение электроискрового дефектоскопа «Изотест 2.0» позволяет работать со всеми типами современных покрытий, не имеющих в своем составе токопроводящих пигментов и наполнителей, производить работы по абсолютно сухому покрытию (то есть еще до возникновения протечки). Электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» позволяет обнаруживать дефекты на ранней стадии их возникновения с размером от укола канцелярской булавкой и больше, при этом точность определения участка с дефектом составляет до ± 0,1 мм.

Электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» применяют при приемочном, периодическом (сезонном) и внеплановом контроле сплошности (герметичности) покрытий. Своевременное проведение инструментального контроля позволяет устанавливать ответственных за некачественное выполнение гидроизоляционных работ или нарушение сплошности ранее проверенных

качественных покрытий. Неразрушающий контроль покрытия электроискровым методом может быть элементом системы организационных мероприятий по снижению риска повреждения качественных покрытий на мостах в ходе строительных и ремонтных работ.

Эффектом от использования электроискрового метода контроля является повышение надежности покрытия на плитах проезжей части мостов, а значит, и долговечности сооружений в целом. В заключение необходимо отметить, что электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» также активно применяют для контроля качества покрытий на многих других объектах капитального строительства: фундаментах, паркингах, стилобатах, плоских кровлях и т.д.

Сегодня электроискровой дефектоскоп «Изотест 2.0» является единственным инструментом неразрушающего контроля на рынке СНГ, способным гарантировать сплошность гидроизоляционного покрытия на плитах проезжей части мостов до устройства последующего слоя дорожной одежды.

ЛИТЕРАТУРА:

1. ГОСТ 32731–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению строительного контроля. М.: Стандартинформ, 2014.
2. СП 79.13330.2012 Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Актуализированная редакция СНиП 3.06.07–86 (с Изменениями №№1, 2, 3, 4). М.: Минрегион России, 2012.
3. СТО НОСТРОЙ 2.29.113–2013 Мостовые сооружения. Устройство покрытий на мостах и искусственных сооружениях. М.: НОСТРОЙ, 2013.
4. СП 17.13330.2017 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II–26–76 (с Изменениями №№1, 2, 3). М.: Стандартинформ, 2017.
5. СП 48.13330.2019 Организация строительства (с Изменением №1). М.: Стандартинформ, 2020.
6. Распоряжение ОАО «РЖД» от 29.04.2019 г. № 797/р.

Табл. 1. Характеристики электрических методов контроля

Параметр	Электролитический метод	Электроискровой метод
Материал плиты проезжей части	сталь	сталь или железобетон
Толщина покрытия, мм	до 1	от 0,2 до 8,0
Положение покрытия	с уклоном, достаточным для притока электролита в зону контакта электрод-покрытие	с любым уклоном
Нормальная скорость обследования, м²/ч	до 600 при ширине электрода 1 м	до 1000–1200 при ширине электрода 1 м



Save the Date!



IABSE CONGRESS NEW DELHI 2023

on "Engineering for Sustainable Development"

20-22 September 2023

India Habitat Centre, New Delhi

Organised by:



www.iabse.org/newdelhi2023
newdelhi2023@iabse.org

СТС — российские технологии вантовых систем

В новейшей истории нашей страны строительство вантовых мостов существенно активизировалось в начале XXI века. За неполные четверть века введено в эксплуатацию более двух десятков мостов с вантовыми системами из параллельных прядей (канатов). При этом все объекты, введенные в эксплуатацию до 2022 года включительно, построены с вантовыми системами от зарубежных поставщиков материалов и оборудования, то есть, можно сказать, всей технологии. Анализ рынка показывает, что не более десяти стран в мире обладают полным циклом технологии вантовых систем для мостов.



Рис. 1. Строительство моста через р. Оку на автодороге М-12

ВАНТОВЫЕ СИСТЕМЫ ТРЕБОВАЛИ ЛОКАЛИЗАЦИИ И ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ

Особенностью работы иностранных поставщиков является отсутствие локализации деятельности по разработке, изготовлению и монтажу вантовых систем. Отечественные научные и высшие учебные заведения не получают заявок на исследовательские работы по теме вантовых систем, научная и опытно-конструкторская база не накапливается, обучение специалистов не производится. Расчетный срок службы вантовых систем в 100 лет обеспечивается только при условии постоянной эксплуатации, в процесс которой согласно требованиям нового ГОСТ Р 59629–2021 входят и работы с вантами. Однако работы по эксплуатации вант из параллельных прядей без технологии и специализированного оборудования не представляется возможным выполнить. Таким образом, в области вантовых мостов наша страна оказалась полностью зависимой от зарубежных компаний и политики правительств их стран.

ПРЕОДОЛЕНИЮ ЗАВИСИМОСТИ ПОМОГ ОПЫТ

В то же время основным узлом вантовой системы является закрепление вантовой пряди (каната) в анкере с помощью клинового зажима. Компания ООО «СТС» (далее — СТС) занимается закреплением прядей (канатов) в анкерах более 30 лет и накопила собственную, наиболее обширную в нашей стране научную и исследовательскую базу по данному вопросу, включая разработку и изготовление оборудования для данных работ.

С применением системы преднапряжения СТС в России и странах СНГ построено подавляющее большинство мостов из предварительно-напряженного железобетона, строятся все новые атомные станции в России, Турции, Иране и Египте. Технологии СТС по закреплению пряди в анкерах широко используются при надвигке и подъеме пролетных строений, а также в прядевых грунтовых анкерах для крепления котлованов и подпорных стен.

Приведенные выше компетенции и наличие собственной аккредитованной лаборатории, конструкторского бюро, отдела проектирования измерительной аппаратуры, современного производства и строительных подразделений позволили компании СТС в кратчайший срок выполнить целую серию сложнейших НИОКР по разработке собственной вантовой системы, а также пройти квалификационные испытания по международным требованиям в Техническом университете г. Вена. Причем, к удивлению сотрудников университета, испытания были пройдены с первого раза — в отличие от европейских поставщиков.

ИСПЫТАНИЯ РОССИЙСКИХ ВАНТОВЫХ СИСТЕМ. УНИКАЛЬНЫЕ РАЗРАБОТКИ

В рамках НИОКР по вантовой системе в российском государственном научно-исследовательском центре были выполнены испытания вантовой оболочки на аэродинамическую устойчивость, в том числе на совместное действие ветра и дождя. Подразделение СТС по измерительной аппаратуре разработало, испытало и запустило в изготовление на производстве СТС датчики усилия в одной пряди, причем согласно испытаниям для включения в государственный реестр средств измерения показатели погрешности датчиков СТС превосходят по точности аналогичные показатели датчиков от иностранных поставщиков вантовых систем. Специалисты СТС разработали уникальную методику демпфирования вант, в результате которой впервые в России в составе прядевых вантовых систем применяются гидравлические демпферные установки СТС, при этом в их составе — демпферы, испытанные в российском научно-исследовательском центре транспорта.



Рис. 2. Испытание вантового пучка СТС на выносливость



Рис. 3. Анкерный узел с датчиком усилия пряди СТС



Рис. 4. Строительство моста через р. Зею в г. Благовещенске

Вантовый мост через р. Оку на трассе М-12

Москва — Нижний Новгород — Казань

Мостовой переход через р. Оку возводится в рамках 4-го этапа (км 224 — км 347) строительства скоростной автомобильной дороги Москва — Нижний Новгород — Казань (М-12) на границе между Владимирской и Нижегородской областями в районе г. Муром.

Начало работ — I квартал 2021 г., окончание работ — 2023 г.

Схема пролетного строения с вантовой системой: 75+120+254+120+75 м.

Вантовая система состоит из 34 пар вант, в каждой ванте от 9 до 60 прядей.

Общая масса прядей — более 280 т.



Мостовой переход через р. Зею в г. Благовещенске

Начало работ — июнь 2020 г., окончание работ — 2023 г.

Мостовой переход расположен в г. Благовещенске, в 3 км по течению реки от существующего моста через р. Зею.

Общая протяженность мостового перехода — 9013 м, из которых 1932 м — непосредственно мост через р. Зею, 432 м — русловая часть, 1500 м — эстакадная часть.

Вантовая система является основой русловой части моста с 8-й по 10-ю опору, длина каждого из двух русловых пролетов составляет 132 м. Общий вес всей вантовой конструкции — более 52 т. Количество прядей в каждой ванте — от 36 до 50 штук.



Анкеры, датчики, демпферные установки и большинство других элементов изготавливаются на производстве СТС в Новой Москве в кооперации с отечественными поставщиками. Часть материалов вантовой системы — зарубежного производства, однако в результате совместной работы ГК «Автодор», СТС и других предприятий данные материалы будут производиться полностью в России уже в ближайшее время. Основная часть опытного производства и испытаний уже успешно завершена.

СИСТЕМА, НЕ ИМЕЮЩАЯ МИРОВЫХ АНАЛОГОВ

Однако просто привезти на стройку материалы и элементы вантовой системы недостаточно — необходимо также обеспечить подрядчика полной технологией: это оборудование для монтажа и натяжения, расчетное сопровождение и шефмонтаж. Наиболее сложными и наукоемкими оказались задачи обеспечения технологией монтажа прядевых вант. Компания СТС разработала собственное программное обеспечение для расчетов натяжения вант как в аналитическом подходе, так и при использовании методов конечных элементов.

В результате НИОКР было разработано и изготовлено специализированное гидравлическое оборудование для натяжения вант, включая автоматизированную систему управления, которая позволяет выполнять натяжение вант различными способами. В состав данной системы входит не имеющая аналогов в мире автоматизированная система измерения усилий в прядях методом отрыва. Опыт применения оборудования СТС для натяжения вант показал точность работ до 2,5% по разбросу усилий в прядях в пределах одной ванты и 5% по среднему усилию в ванте, что отвечает современным международным требованиям.

Вопросам качества работ компания СТС уделяет первостепенное значение, на стадии реализации — разработка и изготовление системы диагностики вант для определения достаточности мер по демпфированию.

МОСТЫ СТРАТЕГИЧЕСКИХ ПРОЕКТОВ. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ

В настоящий момент можно с гордостью отметить, что оба вантовых моста, которые будут сданы в эксплуатацию в 2023 году в России (мост через р. Зею в г. Благовещенске и мост через р. Оку у г. Муром на автодороге М-12), сооружаются с отечественной вантовой системой. Материалы, оборудование и шефмонтаж для них обеспечивает компания СТС.

Учитывая знания и опыт, наличие персонала и собственного специализированного оборудования, СТС предлагает не только услуги по поставке вантовой системы, аренде специализированного оборудования, шефмонтажу, но и практически весь перечень работ по эксплуатации вантовых систем.

Таким образом, можно сделать вывод, что технологический суверенитет в части вантовых систем из параллельных прядей нашей стране обеспечен.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ФОРУМ
ИНФРАСТРУКТУРНЫХ
КОМПАНИЙ

КРУПНЕЙШЕЕ МЕРОПРИЯТИЕ
В СФЕРЕ ТРАНСПОРТНОГО
СТРОИТЕЛЬСТВА



25.04.2023

г. МОСКВА, УЛ. ТВЕРСКАЯ, д.3
ОТЕЛЬ THE CARLTON

КОНТАКТЫ

E-mail: info@opendayinfra.ru

Тел: +7 (495) 969-38-77

РЕГИСТРАЦИЯ НА САЙТЕ

WWW.OPENDAYINFRA.RU

ОРГАНИЗАТОР

НАИК
НАЦИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ
ИНФРАСТРУКТУРНЫХ КОМПАНИЙ



Уважаемые дамы и господа!

С 31 мая по 2 июня 2023 года состоится ежегодный IX форум «Инновационные технологии и интеллектуальные транспортные системы в дорожном строительстве», который по традиции пройдет в г. Сочи.

Форум является ведущей площадкой для обсуждения ключевых вопросов дорожно-строительной отрасли, открытого диалога представителей власти и бизнеса, а также обмена опытом с ведущими компаниями.

В рамках Форума ежегодно проходит выставка, где участники рассказывают о своих разработках, новом оборудовании, строительной технике и различных инновационных технологиях в дорожном строительстве и на телекоммуникационном рынке.

Площадка проведения, программа, рекламные возможности будут направлены отдельным информационным письмом позже.

А пока отмечайте даты в календаре и планируйте свою поездку!

До скорой встречи!

Организатор:



По вопросам участия представителей коммерческих организаций:

Ольга Николаева

+7 (495) 727-11-95 доб. 5919, +7 (926) 374-31-43

o.nikolaeva@avtodor-tr.ru

КАЛЕНДАРЬ МЕРОПРИЯТИЙ 2023 года*

КОНФЕРЕНЦИИ, ФОРУМЫ И СЕМИНАРЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ

ЯНВАРЬ

СЕМИНАР «Сейсмостойкое строительство и сейсмическое районирование»
(курс лекций в АО «НИЦ «Строительство») Москва **25-26 ЯНВАРЯ**

МАРТ

КОНФЕРЕНЦИЯ «Инженерная защита территорий, зданий и сооружений» Сочи **22-23 МАРТА**

АПРЕЛЬ

СЕМИНАР «Инженерные изыскания и проектирование фундаментов на многолетнемерзлых грунтах» (курс лекций в НИИОСП им. Н.М. Герсенова АО «НИЦ «Строительство») Москва **12-14 АПРЕЛЯ**

МАЙ

КОНФЕРЕНЦИЯ «Основания и фундаменты: современные технологии, специальная техника, оборудование и материалы» (в рамках выставки СТТ Expo) Москва **24-25 МАЯ**

ИЮЛЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства» Санкт-Петербург **5-6 ИЮЛЯ**

СЕНТЯБРЬ

КОНФЕРЕНЦИЯ «Российские и зарубежные технологии проектирования, строительства и реконструкции мостовых сооружений» Москва **20-22 СЕНТЯБРЯ**

НОЯБРЬ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ «АРКТИКА» Тюмень **14-16 НОЯБРЯ**

УЧАСТИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ФУНДАМЕНТОСТРОИТЕЛЕЙ В ОТРАСЛЕВЫХ ВЫСТАВКАХ:

14-17 ФЕВРАЛЯ

SIBERIAN BUILDING WEEK
Новосибирск

1-4 МАРТА

YUGBUILD
Краснодар

28-31 МАРТА

MOSBUILD
Москва

11-13 АПРЕЛЯ

INTERSTROYEXPO
Санкт-Петербург

18-20 АПРЕЛЯ

BUILD URAL
Екатеринбург

25-27 АПРЕЛЯ

MININGWORLD RUSSIA
Москва

25-27 АПРЕЛЯ

ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ
Санкт-Петербург

23-26 МАЯ

СТТ EXPO
Москва

6-8 ИЮНЯ

МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ
Москва

*В календарь 2023 года могут быть внесены изменения, касающиеся корректировки дат, сроков и мест проведения мероприятий.

За дополнительной информацией Вы можете обратиться по телефонам: +7 (495) 66-55-014, +7 (925) 575-78-10
e-mail: info@fc-union.com, www.fc-union.com



**XIV Congresso Brasileiro
de Pontes e Estruturas**

**Novas Técnicas em
Engenharia Estrutural**

10 a 12 de maio de 2023
Pestana Rio Atlântica Hotel
Copacabana - Rio de Janeiro

Журнал «МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ. XXI ВЕК» принимает к публикации научные, научно-практические, рекламные статьи и модули

Технические требования к подаче материалов:

СТАТЬИ И ИЛЛЮСТРАЦИИ К НИМ

- Тексты и иллюстрации статей для публикации принимаются **по отдельности**. Текстовая часть принимается в формате Word.
- Размеры кегля и м/с пробела – свободные.
- Количество знаков на полосе (странице журнала), включая пробелы:

	1 полоса	2 полосы	4 полосы	6 полос
Без иллюстраций	5340	10680	21360	42720
С иллюстрациями	~4200	~8600	~16000	~32000
В разделе СОБЫТИЯ	6400			

- **Фотографии** принимаются в форматах **tif, jpg (разрешение 300 dpi)**. Фотографии в формате Word для печати НЕ принимаются!!!
- **Чертежи, схемы, логотипы** – в векторных форматах: **eps, CorelDraw, Adobe Illustrator**.
- **Графики и диаграммы** – в векторных форматах или в формате **Excel**. Схемы и чертежи формата AutoCAD желательно перевести в формат CorelDraw.
- Обязательно наличие **фотографии автора (-ов)** статьи, указание научной степени, должности и организации.
- Для научной статьи необходимы: список литературы, аннотация и ключевые слова на русском и английском языках.

РЕКЛАМНЫЕ МОДУЛИ

- Размеры:
 - 1/1 полоса – 210 × 260 мм (внутри с полями)
 - На обложку – 220 × 270 мм
 - 1/2 полосы (A5 горизонтальный) – 200 × 130 мм
- Рекламные модули принимаются в форматах: **eps, Adobe Illustrator, ai, cdr, tif (300 dpi, CMYK)**.
 - Все используемые в модуле шрифты должны быть переведены в кривые.
 - Все цвета в макете должны быть PROCESS CMYK, OVERPRINT должен быть отключен.
 - Если используются цвета в модели Pantone, то их следует перевести в модель CMYK.
 - Сумма красок в растровых изображениях не должна превышать 300.
 - Не следует делать композитным черный цвет текста, использовать только Black 100%.
 - Импортированные растровые изображения должны быть приложены отдельно к макету.
- **Все материалы принимаются в электронном виде.**
Адрес электронной почты для пересылки материалов: hydro-com@bk.ru
Телефон для связи с редакцией: (812) 920-86-83



Издатель: ООО «Гидротехника XXI век»

ISSN: 2226-8839
ISSN: 2226-8847 (электронный)

РЕДАКЦИЯ:		
Генеральный директор Главный редактор Марина Смирнова Тел. (812) 920-86-83 hydro-com@bk.ru	Руководитель проекта Нелля Кокина Заместитель главного редактора, выпускающий редактор Людмила Алексеева	Дизайн и верстка Екатерина Писаревская Редактор-корректор Елена Корякова
Адрес редакции: 195220, Санкт-Петербург, ул. Гжатская, 21 Тел.: (812) 920-86-83 Тел./факс: (812) 535-78-62	Отпечатано в типографии ООО «Типография Лесник» +7 (812) 649-73-09 г. Санкт-Петербург, ул. Сабировская, 37	Подписано в печать 15.03.2023 Установочный тираж 5000 экз. Издание зарегистрировано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС 77 - 40127. Цена свободная. При перепечатке ссылка обязательна. Любое использование опубликованных материалов допускается только с разрешения редакции. Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели.

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)

Одобрение Российского Морского Регистра Судоходства

Технология Цинкирования внесена в СП 28.13330.2017 «СНиП 2.03.11-85
Защита строительных конструкций от коррозии»
(Цинкирование (t = 80–120 мкм) в слабоагрессивных средах)



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°C.
7. UV-стабильно, имеет благородный серый цвет.

ВНЕСЕНО В СТО-01393674-007
ЗАЩИТА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ МОСТОВ
ОТ КОРРОЗИИ МЕТОДОМ ОКРАШИВАНИЯ

Закажите
бесплатный
образец



01. Подготовка



02. Нанесение



8 800 222 3763 — Горячая линия по вопросам Цинкирования

f B T I P Y @ZinkerRussia



МОНИТОРИНГ МОСТОВ

**ВЕДУЩИЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬ ОПОРНЫХ ЧАСТЕЙ МОСТОВ,
ДЕФОРМАЦИОННЫХ ШВОВ И СЕЙСМОЗАЩИТНЫХ
УСТРОЙСТВ В РОССИИ И СНГ**

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ, ИНЖИНИРИНГ, ОБОРУДОВАНИЕ

ДЕФОРМАЦИОННЫЕ ШВЫ

- однопрофильные
- многопрофильные
- резинометаллические
- с шумопоглощающей пластиной
- полиуретановые
- компенсаторы для швов

СЕЙСМОЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

- резинометаллические изоляторы, в т.ч. со свинцовым сердечником
- маятниковые металлические изоляторы
- вязкостные демпферы
- шок-трансммиттеры

ОПОРНЫЕ ЧАСТИ

- неподвижные
- линейно-подвижные
- поперечно-подвижные
- всесторонне-подвижные

ПЕРЕХОДНАЯ ЗОНА

- двухкомпонентный полимербетон
- трехкомпонентный полимербетон

