

# «СТРОИМ ПУТЬ ЖЕЛЕЗНЫЙ МЫ В РОССИЙСКИЙ КРЫМ»

Крымский мост стал для нашей страны «стройкой века». При своей протяженности в 19 км он, конечно, не побивает сегодняшних рекордов китайцев или более ранних достижений американцев, но в России и Европе теперь нет переправы длиннее. Вошел он и в мировой топ-10 мостов, построенных именно над водным пространством. Помимо длины, грандиозный российский проект стал особенным и по другим параметрам. Это сложное техническое решение по разделению единой переправы на два моста, уникальные строительные технологии, а также рекордные сроки проектирования и строительства не в ущерб качеству. Работе генерального проектировщика, АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург», журнал «Дороги. Инновации в строительстве» посвятил уже несколько публикаций. На сегодняшний день есть повод снова вспомнить об этих замечательных инженерах. Недавно берега Керченского пролива соединили собранные пролетные строения теперь уже и железнодорожного моста.

Подготовил Игорь ПАВЛОВ



*Запроектировать технологию зачастую сложнее, чем саму конструкцию моста. Еще в советское время наш институт проектировал технологии, мы всегда имели дело со сложными внеклассными сооружениями. За пятьдесят лет компанией накоплен огромный опыт. Многие из наших специалистов раньше были связаны со строительством. Объединив знания, мы научились одновременно проектировать и конструкции, и технологии. Подобными навыками мало кто из проектировщиков обладает. Бесспорно, это наше преимущество.*

**Игорь КОЛЮШЕВ,**

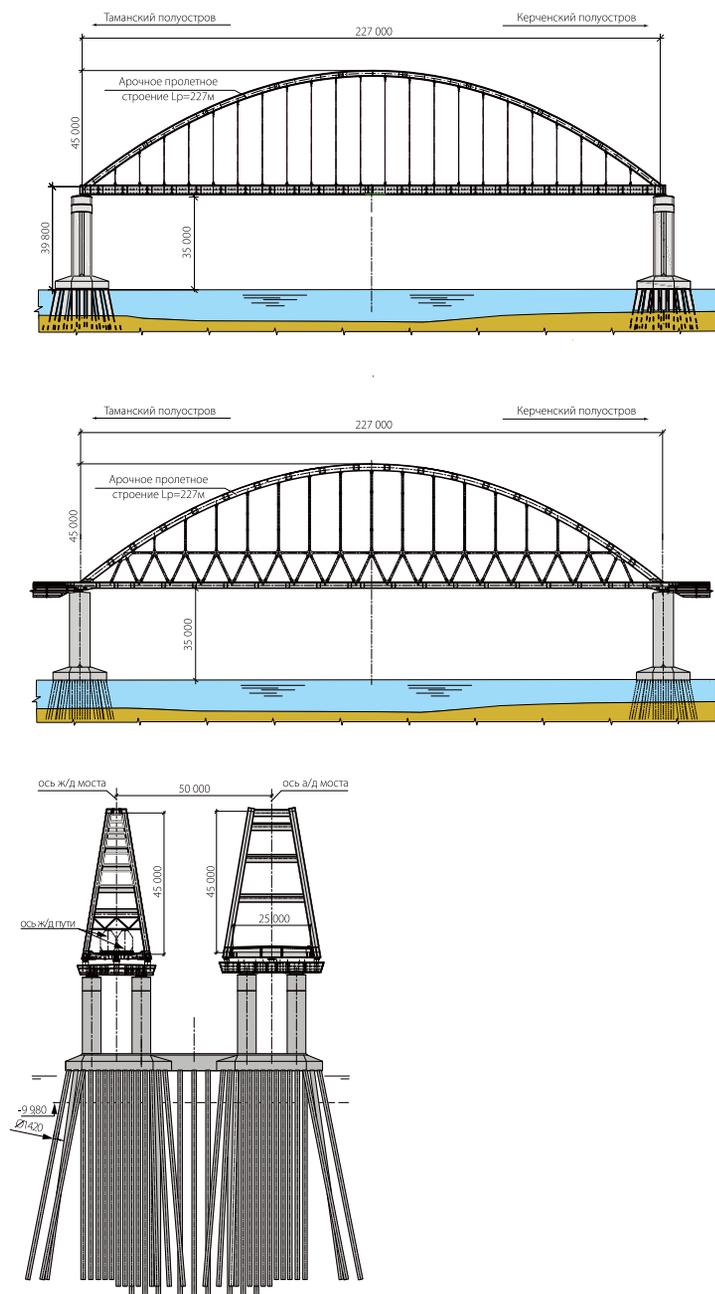
**технический директор АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург»**

## ДВА В ОДНОМ, ОДИН В ДВУХ

Автодорожную часть переправы, как известно, 16 мая 2018 года для движения открыли жители Крыма и Кубани. Днем раньше Президент РФ Владимир Путин поздравил команду строителей с успешно выполненной задачей. Глава государства сам сел за руль «КамАЗа» и проехал по мосту в составе колонны строительной техники. Соответственно, скоро будет первая годовщина успешного «автотранспортного воссоединения» материковой России и Крымского полуострова. Железнодорожный мост изначально планировалось сдать в эксплуатацию позже. Напомним, открытие движения поездов намечено на декабрь 2019 года.

По словам технического директора АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» Игоря Колюшева, на эту работу претендовали фактически все крупные проектные организации России. Многие предлагали совмещенный мост, с железной дорогой по нижней части. Это подразумевало, в частности, использование тяжелых металлических ферм. В целом же под большим сомнением тогда оказывалась возможность уложиться в крайне сжатые сроки, обозначенные как стратегическая задача на государственном уровне: за три-четыре года спроектировать и построить самый длинный в России мост.

Оптимальным во всех отношениях вариантом в такой ситуации госзаказчик счел предложение петербургских проектировщиков: разделение транспортного перехода на два взаимосвязанных моста, автомобильный и железнодорожный. Этим предполагалось уменьшить и сроки строительства, и расход материалов, что в условиях бюджетных ограничений тоже являлось ощутимым плюсом. Заодно умень-



Судоходное железнодорожное пролетное строение представляет собой арку с жесткой затяжкой в виде сквозных ферм расчетным пролетом 227 м. Количество железнодорожных путей на пролетном строении — два. Величина междупутья — 5450 мм.

Расчетная сейсмичность площадки строительства — 9 баллов. Уровень ответственности сооружений — 1 (повышенный), в соответствии с Федеральным законом № 384-ФЗ «Технологический регламент по безопасности зданий и сооружений».

Цельнометаллические арки имеют наклон к оси пролетного строения. В узлах крепления жестких подвесок затяжки объединены распорками коробчатого сечения. Затяжка выполнена в виде цельнометаллической конструкции со сквозными фермами с параллельными верхним и нижним поясами с ездой понизу на балласте. Стыки поясов вынесены из узлов ферм, решетка которых — треугольная без стоек и подвесок. В уровне нижних поясов ферм расположена

ортотропная плита, образованная настильным листом, продольными полосовыми ребрами и поперечными балками.

Конструкция балластного корыта предусматривает устройство резинометаллических деформационных швов герметичного типа в узлах сопряжения с соседними пролетными строениями. Опорные части — шаровые сферические сегментные индивидуальной проектировки. Антисейсмическое закрепление пролетного строения предусмотрено в конструкциях опорных частей, которые обеспечивают восприятие в том числе и «отрывных» воздействий.

С наружных сторон балластного корыта на всем протяжении пролетного строения в уровне верха корыта предусмотрены транзитные служебные проходы шириной не менее 1 м. Они также выполняют функцию площадок-убежищ, поскольку расположены вне габаритов приближения строений «С» железнодорожного подвижного состава. Имеют переходные мостики шагом 24 м для

шался вес сооружений, а это принципиально важно для района с повышенной сейсмической активностью. Наконец, еще одно преимущество полностью проявит себя после сдачи всего объекта. Следить за состоянием автомагистрали и железнодорожного полотна будут разные организации, и эксплуатационные вопросы должны решаться быстрее и проще.

Как отмечает Игорь Колюшев, с точки зрения технологий мостостроения в данном случае нужно было применять хорошо проверенные решения, а не экспериментировать. Следовало делать «то, что уже умеем, или то, чему можем оперативно научиться». Главным в предложенной и принятой концепции он называет эффективные инженерные решения, которые позволяют быстрее соединить кубанский и керченский берега. Инновации, по его словам, коснулись в первую очередь технологий строительства.

## В СОДРУЖЕСТВЕ С НАУКОЙ

Вместе с тем изучение природных условий в районе строительства день ото дня открывало новые нюансы, которые говорили о том, что никаких простых решений здесь быть не может. Самый сложный участок протяженностью около 7 км проходит непосредственно над акваторией морского пролива, для которого характерны экстремальные природные воздействия. Следовало учесть ледовые, ветровые, волновые нагрузки, а также высокую сейсмичность в сочетании со слабыми грунтами.



прохода к узлам и элементам нижнего пояса затяжки.

По верху плиты проезда на всем протяжении пролетного строения устанавливается перильное ограждение, вынесенное за плоскости главных ферм затяжки с внешней стороны.

С наружных сторон арок и внутри их коробчатых элементов предусмотрены служебные проходы, а для спуска на опоры в районе опорных узлов пролетного строения — лестничные сходы.

Отвод воды из балластного корыта пролетного строения осуществляется за счет поперечного уклона плиты проезда через проемы в нижней части бортовых элементов к пониженным зонам плиты, далее к водоотводным устройствам.

Материалы основных конструкций пролетного строения — сталь 10ХСНД, 10ХСНД-2 по ГОСТ 6713-91. Для углового и фасонного проката используется сталь 15ХСНД по ГОСТ 6713-91. Для элементов служебных проходов и экс-

плуатационных обустройств применяется сталь марки СтЗсп5 по ГОСТ 380-2005, ГОСТ 535-2005 и ГОСТ 14637-89. Пролетные строения укомплектованы высокопрочными метизами.

Сварочные материалы для изготовления и монтажа металлоконструкций и требования к ним приняты согласно СТО-ГК «Трансстрой»-012-2007 и СТО-ГК «Трансстрой»-005-2007.

Антикоррозионная защита металлоконструкций пролетного строения выполняется в соответствии с указаниями СП 28.13330.2012, ГОСТ 9.402-2004, ГОСТ 15150-69, СТО 01393674-007-2011 и СТУ. Применяемая система антикоррозионного лакокрасочного покрытия отвечает требованиям ISO 20340 и ISO 12944-1 – ISO 12944-8, соответствует высокому (свыше 15 лет) классу долговечности покрытия и предназначена для защиты мостовых металлоконструкций в условиях воздействия окружающей среды атмосферно-коррозионной категории CS-M — очень высокая (морская).

Чтобы найти правильные решения, инженеры петербургского Гипростроймоста привлекли к проекту ученых — геологов, сейсмологов, аэродинамиков. Так, в частности, было установлено, что достаточно прочные грунтовые слои на большой протяженности моста залегают на глубине 65–90 м. Из-за таких сложных геологических условий проектировщики сделали выбор в пользу металлических свай, главное преимущество которых заключалось в скорости установки.

Привлеченные эксперты Института физики Земли РАН уточнили исходную сейсмичность района строительства. Максимально возможным, хотя и маловероятным, сочтено 9-балльное землетрясение. Под это и были рассчитаны антисейсмические решения, заложенные в конструктивную схему моста: сравнительно короткие пролеты в 55–63 м и большое количество опор, 288 под автодорожной частью и 307 под железнодорожной.

Уникальные исследования были выполнены на экспериментальной базе Крыловского государственного научного центра в Санкт-Петербурге: аэродинамические и ледовые испытания макетов моста и опор.

Были определены ветровые нагрузки на такие сложные с точки зрения аэродинамики конструкции, как два параллельных моста с 227-метровыми арками. Воздействие штормового ветра, скорость которого над проливом может достигать 40 м/с, имитировалось на детальном макете сооружения в масштабе 1:60, напечатанном на 3D-принтере. Как и в случае с сейсмикой, расчет проводился «с запасом». Устойчивость проверена под ураган со скоростью в 56 м/с, хотя вероятность его мала.

## ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ТОНКОСТИ

Являясь единым архитектурным ансамблем, железнодорожный и автомобильный мосты все-таки отличаются конструкциями опор и пролетных строений. Обусловлено это тем, что нагрузка от движения поездов существенно выше, чем от автотранспорта.

«Под каждый из двух железнодорожных путей запроектировано независимое пролетное строение, объединенное с другим поперечными диафрагмами над опорой, — рассказывает Олег Скорик, директор по проектированию АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург». — Это связано с восприятием



сейсмических воздействий. Пролетные строения являются разрезными цельнометаллическими, с ортотропной плитой. Они имеют пролеты либо 55 м — над косой, протокой и островом Тузла, либо 63 м — в акватории. Путь бесстыковой, укладывается по балласту. Фундаменты опор под двумя мостами одинаковы и состоят из забивных металлических свай. Только под железнодорожными путями свай забито больше и тела опор более массивные. Существенно отличаются продольные профили мостов. На подходах к арке уклоны автомобильной дороги достигают 40 промилле, чтобы машины могли подняться максимально быстро. Для железной дороги эти уклоны составляют всего 9 промилле, что делает протяженность спуска с моста гораздо длиннее».

Самыми мощными являются объединенные опоры, держащие арки судоходного пролета. В их фундаментах (две массивные опоры) забито более 190 трубчатых свай с бетонным сердечником. На автодорожную арку ушло почти 5 тыс. т металла, на железнодорожную — более 6 тыс. т. Их установка стала самым сложным этапом строительства. Ранее подобные операции российские мостовики осуществляли в условиях реки. Впервые в условиях моря были перевезены и подняты с воды конструкции таких огромных габаритов и общим весом более 10 тыс. т. Кстати, первой «приплыла» железнодорожная арка. Случилось это в конце августа 2017 года.

24 марта строители сообщили, что берега Кубани и Крыма по железнодорожной части моста соединились: собраны все пролетные строения. В целом их 306, а по весу это 160 тыс. т металлоконструкций. Пролеты изготовлены на российских предприятиях. Поставлялись на Таманский полуостров в разобранном виде, сборка проводилась на стендах на стройплощадке. Как уточняет Инфоцентр «Крымский мост», строители соединили более 11 тыс. разных элементов. На морские опоры пролеты надвигались мощными домкратами продольным и поперечным способами.

«Замкнув мостовое полотно под железную дорогу, мы успешно прошли еще один важный этап строительства Крымского моста, — комментирует представитель генподрядчика Леонид Рыженькин, заместитель гендиректора по инфраструктурным проектам компании «Стройгазмонтаж». — Все идет по графику. К декабрю 2019 года на мосту будут смонтированы все системы, которые обеспечат комфортное и безопасное движение поездов». ■