

ПРОВЕРЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УНИКАЛЬНОГО МОСТА



Набирает обороты строительство стратегически важного для страны Керченского моста. Уже ставятся опоры, непрерывным потокам по специальным техническим дорогам подвозятся тонны материалов: металлоконструкции, пролетные строения, цемент, щебень – все необходимое, чтобы стройка не останавливалась ни на минуту. Как движется строительство мостового сооружения, нашему журналу рассказал директор по строительству транспортного перехода через Керченский пролив компании «СТРОЙГАЗМОНТАЖ» Леонид РЫЖЕНЬКИН.



– **Насколько участок, выбранный под строительство мостового перехода, отвечает требованиям безопасности?**

– Выбор трассы строительства Крымского моста был задачей многоуровневой. Над ней работала большая группа экспертов. В нее вошли специалисты научных, проектных, строительных и образовательных организаций России. Они рассмотрели несколько вариантов: Северный, Жуковский, Еникальский, Тузлинский створы. Решение в пользу последнего было принято после анализа ледовой, инженерно-геологической обстановки, сейсмической активности, климатических условий в каждом створе. Кроме того, оценивалась возможность сохранения историко-культурных памятников, минимизации экологического ущерба. Также учитывалось влияние будущего строительства на работу существующих транспортных артерий, в том числе паромную переправу «Крым – Кавказ».

Тузлинский створ был определен как наиболее безопасный с точки зрения природных условий и удобный для строительства: не блокирует работу паромной переправы, не затрагивает территории с грязевыми вулканами и артезианскими скважинами, здесь достаточное количество площадей для размещения производственных комплексов, есть возможность выбора разных технологий монтажа пролетных строений. А еще мост от Тузлы не затрагивает памятники историко-культурного наследия, среди которых крепость Керчь на мысе Ак-Бурун. Мост спроектирован так, что огибает исторический памятник.

– **Насколько учтены все риски в плане устройства свай и пролетов моста?**

– Сначала инженеры выяснили, в каких условиях мост будет строиться и как эксплуатироваться, и только после этого решили, какие технологии применять. Конструктив моста разрабаты-

ли с учетом данных, полученных в ходе многомесячных инженерных изысканий на берегах и в акватории пролива. Это геологические, геотехнические, гидрометеорологические, сейсмологические, сеймотектонические исследования.

Пока одни ученые работали «в полях», другие проводили лабораторные исследования. Изучалась скорость коррозии металлических свай в воде с соленостью, соответствующей реальным условиям Керченского пролива. Проверялась работа будущего моста в условиях сильного шторма и ледохода. Сваи испытывались для определения их работоспособности в составе будущей мостовой конструкции. И это далеко не все.

Модели свайных оснований испытывались в Крыловском государственном научном центре. Тест на прочность проект моста прошел в экспериментальном бассейне со льдом. В лабораторных

условиях ученые моделировали ледоход разной силы и наблюдали за состоянием опор моста в этих условиях.

Работоспособность моста в условиях сильного ветра изучалась в большой аэродинамической трубе. В ней «продули» модель пролетного строения, напечатанную на 3D-принтере в масштабе 1:50. С помощью специального вентилятора ученые имитировали ветер разной силы: от тихого и умеренного до штормового и ураганного, с порывами до 56 м в секунду. Полученные результаты использовались при разработке проектной документации.

Грунты на территории будущего строительства моста – сложные для строительства. Их также тщательно исследовали до начала основных работ. Испытания были обязательными и проводились для подтверждения фактической несущей способности свай: погруженные на нужную глубину конструкции должны были нести ту нагрузку, которая предполагалась во время эксплуатации.

С учетом результатов целого комплекса исследований закладывались проектные решения, которые позволят обеспечить оптимальное функционирование моста в существующих природных условиях. Конструкционные материалы с повышенными характеристиками и противокоррозионной защитой, специальное исполнение опорных частей с защитой от пыли, морской воды, воздействий обледенения и сильного ветра – это те решения, благодаря которым мост получит вековую гарантию.

Исследования не прекращаются и в период строительно-монтажных работ. Так, например, несущая способность свай проверяется динамическим, акустическим и ультразвуковым методами сразу после забивки. На поверхность трубчатых свай устанавливаются датчики, которые фиксируют амплитуду и частоту колебаний металлических стволов в процессе их забивки в грунт гидравлическими молотами. На основе полученных данных контролируется фактическая несущая способность свай.

Важно отметить, что, кроме стандартных типов свайных оснований, которые применяются в мостостроении – призматических и буронабивных свай, – мы используем не совсем привычный тип.

Это забивные трубчатые сваи большой длины и большого диаметра. Они позволяют обеспечить надежную работу моста в проливе со сложной геологией, высокой сейсмикой и непростыми метеорологическими условиями. Такие сваи погружаются как вертикально, так и под углом для дополнительной устойчивости мостовых опор.

– Насколько современными являются подходы к исследованию сейсмической опасности на участках строительства моста?

– Анализ сейсмической обстановки в районе строительства Крымского моста провели специалисты Института физики Земли имени О.Ю. Шмидта РАН. Они изучили очаги возможных землетрясений, составили карту возможных очагов с указанием возможных магнитуд. Проанализировав геофизические изыскания об измерении скоростей распространения сейсмических волн и учитывая повышенную ответственность сооружения, ученые дали прогноз сейсмичности от 8,5 до 9,3 балла на разных участках по трассе моста.

Учитывая результаты данных исследований, инженеры запроектировали мост, устойчивый к восприятию таких нагрузок. Например, антисейсмическое закрепление пролетов обеспечит перераспределение сейсмических нагрузок между опорами. Сами опоры выполняются на стальных трубчатых сваях, как уже отмечалось выше, которые погружаются как вертикально, так и под определенным уклоном, что делает мостовые фундаменты более устойчивыми к восприятию сейсмических нагрузок.

– Какие инновационные технологии применяются при строительстве?

– Крымский мост – уникальный проект. В первую очередь – своим масштабом, сжатыми сроками и сложными условиями строительства. Поэтому проект разрабатывался специально таким образом, чтобы использовать при строительстве проверенные технологии.

Согласно проекту, на всех участках, кроме фарватерного, применены решения, приближенные к типовым, ранее зарекомендовавшим себя в других проектах. Проектировщики адаптировали их к условиям района строительства моста в Крым. Надежность и долговеч-

ность элементов моста достигается применением материалов с улучшенными характеристиками, а также противокоррозионной защитой основных элементов сооружения. Опорные части будут защищены от пыли, морской воды, воздействий обледенения и сильного ветра, благодаря специальному исполнению.

Отмечу, что нанесение антикоррозионного покрытия на поверхность стальных труб в условиях стройплощадки и укрупнительная сборка труб в плети на стапеле – это инновационное решение, в первую очередь в рамках сокращения сроков выполнения технологических процессов. Порошковое покрытие впервые применяется в отечественном мостостроении в условиях агрессивной морской среды.

Да и применение стальных свай-оболочек для устройства свайных фундаментов в акватории можно назвать новшеством. До этого их использование было крайне редким и незначительным.

Для погружения предварительно укрупненных секций свай используются специальные устройства – так называемые кондукторы. Они разработаны нашим проектировщиком и реализованы подрядчиком. Направляющий каркас такого кондуктора позволяет погружать сваи фундаментов, состоящих как из 12, так и из 20 свай.

Один из наших мостоотрядов разработал и сейчас применяет еще одну уникальную схему погружения свай – сразу 80-метровых, без промежуточной сварки. Такие технологические операции проводятся на острове Тузла.

Сваи полностью собираются до 80 м на стапеле на земле. После этого их поднимают супертяжелым краном с высотой стрелы 112 м на передвижную самоходную установку. Она применяется здесь вместо кондуктора. Погружение свай по такой схеме еще больше сократило срок работ. И даже если у кого-то были опасения, что такая длинная трубосвая может погнуться в процессе забивки, то практика показала: все идет в полном соответствии с проектными решениями.

Одна из особенностей проекта Крымского моста – это фундаменты мостовых опор, в основание которых закладыва-



ются сваи трех типов. Это связано с непростой геологией в проливе. Со стороны таманского берега прочные слои грунта залегают на сравнительно небольших глубинах. На этих участках применяются буронабивные сваи. На керченской стороне, где грунт самый благоприятный для строительства, возводятся опоры с фундаментами из призматических свай. На остальных участках грунты склонны к разжижению или потере своих прочностных свойств при динамическом сейсмическом воздействии. Проще говоря, на дне Керченского пролива – почти 50 м неустойчивых грунтов. Нужно пройти эту толщу, чтобы добраться до прочной породы, которая будет надежно держать сваю. На таких сложных участках применяются стальные трубчатые сваи диаметром 1420 мм. Едва ли не впервые в России этот тип свай применяется в таких масштабах. Эти сваи погружаются на большую глубину – до 90 м. Такая сложная работа выполняется с помощью специальных направляющих каркасов и мощной сваебойной техники – вибропогружателей и гидравлических молотов.

– Каков объем отечественных материалов, применяемых при строительстве Керченского моста? А объем зарубежных материалов?

– Крымский мост строится из отечественных материалов. Ежедневно автомобилями, морскими баржами и поездами доставляются тысячи тонн грузов: от песка и щебня до труб для свайных фундаментов мостовых опор. Производство и поставку материалов выполняют российские организации из разных регионов.

В целом объем поставок материалов и конструкций для реализации проекта превысит 12,5 млн тонн.

– Привлекаются ли к участию в строительстве моста зарубежные компании и специалисты? Какие ноу-хау они используют в работе на объектах строительства, ранее не применявшиеся в отечественном мостостроении?

– Проект Крымского моста ориентирован на использование российских материалов и технологий. Строительство позволяет обеспечить работой отечественные предприятия и помогает решать вопросы занятости населения, в том числе в Крыму и Краснодарском крае.

Около 3000 строителей уже привлечены к работам. Это сотрудники 20 подрядных организаций, а в целом кооперация стройки – это еще более 100 различных специализированных компаний со всех регионов России. В числе основных участников проекта – компания «Мостотрест», Борисовский завод мостовых металлоконструкций имени В.А. Скляренко, предприятие «Воронежстальмост». Кроме ведущих компании, проект объединил лучших мостостроителей страны, которые прошли глобальные стройки: БАМ, подготовку к саммиту АТЭС во Владивостоке, Универсиаде в Казани, Олимпиаде в Сочи.

Команда у Крымского моста – сильная. Сам проект – масштабный. Применяемые технологии – проверенные и адаптированные под конкретный проект. Принятая концепция строительства предполагает широкий круглогодичный фронт работ: мост «растет» одновре-

менно по всей длине. Фактически, сразу строятся две дороги – автомобильная и железная.

Сооружение опор выполняется с помощью технологических комплексов, каждый из которых включает набор спецтехники для погружения свай на разные глубины, сооружения ростверков и формирования тела опор. Применение таких комплексов позволяет минимизировать использование плавучих кранов и других плавсредств, работа которых малоэффективна во время штормов. Такая технология строительства, предложенная проектировщиками, применяется в отечественном мостостроении достаточно редко.

Иностранные компании проявляли заинтересованность, был проведен ряд переговоров. Но сегодня на стройке их нет.

– Какие изменения в проекте реализуются на стадии строительства?

– Мостостроители пришли в Тамань и Керчь еще в прошлом году, сразу после заключения госконтракта. За это время много уже сделано.

Готов и получил положительное заключение Главгосэкспертизы проект. Проектная документация состоит более чем из 570 томов, которые содержат информацию о районе создания моста и результатах проведенных инженерных изысканий, основные проектные и технические решения, проект организации строительства и технологии производства работ, мероприятия по охране окружающей среды и другие данные. Объем электронной версии превышает 30 Гб.



В пиковые периоды число проектировщиков, участвовавших в разработке проектной документации, превышало 800 человек: от техников до главных инженеров проекта и начальников отдела. И это без учета изыскателей (археологов, геологов, экологов) и специалистов научных центров и институтов. Для подготовки проекта было привлечено более 30 подрядных организаций со всей страны.

Помимо собственно проектирования транспортного перехода, мы активно готовились к стройке. Это археологические, экологические мероприятия, разминирование территории, создание временной инфраструктуры, необходимой для строительства... Наша основная задача была создать условия максимальной автономности стройки, минимизировать воздействие стройки на условия жизни людей на Тамани и в Керчи.

В прошлом году мы построили полностью автономный вахтовый городок в Тамани, создали бетонное хозяйство, технологические дороги, складские площадки. В октябре 2015 года у нас заработал рабочий мост РМ-1 – между косой и островом Тузла.

В этом году мы продолжили подготовку инфраструктуры строительства, в том числе уже построен второй рабочий мост и третий. Задача этих мостов несколько уже, чем у РМ-1.

Мы не перекрываем ими Керчь-Еникальский канал, так что они не обеспечат нам транспортную связь между всеми участками стройки. Но у этих рабочих мостов есть не менее важная функция – обеспечить стро-

ительство в акватории Керченского пролива вне зависимости от погодных условий.

Завершили создание временных причалов: они позволяют нам «замкнуться» в периметре стройки так, что грузы на объект пойдут автономно по воде. Это позволяет, в том числе, снизить нагрузку на улично-дорожную сеть Керчи, да и на паромную переправу.

Вся эта подготовительная работа позволила нам в феврале этого года, не теряя ни минуты, сразу после получения положительного заключения Главгосэкспертизы, приступить к строительно-монтажным работам.

Наша основная концепция организации производства работ – это работа сразу по всей трассе моста. Мы не идем от берега к берегу или с двух берегов навстречу друг другу. Трасса разделена на восемь участков. На каждом из участков работает по два-три подрядчика. За каждым – свой фронт работ. Если схематично, то «сделал опоры – перешел к монтажу пролетов; сделал пролеты – перешел к мостовому полотну».

Буквально недавно начали работу по сооружению опор судоходного пролета. Это самые мощные опоры моста. Свайное поле каждой из них – 110 трубосвай, которые предстоит погрузить под разными углами. В целом же на строительство этих опор мы закладываем около 12 месяцев.

Согласно проекту, мост встанет на 595 опор. Для их устройства предстоит

погрузить более 7 тыс. свай трех типов: призматических, буронабивных и трубчатых.

В работах задействовано более 220 единиц различной техники, около 3000 строителей и целая команда проектировщиков. Они контролируют соответствие строительных работ положениям проектной, рабочей и сметной документации: следят за выполнением основных решений, за организацией строительства и технологией производства работ, за выполнением мероприятий по охране окружающей среды и так далее.

– Каков окончательный бюджет строительства моста и насколько реалистичны сроки ввода в эксплуатацию данного сооружения?

– Мост в Крым будет построен за рекордные три года: движение автомобилей откроется в декабре 2018 года, поездов – в декабре 2019 года. График строительства и его реализация на данный момент соответствуют поставленной задаче – возвести мост качественно и в срок.

Общая стоимость строительства моста составит 227,92 млрд рублей в ценах соответствующих лет. Это почти на 380 млн рублей меньше, чем предельная стоимость реализации проекта, утвержденная распоряжением правительства России № 118-р от 30 января 2015 года. В эту сумму входят и затраты подрядчика, и затраты заказчика строительства.

**Подготовил
Григорий Демченко**