

Использование достижений науки, современных технологий при проектировании и строительстве Крымского моста

Use of achievements of science, modern technologies in designing and construction of Crimean bridge

Воробьев С.М.

Студент, Узловский железнодорожный техникум – филиал ФГБОУ ВО «Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I», г. Узловая
e-mail: sergey2000.vorobjev@yandex.ru

Vorobyov S.M.

Student, Uzlovsky Railway College - a branch of the Federal State Budgetary Educational Establishment of Higher Education "St. Petersburg State University of Railway Transport of Emperor Alexander I", Uzlovaya
e-mail: sergey2000.vorobjev@yandex.ru

Аннотация

В связи с необходимостью прямого сообщения с Краснодарским краем и Республикой Крым был построен Крымский мост, имеющий железнодорожное и автомобильное сообщение. Строительство Крымского моста позволило решить проблемы экономического развития данного региона, обеспечить перевозку грузов и пассажиров, минимально используя паромные переправы. Особенность строительства заключалась в наличии тяжелых геологических и сейсмических условий. В статье рассмотрены технологии, которые были использованы при проектировании и строительстве моста.

Ключевые слова: Крымский мост, проектирование моста, строительство моста, характеристики моста.

Abstract

Due to the need for direct communication with the Krasnodar Territory and the Republic of Crimea, the Krymsky Bridge was built, with rail and road connections. The construction of the Krymsky Bridge allowed solving the problems of economic development of the region, ensuring the transportation of goods and passengers, minimally using ferry crossings. The peculiarity of the construction was the presence of severe geological and seismic conditions. The article discusses the technologies that were used in the design and construction of the bridge.

Keywords: Crimean bridge, bridge design, bridge construction, bridge characteristics.

Крымский мост стал символом России. Это российский проект, который формирует лицо новой России – как по сложности самого проекта, так и по резонансу, вызываемому им в обществе и за границей, когда многие страны не признают присоединения Крыма к Российской Федерации. По результатам народного голосования было решено назвать мост Крымским [1].

Мост пытались построить и раньше. В годы Великой Отечественной войны, весной 1944 г., после освобождения Крыма советскими войсками, началось строительство Керченского железнодорожного моста, к эксплуатации которого приступили в ноябре 1944 г., однако в конце февраля 1945 г. льдом, нагнанным ветром из Азовского моря,

мосту были нанесены значительные повреждения, и правительственная комиссия дала рекомендацию мост разобрать.

В скором времени началась проработка вариантов строительства новой переправы. Был запроектирован высоководный двухъярусный мост на два железнодорожных пути и две полосы для автотранспорта от Еникале до косы Чушка длиной 6 км и стоимостью сооружения 850 млн руб. 18 мая 1949 г. Совет министров СССР принял постановление о строительстве моста, но в 1950 г. строительство моста было прекращено и началось сооружение паромной переправы.

В 1970-х годах вопрос о сухопутной связи через пролив был поставлен вновь, но из-за нехватки средств проект реализован не был.

В начале 1990-х годов был объявлен конкурс на участие в реализации проекта транспортного перехода через Керченский пролив; в это время существовало 4 проекта – перехода (два мостовых и два тоннельных). Крымские власти полагали, что реализация этого проекта будет способствовать контактам с Россией и закреплению «промежуточного» (а не сугубо украинского) положения Крыма между государствами. 17 декабря 2013 г. было подписано соглашение между правительством Российской Федерации и кабинетом министров Украины о совместных действиях по организации строительства транспортного перехода через Керченский пролив [3].

Строительство такого объекта, как Крымский мост, было связано с огромным количеством проблем – от исследований движения грунта до проблем с миграцией льдов. Первую проблему удалось решить благодаря бетонным сваям: еще на техническом этапе проектирования строители смонтировали бетонные стержни на глубину более 50 метров, а сваи под основную конструкцию забили на глубину более 90 метров [4].

Маршрут, по которому проложен Крымский мост, называется Тузлинским, поскольку проходит через остров Тузла. Его выбрали из десяти предложенных проектов по двум причинам. Остров имеет достаточную территорию, чтобы разместить объекты, связанные с обеспечением строительства: базы, склады, готовые мостовые элементы. Тузлинский проект позволил не нарушать работу паромной переправы между портами Кавказ и Крым [2].

15 мая 2018 г. состоялась церемония официального открытия автомобильной магистрали моста через Керченский пролив с участием президента Путина, а 16 мая, в 5:30 по московскому времени, мост открыли для транспорта с разрешённой массой менее 3,5 тонн. К 16 июля по мосту проехало более миллиона автомобилей.

В полночь 1 октября мост был открыт и для автомобилей с максимальной разрешённой массой свыше 3,5 тонн. Запрет на перевозку через мост опасных грузов (в том числе на проезд бензовозов) был сохранён.

За год, с 2018 по 2019 г. по мосту проехало 5 млн автомобилей (в том числе почти 500 тыс. грузовиков и более 60 тыс. автобусов), это в 3 раза превышает соответствующий показатель Керченской паромной переправы за весь 2017 г. (1,6 млн автомобилей). По сообщению информационного центра Крымского моста, воспользовавшиеся им автовладельцы и перевозчики сэкономили более 16 млрд руб. [3].

Автодорожная и железнодорожная части моста выполнены в виде двух установленных рядом мостов, что связано, прежде всего, с возможностью сэкономить на высоте опор автомобильной части моста, которая, в отличие от железнодорожной, имеет заметные перепады высоты, и гораздо резче понижаться вдали от высотного судоходного пролёта. Общая длина мостового перехода: 19 км. Ширина судоходного пролёта: 227 м. Высота судоходного пролёта: 35 м.

По автодорожной части моста:

- 4 полосы движения.
- Расчетная скорость движения транспорта: до 120 км/ч.
- Пропускная способность: до 40 тыс. автомобилей в сутки.

По железнодорожной части моста:

- 2 пути широкой колеи.

- Пропускная способность: до 47 пар поездов в сутки.
- Расчетная скорость движения пассажирских поездов: до 120 км/ч, а грузовых – 80 км/ч.

Крымский морской мост – это колоссальное сооружение общим весом в две пирамиды Хеопса. Только вес высокопрочных болтов моста составляет 490 тонн. Из стальной арматуры моста можно выложить дорожку от Москвы до Австралии [2].

В связи с тяжёлыми геологическими (до нескольких десятков метров ила) и сейсмическими (9 баллов, тектонический разлом) условиями в Керченском проливе опоры моста сооружались на кустах наклонных свай различной конструкции глубиной до нескольких десятков метров. Всего мост имеет 594 опоры. Опоры держат пролеты – каждый в полтора раза тяжелее международной космической станции. Собирали конструкции на берегу, а затем медленно надвигали домкратами. В связи с неблагоприятными погодными условиями в Керченском проливе (частые сильные ветры и шторма, а также напор ледовых полей зимой) вдоль трассы моста предварительно были построены три технологических моста, с которых осуществлялась доставка оборудования и материалов к месту работ и строительство моста. Дорожное покрытие состоит из двух слоёв: верхний – прочный, с крупным кубовидным щебнем, а нижний – эластичный, с битумными присадками [1].

За мостом следят 18 диспетчеров. Центр управления напоминает космический ЦУП. Система постоянно контролирует состояние конструкции моста с 19 видеокамер, 7 метеостанций и четырех сотен датчиков. Защиту от землетрясений конструкции обеспечивают специальные датчики, которые способны сигнализировать о начале активной фазы сейсмической активности. Стальная конструкция моста рассчитана, чтобы выдержать не только легкие толчки, но и девятибалльное землетрясение.

За прочное подвижное соединение секций моста отвечают шок-трансммиттеры – специальные гидравлические устройства, с помощью которых экстренное торможение поезда или землетрясение пройдет без последствий. Всего на конструкции смонтировано более 760 таких устройств – их эффективность доказана на примере мостов во Владивостоке и Сочи.

Защищены опоры судоходного пролета моста: они соединены между собой и огорожены специальными железобетонными «островами», которые служат своеобразным многотонным бронежилетом, способным пережить столкновение с кораблем. Для того чтобы выдержать даже самые большие нагрузки, каждая опора закреплялась на 110 разнонаправленных сваях диаметром по полтора метра каждая.

Для монтажа пролетов для железнодорожной линии моста строители использовали уникальную технологию – метод продольной надвигки, при котором огромная стальная конструкция с помощью специальной гидравлики «пробирается» к месту соединения по специальной площадке со скоростью 45 миллиметров в минуту [4].

Арка над фарватером Керчь-Еникальского канала обеспечивает пропуск судов шириной 185 метров и высотой 35 метров. Протяженность этого пролета – 227 метров, а максимальная высота арок – 45 метров. На создание судоходного пролета ушло более 10 тысяч тонн металла. На этом участке автомобильный и железнодорожный пролеты стоят на опорах с фундаментами, для сооружения которых на глубину от 50 до 94 метров погружены более 100 стальных трубчатых свай [5].

Для соблюдения сроков возведения моста зона строительно-монтажных работ была разделена на 8 участков. Работы на них велись одновременно. На них шла подготовка оборудования для создания фундаментов опор, проводились опытные погружения свай, строители отработывали технологии, предусмотренные проектом.

Железнодорожный пролет – один из самых сложных элементов моста. Его масса составляет почти 600 тонн, а вся конструкция состоит из 40 секций, скрепленных между собой высокопрочными болтами и сваркой.

«Каждая последующая опора примерно на полметра выше предыдущей. Железнодорожный мост подниматься на острове Тузлана 5 метров, высота морского участка высота опор достигает 17 метров и 35 метров над фарватером Керчь-Еникальского канала», т.е. мост плавно поднимается вверх, – сообщил начальник технической службы компании «СГМ-Мост» Юрий Бесков[4].

К 24 марта 2019 г. была завершена сборка железнодорожных пролётов моста, к 18 июля закончена укладка рельсов железной дороги, продолжался монтаж средств сигнализации, централизации и блокировки. 11 сентября сообщалось о начале установки системы автоматического контроля и управления движением поездов. 23 октября начались промежуточные испытания железнодорожного моста при помощи тяжёлых железнодорожных составов. Приёмочные испытания и пуск железнодорожного участка моста намечены на декабрь 2019 г.

5 ноября 2019 г. перевозчиком пассажиров в Крым определена компания «Гранд Сервис Экспресс». 8 ноября 2019 г. началась продажа железнодорожных билетов на поезда. Время в пути из Москвы в Симферополь – 33 часа, из Санкт-Петербурга в Севастополь – 43,5 часа. Железнодорожный мост будет открыт в два этапа: в декабре 2019 г. для пассажирских поездов, в июне 2020 г. – для грузовых.

Проектом железнодорожного моста предусмотрена возможность будущей электрификации дороги, для чего не придётся изменять конструкцию дороги – потребуется только поставить опоры (для которых предусмотрены места размещения) и протянуть контактную сеть. А пока до электрификации по мосту будут ходить дизельные тепловозы [3].

Мост через Керченский пролив охраняется российскими спецслужбами. Председатель Национального антитеррористического комитета и директор ФСБ Александр Бортников отметил, что мост контролируется специалистами «во всех стихиях» – на воде, суше и под водой. Вокруг Крымского моста возведена настоящая эшелонированная система защиты, состоящая из датчиков, радиолокационных станций, видеокамер, способных распознавать нарушителей и предупреждать личный состав об их присутствии, районов по военному принципу, основанному на создании специальных зон воспреещения доступа.

Для решения задач по защите стратегического объекта в Росгвардии формируется морская бригада, на вооружении которой современное вооружение и техника, быстроходные катера «Грачонок» с глубоководными беспилотными аппаратами.

Крымский мост охраняет и уникальная электроника – специальные гидроакустические системы, разработкой которых занимались специалисты Научно-исследовательского института «Атолл». Эта система состоит из подводной и надводной аппаратуры для активного мониторинга охраняемой зоны акватории.

Общий мониторинг воздушной обстановки моста позволяет круглосуточно и круглогодично передвигаться в обе стороны и обеспечивать бесперебойное транспортное сообщение Крыма с Россией, осуществляется с помощью комплекса ПВО С-400, который находится на вооружении 4-й Армии ВВС и ПВО Южного военного округа с 2018 г. [5].

Благодаря введению в эксплуатацию Крымского моста стала интенсивно развиваться экономика Республики Крым. Стоимость продуктов снизилась за счет транспортного сообщения с Кубанью. Автомобильная дорога облегчает доставку строительных материалов. В Крыму началось активное строительство социальной сферы: жилья, школ, детских садов. Активное развитие получает крымский бизнес. Крым стали больше посещать отдыхающие и туристы. В Симферополе построен новый аэропорт.

Открытие железнодорожной части моста через Керченский пролив позволило увеличить работы портов: количество их работников выросло в 2 раза, а перевозка грузов увеличилась в десятки раз. Крымский мост дал мощный толчок к развитию инфраструктуры Республики Крым и расширил связи с материковой частью страны. Он является примером применения достижений науки и современной техники Российской Федерации [7].

Литература

1. Руксперт Крымский_мост [Электронный ресурс] – URL - <https://ruxpert.ru/>
2. Мир 24. Первый Евразийский информационный. Крымский мост: особенности конструкции [Электронный ресурс] – URL – <https://mir24.tv/news/16305137/krymskii-most-osobennosti-konstrukcii>
3. Интернет-энциклопедия Википедия [Электронный ресурс] – URL – https://ru.wikipedia.org/wiki/Крымский_мост
4. Армия. Каждая стадия уникальна – как создавался Крымский мост [Электронный ресурс] – URL – https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/201805151637-kv5h.htm
5. RG.RU [Электронный ресурс] – URL – <https://rg.ru/2016/02/19/reg-kfo/glavgosekspertiza--proekt-kercheskogo-mosta.html>
6. Инфоцентр «Крымский мост» [Электронный ресурс] – URL – <https://zen.yandex.ru/media/inforeactor/polza-krymskogo-mosta-dlia-jitelei-poluostrova-i-dlia-rossii-chto-izmenitsia-v-respublike-5ae88fad1aa80cd30aa75a64>