

Проведенные исследования показывают, что морозная деструкция оказывает значительное влияние на скорость карбонизации бетона, и как следствие, долговечность железобетонных элементов ИССО.

Список литературы

- 1 **Васильев, А. А.** Карбонизация и оценка поврежденности железобетонных конструкций : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 263 с.
- 2 **Васильев, А. А.** Карбонизация бетона (оценка и прогнозирование) : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2013. – 303 с.
- 3 **Васильев, А. А.** Оценка и прогнозирование технического состояния железобетонных конструкций с учетом карбонизации бетона : [монография] / А. А. Васильев. – Гомель : БелГУТ, 2019. – 215 с.
- 4 **Бородай, Д. И.** Прогноз долговечности типовых железобетонных пролетных строений автодорожных мостов / Д. И. Бородай // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – Макеевка, 2011. – Вып. 87. – С. 169–176.
- 5 **Васильев, А. А.** К вопросу оценки влияния морозной деструкции на карбонизацию бетона / А. А. Васильев, А. А. Такунов, А. С. Чугунова // «European Scientific Conference» : сб. статей XV Междунар. науч.-практ. конф. – Пенза : МЦНС «Наука и Просвещение». – 2019. – С. 59–62.

УДК 624.21/.8

КЕРЧЕНСКИЙ ТРАНСПОРТНЫЙ ПЕРЕХОД

П. Г. ДЕМИДОВ, А. М. КУКСО, М. Г. КОЗЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Историческая справка. Предложения по строительству моста через Керченский пролив прорабатывались как минимум с начала XX века, а в 1944 году СССР возвел Керченский железнодорожный мост протяженностью 4,5 км. Однако запроектированный как временная конструкция и уязвимый в результате ошибок при проектировании и строительстве, мост был серьезно поврежден в конце февраля 1945 года льдом, нагнанным ветром из Азовского моря.

Предложение по восстановлению временного моста было отвергнуто, остатки мостового перехода разобраны, но в скором времени после разрушения моста, в 1947 году, началась проработка вариантов строительства новой переправы – постоянного мостового сооружения – вместо утраченного временного. 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 рублей по ценам 1945 года. Высота подмостового габарита на судоходном пролете предполагалась 40 м, максимальная глубина погружения свай – 55 м. Схема мо-

ста: 3×55 м + 8×110 м + 8×220 м + 8×110 м + 25×55 м + эстакада. 18 мая 1949 года Совет министров СССР принял постановление о строительстве моста (подготовительные строительные работы велись еще с 1947 года), но в 1950 году 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 транспортно-го 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 соседними государствами. Кроме того, долгое время (вплоть до присоединения Крыма к РФ) мост выдвигался в качестве одного из элементов кольцевой автодороги вдоль черноморского побережья, проект которой обсуждался в рамках ОЧЭС, или же как часть «возрожденного Великого шелкового пути».

Вопрос строительства моста обсуждался в правительстве Украины в 2006 году. По словам министра транспорта и связи Украины Николая Рудковского, такое строительство было бы «плюсом для Крыма» и дало бы «возможность каждому туристу, приезжающему на русский Кавказ, обязательно приехать в Крым». Возможность постройки моста обсуждалась также в 2008 году на уровне премьер-министров, и в том же году проектирование и строительство моста были включены в «Транспортную стратегию Российской Федерации до 2030 года», которая предусматривала в качестве одного из основных направлений развития транспортной инфраструктуры в Южном федеральном округе проектирование моста через Керченский пролив и реконструкцию автодорожных подходов и подъездов к морскому порту Кавказ (до 2015 года), а на период с 2016 по 2030 годы – строительство моста. В апреле 2010 года на встрече в Харькове о строительстве моста в Керченском проливе договорились и подписали соответствующее соглашение президент Украины Виктор Янукович и президент России Дмитрий Медведев.

17 декабря 2013 года было подписано соглашение между правительством Российской Федерации и кабинетом министров Украины о совместных действиях по организации строительства транспортного перехода через Керченский пролив. Кабинет министров Украины утвердил соглашение в январе 2014 года. В связи с крымскими событиями переговоры о строительстве моста прекратились. 18 марта 2014 года был объявлен конкурс на инженерные изыскания по строительству моста, однако его формальные условия, ссылающиеся на российско-украинское соглашение по мосту, уже не

соответствовали фактическим реалиям – в этот день Россия официально включила Крым в состав своей территории.

Выбор маршрута. Маршрут моста выбирался из четырёх вариантов, при этом учитывались протяженность перехода, наличие железнодорожных и автодорожных подъездов к нему с обеих сторон, перспектива удорожания строительства в связи с необходимостью создания дополнительных транспортных сооружений на подходных участках, а также перспективы развития порта «Кавказ», железной дороги, угол пересечения с ходом морских судов, возможность направления транспортного потока в обход Керчи, экологическая ситуация, ледовая обстановка в зоне прохождения маршрута, а также наличие на территории Таманского полуострова и косы Чушка грязевых вулканов. Три варианта предполагали строительство перехода в Крым от косы Чушка, тогда как четвёртый предполагал маршрут от Таманского полуострова через Тузлинскую косу и остров Тузла. Последний вариант и был признан оптимальным: утверждалось, что преимуществом этого варианта является наличие площадей для размещения обслуживающих сооружений, отсутствие необходимости строительства сооружений «в зоне тектонического разлома» и меньшая стоимость эксплуатации транспортного перехода, в том числе меньшее энергопотребление, а также возможность обойти объекты историко-культурного наследия и зоны активных грязевых вулканов. Кроме того, строительство моста от косы Чушка потребовало бы прекращения работы существующей переправы, что осложнило бы связь Крыма с российскими регионами на период строительства.

Помимо строительства моста, рассматривался и вариант создания тоннеля, в пользу которого одно время активно высказывались крымские власти. В итоге, однако, был выбран мостовой вариант.

Наконец, изменялся и вариант моста: если в рассматриваемом к концу 2014 года проекте предполагалось построить два мостовых перехода (параллельные железнодорожный и автодорожный мосты между Таманским полуостровом и Тузлинской косой и совмещенный мост между островом Тузла и Керчью), а часть транспортного перехода провести прямо по Тузлинской косе, то утвержденный проект предусматривал два параллельных моста, а их опоры стали строить и на суше: от варианта прохождения транспортного перехода по насыпи отказались ввиду того, что коса находится в постоянном движении; отказ же от двухъярусного моста в пользу параллельных самостоятельных мостов (хотя и входящих в единый транспортный переход) представители компании-проектировщика мотивировали возможностью сократить стоимость строительства и массу пролетов, а также возможностью параллельного (одновременного) создания автодорожного и железнодорожного мостов, что позволяло «вписаться» в директивные сроки строительства Крымского моста.

Строительные работы. Строительство моста началось в феврале 2016 года. В начале года начались работы по погружению свай в основание опор, а в апреле была сооружена первая опора. В июне началась установка первых пролетных строений. 16 августа 2017 года завершилась установка свай автодорожного моста, 29 августа закончилась операция по транспортировке и установке железнодорожной арки в центральный судоходный пролёт над Керчь-Еникальским каналом. 12 октября 2017 года закончилась операция по транспортировке и установке автодорожной арки. 4 декабря 2017 года было завершено возведение всех опор автодорожного моста и половины опор железнодорожного моста, 20 декабря – пролетных сооружений автодорожного моста. 26 апреля 2018 года была завершена укладка асфальта на автодорожном мосту и мост прошел приемочные обследования, что стало основанием для последующего введения его в эксплуатацию.

Кроме того, летом 2019 года для строительства временного моста через Северский Донец в городе Каменск-Шахтинский (Ростовская область) были использованы металлоконструкции временного (технологического) моста через Керченский пролив (после окончания работ над автодорожным мостом временный мост был разобран). Металлоконструкции понадобились для срочного создания временного моста в связи с закрытием одного из мостов Каменского мостового перехода на автомобильной трассе М4.

15 мая 2018 года состоялась церемония запуска («официального открытия») автодорожного моста через Керченский пролив, а 16 мая, в 5:30 по московскому времени, мост открыли для транспорта с максимальной разрешённой массой менее 3,5 т; по официальным сообщениям, к вечеру этого дня суммарно в обе стороны по мосту проехали почти 14 тысяч транспортных средств, и тем самым был побит абсолютный рекорд Керченской паромной переправы. 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 т.

Строительство железнодорожного моста. Строительство железнодорожного моста продолжилось и после окончания строительства автодорожного моста; к 4 июня 2018 года было завершено создание его свайных фундаментов, 25 июля началась укладка рельсовых путей, к первой половине ноября 2018 года было завершено формирование опор.

К 24 марта 2019 года была завершена сборка железнодорожных пролетов моста, к 18 июля – укладка рельсов двухпутной неэлектрифицированной железной дороги, продолжался монтаж средств сигнализации, централизации и блокировки. 11 сентября сообщалось о начале установки системы автоматического контроля и управления движением поездов. 28 ноября началась настройка железнодорожной автоматики моста.

18 декабря 2019 года строительство железнодорожного Крымского моста было официально завершено – был подписан акт приемки, разрешающий ввод железнодорожного моста в эксплуатацию.

Общие характеристики. Транспортный переход состоит из двух параллельных мостов – автодорожного и железнодорожного. Они начинаются на Таманском полуострове, проходят по Тузлинской косе и острову Тузла, пересекают фарватер, огибая мыс Ак-Бурун, и завершаются в Керчи. Длина транспортного перехода в границах проектирования – 19 км, железнодорожного моста – 18,1 км, автодорожного – почти 17 км (без насыпей на керченском берегу).

Мосты проходят длинными эстакадами, пролеты которых, общей массой в 260 тыс. т, стоят на 595 опорах. Длина пролетов в основном от 55 до 63 м, судоходные пролёты над Керчь-Еникальским каналом проходят по аркам автодорожного и железнодорожного мостов длиной 227 м и высотой 45 м с подмостовым судоходным габаритом высотой 35 м и шириной 185 м, являющимися крупнейшими элементами транспортного перехода.

Автодорожный мост представляет собой четырехполосную скоростную дорогу. Расчетная скорость движения по мосту составляет 120 км/ч, фактическая максимальная разрешенная скорость движения – 90 км/ч. Пропускная способность моста – 40 тыс. автомобилей в сутки; действующий рекорд суточного трафика составляет 35 989 автомобилей и был установлен 12 августа 2019 года.

Железнодорожный мост является бесстыковой двухпутной железной дорогой II категории. Он рассчитан на движение поездов массой до 7,1 тыс. т со скоростью до 120 (для пассажирских поездов) или 80 (для грузовых) км/ч. Ожидаемая пропускная способность в первый год эксплуатации – 47 пар поездов в сутки. Проектом Крымского моста была предусмотрена возможность создания воздушной контактной сети для электрификации железной дороги (переменный ток, ~25 кВ, 50 Гц), «в случае принятия такого решения», для чего не придется изменять конструкцию дороги – потребуется только поставить опоры (для которых уже предусмотрены места размещения) и протянуть контактную сеть. До электрификации по мосту будут ходить дизельные тепловозы.

УДК 621.311:625

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ В ТРАНСПОРТНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

М. Н. ДОЛГАЧЕВА, Т. В. ЯШИНА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

В последние годы стали особенно актуальны вопросы энергоресурсосбережения для Республики Беларусь, т. к. по-прежнему еще высоки удельные