

О.Г. Скорик,
Директор по проектированию
АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург»

КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ КРЫМСКОГО МОСТА

Общеизвестно, что транспортный переход через Керченский пролив фактически состоит из двух параллельных мостов — автомобильного и железнодорожного. Но мало кто знает, почему было принято именно такое решение. Техническими подробностями при этом наиболее детально владеют специалисты АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург», генерального проектировщика Крымского моста.

Прежде всего, хотелось бы напомнить, что совмещенный мостовой переход, соединяющий Таманский и Керченский полуострова, имеет длину около 19 км и является самым протяженным в Европе. По автомобильному мосту с дорогой категории 1Б предполагается пропускать порядка 30 тысяч единиц автотранспорта. По железнодорожному мосту с линией категории II — 36 пар пассажирских поездов и 15 пар грузовых, а также планируется организация пригородного сообщения Анапа — Керчь с 5–6 парами электричек в сутки.

Трасса мостового перехода начинается на Таманском полуострове, затем проходит через так называемое «озеро» потом по знаменитой «Тузлинской косе», затем через «протоку», по острову Тузла, затем соответственно через Керченский пролив, пересекая Керчь-Еникальский фарватер и выходит на Керченский берег.

Мост через Керченский пролив представляет собой два параллельных моста с расстоянием между осями порядка 50 м на большой длине и на подходе к Керчи с расстоянием 36 м. Автомобильная часть моста по большой длине моста перекрыта большими пролетными строениями с пролетами по 55 м и 63 м. Участки моста, проходящие над сушей (коса Тузла,

остров Тузла) перекрыты неразрезными сталежелезобетонными пролетными строениями 4×58 м, разделенными, под каждое направление движения автотранспорта. Участок моста над «протокой» перекрыт разрезными сталежелезобетонными пролетными строениями, разделенными под каждое направление движения с пролетами по 55 м. Участок моста, пересекающий соответственно «морскую» часть Керченского пролива перекрыт неразрезными балочными цельнометаллическими пролетными строениями, разделенными под каждое направление движения с пролетами 4×63 м. Участок моста, пересекающий Керчь-Еникальский канал перекрыт арочными пролетным строением с гибкими «вантовыми» подвесками с ездой понизу с пролетом 227 м, что обеспечивает возможность устройства судового габарита 185 м — шириной и 35 м — высотой.

Железнодорожная часть моста на всем протяжении, за исключением фарватерной части перекрыта балочными разрезными цельнометаллическими пролетными строениями под два железнодорожных пути с ездой поверху на балласте с пролетами 55 м

над участками суши и с пролетами 63 м над морской акваторией. Участок моста над Керчь–Еникальским каналом, как и у автодорожного моста перекрыт арочными цельнометаллическими пролетными строениями с пролетом 227 м.

Фундаменты опор автодорожного и железнодорожного мостов свайные, объединенные железобетонными монолитными ростверками. Сваи представляют собой металлические забивные трубы с толщиной стенки 16–20 мм (для опор под арочными пролетными строениями). В верхней части трубы для объединения с монолитными железобетонными ростверками имеют железобетонные сердечники, имеющие длину от низа ростверка до отметки на 1 м ниже линии местного размыва у опоры.

Отдельно хотелось сказать несколько слов о работе выполненной на стадии ТЭО проектной ор-

и неразрезные цельнометаллические фермы с пролетами от 88 м и больше. Это решение было широко опробовано в практике отечественного мостостроения и обладает на первый взгляд целым рядом конструктивных преимуществ (минимальное количество опор).

В Проектной документации, разработанной АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» огромное внимание было уделено технико-экономическому сравнению вариантов мостового

перехода (кроме, того сравнивались варианты и комбинированные варианты («мост-насыпь») и тоннельные варианты, которые были явно не конкурентоспособными как по объемам, так и по срокам строительства.

В данной статье хотелось бы сделать акцент на конструктивно-технологические решения и факторы, которые повлияли на назначение основных параметров мостового перехода и технологии его сооружения, и поэтому, все таки два параллельных моста построенных рядом оказались конкурентоспособнее одного полностью совмещенного моста.

Прежде всего, необходимо рассказать об условиях строительства мостового перехода:

Во-первых, это условия морского пролива

1) Агрессивная морская среда класса С5М

(требуются специальные решения по антикоррозийной защите);

ганизацией ОАО «Институт Гипростроймост». В качестве рекомендуемого варианта на стадии ТЭО был рекомендован вариант совмещенного моста с двухрусным расположением автодорожного и железнодорожного проездов (автомобильная дорога в верхнем уровне, железная дорога в нижнем уровне). Пролетное строение представляло собой разрезные

2) Сложные гидрометеорологические погодные условия:

- неблагоприятный период для строительства мостового перехода с октября по апрель — 7 месяцев в году, сопровождающийся частыми порывистыми ветрами со скоростью более 15 м/сек (когда крановая техника не имеет возможности работать),

- частые штормы, которые не дают возможность проводить работы по строительству моста сплава;

3) Сложные ледовые условия (образование льда толщиной до 70 см и прочностью 3,5 МПа в зоне строительства моста, и возможность ледохода (наиболее опасный фактор) в результате таяния льдов в Азовском море;

Во-вторых, это высокая сейсмичность площадки строительства 9 баллов и более.

В-третьих, это конечно сложные инженерно-геологические строения площадки строительства, которые можно сгруппировать в 4 основных ИГЭ (инженерно-геологических элемента):

ИГЭ-1 Голоценовые новочерноморские отложения (пески водонасыщенные от мелких до гравелистых с ракушкой мощностью от 2 до 20 м).

ИГЭ-2 Морские древнечерноморские, ранне-среднеголоценовые отложения (Суспеси, суглинки и глины текучие и текучепластичные мощностью до 50–55 м)

ИГЭ-3 Аллювиальные отложения верхнего плейстоцена. Пески мелкие и пылеватые, средней крупности мощностью до 25 м.

ИГЭ -4 Отложения сорматского яруса верхнего миоцена. Глины твердые и полутвердые (рекомен-

дованы в качестве свайных фундаментов, так как практически все перечисленные грунты в силу своей разжижаемости при динамическом воздействии и низких показателей прочности и деформационных характеристик не могут использоваться в качестве грунтов оснований).

Учет всех вышеперечисленных факторов и определил конструктивное решение и технологию строительства мостового перехода:

1) Результаты комплекса инженерно-геологических изысканий (только бурение скважин с отбором монолитов было выполнено более 60 км) серьезно повлияли на выбор принципиальной схемы мостового перехода. Большое количество опор (всего их 595 штук), казалось бы, при большой толщине слабых грунтов в основании является достаточно спорным решением. И с первого взгляда, кажется, что нужно увеличить длины пролетов, тем самым, уменьшая количество опор или вовсе делать совмещенные пролетные строения, располагающиеся на одной опоре. Институт в ходе рассмотрения вариантов моста рассмотрел огромное количество вариантов пролетных строений с разными длинами пролетов и конструкций пролетов, как в виде балок, так и сквозных решетчатых ферм. Увеличение длин пролетов по сравнению с пролетами 55–63 м приводило к утяжелению пролетных строений (увеличению расходов материалов на один квадратный метр, что в свою очередь в условиях высокой сейсмичности приводило к значительному увеличению количества свай и их поперечного сечения). В свою очередь, это приводит к потребности применения более тяжелого кранового оборудования, вибропогружателей, гидравлических молотов для забивки свай и локализует производство в нескольких тоннах. Таким образом, схему моста и разделение совмещенного моста на два параллельных моста было определено в результате технико-экономического сравнения вариантов на основании результатов инженерно-геологических изысканий и комплекса сейсмических исследований.

2) Конструкция промежуточной опоры была рассчитана на все основные сочетания нагрузок и воздействий, которые были отражены в СТУ (на проектирование данного мостового перехода). Определяющими воздействиями на промежуточные опоры под балочным пролетным строением явилось сочетание с сейсмикой и сочетание со льдом, для фарватерных



опор, так же определяющим воздействием явился навал судна. Кроме того, хочется отметить, что АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» при проектировании опор моста произвел комплекс работ по оценке коррозии в условиях Керченского пролива для разработки раздела «Системы защиты от коррозии» и основные положения их были внесены в СТУ на проектирование объекта.

3) Сооружение мостового перехода требуется обеспечить в директивные сроки. Срок окончания строительства автодорожной части — в конце 2018 года, срок окончания строительства железнодорожной части моста — в конце 2019 года. Именно разделение мостов на два «независимых» сооружения позволило, в том числе вписаться в крайне сжатые сроки строительства. Практически все решения по технологии строительства мостового перехода были обусловлены природно-климатическими факторами и директивными сроками строительства.

4) Относительно небольшие глубины в зоне строительства мостового перехода 1,5–4 м, наличие неблагоприятного периода строительства (с октября по апрель включительно) продиктовали технологию сооружения опор и пролетных строений в зоне морских акваторий с максимальным отказом от использования плавсредств. Так была разработана технология погружения металлических свай с помощью устройства по погружению свай (так называемые УПС), когда тяжелое крановое оборудование (грузоподъемностью 3505), вибропогружатель и гидравлический молот находятся на передвигающемся (этим же краном) рабочем мосту, с которого производятся все работы. Другой альтернативной технологией является погружение металлических свай со стационарных рабочих мостов РМ 1,2,3 с пристроенных рабочих площадок.

Ростверки и тело промежуточных опор сооружались с рабочих площадок, пристроенных к рабочим мостам РМ 1,2,3.

Технология сооружения пролетных строений на участках морской акватории заключается в продольной надвижной конвейерно-тыловой сборке со ступеней расположенных или на береговой части или в морской акватории (при этом сам ступень сооружался в акватории с рабочего моста). Наиболее сложной и ответственной процедурой при строительстве мостового перехода является пере-



движка на плаву железнодорожной и автодорожной арок фарватерного участка моста с подъемом их в проектное положение с помощью фермоподъемников. Этот этап строительства должен быть выполнен в августе-сентябре 2017 года в условиях «благоприятной» погоды (ограничения по скорости ветра, высоте волн) в кратчайшие сроки для минимизации «окон» в движении судов по Керчь-Еникальскому каналу.

В Заключении хочется отметить следующее:

1) Все конструктивные и технологические решения мостового перехода выбраны в результате детального технико-экономического сравнения вариантов на основании полного комплекса инженерных изысканий. Строительство двух параллельных мостов экономичнее других вариантов, как по расходам основных строительных материалов, так и эффективнее по технологии сооружения

2) Разделение совмещенного мостового перехода на два параллельных моста позволило вписаться в директивные сроки строительства мостового перехода.

3) Наличие двух параллельных мостов обладает неоспоримыми преимуществами при последующей их эксплуатации разными балансодержателями. ■