

Арочно-вантовый мост в Серебряном Бору через Москву-реку

В.Г. НИКОЛАЕВ, журналист

В статье рассказывается о строительстве уникального объекта – вантового моста через Москву-реку в районе Серебряного Бора, излюбленного места летнего отдыха горожан.



Новый мост соединит проспект Маршала Жукова и МКАД и будет представлять собой магистраль с шестиполосным бессветофорным движением. Магистраль пройдет также по двум подземным туннелям, выходящим на поверхность недалеко от МКАД. Таким образом проектировщики планируют решить вопрос перегруженности транспортных автомагистралей в этом районе Москвы. Работы по возведению моста начались в 2004 г. В настоящее время они почти завершены, но мост планируется сдать в сентябре 2008 г. – ко Дню города.

Строительство моста предстояло вести на очень небольшом участке земли: с левого берега он был ограничен Серебряным Бором, с правого – дачным поселком «Речник» и гребным каналом «Крылатское». Перед проектировщиками были поставлены жесткие условия: опоры моста не должны были мешать речным судам, опоры арки не должны были касаться берега Серебряного Бора. В результате был разработан и утвержден вантовый мост достаточно необычной конструкции – ванты, поддерживающие балку жесткости, планировалось закрепить на арке, расположенной перпендикулярно мостовому пролету, а мост должен был пересекать реку под большим углом. Для придания сооружению уникальности в верхней части арки было решено устроить смотровую площадку с рестораном, куда посетителей будет доставлять специальный лифт.

Перед возведением моста ЗАО «Институт Гипростроймост Санкт-Петербург» была проведена экспертиза аэродинамической устойчивости арочно-вантового пролетного строения с определением собственных частот системы «балка-арка» и частоты колебаний системы. Были изготовлены масштабные модели балки и системы «балка-арка», которые прошли испытания (продувку) в аэродинамической трубе Центрального аэрогидродинамического института им. Жуковского (ЦАГИ). Испытывалось два варианта модели: первая состояла только из вантовой системы, вторая – из вантовой системы и модели ресторана. Это позволило определить частотные характеристики конструкции, выяснить форму обтекателей и шумозащитных экранов для смотровой площадки. По результатам экспертизы было принято решение предусмотреть возможность установки виброгасителей.





Генеральный проектировщик моста – ОАО «Метротранс». В разработке конструкции моста приняли участие ОАО «Гипротранс», ЗАО «Институт Гипростроймост Санкт-Петербург», проектно-строительная фирма «Мостовик» (г. Омск).

Геологическими исследованиями состояния грунта в местах установки опор арки моста выявлено, что в данном районе речное дно имеет следующую структуру:

- верхний слой – аллювиальные отложения;
- глинистые прослойки;
- слои разрушенного известняка;
- после 30 м начинаются закарстованные известняки с высоконеравномерной прочностью.

В месте возведения основания опоры арки были обнаружены полости. Поэтому перед возведением опор для арки и балки жесткости грунт под ними был укреплен путем инъекции цементно-песчаного раствора на глубину 6–8 м.

Возведение вантового моста состояло из четырех основных стадий: во-первых, была возведена арка, сооружены временные опоры и стапель для выдвижения балки жесткости. Тогда же балка жесткости была установлена на стапель и обстроена пятая опора моста. Все опоры моста были возведены на основаниях из буронабивных столбов диаметром 1,5 м. Глубина погружения столбов составила 30–40 м – на глубину слоя известняка. Для ликвидации трещин и каверн в основание каждого столба осуществлялись инъекции цементно-песчаного раствора. Поперечная арка моста монтировалась методом навесной сборки в полный навес. Монтаж осуществлялся одновременно с правого и левого берега. После того как распорные усилия были отрегулированы, монтажные бригады осуществили замыкание обеих крыльев арки. Работы по монтажу арки проводились с помощью мобильного крана с решетчатой 77-метровой стрелой и консолью-хоботом длиной 63 м. Свайные ростверки опор арки были выполнены из наклонных (10:1) буронабивных столбов. Это было сделано, чтобы компенсировать горизонтальные нагрузки, возникающие в арке от распора.

Из-за того, что давление на опоры было различным, а глубина речного дна в районе моста изменялась от 4,5 до 9 м, основание для каждой опоры приходилось создавать индивидуально. Так, балки жесткости третьей опоры и правобережная опора арки были возведены на специальных отсыпных полуостровах. Для их создания на дне реки были установлены шпунтовые ограждения из металлических панелей (шпунтов) трех типов, длиной от 16 до 18 м:

- ПШС (панели шпунтовые сварные) корытного типа;
- панели Ларсена 5-У;
- сварные полукруглые панели.

Если глубина дна составляла менее 4,5 м, применялись закладные крепления. Для этого в грунт вертикально погружались двутавровые балки длиной 11–12 м с шагом



2 или 3 м. После этого в пазы устанавливались железобетонные плиты с линейными размерами 2х3, 2х4 и 2х6 м. На малых глубинах работы по укреплению полуострова проводились с применением плавучего крана грузоподъемностью 20 т, вибропогружателя и трубчатого дизель-молота с массой ударной части 1,8 т. На больших глубинах для установки шпунта использовалась баржа грузоподъемностью 1000 т. На барже был смонтирован настил из железобетонных плит, на котором разместились два гусеничных крана с трубчатым дизель-молотом и вибропогружателем. По реке баржами доставлялся песок, который с помощью плавучего крана пересыпался за шпунтовое ограждение. После этого поверхность полуострова разравнивалась бульдозерами и на нее укладывались железобетонные плиты.

Третья опора была возведена на 21 буронабивной свае диаметром 1,5 м. Глубина бурения составила 46,6 м, а высота буронабивных свай после объединения их в ростверк – 38 м. В каждой свае были предусмотрены две трубы диаметром 108 и 57 мм для проверки качества бетона, инъекций цементно-песочного раствора в карстовые полости и цементации грунта в основании сваи (через трубу диаметром 108 мм). Для создания свайного поля третьей опоры потребовалось 1449 м³ бетона.

Разработка грунта внутри шпунтового ограждения проходила в два этапа: на первом этапе работы велись с верхней части по всей ширине ростверка до отметки 124,60 с откачкой воды. Параллельно устанавливались распорки шпунтового ограждения. Вторым этап начался после того, как были смонтированы все распорки. Котлован был разработан до отметки 117,50. При этом уровень воды поддерживался на отметке 122,50. Разработка грунта производилась экскаваторами, оборудованными грейферами. После того как поверхность грунта достигла проектной отметки, на ней был устроен тампонажный слой толщиной 1,5–2 м. Ростверк третьей опоры имеет форму прямоугольника длиной 38 м, шириной 8 м и высотой 4 м. Для его создания потребовалось 3690 м³ бетона класса В30, морозостойкости F200 и влагостойкости W8.

Свайное поле арочной опоры состоит из 60 буронабивных свай диаметром 1,5 м. 12 из них были установлены строго вертикально, а 48 – с уклоном 1:10. Глубина бурения составила 39,60 м, а высота буронабивной сваи после объединения в ростверк – 32 м. Для создания свайного поля использовался бетон класса В 27,5, морозостойкостью F200 и влагостойкостью W6. Общий объем бетонного массива свайного поля составил 3412 м³.

Расчетная нагрузка на голову сваи оказалась равной 264 кН. Работы по разработке грунта под арочной опорой были проведены в три этапа: сначала по углам шпунтового ограждения и в середине длинной стороны ростверка было пробурено шесть скважин до отметки 115,50. В них были установлены перфорированные металлические трубы с закрытым дном (диаметр 1200 мм). Затем по периметру шпунтового ограждения была вырыта траншея глубиной 1,5 м и шириной 2,5 м для установки опорных столиков обвязки. После установки столиков были смонтированы балки обвязки шпунтового ограждения. Работы велись по всей ширине ростверка до отметки 122,50. Во время второго этапа строители углубили котлован до отметки 116,50 и установили все распорки обвязки шпунтового ограждения. При этом уровень воды поддерживался на отметке 122,50 – откачка осуществлялась насосами производительностью 50 м³, установленными в перфорированных трубах. Разработка грунта велась с помощью экскаваторов, оборудованных грейферами, эрлифтами и гидромониторами. После окончания разработки котлована начался третий этап – укладка тампонажного слоя толщиной 1,5–2,0 м.

Ростверк опоры арочного пилона представляет собой прямоугольник длиной 49 м, шириной 20,500 м и высотой 4 м. Класс бетона В30, морозостойкость F200, влагонепроницаемость W8, объем – 3690 м³. Бетонирование опоры арочного пилона проводилось в два этапа, ее конструкция имеет два яруса. Габаритные размеры опоры 18,9х43,5 м. Во время второй стадии балка жесткости, ранее установленная на стапеле, была продвинута от второй до четвертой опоры. Одновременно на правом берегу начался навесной монтаж пролетных строений между четвертой, пятой и шестой опорами. При этом использовался деррик-кран, установленный на понтонах.

Монтаж вант начался на третьей стадии. Он велся последовательно в обе стороны – от середины арки к третьей и четвертой опорам. Ванты натягивались симметрично относительно арки так, чтобы они восприняли первую часть постоянной нагрузки (вес металлического пролета). Натяжение увеличивалось до тех пор, пока балка не поднималась над временными опорами. Расчетное усилие в каждом стренде создавалось поочередно, в соответствии с технологией, разработанной фирмой, поставлявшей ванты. Для выравнивания натяжения всех стрендов одной ванты использовались специальные датчики и компьютерные методы контроля. В настоящее время мониторинг натяжения вант осуществляется круглосуточно.

Ванты конструкции Фрейссине были изготовлены из семипроволочных оцинкованных канатов сечением 150 мм². Количество канатов (от 27 до 49) зависело от нагрузки на конкретную ванту. Гарантированная прочность прядей составляет 1860 Н/мм². Пряди имеют полиэтиленовую оболочку с антикоррозийной смазкой. Канаты, формирующие ванту, заключены в трубчатую оболочку из полиэтилена высокого давления. К арке ванты крепятся с помощью пассивных анкером, к балке жесткости – с помощью активных. Для поглощения кинетической энергии, накапливающейся на вантах в результате внешних воздействий, предусмотрены демпфирующие устройства.

На четвертой стадии смонтировано дорожное полотно. Монтаж смотровой площадки и ресторана планируется провести до конца ноября. К этому все готово. Произведено натяжение всех вант и закреплены балки жесткости на постоянных опорах. Основой для крепления каркаса смотровой площадки выступит арочный пилон. После сборки каркаса смотровой площадки на проезжей части он будет поднят на высоту 85 м и закреплен на специальных элементах арки. Площадь ресторана составит 33х24 м.

Длина мостового перехода составляет 1400 м, он состоит из трех основных частей:

- правобережной эстакады из предварительно напряженного железобетона (375 м);
- вантовой части (830 м) – металлическое неразрезное пролетное строение (вантовый пролет – 410 м);
- металлическое неразрезное пролетное строение длиной 195,5 м (от опоры 6 до опоры 9).

Высота арки составила 102 м, пролет – 138 м, масса – 4050 т. Ее положение, почти перпендикулярное руслу, позволило обеспечить судоходный пролет шириной 80 м. Практически сразу после моста начинается автомобильный тоннель. И у моста, и у тоннеля проезжая часть будет иметь три полосы в одну и три полосы в другую сторону. Ширина каждой полосы составит от 3 до 3,5 м. Диаметр тоннелей – 13 м, расстояние между ними – 34 м (посередине проложен сервисный тоннель диаметром 6 м). В дальнейшем в нижней части тоннеля разместится Строгинская ветка метрополитена.

