

После нас потопа не будет

12 августа 2011 года состоялось долгожданное открытие комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. В церемонии открытия принял участие глава правительства РФ Владимир Путин, заявивший, что «сегодня происходит неординарное, большое и историческое для Петербурга событие».

Комплекс защитных сооружений (КЗС, получивший название «дамба») призван не только навсегда решить проблему защиты Санкт-Петербурга от нагонных наводнений, ежегодно приносивших многомиллионные убытки, но и стал одним из участков Кольцевой автомобильной дороги вокруг Северной столицы.

Основной конструктивный элемент КЗС – собственно насыпная дамба протяженностью 25,4 км, расположенная в акватории Финского залива в створе пос. Горская – о. Котлин (г. Кронштадт) – ст. Бронка (г. Ломоносов) – имеет разрывы для пропуска судов и для обеспечения водообмена между Невской губой и Финским заливом. Эти разрывы снабжены затворами, которые перекрывают отверстия при угрозе подъема воды. Поскольку по верху дамбы проходит автомагистраль, кроме упомянутых затворов потребовалось на этих участках возвести искусственные сооружения (семь мостов и тоннель). В районе Кронштадта дамба пересекает Морской канал глубиной 7 м, искусственно прорытый в 1885 году. Для прохода морских судов по каналу его глубина увеличена до 16 м.

Для пропуска автотранспорта на месте пересечения дамбы с Морским каналом, под его дном построен подводный тоннель. В плане тоннель расположен рядом с затворами судопропускного сооружения С-1, обеспечивающего закрытие Морского канала при наводнении. В связи с этим строительство обоих сооружений выполнялось в общем котловане глубиной 28 метров. Огромный опыт ОАО «Трансмост», накопленный к моменту принятия решения о сооружении КЗС, стал веским основанием для выбора генерального проектировщика автодорожной составляющей судопропускных сооружений С-1 и С-2.

С-1 – сердце всего комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений. Основными его объектами являются плавучие затворы, состоящие из двух батопортов, автодорожный тоннель под судоходным каналом и инженерные сооружения, обеспечивающие функционирование тоннеля и затвора. С-1 выполняет три основные функции:

- защита города и прилегающих территорий от наводнений;
- автотранспортное сообщение по автодорожному тоннелю под судоходным пролетом;
- пропуск морских судов водоизмещением до 90 тысяч тонн с осадкой до 14, 3 метра при круглогодичной навигации.

Наша справка

Санкт-Петербург «славится» количеством наводнений, в память о них установлено уже более 20 памятных досок. Водная поверхность занимает 10% площади города. За свою историю Санкт-Петербург был затоплен более 330 раз.

Уже в августе 1703 года, чуть больше двух месяцев после основания северной столицы, вода поднялась на 211 см и смыла изрядное количество стройматериалов, завезенных для строительства Петропавловской крепости, «много сонных людей и рухлядь их помочило».

Наиболее крупным было наводнение (7) 19 ноября 1824 года, когда уровень воды в Неве поднялся на 421 см выше ординара (уровень водомерного поста, установленного у Горного института). Многочисленные реки и каналы Невской дельты слились с водами, покрывающими улицы. Под натиском яростных волн и ураганного ветра рушились стены домов, срывались крыши, падали вырванные с корнем деревья. Именно это катастрофическое наводнение описано в поэме А.С. Пушкина «Медный всадник».

Наводнение 1824 года принесло Санкт-Петербургу огромные убытки. Было полностью разрушено 324 дома, повреждено 3257 разных строений (т.е. половина всех имевшихся). Из 94 судов, стоявших в гавани, удалось спасти только 12. Погибло около 200 человек. Долгое время в городе свирепствовали простудные заболевания. Цены на продукты питания, сено и дрова резко подскочили. Еще долгое время спустя это наводнение именовалось «потопом».

В начале 18 века центральная часть города затапливалась при подъеме всего на 130–150 см. Нарращивание культурного слоя, мощение дорог способствовало борьбе с затоплением. В настоящее время наводнениями считаются подьёмы уровня воды более чем на 160 см над ординаром. Наводнения с подьёмом воды до 210 см считаются опасными, до 299 см особо опасными, свыше 300 см – катастрофически. Чаще всего наводнения происходят в сентябре-декабре.

Тоннель строился в период с 1988 до 1993 год. История его сооружения такова. В 1975 году «Ленгипротрансмост» (ныне – ОАО «Трансмост») по заданию генпроектировщика, которым являлся «Ленгидропроект» (Ленинградское отделение Всесоюзного института «Гидропроект» имени С.Я. Жука), разработал технический проект автодорожного тоннеля, утвержденный в составе Комплексного проекта защитных сооружений Постановлением Совета Министров СССР № 2847Р от 29.12.78 г. В 1988 г. Решением Ленгорисполкома была принята новая конструкция затвора судопропускного сооружения С-1, расположенного рядом с автодорожным тоннелем, что потребовало выполнения корректировки ранее утвержденного проекта. В 1993 году строительство было приостановлено и вплоть до 2002 года велось очень медленными темпами из-за отсутствия постоянного финансирования. В 2006 году работы были возобновлены.

Оживление работ на комплексе защитных сооружений Петербурга от наводнений привлекло на крупнейшую стройплощадку страны многие профессиональные проектные и строительные организации. В их числе – ОАО «Трансмост» – отраслевой институт, стоявший у истоков строительства дамбы.

Проектные работы по достройке тоннеля, прерванные в 90-х годах, продолжались параллельно с его сооружением. Проектная документация выдавалась одновременно двум подрядным организациям – ЗАО «Инжиниринговая корпорация «Трансстрой», работающей на С-2 и на С-1, и ОАО «Метрострой», сооружающему С-1. «Трансмост» осуществлял авторский надзор за строительством обоих объектов.

Проектная документация требовала серьезной корректировки – за полтора десятка лет, прошедших с момента приостановки работ, многие проектные решения устарели. В частности, потребовалось разработать новые, усиленные варианты барьерных ограждений, чтобы они выдерживали энергию удара до 400–500 КДж, применить современные конструкции деформационных швов, полностью заменить опорные части. Первым делом потребовался проект ремонта моста – ввиду того, что после приостановки строительства в 1990-х годах конструкция не была должным образом законсервирована. Новая проектная документация была разработана ОАО «Трансмост» в 2004–2006 годах, а уже в ноябре 2006 года по мосту открыто движение автотранспорта.

Окончательная разработка технической документации на строительство автодорожного тоннеля выполнена ОАО «Трансмост» – генпроектировщиком тоннеля при участии ОАО «Ленметрогипротранс», ЗАО «СПб-Гипрошахт», Санкт-Петербургского филиала ФГУ ВНИИПО МЧС России и ЗАО «Бизнес Компьютер Центр».

Работа над проектированием тоннеля и мостов для комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений, несмотря на задержки и перерывы в финансировании проектных работ, позволила реализовать на этих объектах много новых интересных инженерных решений. В частности, впервые в практике отечественного мостостроения разработано вертикально подъемное пролетное строение пролетом 120 м без башен для размещения механизмов подъема; впервые в РФ запроектирован и построен уникальный подводный тоннель под Морским каналом, при сооружении



Тоннель в завершающей стадии строительства

которого применены новые изоляционные материалы, новые конструкции деформационно-осадочных швов; очень тщательно проработаны методы огнезащиты, пожаротушения и дымоудаления, что позволило создать надежное и безопасное сооружение.

Рассказывает главный инженер проекта ОАО «Транс-мост» Станислав Шульман:

– В отношении судопропускного сооружения КЗС С-1 вопрос решился сразу и однозначно: здесь был запроектирован подводный тоннель под морским каналом. Первоначально тоннель предполагалось построить и под С-2, однако уже в середине 80-х годов на достаточно высоком уровне было принято решение заменить тоннель подъемным мостом. Возможно, сыграли свою роль материальные соображения: известно, что обычно тоннель существенно дороже моста, да и сроки его строительства значительно больше. За основной вариант была принята конструкция моста с вертикально-подъемным пролетным строением. Строить мост с разводным пролетом раскрывающейся системы считали нецелесообразным по причине значительной длины руслового пролета – 120 м (для справки: длина разводного пролета Троицкого моста около 50 м).

– В состав тоннеля входят: подземный участок, две ramпы, две вентиляционные шахты с вентзданиями, четыре кабельные шахты, три насосные, южные и северные очистные сооружения, – продолжает рассказ Станислав Александрович. – Полная длина тоннеля – 1961 метра, включая подземный (собственно тоннельный) и открытые (рамповые) участки. Протяженность въездных ramп каждого транспортного отсека принята по 386 метров, выездных ramп – по 356 метров, тоннельных участков – по 1219 метров.

Внутреннее поперечное сечение тоннеля включает в себя два транспортных отсека под три полосы движения в обоих направлениях, служебно-эвакуационный отсек, расположенный между ними, и два кабельных отсека для прокладки коммуникаций, расположенных у наружных стен. Ширина каждого из двух транспортных отсеков составляет 15,25 метра, в том числе



Движение по тоннелю открыто 12 августа 2011 года

13,25 метра – проезжая часть для трех полос движения автотранспорта.

Конструктивные решения тоннеля учитывают обеспечение устойчивости на всплытие при устройстве обратной засыпки. По длине подземный участок тоннеля разбит на секции длиной до 60 метров, между которыми устраиваются деформационные швы.

Конструкция деформационного шва разработана с использованием двух резиновых уплотнителей, так называемых «ОМЕГА-профилей». Установлены два контура уплотнения из резинового ОМЕГА-профиля, воспринимающие остаточные перемещения секций тоннеля от нагрузок обратной засыпки и давления воды. Кроме того, снаружи деформационных швов дополнительно устроен глиноцементный замок. Такое решение обеспечивает трехкратную степень защиты деформационного шва. Долговечность уплотнения «ОМЕГА» составляет не менее 100 лет при его работе в пределах от минус 30 градусов до плюс 70 градусов Цельсия.

Конструкция подземного участка тоннеля выполнена из монолитного железобетона прочностью В30, морозостойкостью F200 и водопроницаемостью W12.

С обеих сторон подземного участка тоннеля предусмотрены ramпы длиной 356 метров и переходные участки по 30 метров, примыкающие к порталам. Ramпы имеют корытообразное поперечное сечение.

Северная ramпа расположена на естественных грунтах. Южная сооружена на свайном основании, так как в основании залегают слабые грунты балтийских отложений.

Проектом предусмотрено устройство наружной гидроизоляции тоннеля. На центральном, наиболее заглубленном участке, где наружная металлоизоляция в значительной степени не была завершена в ходе первого этапа строительства и простояла более шести лет, по перекрытию и стенам выполнена гидроизоляция из двух слоев ПВХ мембран толщиной по 2 мм каждый с соединением их через узел сопряжения



Портал тоннеля

с металлоизоляцией стен на высоте 0,5 метра от лотка по специально разработанному технологическому регламенту. Кроме того, учитывая, что на этом участке залегают водопроницаемые грунты, предусмотрена противофильтрационная глиноцементная завеса с торца этих секций и вдоль стен. Завеса представляет собой два ряда скважин диаметром один метр, глубиной до 12 метров, забуренных в водонепроницаемые котлинские глины. Буровые скважины заполняются глиноцементным раствором с добавками.

На остальном участке тоннеля и рампах гидроизоляция предусмотрена также наружная из двух слоев ПВХ мембран толщиной по 2 мм. Для огнезащиты железобетонных перекрытий внутри транспортных отсеков предусмотрено применение огнестойкого покрытия из плит.

Для непрерывного контроля качества строительства тоннельной части использовалась контрольно – измерительная аппаратура (КИА), необходимая для измерения деформаций в конструкциях тоннеля. Помимо этого контроль качества регулярно осуществлялся подрядными организациями, заказчиком, консультантом-проектировщиком и инженером-резидентом, а также государственным строительным надзором.

Строительство тоннеля осуществлялось в две очереди. Необходимость этого была вызвана организацией работ по сооружению судопропускного сооружения С1 в двух локальных котлованах и организацией пропуска судов.

Первая очередь общей длиной 894 м включала строительство участка тоннеля от секции Т5-Ю (контракт А3) и Северную рампу. При сооружении второй очереди (от секции Т5-Ю до конца Южной рампы – контракт А2), построенная первая очередь использовалась только для проезда технологического транспорта. Генеральный подрядчик строительства северной части тоннеля – ОАО «Метрострой», генподрядчик по строительству южной части – консорциум компаний:

Наша справка

Полная длина разводного моста составляет 1483 м, в том числе длина моста – 1078,65 м. Схема моста – $10 \times 27 + 6 \times 33 + 120 + 6 \times 33 + 10 \times 27$ м. Средний пролет величиной 120 м над русловой частью выполнен разводным, вертикально-подъемной системы. Металлическое пролетное строение длиной 120 м с ортотропной плитой проезжей части поднимается и опускается без использования наружных направляющих башен. Высота судоходного габарита при наведенном пролете составляет 16 м, при разведенном – 25 м.

Пролетное строение располагается на четырех стальных опорных рамах. Каждая опорная рама состоит из двух стоек коробчатого сечения, размещаемых внутри опор моста. К ригелям рам прикрепляются канаты привода разводки.

Масса вертикально-подъемного пролетного строения составляет 2300 т и уравновешена двумя противовесами, массой по 1140 т каждый. Пролетное строение поднято на проектные отметки с помощью тросовой системы, разработанной при участии швейцарской фирмы VSL.

Управление разводкой-наводкой моста, заградительной автодорожной и навигационной сигнализацией осуществляется с пультов управления. Эстакадная часть с каждой стороны судопропускного сооружения собрана из температурно-неразрезных сборных железобетонных пролетных строений длинами 26,95 м и 33 м, установленных на шаровые сегментные опорные части отечественного производства. Промежуточные опоры эстакадной части – индивидуального проектирования из монолитного железобетона. Конструкция опоры включает две стойки, на которые опирается железобетонный двухконсольный ригель. Каждая стойка имеет отдельный фундамент из четырех буронабивных свай диаметром 1,5 м, объединенных ростверком.



Разводной мост

«Боскалис Б.В.», «Хохтиф А.Г.», ОАО «Мортехника», на субподряде у которых работал ОАО «Метрострой». Отбор строительных организаций проходил в рамках открытого конкурса в соответствии с Принципами и правилами закупок ЕБРР.

Через судоходный канал С-2 в Северном фарватере, по которому будут проходить относительно небольшие суда, преимущественно в рамках прибрежного каботажа, запроектирован и построен разводной мост. Институт «Трансмост» предложил оригинальное инженерное решение моста. Обычно неотъемлемым конструктивным элементом в переправах этого типа являются башни по сторонам подъемного пролета: в них размещаются шкивы, противовесы и прочее оборудование, обеспечивающее подъем и опускание пролетного строения. В нашем случае разработчики архитектурной части не рекомендовали использовать в конструкции высотные доминанты. Поэтому все подъемное оборудование моста над С-2 скрыто в самих опорах переправы, для чего пролетное строение

снабжено опорными рамами, к которым крепятся механизмы.

Для автодорожных мостов через водопропускные сооружения В-1 – В-6 (генеральный проектировщик – институт Ленгипроинжпроект) ОАО «Трансмост» при участии МИИТа запроектировал сборные железобетонные пролетные строения из балок длинами 27 и 26 м соответственно оригинальной конструкции: впервые в практике отечественного мостостроения применена система «оптимального обжатия» балок из предварительно напряженного железобетона. На Подпорожском заводе МЖБК была смонтирована специальная оснастка и освоено производство таких балок. Использование конструкций с «оптимальным обжатием» позволило на 15–18% сократить расход железобетона и снизить монтажные массы монтируемых конструкций. Всего было изготовлено более 1000 балок различных длин.

Упоминания заслуживают и запроектированные специалистами ОАО «Трансмост» два технологических

моста (в дамбах Д-2 и Д-7), назначением которых было обеспечение экологических требований в период строительства судопропускных и водопропускных сооружений на прилегающих участках. Эти мосты разработаны с использованием индустриальных конструкций и рассчитаны на пропуск большегрузных автомобилей.

По мнению Станислава Шульмана, опыт, накопленный за время работы на комплексе защитных сооружений, может пригодиться на строительстве других сооружений, например тоннелей под Невой, и не обязательно Орловского. Несомненно, положительная динамика развития дорожно-строительного комплекса Петербурга и других регионов страны требует участия в совершенствовании транспортной инфраструктуры профессионалов высокого класса – таких, какими являются специалисты ОАО «Трансмост». ◉

Николай Поликарпов,
директор по развитию ОАО «Трансмост»



Открытый (рамповый) участок тоннеля