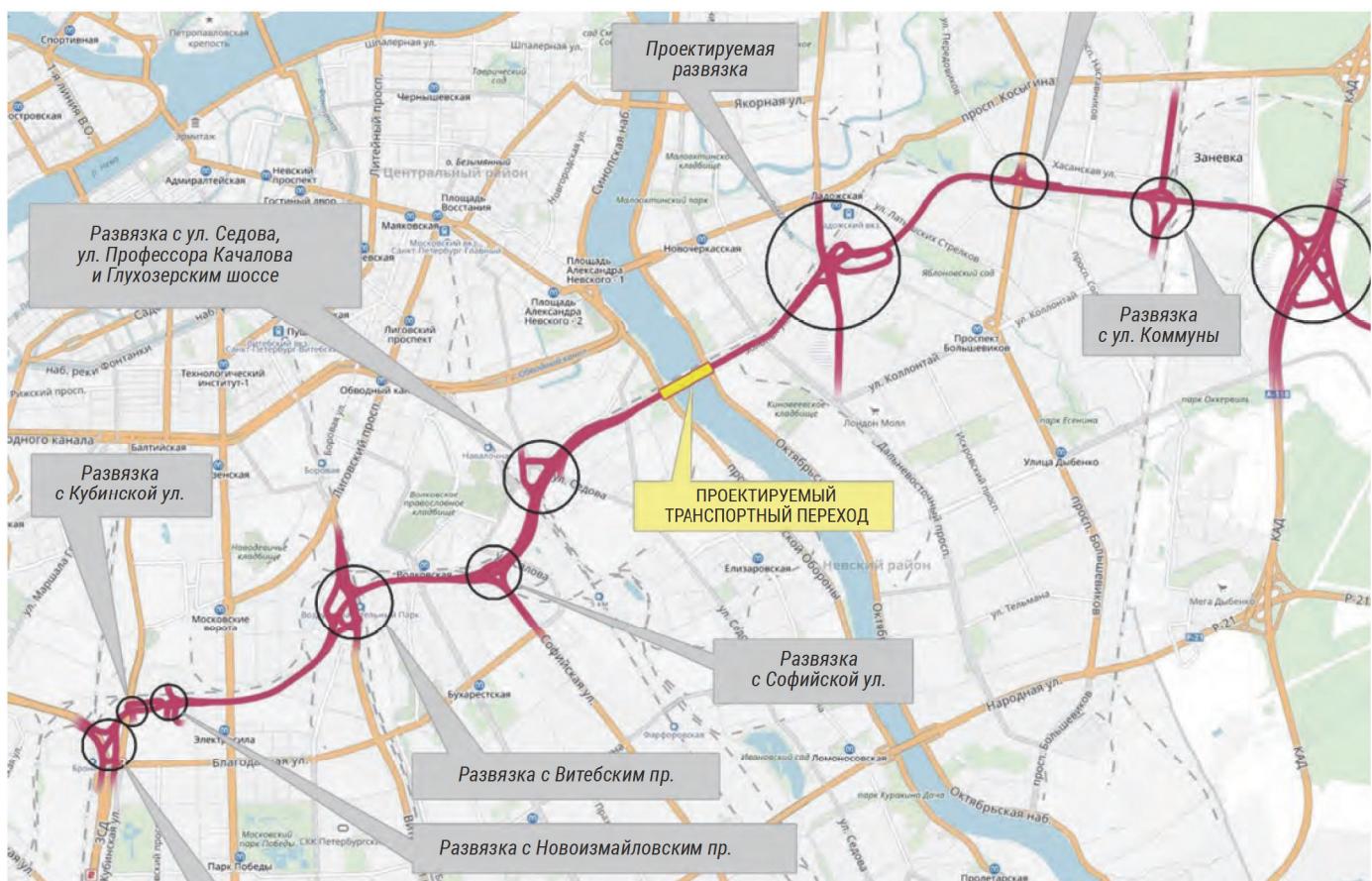


О НОВОМ РАЗВОДНОМ МОСТЕ ЧЕРЕЗ НЕВУ НА ШИРОТНОЙ МАГИСТРАЛИ

В. Р. ГАЛАС,

заместитель директора по проектированию
АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург»

КРУПНЕЙШИМ РЕАЛИЗУЕМЫМ ПРОЕКТОМ РАЗВИТИЯ АВТОДОРОЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В СЕВЕРНОЙ СТОЛИЦЕ СЕЙЧАС ЯВЛЯЕТСЯ ШИРОТНАЯ МАГИСТРАЛЬ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ (ШМСД). НАПОМНИМ, НОВАЯ ТРАССА ПРОЙДЕТ ОТ ЗАПАДНОГО СКОРОСТНОГО ДИАМЕТРА ДО КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРоги ВОКРУГ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА, ПЕРЕСЕКАЯ НЕВУ. ПЕРЕХОД ЧЕРЕЗ ВОДНУЮ АРТЕРИЮ СТАНЕТ НАИБОЛЕЕ ОТВЕТСТВЕННЫМ И КАПИТАЛОЕМКИМ ОБЪЕКТОМ В СОСТАВЕ ШМСД. ПРОЕКТ МОСТА РАЗРАБОТАН СПЕЦИАЛИСТАМИ АО «ИНСТИТУТ ГИПРОСТРОЙМОСТ — САНКТ-ПЕТЕРБУРГ».



Ситуационная схема

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБРАННОГО ВАРИАНТА

В соответствии с проектом планировки территории, утвержденным Постановлением Правительства Санкт-Петербурга №255 от 25.04.2019 (далее – ППТ), проектируемая Широтная магистраль скоростного движения пересекает реку Неву в створе улиц Фаянсовой – Зольной выше по течению существующего Финляндского железнодорожного моста. В рамках технико-экономического обоснования варианта транспортного перехода, а также последующего архитектурно-строительного проектирования, АО «Институт Гипростроймост – Санкт-Петербург» руководствовалось, в том числе, существующими градостроительными ограничениями и требованиями действующих нормативных документов.

В числе наиболее существенных ограничений, повлиявших в большей степени на разработанные конструктивные и планировочные решения, следует отметить: необходимость соблюдения требований действующих норм и правил, обеспечивающих защиту видовых панорам объекта культурного наследия «Финляндский железнодорожный мост с эстакадами»; необходимость соблюдения требований действующих норм и правил, обеспечивающих безопасность судоходства; стоимость реализации транспортного перехода и его последующей эксплуатации.

ВАРИАНТЫ ТРАНСПОРТНОГО ПЕРЕХОДА

Прежде всего, проблема в проектировании была обусловлена тем, что рядом с планируемым мостовым переходом через реку Неву располагается Финляндский железнодорожный мост, который относится к числу региональных объектов культурного наследия (ОКН). Согласно Закону Санкт-Петербурга №820-7 требуется обеспечить восприятие ОКН на фоне неба и в перспективах с открытых городских пространств. В соответствии со сложившейся структурой исторического градостроительного ландшафта, основные точки восприятия рекомендуется принимать в радиусе от 100 до 1500 м от Финляндского ж/д моста.

Для максимального обеспечения требований по сохранению визуального облика Финляндского моста и его восприятия в сложившейся застройке и перспективах открытых городских пространств были разработаны три варианта мостового перехода:

■ №1 – высоководный мост, реализуемый в зависимости от конструктивного решения в виде вантового



Вариант 1



Вариант 2



Вариант 3

моста, железобетонного балочного (экстрадозного), арочного моста и т. д.;

■ №2 – разводной мост, где разводное пролетное строение запроектировано в виде однокрылой раскрывающейся системы;

■ №3 – тоннель с раздельными «стволами под каждое направление».

Высоководный экстрадозный мост непрерывного движения с подмостовым габаритом 38 м

Выбор высоты моста обусловлен необходимостью обеспечить судоходный габарит и визуально разделить новый мост и фермы исторического моста, для чего обеспечен ощущимый визуальный просвет между верхними поясами металлических ферм Финляндского ж/д моста и низом конструкции нового моста. Высота просвета – не менее 5 м или не менее одной габаритной высоты верхнего арочного пояса исторического моста,

проектирование

что достаточно для того, чтобы обеспечить восприятие Финляндского моста на фоне неба и на фоне городских пространств.

Низководный разводной балочный мост

Балочная конструкция расположена в уровне нижнего пояса ферм исторического железнодорожного моста. Таким образом балки нового сооружения скрываются за пролетными строениями Финляндского моста, не препятствуя восприятию его ажурных конструкций. Разводные опоры, в силу необходимости обеспечения габарита, расположены с незначительным смещением относительно разводных опор ж/д моста, в то время как остальные русловые опоры располагаются строго в створе опор исторического моста. Опоры на левом и правом берегу размещены согласно Закону Санкт-Петербурга №820-7.

Автомобильный тоннель

В качестве альтернативного варианта в зоне прохождения Широтной магистрали через русло Невы рассмотрено устройство автомобильного тоннеля. С точки зрения вмешательства транспортного сооружения в окружающую среду он мог бы стать наиболее удачным вариантом, так как фактически не изменяет сложившуюся городскую среду и не оказывает влияния на объекты культурного наследия. Вместе с тем с точки зрения стоимости и технологий строительства тоннель вызвал больше всего вопросов.

ПРЕИМУЩЕСТВА РАЗВОДНОГО МОСТА

Для каждого варианта просчитывались свои плюсы и минусы. В частности, как недостатки высоководного экстрадозного моста определены:

- сравнительная сложность устройства системы внешнего армирования, требующая существенных капиталовложений и применения сложных современных технологий строительного производства;
- сравнительно более сложный и выраженный силуэт, изменяющий сложившуюся небесную линию открытого Городского пространства Санкт-Петербурга (за пределами зон регулирования застройки и хозяйственной деятельности и высотного регламента).

На основании технико-экономического сравнения вариантов, а также анализа целесообразности их реализации, для дальнейшего архитектурно-строительного проектирования выбран вариант разводного моста с

однокрылой раскрывающейся системой (вариант №2) по следующим причинам:

- в отличие от транспортного перехода в высоководном варианте, отметки пролетного строения и проездной части разводного моста расположены в уровне существующего железнодорожного моста, что в совокупности позволяет запроектировать переход без нарушения видовых панорам объектов культурного наследия и не приводит к необходимости устройства подходных эстакад с ненормативными уклонами продольного профиля с целью последующей организации подключения к улично-дорожной сети Санкт-Петербурга;
- в отличие от тоннеля, разводной мост возможно соорудить в «коридоре» улиц Фаяновой — Зольной и без необходимости выкупа и изъятия земельных участков, расположенных вне границ ППТ, корректировки Генплана Санкт-Петербурга, а также утверждённого ППТ с целью трассирования стволов тоннелей правого и левого варианта с двух сторон от комплекса сооружений КНС-6 ГУП «Водоканал СПб»;

- учитывая многолетний петербургский опыт эксплуатации и строительства разводных мостов, стоимость реализации варианта №2 является самой низкой из всех рассматриваемых альтернатив.

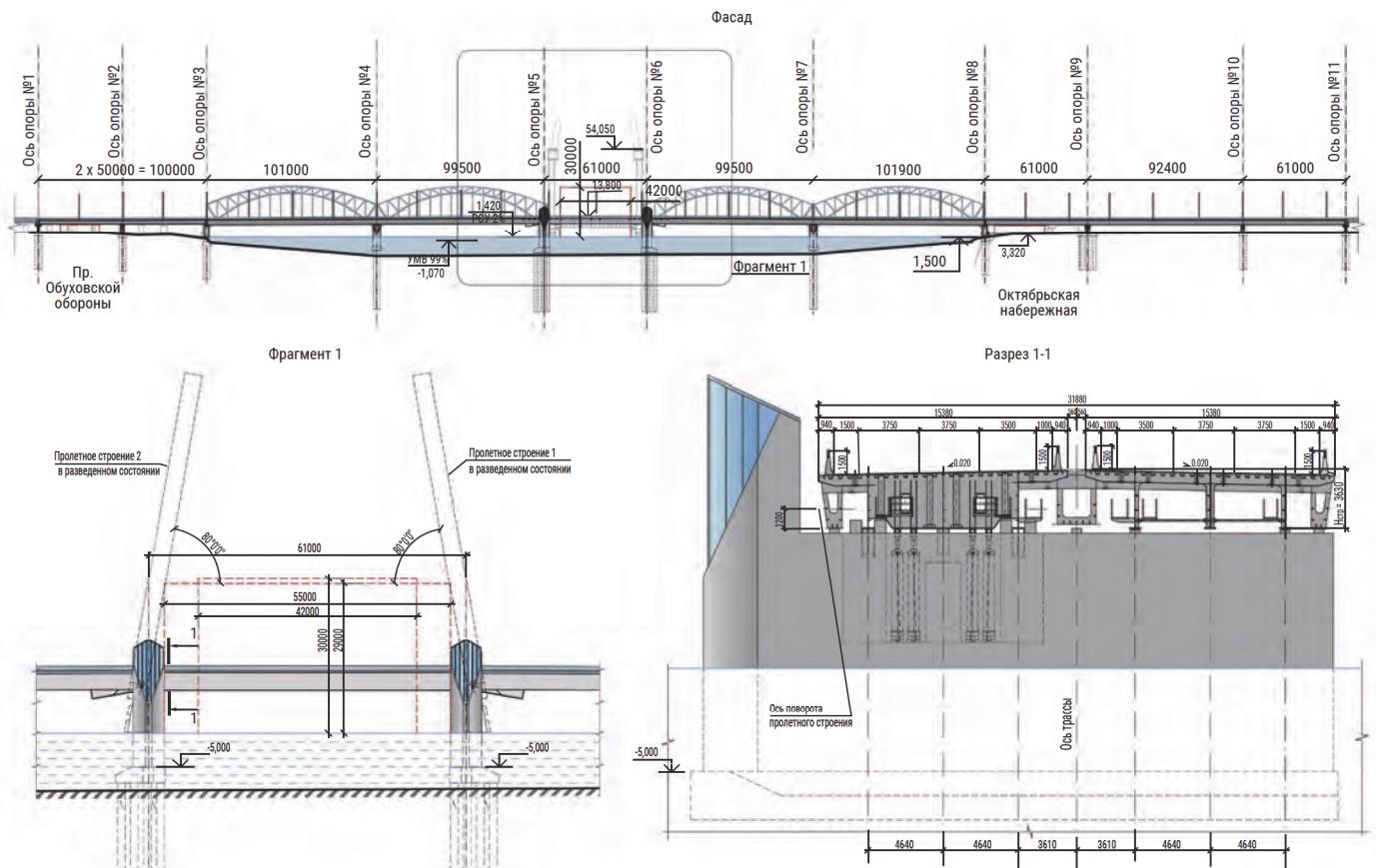
Конструктивные и планировочные решения моста приняты к сведению и принципиально одобрены Комитетом по Государственному контролю, использованию и охране памятников истории и культуры (КГИОП) письмом №01-43-10562/22-0-1 от 12.05.2022.

СОГЛАСОВАНИЕ ПО БЕЗОПАСНОСТИ СУДОХОДСТВА

ФБУ «Администрация «Волго-Балт», осуществляющая эксплуатацию и развитие водных путей реки Невы, выставило к конструктивным и планировочным решениям транспортного перехода нижеследующие требования.

Согласно п. 4.4 ГОСТ 26775-97 «Габариты подмостовые судоходных пролетов мостов на внутренних водных путях» для водных путей 1-го класса предписано устройство подмостового габарита шириной 60 м, а проектные решения предусматривают габарит 55 м. Однако, в соответствии с п. 4.3 ГОСТ 26775-97, класс участка водного пути устанавливается, в том числе, с учетом сложившихся условий судоходства, определенных существующими мостами. Так, согласно Атласу, на участке акватории Невы, непосредственно связанным с проектируемым объектом, отсутствуют мостовые переходы, удовлетворяющие требованиям п. 4.4 ГОСТ 26775-97. В частности:

проектирование



Разводной мост

мост Александра Невского — габарит 50 м, Финляндский железнодорожный мост — габарит 39,7 м, Володарский мост — габарит 42 м.

С целью исполнения требований ФБУ «Администрация «Волго-Балт», АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» выполнило:

- при участии ФГУП «Крыловский государственный научный центр» и ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова — научно-исследовательскую работу, целью которой было обоснование безопасности условий судоходства на реке Неве в связи со строительством проектируемого моста;

- предпроектную проработку конструкции разводного пролета, с консолью свыше 60 м, обеспечивающую ширину габарита разводного пролета в соответствии с требованием ФБУ «Администрация Волго-Балт».

В состав НИР входило:

- выполнение специализированных инженерно-гидрометеорологических изысканий;
- обследование ж/д моста через Неву для учета при создании масштабной модели;

- натурные испытания масштабных моделей моста и судов в аэродинамической трубе и гидравлическом лотке;

- математическое моделирование существующих гидрометеорологических условий с учетом выполненных испытаний и изысканий;

- проводка судов на тренажере с учетом созданной математической модели и с привлечением действующих лоцманов.

Согласно заключению по результатам НИР, проектируемый мост не оказывает существенного негативного влияния на сложившиеся условия судоходства, однако накладывает некоторые ограничения при проводке судов, в частности, связанные со скоростью ветра.

Для барже-буксирных составов длиной более 150 м допустимая скорость ветра — не более 9 м/с, а скорость ветра иных направлений — не более 12 м/с.

Принимая во внимание, что разводка мостов при скорости ветра свыше 12 м/с не осуществляется на основании п. 4.3 «Правил пропуска судов при разводке Санкт-Петербургских мостов», утвержденных приказом Комитета по управлению городским хозяйством мэрии

проектирование



СПб от 20.02.1996 № 36, а повторяемость гидрометеорологических условий, приводящих к вышеуказанным ограничениям низкая, условия судоходства с учетом нового моста можно охарактеризовать как безопасные, при условии обучения лоцманов проводки судов в новых условиях.

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ СООРУЖЕНИЯ

Класс сооружения по уровню ответственности по ГОСТ 27751-2014: для береговых опор и пролетов – КС-2; для русловых опор и пролетов – КС-3 (КС – коэффициент надежности по ответственности).

Расчетная временная вертикальная нагрузка: А14, Н14.

Техническая категория дороги: магистральная дорога скоростного движения; габарит проездной части – 2 (Г-13,5), наружная полоса безопасности – 1,5 м, внутренняя – 1 м; тротуары не предусмотрены.

Подмостовые габариты для стационарных пролетных строений определяются положением опор расположенного в непосредственной близости Финляндского железнодорожного моста, для разводного пролетного строения по результатам моделирования условий безопасного движения судов – 55 м в свету. Подмостовые габариты подходных пролетов определены габаритами

существующих проездов – просп. Обуховской обороны и Октябрьской наб. – высота 5,25 м.

Положение моста в плане в пределах реки сохраняется на прямой, на подходных пролетных строениях на круговых кривых радиусом 3001 м. В профиле в пределах разводного пролета мост расположен на вершине выпуклой кривой радиусом 15000 м, стационарные пролетные строения расположены на уклоне 5%.

Высота ограждений на мосту не менее 1,5 м в соответствии с ГОСТ Р 52289-2004. Уровень удерживающей способности – У7(450кДж).

НАЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАЗМЕРОВ СООРУЖЕНИЯ

Схема моста через Неву предопределена расположенным рядом существующим Финляндским железнодорожным мостом. Значительное отклонение в расстановке опор проектируемого объекта усложнит существующие условия судоходства, а также может привести к ухудшению ледовой обстановки в зоне строительства. Тем не менее, исходя из условий обеспечения безопасности судоходства в разводном пролете, его габарит по ширине при проектировании моста принимается увеличенным с существующими 42 м между опорами существующего моста до 55 м.



Данное увеличение предполагается реализовать, прежде всего, за счет значительного уменьшения ширины опор разводного пролетного строения, с целью расположить их практически не выходя из габаритов существующих опор нового Финляндского моста, обеспечив минимальное влияние на гидрологические условия в районе строительства. Таким образом, мост с подходными пролетами принимается по следующей схеме: $(49,05+49,35)+(100,45+100,4)+60,1+(100,4+101,35)+(60,25+92,4+60,05)$ м.

Разводное пролетное строение принимается однокрыльм, раскрывающейся системы, с независимыми крыльями под каждое из направлений движения ориентированными крылом по направлению движения. Устройство разделенных под направления движения пролетных строений позволяет добиться минимальной ширины фасада опоры разводного пролета за счет использования всего внутреннего объема опоры для размещения оборудования.

Исходя из необходимости защиты вида существующего Финляндского железнодорожного моста, охраняемого КГИОП, конструкция стационарных пролетных строений при вариантом проектировании рассматривается балочной, неразрезной, позволяющей минимизировать их строительную высоту. По этой же причине не рассматривается вариант разводного пролетного строения вертикально-подъемной системы. Вариант двухкрыльего разводного пролетного строения раскрывающейся

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

- ВИД СТРОИТЕЛЬСТВА: НОВОЕ
- КАТЕГОРИЯ ДОРОГИ: МАГИСТРАЛЬНАЯ ДОРОГА СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ
- КОЛИЧЕСТВО ОСНОВНЫХ ПОЛОС ДВИЖЕНИЯ: 6 ШТ
- ШИРИНА ПОЛОС ДВИЖЕНИЯ: 3,5+2Х3,75 М
- ШИРИНА ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ: 2Х(Г-13,5)
- ШИРИНА РАЗДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОЛОСЫ (С УЧЕТОМ ПОЛОС БЕЗОПАСНОСТИ): 5,0 М
- СХЕМА МОСТА: $(100,45+100,4)+60,1+(100,4+101,35)$ М
- ТИП ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ: КАПИТАЛЬНЫЙ
- ВИД ПОКРЫТИЯ: АСФАЛЬТОБЕТОН
- ВРЕМЕННЫЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НАГРУЗКИ: А14, Н14
- ДЛИНА МОСТА: 462,9 М
- ПЛОЩАДЬ ПУТЕПРОВОДА: 13887 М²
- РАСХОД МЕТАЛЛА НА М² СТАЦИОНАРНЫХ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ: 450 КГ/М²
- РАСХОД МЕТАЛЛА НА М² РАЗВОДНОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ: 496 КГ/М²

проектирование

системы исключен из рассмотрения в силу его низкой жесткости, не подходящей для скоростной магистрали.

В качестве рекомендуемого принят вариант со сталежелезобетонными подходными и стационарными пролетными строениями и металлическим разводным пролетным строением.

Основные несущие элементы металлоконструкций пролетных строений выполняются из сталей 10ХСНД, 10ХСНД-2, 15ХСНД, 15ХСНД-2, 09Г2СД по ГОСТ Р 55374. Бетон железобетонных конструкций пролетных строений и опор тяжелый, по ГОСТ 26633. Армирование элементов железобетонных конструкций выполняется стержневой горячекатаной арматурой периодического профиля А-III (А400) из стали 25Г2С по ГОСТ 5781 и стержневой горячекатаной гладкой арматурой А-I (А240) из стали Ст3сп или Ст3сп по ГОСТ 5781.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЛЕТНЫХ СТРОЕНИЙ

Разводное пролетное строение — однокрылое, раскрывающейся системы, статическая схема в наведенном состоянии — балочная, величина пролета между осью вращения и осью опирания — 60,1 м. Величина пролета в свету — 55 м. В наведенном состоянии пролетное строение опирается на неразгружаемые подшипники оси вращения и размыкаемые опорные части, расположенные в носовой части крыла. Длина хвостовой части пролетного строения — 9,785 м.

В поперечном сечении пролетное строение состоит из трех главных балок двутаврового сечения, объединенных между собой блоками ортотропной плиты и системой продольных связей. Расстояния между главными балками составляют 4,64 м. На расстоянии 2,7 м от оси вращения располагается приводная балка, обеспечивающая шарнирную связь с четырьмя гидроцилиндрами.

В хвостовой части пролетного строения находится жестко прикрепленный к ней противовес. Раскрытие разводного пролетного строения и его наводка осуществляется посредством гидроприводов. Для удержания конструкции в разведенном положении в течение продолжительного времени предусмотрены запирающие замки. Подклиника противовеса в наведенном положении реализована посредством установки между стационарным пролетным строением и противовесом разводного пролетного строения вязкоупругих гасителей колебаний.

Ортотропная плита проезжей части выполняется из листа настила толщиной 14-40 мм, подкрепленного продольными ребрами корытообразного профиля высотой 180 мм и толщиной 8 мм, расположенными с шагом 600 мм.



Поперечные балки выполняются двутаврового сечения высотой стенки 640 мм, сечение нижнего пояса — 260x12 мм.

Металлоконструкции пролетных строений собираются из цельноперевозимых блоков длиной преимущественно 12 м. Монтажные стыки главных балок комбинированные: стыки стенок осуществляются на высокопрочных болтах M22, стыки поясов — на сварке. Покрытие проезжей части выполняется из литого асфальтобетона толщиной 50 мм.

ОПОРЫ РАЗВОДНОГО ПРОЛЕТА

Опоры №5 и №6 разводного пролетного строения за проектированы на фундаменте из буронабивных свай диаметром 1,5 м, длиной 32 м из бетона класса В25 F200 W8 с массивным ростверком.

Материал ростверка — бетон В30 F200 W6. Опирание осей вращения разводного пролетного строения осуществляется на железобетонные колонны, запроектированные в виде сдвоенных стоек прямоугольного сечения, консольно выступающих из тела опоры в сторону стационарного пролета. Размыкаемые опорные части разводного пролетного строения и опорные части стационарного пролетного строения расположены на оголовке опоры.

Внутри тела опоры предусмотрены помещения для расположения оборудования и механизмов для разводки и наводки пролетных строений. С верховой стороны конструкция опор включает в себя помещения для управления механизмами, а также для расположения щитов электрооборудования. Запроектирован противовесный колодец открытого типа в виде ниши, утопленной в тело опоры.

Низ противовесного колодца расположен на отметке +1,0 м. Низ противовеса в разведенном положении находится на отметке +1,92 м, на 0,5 м выше расчетного судоходного уровня. Тело опоры запроектировано из бетона класса В40 F2300 W12. ■