



НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЭСТАКАД ДЛЯ ТРАНСПОРТНЫХ ОБЪЕКТОВ ОЛИМПИАДЫ В ГОРОДЕ СОЧИ

Мировой опыт проведения олимпиад, чемпионатов мира и Европы, других массовых мероприятий свидетельствует: без рельсового транспорта обеспечить быструю и безопасную доставку участников к месту проведения соревнований и в жилые зоны невозможно.

**С.А. Шульман, И.А. Мурох, ■
И.В. Совершаев, А.Е. Кузнецов
ОАО «Трансмост»**

Для Зимней Олимпиады 2014 года ОАО «РЖД» строит 2 больших инфраструктурных объекта.

Первый – это железнодорожная линия, которая соединит АВК «Сочи» и железнодорожную станцию Адлер, длиной 2.7 километров. На ней ОАО «Трансмост» запроектировано 3 эстакады (общей длиной около 800 метров), мост через реку Большая Хирота и насыпь в подпорных стенах.

Второй объект – железнодорожная линия от станции Адлер до горнолыжного курорта «Альпика-сервис». На этом объекте запроектирован двухпутный мост длиной 360 метров через р. Мзымту и 3400 метров однопутных путепроводов и эстакад.

Основные трудности с которыми пришлось столкнуться проектировщикам:

- сейсмичность района строительства составляет 9 баллов;
- расположение в сложных условиях плана и профиля: продольные

уклоны до 40 промилле, кривые в плане минимальными радиусами 300 метров;

- стесненные условия строительства: городская застройка, горная местность, пересечение важнейших для региона магистралей (как федеральных автомобильных трасс, так и железнодорожных линий);
- строгие архитектурные требования.

Указанные особенности проектирования предопределили выбор варианта пролетных строений – неразрезные, из монолитного предварительно напряженного железобетона. Они наиболее эффективны при практически любых сочетаниях плана и продольного профиля, в частности за счет применения встроенных ригелей, что значительно экономит строительную высоту пролетных строений. Эстакады разбиты на плети длинами, преимущественно 75–100 метров. Это по-



зволило избежать устройства уравнивательных приборов. Величины пролетов, как правило, составляют 24–28 метров. В поперечном сечении пролетное строение плитно-ребристое, состоящее из двух балок высотой 1,4–1,6 метра. Особенностью конструкции пролётно-го строения является отсутствие вутов. Упрощение опалубочного очертания конструкции приводит к уменьшению количества обычной арматуры, уменьшению трудоёмкости арматурных работ, упрощению и удешевлению самой опалубки.

В качестве высокопрочной арматуры в проекте приняты витые семипроволочные пряди, размещаемые в металлических каналобразователях (по 19 канатов в каждом). В соответствии с расчётом, предусмотрено два типа напрягаемых армоэлементов: прямолинейные, устанавливаемые в сечении главных балок параллельно верхней и нижней граням, и полигональные, устанавливаемые по всему сечению балки.

Для бетонирования пролетных строений используются две технологии: бетонирование на сплошных сборно-разборных подмостях в инвентарной опалубке (как правило, за один прием бетонировается вся плеть) и цикличная продоль-

ная навдвижка пролетных строений (когда на стапеле последовательно бетонировются секции длинами до 35 метров, которые выдвигаются в пролет с помощью гидравлических домкратов, освобождая стапель для последующей секции; на заключительном этапе масса перемещаемого пролетного строения достигает 6000 тонн).

На одном из участков трасса железной дороги ст. Адлер – АВК «Сочи» расположена в «коридоре» между Федеральной трассой М-27 Дзубга – Сочи и железнодорожными линиями. На этом участке была запроектирована конструкция тонкостенных подпорных стен консольного типа, фундаментные плиты которых объединены в единую плиту. Для повышения архитектурных качеств участка лицевой поверхности подпорных стен придана фактура природного камня с помощью структурных матриц. По длине подпорная стена разделена на 10 секций температурно-усадочными (деформационными) швами по всей высоте, включая фундаментную плиту. Конструкция температурно-усадочных швов представляет из себя зазор шириной 30 миллиметров, заполненный листовым пеноплексом с тремя шпонками. Шпонки устанавлива-

ются в опалубку до бетонирования секции подпорной стенки и привязываются к арматурному каркасу проволокой и специальными установочными элементами.

На контактирующей с грунтом засыпки поверхности подпорных стен предусматривается гидроизоляция мембранного типа из ПВХ. Полотна мембраны привариваются к закладываемым после бетонирования основных несущих конструкций ронделям. В зоне температурно-усадочных швов приварка мембраны осуществляется к внешней шпонке для деформационных швов с полосой для подваривания гидроизоляционных мембран. По верху подпорной стены в защитный слой бетона также устанавливается шпонка для фиксации геомембран, к которой производится приварка полотна гидроизоляции.

Водоотвод осуществляется традиционным для подпорных стен способом. Фундаментная плита засыпается грунтом засыпки до отметок, превышающих на 0,5 метра отметки дна пристенного ювета, расположенного с внешней стороны стен. Поверхность грунта засыпки планируется с уклоном 0,05 к внутренней грани подпорной стены. На спланированной поверхности укладывается слой жирной



глины толщиной 0,2 метра, являющийся основанием дренажа. На основание укладывается дренаж – слой щебня толщиной 0,3 метра. У стены устраивается дренажная призма с обратным фильтром из дорнита (для предотвращения инфильтрации грунта насыпи). Пристеночный дренаж состоит из слоя щебня толщиной 300 миллиметров. Для отвода дренажных вод из земляного полотна в теле подпорной стены предусмотрены трубки.

Конструкция сопряжения моста с насыпью представляет из себя участок переменной жёсткости с заменой верхней части грунта земляного полотна щебнем, послойно армированным георешётками. Толщина слоя щебня в составляет 0,3 метра в начале участка, увеличиваясь до 1 метра у шкафной стенки устоев. Длина переходного участка на земляном полотне 15 метров. Для исключения боковых деформаций в щебне и восприятия возникающих в нём растягивающих усилий, он армируется слоями георешёток с шагом между ними по толщине 0,2 метра. Верхний слой георешётки заводится на балластную призму моста на 3 метра.

Зазор между шкафной стенкой устоя и пролётным строением (равно как и зазоры между пролётными строениями) перекрывается деформационным швом перекрывающего типа индивидуальной проектировки. Деформационный шов представляет собой две параллельно расположенные металлические балки прямоугольного сечения,

устанавливаемые на конструкции пролётных строений и опор, являющиеся обрамлением деформационного зазора. Водонепроницаемость деформационного шва обеспечивается заделкой в продольные балки резинового профиля, закрепляемого в них с помощью стыка типа «ласточкин хвост». Для защиты конструкций деформационного шва от попадания щебня и для поддержания щебеночной призмы используется металлический лист, закрепленный болтами к одной из балок и имеющий свободное опирание на другой. Металлический лист оклеен листовой резиной, защищающей антикоррозийное покрытие от истирания.

Отдельной задачей являлась защита сооружений от сейсмических воздействий. Для ее решения применяются в комплексе системы сейсмозащиты и сейсмоизоляции. Для сейсмозащиты используется трёхуровневая система:

- первый уровень (сейсмогашение) – работа системы в упругой стадии с регулируемой жесткостью элементов. В этих целях неподвижные узлы опирания пролётных строений выполнены из двух элементов: продольно подвижных опорных частей, воспринимающих только поперечные горизонтальные нагрузки и стержневого амортизатора, воспринимающего продольные горизонтальные нагрузки.

Стержневой амортизатор представляет из себя две горизонтальные металлические плиты, между

которыми располагаются вертикальные металлические стержни, жестко заделанные в нижнюю плиту, которая в свою очередь заделывается в опоре. Верхняя плита, к которой стержни прикреплены шарнирно, соединена с пролётным строением. Необходимая для конкретных условий жесткость амортизатора достигается обоснованным расчётом подбором марки стали, диаметра и длины вертикальных стержней.

- второй уровень (сейсмоизоляция) обеспечивают фрикционно-подвижные соединения (ФПС), представляющие собой болтовые соединения на высокопрочных болтах с овальными отверстиями, допускающими подвижки в соединении при экстремальных нагрузках. ФПС располагается в уровне крепления верхней плиты амортизатора к пролётному строению.

- третий уровень (сейсмогашение) обеспечивается при помощи вязкоупругих демпферов, устанавливаемых параллельно элементам, воспринимающим горизонтальную нагрузку, что приводит к снижению нагрузок, приходящихся на амортизатор при его работе в упругой стадии и уменьшению смещений в ФПС. Конструкция демпфера состоит из корпуса заполненного рабочей вязкой жидкостью, а также поршня и сердечника, погружённых в жидкость. Между корпусом и поршнем установлены тонкостенные цилиндры, которые свободно опираются на дно корпуса и не связаны между собой. Сердечник помещён внутри поршня с зазором относительно поршня. Фланец корпуса крепится к опоре эстакады, фланец поршня – к пролётному строению. Высоковязкая рабочая жидкость нетоксична, огнеупорна, устойчива к радиоактивным веществам, биологически инертна, не способствует коррозии и сохраняет рабочие характеристики в диапазоне температур -50°C ... $+200^{\circ}\text{C}$. Тонкостенные цилиндры предназначены для возможности регулирования демпфирующей способности демпфера.

По состоянию на сентябрь строительно-монтажные работы по сооружениям, запроектированным ОАО «Трансмост», выполнены на 70 процентов.