

## ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЕ ЧУДО

СТРОИТЕЛЬСТВО ПЕРВОГО ЭТАПА ВЛАДИВОСТОКСКОЙ КОЛЬЦЕВОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГИ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ ВКЛЮЧАЕТ МОСТОВОЙ ПЕРЕХОД ДЛЯ ПЕРЕВОДА ТРАНЗИТА ГРУЗОВ ИЗ ПОРТА ПО НОВОМУ ТРАНСПОРТНОМУ КОРИДОРУ: ПОЛУОСТРОВ ШКОТА — ОСТРОВ ЕЛЕНЫ — ОСТРОВ РУССКИЙ — МОСТ ЧЕРЕЗ ПРОЛИВ БОСФОР ВОСТОЧНЫЙ НА ТРАССУ ПАТРОКЛ — СЕДАНКА В ОБЪЕЗД ЦЕНТРА ГОРОДА.

**Н**овый четырехполосный мостовой переход общей длиной 2 км, пропускной способностью до 40 тыс. автомобилей в сутки обеспечит возможность прохождения под ним судов высотой до 60 м и будет возведен в соответствии с самыми современными нормами мостостроения.

Заказчиком выступает Министерство транспорта и дорожного хозяйства Приморского края, разработкой документации по обоснованию инвестиций занимается АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург».

Сроки проектирования: 2021 год, материалы обоснования инвестиций успешно прошли ценовой и технологический аудит. На данный момент заказчик занимается процедурой подготовки объекта к дальнейшей реализации.

### ОСНОВНЫЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЕРВОГО ЭТАПА ВКАД:

- строительная длина — 15,952 км;
- расчетная скорость — 80 км/ч;
- ширина земляного полотна — 30,2 м;
- ширина проезжей части — 2х7,5 м;
- мосты и путепроводы — 16 шт.

### ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург разработал документацию по обоснованию инвестиций по объекту: «Строительство Владивостокской кольцевой автомобильной дороги (ВКАД) в Приморском крае.

1 этап: остров Русский — остров Елены — ул. Казанская», в составе которого предусмотрен висячий мост через пролив Босфор Восточный.

На стадии подготовки документации по обоснованию инвестиций разрабатываются основные (принципиальные) конструктивные и объемно-планировочные решения искусственных сооружений. Согласно документации по обоснованию инвестиций одним из вариантов был рассмотрен вариант висячего моста.

Более детально конструктивные решения моста будут разрабатываться на стадии разработки проектной документации.

Согласно документации по обоснованию инвестиций, мост находится на главном ходу ВКАД и пересекает пролив Босфор восточный с судоводным габаритом 280x70 м. Габарит проезжей части 2х(Г9,5 +0,75 (служебный проход)).

Длина висячего пролета — 1180 м.

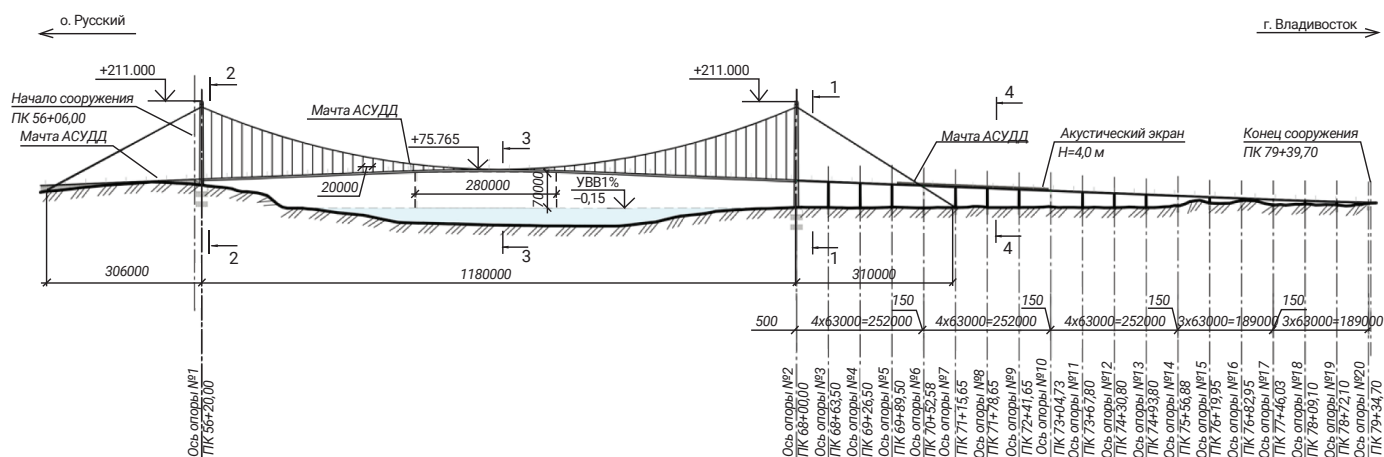


Рис. 1. Висячий мост

Пилоны моста — железобетонные, монолитные, высотой 211 м (над уровнем моря), расположены на береговых участках, что облегчает работы по устройству опор.

Фундаменты опор (пилонов) свайные на буровых сваях диаметром 2 м. Свайные ростверки и тела опор — монолитные.

Балка жесткости моста — коробчатая с ортотропной плитой проезжей части. Шаг подвесок — 20 м.

Для обеспечения опирания несущего кабеля на пилоны формируется седловидный узел, в котором пучки перегибаются и обжимаются. Канаты в седлах укладывают в подготовленные ложа. Через опорное седло пилона кабели передают усилие на пилон.

Особый интерес представляет главный несущий элемент моста — кабель, который поддерживает балку жесткости с помощью подвесок. Кабели передают усилие на пилоны.

## СИСТЕМА СТЕНДОВ PPWS (PREFABRICATED PARALLEL WIRE STRAND)

Исходным материалом для всех типов кабелей является высокопрочная стальная проволока диаметром 2,5–7 мм с временным сопротивлением 1000–2400 МПа, которая в процессе изготовления подвергается специальной термической обработке, с одновременным нанесением на нее антикоррозийного покрытия. Кабель может сооружаться как из отдельных проволок, так и из проволок собранных в стренды PPWS.

Стренды PPWS (Prefabricated Parallel Wire Strand) представляют собой пучки из высокопрочной проволоки диаметром 7 мм шестиугольной формы. Пучок имеет в



Рис. 2. Кабели висячих мостов с применением PPWS

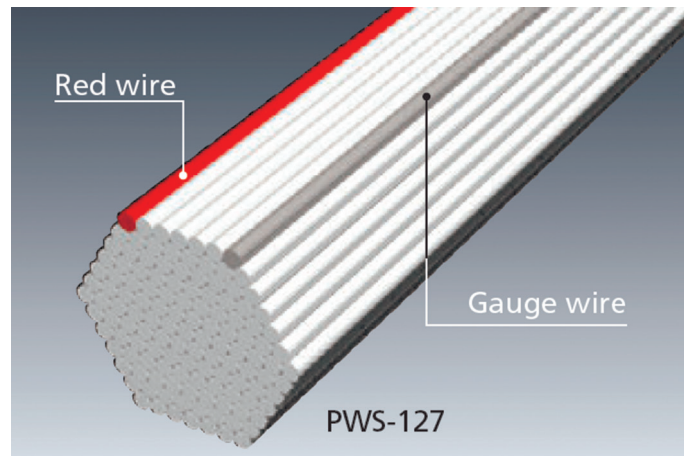


Рис. 3. Стренд PPWS

своем составе измерительную проволоку (Gauge wire), длина которой получена на основе расчетной длины в стабильных условиях и красную проволоку (Red wire), которая показывает степень скручиваемости пучка высокопрочной проволоки в процессе монтажа. Пучок обвязывается специальной пластиковой лентой, которая снимается в процессе уплотнения основного несущего кабеля. Предельная прочность на растяжение каждого пучка — 1960 МПа.

## ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ НЕСУЩЕГО КАБЕЛЯ

Технология сооружения несущего кабеля предусматривает 4 стадии.

### Подготовительный этап

Со стороны полуострова Шкота производится установка катушек (барабанов) с тросами на разматыватель. На сухопутном участке осуществляется установка роликовых опор для протяжки тросов, затем производится протягивание вспомогательных тросов по роликовым опорам по берегу, после чего протяжка осуществляется по воде при помощи буксира (для фиксации тросов в надводном положении трос укладывается на плавучие роликовые опоры).

Со стороны острова Елены, за анкерной опорой устанавливается тяговая лебедка и свободный конец по роликовым опорам, расположенным на сухопутной части, перемещается в сторону берега. После прихода буксира с вспомогательными тросами к берегу острова, троса

# МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ

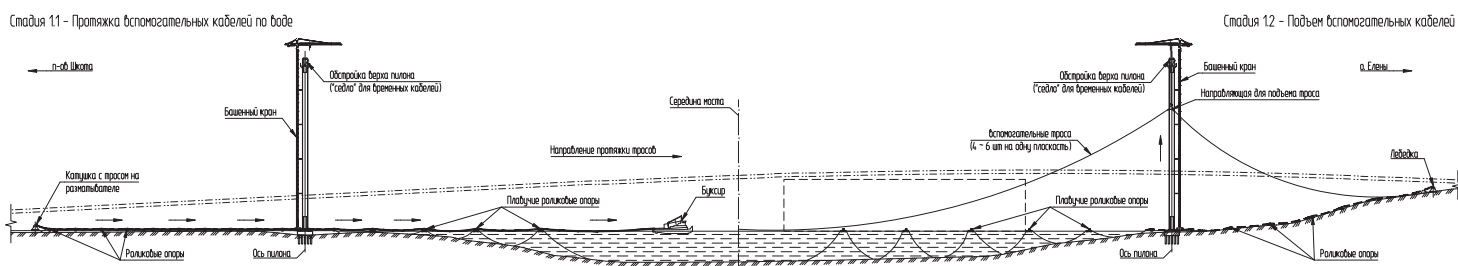


Рис. 4. Первая стадия монтажа несущего кабеля

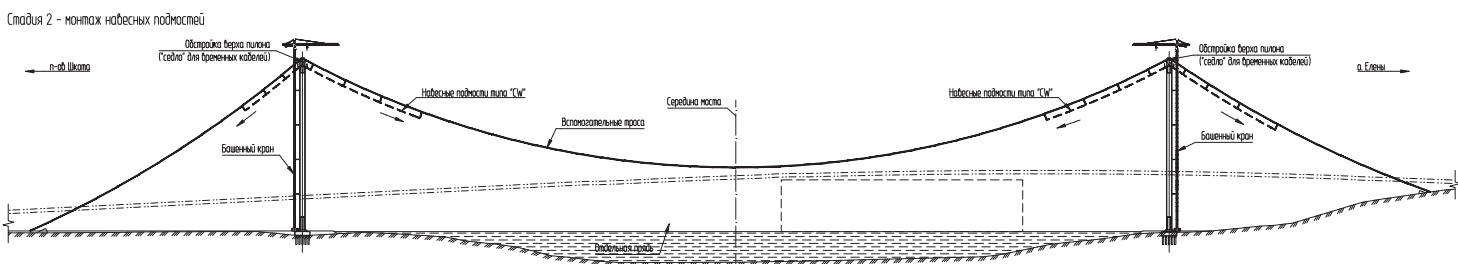


Рис. 5. Вторая стадия монтажа несущего кабеля

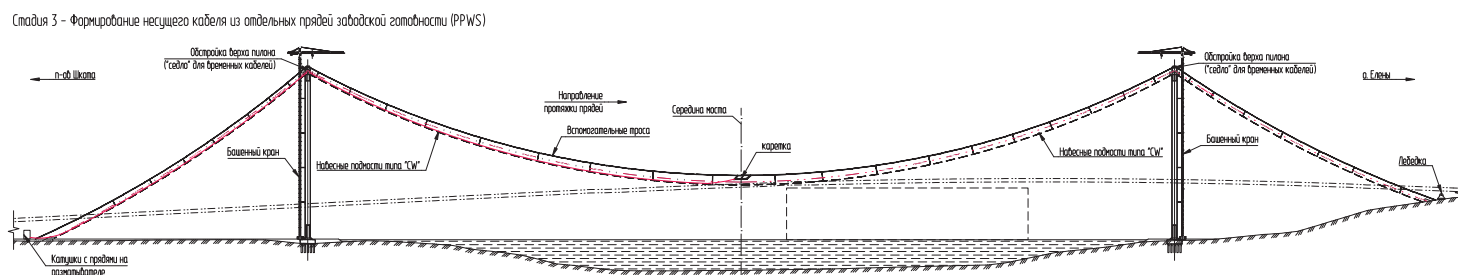


Рис. 6. Третья стадия монтажа несущего кабеля

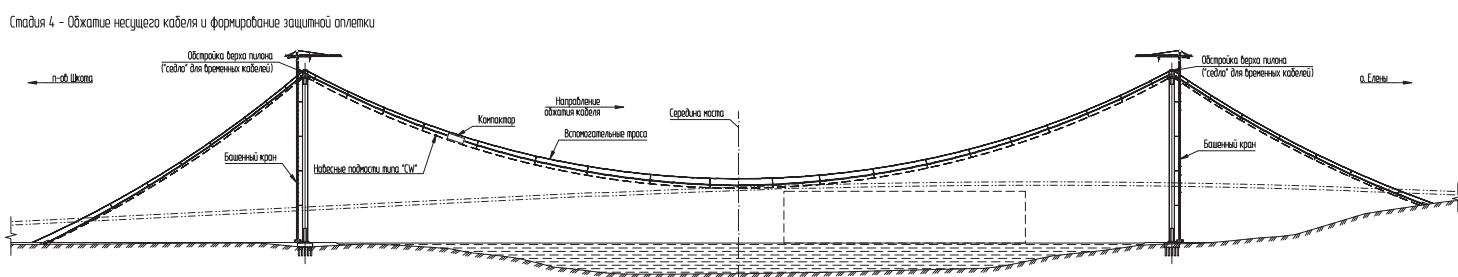


Рис.7. Четвертая стадия монтажа несущего кабеля

объединяются с тросом лебедки и троса протягиваются до второй анкерной опоры. После того, как концы вспомогательных тросов будут зафиксированы в зоне анкерных опор, производится подъем тросов на пилоны и установка их на временной обстройке.

## Монтаж навесных подмостей

Навесные подмости (рабочие проходы) подаются на пилон собранными в бухты. На пилоне рабочие проходы объединяются с рамками и подвешиваются на вспомогательные канаты. По мере формирования подмостей они по вспомогательным канатам спускаются вниз с верхней части пилона в две стороны (от пилона к середине моста и от пилона к анкерной опоре). Через каждые 100–150 м между навесными подмостями устраиваются рабочие проходы (поперечные переходы).

## Монтаж несущего кабеля

Два кабеля из PPWS тянутся параллельно вдоль каждого из рабочих мостиков от размотчиков, установленных за анкерной плитой на полуострове Шкота. При этом направляющие ролики на мостиках не позволяют кабелям перекручиваться на пути к острову Елены. После того как кабели дотягиваются до острова, их натягивают между анкерным устройством и вершиной пилона, смещают в сторону размещают в проектом положении на одном из парных вантовых седел и временно закрепляют на анкерных устройствах. Во время движения PPWS кабеля по рабочему мостику рабочие мостики гнутся посередине, поэтому рекомендуется транспортировать кабели одновременно по каждому мостику.

## Обжатие несущего кабеля

Несущий кабель обжимается при помощи простого приспособления до коэффициента пустотности в 30%. После этого на кабель монтируется гидравлическая обойма (компактор), специально изготавливаемая для этой процедуры. Каждый компактор оснащен гидравлическими домкратами на 300 тс. В процессе уплотнения достигается коэффициент пустотности в 19%. До начала уплотнения, пластиковая лента, которой замотали PPWS при изготовлении, снимается с внешних прядей, чтобы обеспечить их свободное перемещение. После того как несущий кабель уплотнен, но перед отключением домкратов, на него надевают обжимающий хомут из стали через каждые 2 м, чтобы сохранить форму и диаметр.

## ЭКСПЕРТНОЕ МНЕНИЕ

**Дать комментарии по этому проекту редакция журнала попросила заместителя директора по проектированию АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» Виктора Галаса.**

**— Виктор Ричардович, опыт каких стран изучался при проектировании такого мостового сооружения? Какие мосты можно считать аналогами?**

— При проектировании учитывался опыт зарубежных коллег из Китая, Японии, Турции, Норвегии. К аналогам можно отнести следующие объекты:

**1. Мост Лунцзян** — висячий мост через реку Лунцзян в Китае, в составе скоростной дороги G56 Ханчжоу — Жуйли. Высота пилонов 170 м. Мост перескачет долину реки Лунцзян. Пилоны монолитные, железобетонные. При строительстве использовалась технология монтажа кабе-

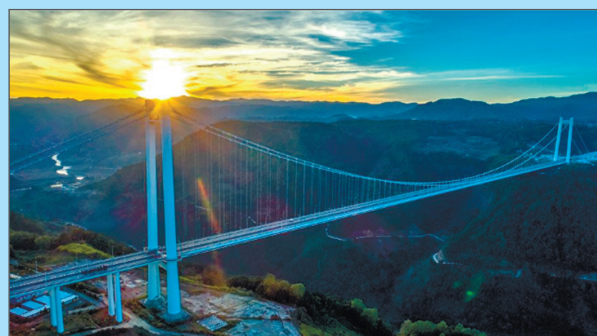


Рис. 8. Мост Лунцзян в Китае

ля из высокопрочных стрендов PPWS. Принцип сооружения основных несущих кабелей схож с принципом, заложенным для моста через пролив Босфор. Для устройства анкерных опор используются также монолитные железобетонные массивные оттяжки. Балка жесткости коробчатая с ортотропной плитой проезжей части. Длина наибольшего пролета 1196 м. Данный мост по своим линейным параметрам максимально близок к мосту через пролив Босфор Восточный.

**2. Хардангерский мост (Hardanger Bridge)** — висячий мост через фьорд в юго-западной Норвегии, который стал частью кратчайшего пути между Осло и Бергенем.



Рис.9. Хардангерский мост (Hardanger Bridge)

Длина наибольшего пролета (расстояние между осями пилонов) — 1310 м. Высота пилонов — 201 м. Пилоны железобетонные, монолитные. Балка жесткости — коробчатого сечения с ортотропной плитой проезжей части. Шаг подвесок — 20 м. При монтаже кабеля также применена технология, аналогичная технологии с использованием стрендов PPWS. Однако в силу особенностей рельефа (расположения в горной местности с прочными скальными грунтами в основании), анкерные оттяжки устраиваются непосредственно в скале. Основное различие в том, что Хардангерский мост предусматривает две полосы движения для автомобильного транспорта и полосу для движения пешеходов и велосипедистов. На мосту же через пролив Босфор Восточный предусмотрено устройство четырех полос проезда, разделительной полосы и эксплуатационных пешеходных проходов.

**3. Мост Османгази (Osman Gazi Köprüsü)** — висячий мост через Измитский залив, соединяющий турецкий город Гебзе с провинцией Ялова. Длина наибольшего пролета — 1550 м. Пилоны монолитные железобетонные высотой 252 м. Длина наибольшего пролета — 1550 м. На данном объекте полномасштабно применена технология монтажа кабеля с технологией ppws, о которой изложено выше. Балка жесткости — коробчатая с ортотропной плитой проезжей части. Монтаж пилонов и пролетных строений аналогичен технологии принятой для строительства моста через пролив Босфор. Мост Османгази имеет 6 полос движения,

разделительную полосу и эксплуатационные проходы. Анкерные опоры, аналогично мосту через пролив Босфор Восточный, расположены на берегах и представляют собой массивную железобе-



Рис.10. Мост Османгази (Osman Gazi Köprüsü)

тонную конструкцию, в отличие от Хардангерского моста.

**— Как известно, строительство висячего моста — крайне сложный и трудоемкий процесс, требующий соответствующих компетенций и ресурсов. Обладает ли сегодня Россия собственными технологиями для реализации такого проекта?**

— В практике отечественного мостостроения есть висячие мосты, однако еще никто не строил такие мосты с длиной пролета более 1000 м и имеющие хотя бы немного схожие эксплуатационные характеристики. Безусловно, строительство любого моста, особенно висячего, — сложный и трудоемкий процесс. Однако, как говорится, «все бывает в первый раз» и ничего в этом страшного нет. Когда-то в нашей стране не было опыта и строительства арочных, вантовых мостов. Однако специалистами АО «Институт Гипростроймост — Санкт-Петербург» разработаны такие проекты как, Большой Обуховский мост (первый вантовый мост через Неву), мост через Петровский фарватер, Русский мост, Крымский мост. Каждый из перечисленных мостов в чем-то рекордсмен, но это не помешало построить и успешно ввести в эксплуатацию данные объекты. Следует отметить, что при разработке проектной документации по мосту на остров Русский во Владивостоке, при технико-экономическом сравнении вариантов рассматривался вариант висячего моста, который получил положительное заключение государственной экспертизы. Однако, наиболее технико-экономичным был признан вантовый вариант. ■