

УДК 725.95

## ПОИСК НОВЫХ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ И АРХИТЕКТУРНЫХ ФОРМ МОСТОВ

**С.В. МАНКЕВИЧ**

*(Белорусский национальный технический университет, Минск)*

*Представлены результаты поиска новых конструктивно-технологических решений и архитектурных форм мостов. Исследовано влияние выбора конструктивного и технологического решения на архитектурную форму опор. Важным композиционным и одновременно конструктивным приемом является симметрия или асимметрия опор. Накопленный опыт в мостостроении необходимо тщательно изучать и анализировать. Выявлять те положительные приемы, которые можно использовать в проектировании мостов и, где правильно решены художественными средствами (пропорции, ритм, масштаб, динамика движения форм и т.д.) тектонические задачи совместно с конструкторами и технологами. Существенным архитектурным современным средством оформления опор является их окраска в яркие насыщенные цвета, что выражается в окраске пролетных строений, пилонов и вант. Метод проектирования категории красоты в мостах – комплексный. Это и грамотно рассчитанная конструкция инженером, и образ, созданный творческой мыслью архитектора. Особенность современного мостостроения – тесная связь конструктивных решений пролетных строений и опор с технологией изготовления конструкций из металла и железобетона.*

Архитектура мостов тесно связана с развитием строительной техники, состоянием научных знаний по расчету и типу применяемых материалов и конструкций, методикой проектирования и технологией строительных работ, с материальными возможностями конкретного общества. На архитектуру мостов оказывают влияние и господствующий стиль и архитектурно-художественные требования эпохи возведения и субъективные творческие воззрения. Важны функциональные параметры, обусловленные типологией сооружения. Мосты – сооружения, участвующие в организации открытых пространств, что позволяет оценить сооружение целиком. В зависимости от композиционных особенностей сооружения его архитектурно-художественный образ приобретает те или иные эмоциональные оттенки. Эстетическое восприятие и художественная значимость воспринимаются и оцениваются людьми. Поэтому предлагаемые варианты должны быть соотнесены к той среде, в которой мост будет находиться и восприниматься. Не все построенные мосты должны вызывать стопроцентный восторг. Есть нейтральные по своей архитектуре утилитарные объекты, к которым можно отнести большинство эстакад и целый ряд мостов. Как среди людей можно выделить красивых и знаменитых, так и в мостах есть красавцы архитектурной и инженерной мысли, есть среднестатистические и даже некрасивые.

**Основная часть.** Чтобы произвести сильное эстетическое впечатление, необходимо при проектировании соблюдать законы архитектурной композиции. Это достигается прежде всего использованием



Рис. 1. Hafen – Brücke, Япония, 1989 г.

таких средств, как пропорции, ритм, масштаб, фактура, цвет, приемы нюанса и контраста, варианты симметрии и асимметрии, и необходимостью найти взаимосвязь составляющих архитектурной формы друг с другом и окружающей средой (рис. 1). Первичное расчленение моста – разбивка его на пролеты и соотношение его общей протяженности с их размерами. Иногда ошибки становятся заметны слишком поздно. Когда мост уже построен.

Известный мост им. Патона в Киеве через Днепр состоит из 20 пролетов по 58 м и четырех по 87 м. Относительно ширины Днепра и общей длины моста, опоры поставлены слишком часто и пролеты оказались слишком мелкими [2]. Важным композиционным и одновременно конструктивным приемом является симметрия или асимметрия опор. Пролеты и опоры в симметричных мостах также симметричны. В композиции асимметричных мостов соподчиненность частей – основное средство композиции. Это может проявляться в соотношении размеров, расстановке силуэтных и пластических акцентов, подчеркивая одну из боковых осей моста смещением опор.

Примером асимметричного композиционного решения является расположение пилона вантового моста через Рейн в

Кельне [1]. Его единственный пилон поставлен асимметрично – смещен к берегу для получения композиционного равновесия с высоким готическим собором. Мост пересекает Рейн в центре города. Проезжая часть пролетного строения опирается на консольные выступы

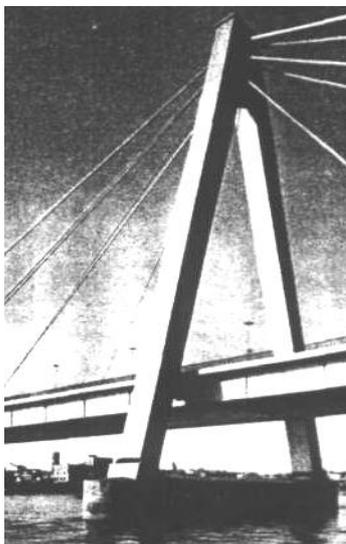


Рис. 2. Пилон Северинского моста через Рейн в Кельне

Интересно решение «моста-факела» через реку Шайтанку в районе Салехарда. Пилон (наклонная опора) является символом. Оригинальность архитектурной идеи вантового моста заключается в том, что пилон символизирует поднятую руку с факелом. На наклонном в сторону главного пролета пилоном расположен ресторан, посетители которого доставляются лифтами, расположенными снаружи ног пилона. Ритм опор и очертания пролетных строений хорошо просматриваются, активно воспринимаются расположенные на опорах статуи, обелиски, рельефы, фонари, триумфальные арки.

Важнейшим архитектурным современным средством оформления опор является их окраска в яркие насыщенные цвета, что выражается в окраске пролетных строений, пилонов и вант. Всемирно известен автодорожный мост через пролив «Золотые ворота» (архитекторы И. Штраусс, 1933 – 1937 гг.), пилоны которого высотой 227 м окрашены в яркий красно-оранжевый цвет.

Метод проектирования категории красоты в мостах – комплексный. Это и грамотно рассчитанная конструкция инженером и образ, созданный творческой мыслью архитектора. Особенностью современного мостостроения является тесная связь конструктивных решений пролетных строений и опор с технологией изготовления конструкций из металла и железобетона. Высота и геометрия (параллелепипед, треугольник, трапеция и даже шар) опор зависят от конструктивной схемы. В современном строительстве выбор конструктивной формы в значительной степени определяется удобством применения той или иной технологической схемы. По материалу мосты чаще всего классифицируются по пролетному строению. Например, в современном строительстве стальными называются мосты, главные пролетные строения которых изготовлены из стальных конструкций – балок, ферм, однако опоры их могут быть выполнены из другого материала – камня и железобетона, что оказывает влияние на архитектуру сооружения. При классификации мостов по числу пролетов (однопролетные, двухпролетные, трехпролетные и многопролетные) сразу можно определить количество и значимость опор. Количество пролетов в каждом отдельном случае выбирается индивидуально.

С точки зрения архитектурной композиции ритм пролетов и опор во многом определяет качество архитектурного решения. В свою очередь выбор ритма пролетов связан с функцией и конструктивным решением. Так, висячие конструктивные системы увеличивают длину пролета и уменьшают количество

на опорах ног пилона, но этого не видно, а кажется, что горизонталь проезжей части «пронизывает» опору, на которой оно подвешено, а ванты воспринимаются как единственно поддерживающие балку конструктивные элементы (рис. 2).

Широко известен мост имени Словацкого национального восстания, открытый для движения в 1972 году. Пилон расположен на правом берегу Дуная и наклонен. Шаг вант в главном пролете увеличивается по направлению к левому берегу, что создает эффект движения горизонтальной линии балки над поверхностью реки. На вершине пилона расположен чечевицеобразный объем ресторана, который делает архитектуру пилона и общий силуэт моста с его ажурным абрисом вантовых конструкций эмоционально насыщенной и незабываемой.

Построенные по проекту Сантьяго Калатравы (90-е гг. XX ст.) мост в Севилье также имеет пилон высотой 160 м, сильно наклоненный в сторону, противоположную пролету и не имеет оттяжек, и мост в Берлине через реку Шпрее (рис. 3), стальная конструкция которого поддерживается двумя овальными опорами; тонкая конструкция пролетного строения создает иллюзию парения. Новаторство – изогнутые трубки опор.



Рис. 3. Стальной мост в Берлине через реку Шпрее

опор до минимума, т.е. до одной (одного пилона). В балочных конструктивных системах пролетное строение может опираться на две и большее количество (множество) опор. Примеры использования в композиции разного ритма опор показаны на рисунке 4.

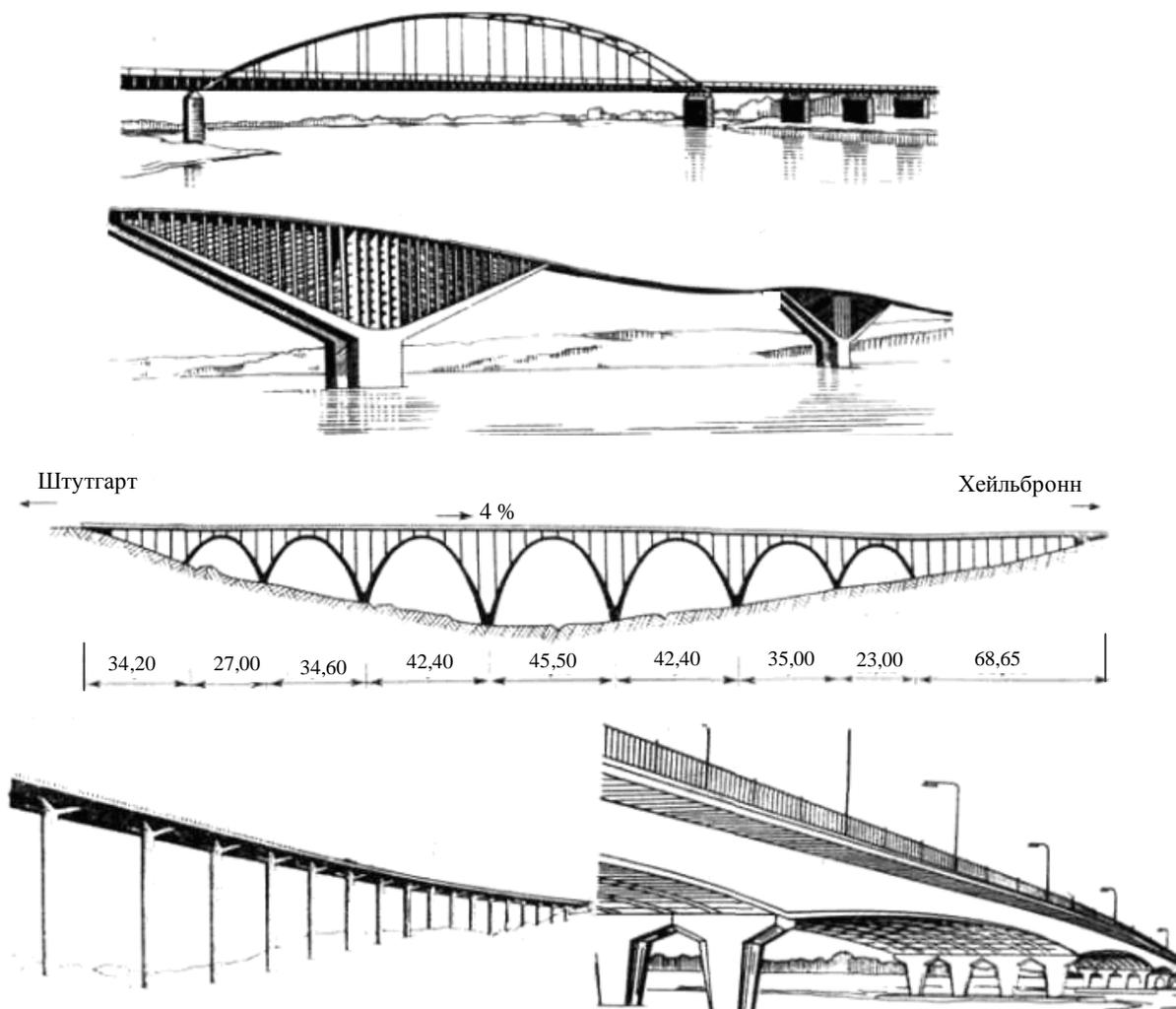


Рис. 4. Примеры использования в композиции разного ритма опор

Многочисленные примеры современных вантовых мостов дают основание считать, что эта область мостостроения приобрела в процессе развития достаточно ярко выраженную архитектурную самостоятельность. Красота сооружения заключена в самой системе конструкции, которая свободно перекрывает значительное пространство тонкой постоянной по высоте балкой жесткости, поддерживаемой мощными струнами – вантами, закрепленными на пилонах, утверждающих незыблемость системы. Высокие инженерные возможности помогают созданию их яркой архитектурной выразительности по всем законам архитектоники. К основным требованиям архитектоники следует отнести:

- выбор гармоничного соотношения основных размеров сооружения, главных и боковых пролетов, высот пилонов по отношению к пролету с учетом законов пропорций;
- выбор ритма повторяющихся элементов моста, особенно в подходных эстакадах;
- выявление силуэта, обеспечивающего господствующее и подчиненное значение моста в окружающем пространстве;
- масштабность – конкретное сопоставление главных и подчиненных размеров сооружения, а также с окружающим ландшафтом;
- выбор фактурной проработки деталей конструкции, введение цвета.

Особенно ярко композиция пролетных строений и опор – мощных пилонов заметна в вантовых мостах. Архитектурный образ создается силуэтом большепролетного моста и его общими формами. В зависимости от условий проектирования вантовые системы могут быть симметричными двухпилоновыми или несимметричными однопилоновыми. Несимметричные однопилоновые системы, как правило, применяются в сочетании с эстакадными пойменными пролетами, в которых вместе с опорами закреп-

ляются ванты боковых пролетов. В архитектуре вантовых мостов огромное значение играет выбор пропорций и формы пилонов. Характер моста определяется выбором проекта пилонов, активно участвующих в композиции моста. Их высота во многом определяется масштабом всего сооружения, силуэт и архитектурный рисунок отчетливо читаются, поэтому пилоны всяческих и вантовых мостов должны отвечать не только техническим, но и художественным требованиям, т.е. использовать метод художественного конструирования. В вантовых мостах различают опоры трех основных типов: 1) опоры с пилонами, поддерживающими ванты; 2) анкерные опоры с закреплением вант к балке жесткости; 3) анкерные опоры-устои, в которых закреплены ванты.

Во многом выбор пилона зависит от характера расположения вант – в одной вертикальной плоскости или двух, а также от ширины проезжей части и количества полос движения. При расположении вант в одной плоскости пилоны могут быть стоечными или А-образными. Стоечные пилоны проще и требуют существенно меньшего расхода материала. В этом случае пилоны и ванты должны быть размещены в пределах разделительной полосы между проезжими частями. А-образные пилоны применяют в случае расположения вант как в одной плоскости, так и в двух плоскостях. П-образные пилоны применяют в тех случаях, когда ванты располагаются в двух вертикальных или слегка наклонных плоскостях; они состоят из двух стоек, соединенных сверху горизонтальной поперечной распоркой. Пилон может иметь и другую форму, например V-образную. Вантовый мост в Санкт-Петербурге – сложный в инженерном отношении объект. Два пилона высотой 125 м на разных берегах Невы находятся на расстоянии 382 м. Уникальность сооружения состоит в том, что высота пролетных строений (подмостовой габарит) составляет 30 м, что позволило сделать мост однопролетным и неразводным. Для поднятия проезжей части на такую высоту требовались соответствующие опоры. Применен А-образный тип с переменным наклоном стоек (ног) и переменным коробчатым сечением их по высоте. На двух отметках 31,1 и 86 м опоры связаны распорками, а поверхность обе ноги объединяются.

Шедевром инженерных расчетов и архитектурного гения Норманна Фостера является виадук Мийо. Поддерживаемый двумя береговыми устоями и семью опорами мост имеет протяженность 2460 м. Высота,

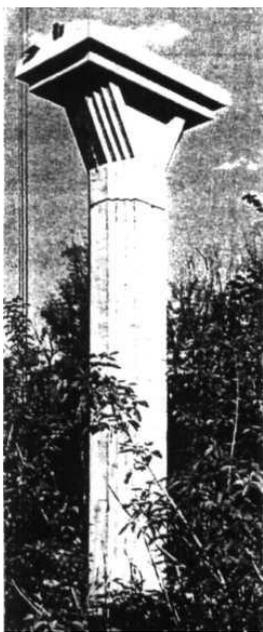


Рис. 5. Опора моста через реку

на которую поднято полотно – 270 м, высота трапециевидных опор-пилонов колеблется от 70 до 343 м. Пилоны, держащие стальной настил, выполнены из бетона. Это сооружение было названо «ландшафтной скульптурой», что подтверждает всеобщее признание. Общая композиция, пропорции моста определяют распределение его масс и создают движение форм.

Примером удачного решения опоры моста является опоры моста на реке Гуселка в России (рис. 5). По технологии изготовления опоры – монолитные с фундаментами на буронабивных сваях. На стадии разработки инженеры творчески подошли к выбору рациональной конструкции опоры, рассматривая ее не только как объект инженерно-технологического, но и художественного творчества. Длина всего сооружения и высота опор (36 м) продиктованы рельефом местности с разновысокими берегами долины реки. Решающим критерием при выборе варианта конструктивного решения опоры стало стремление добиться ее архитектурной выразительности. Тело монолитной опоры сечением  $3 \times 4$  м со ступенчатыми срезами с каждого угла возводились в специальной опалубке. Треугольная вставка в архитектурных целях утоплена внутрь тела опоры, что отвечает повышенным эстетическим параметрам. Сооружение гармонично вписывается в живописный ландшафт пригородного пейзажа.

Такие понятия, как физическая длина моста, его высота, композиционное построение опор и пролетов с соблюдением принципа конструктивной и функциональной рациональности решения, являются выражением особой тектонической взаимосвязи между конструкцией и формой.

**Заключение.** При проектировании мостов архитектор способен активизировать тектонические особенности моста архитектурными средствами – средствами архитектурной композиции. Синтез художественного и конструктивного можно добиться совместной работой конструктора и архитектора. Эстетической выразительности архитектуры мостов можно добиться методами художественного конструирования.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вірола, Юхані. Видатні мости світу / Юхані Вірола. – Киев: Видваництво Національного транспортного університету, 2001. – 56 с.
2. Пунин, А.Л. Эстетические проблемы мостостроения / А.Л. Пунин // Вестник мостостроения. – 1998. – № 3 – 4. – С. 5 – 6.

*Поступила 01.12.2009*