

Расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых высокопрочным болтом (одним болтоконтактом), определяется по формуле

$$Q_{bh} = P\mu/\gamma_{bh},$$

где P — усилие натяжения высокопрочного болта; μ — коэффициент трения, принимаемый по табл. 57 СНиП 2.05.03-84*; γ_{bh} — коэффициент надежности, зависящий от способа обработки контактных поверхностей и числа болтов в соединении, принимаемый по табл. 83 СНиП 2.05.03-84*.

Усилие натяжения P высокопрочного болта определяется по формуле

$$P = 0,665 R_{bun} A_{bn},$$

где $R_{bun} = 11\,000 \text{ кгс/см}^2$ — наименьшее временное сопротивление разрыву высокопрочных болтов М16...М27 из стали 40Х «селект»; A_{bn} — площадь сечения высокопрочного болта нетто, определяемая в соответствии с ГОСТ 22356-77:

Диаметр высокопрочного болта, мм	16	18	20	22	24	27
Расчетная площадь нетто, $A_{\text{нетт}}$, см^2	1,57	1,92	2,45	3,03	3,52	4,59

10.4. Основные системы металлических мостов

В современном мостостроении пролетные строения металлических мостов выполняют с использованием балочной, арочной, рамной, вантовой статических схем и их комбинаций.

Обычно пролетные строения металлических мостов выполняют с использованием балочной схемы, которая позволяет перекрывать пролеты от 40 до 300...550 м. Во всех видах балочных пролетных строений под воздействием вертикальных нагрузок на опорах возникают только вертикальные опорные реакции, что облегчает устройство опор, особенно при их большой высоте. В балочных мостах главными несущими элементами могут быть сплошные балки или сквозные фермы. По статической схеме балочные мосты могут быть разрезными, неразрезными и балочно-консольными.

Разрезные балочные пролетные строения. В составе моста перекрывают по одному пролету, каждый из которых работает независимо от других (рис. 10.6, а). При прочих равных условиях это требует больших расходов металла, чем в неразрезных пролетных строениях, работающих совместно. Кроме того, промежуточные опоры разрезных пролетных строений требуют обычно большего расхода материалов, чем опоры неразрезных пролетных строений из-за необходимости установки двух опорных частей на каждой про-

межуточной опоре (см. рис. 10.6, а). В связи с этим разрезные пролетные строения обычно применяют для перекрытия относительно небольших пролетов, когда их недостатки не оказывают существенного влияния на стоимость и металлоемкость моста.

Конструкция разрезных пролетных строений получается простой, легко поддается стандартизации. На работу этих пролетных строений возможные просадки опор не оказывают влияния.

Неразрезные балочные пролетные строения. Перекрывают одной непрерывной конструкцией обычно три или более совместно работающих пролетов (рис. 10.6, б). Благодаря совместной работе абсолютные значения изгибающих моментов в неразрезных бал-

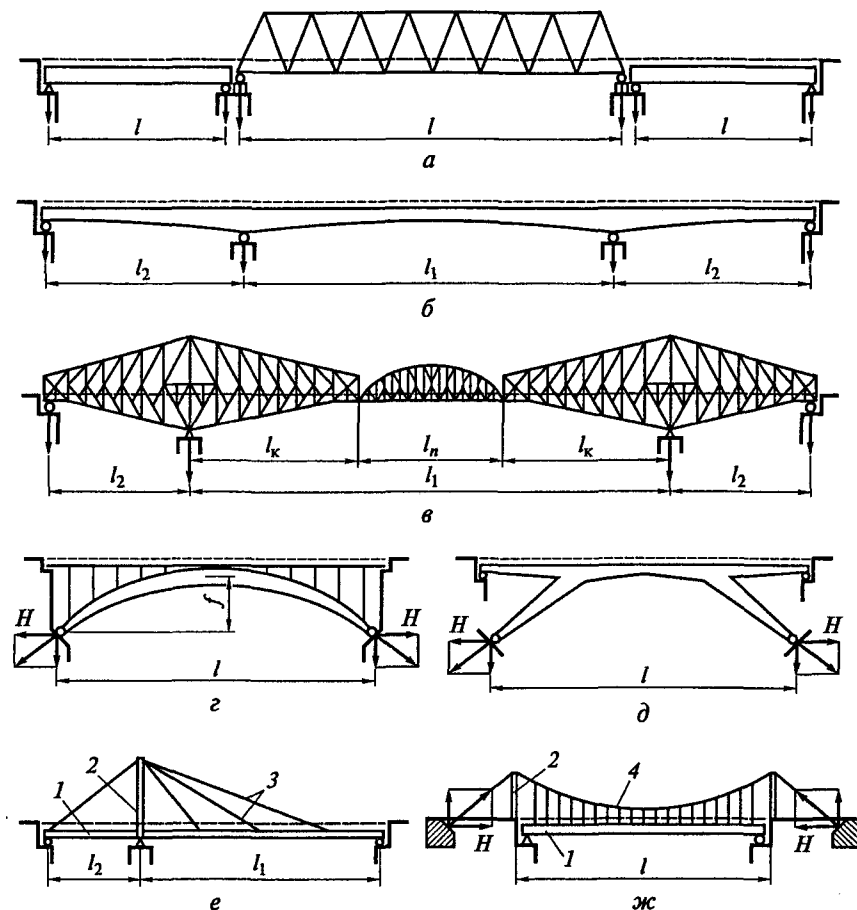


Рис. 10.6. Основные системы (а — ж) металлических мостов:

1 — балка жесткости; 2 — пилон; 3 — ванта; 4 — кабель

ках при прочих одинаковых условиях на 35...45 % меньше, чем в разрезных балках, что позволяет уменьшить расход металла. Экономичность неразрезных пролетных строений нарастает с увеличением пролетов, так как разгружающее действие соседних пролетов более всего проявляется от действия постоянной нагрузки, относительное влияние которой нарастает с увеличением пролетов и доходит до 80...90 %. Неразрезные балки весьма удобны при возведении моста методом продольной надвигки и позволяют осуществлять монтаж методом навесной сборки.

Жесткость неразрезных пролетных строений больше, чем разрезных. Кроме того, они обеспечивают более комфортные условия проезда, так как не имеют переломов проезжей части над промежуточными опорами и не требуют устройства над ними деформационных швов.

Недостатками неразрезных балочных пролетных строений являются чувствительность к неравномерным осадкам опор и значительные перемещения концов балок от изменения температуры, что требует применения более сложных опорных частей и деформационных швов.

В современных условиях, когда освоена технология создания надежных опор для опор мостов в разнообразных условиях, неразрезные балочные пролетные строения нашли широкое применение, особенно при перекрытии больших пролетов (от 60 м и выше).

Балочно-консольная система. По своей работе близка к неразрезной, так как шарниры ставят в зоне нулевых моментов неразрезных балок (рис. 10.6, в). Эта система статически определима, в ней не возникают дополнительные усилия в случае просадки опор. Она занимает промежуточное положение по своим свойствам между разрезными и неразрезными балочными пролетными строениями. Но она имеет и ряд недостатков, присущих именно ей. Она более чувствительна к динамическим воздействиям временной нагрузки из-за переломов профиля и шарниров, расположенных в пролете. Устройство сопряжения консольных частей с подвесными пролетными строениями усложняет и удорожает конструкцию моста, а в эксплуатации приносит значительные осложнения. Эти недостатки сильно ограничивают ее применение. При возрастающей конкурентоспособности неразрезных пролетных строений строительство металлических мостов балочно-консольной системы стало большой редкостью, в основном в виде ферм для перекрытия пролетов, близких к 500 м.

Арочные металлические мосты. В качестве основных несущих элементов пролетных строений имеют арки (рис. 10.6, г). Арки являются распорной системой. При действии на них вертикальных нагрузок на опоры передаются не только вертикальные, но и горизонтальные воздействия (распор), что уменьшает усилия в арке,

уменьшает расход материала на нее, но увеличивает воздействие на опоры, что усложняет их конструкции. Применение арочных металлических пролетных строений становится рациональным при очень хороших грунтовых условиях и в случаях, когда арки хорошо вписываются в продольный профиль перехода, не вызывая большого увеличения работ по созданию подходов к мосту. Наилучшим образом этому соответствуют горные условия. Металлические арочные мосты возводят также в городах по архитектурным соображениям.

Рамные пролетные строения. В металлических мостах применяют в основном в переходах через большие овраги или в путепроводах (рис. 10.6, д). Для путепроводов особенно важна возможность создания конструкций с малой строительной высотой и высокой жесткостью из-за совместной работы ригеля и стоек. Как и арочная система, рамная является распорной и поэтому требует хороших грунтовых условий или массивных опор. Относительно сложная конструкция узлов сопряжения ригелей со стойками рам снижают применимость рамных металлических мостов.

Вантовые мосты. Имеют в качестве главных несущих элементов пролетных строений балки жесткости и ванты, подвешивающие ее к пилонам, являясь как бы упругими опорами (рис. 10.6, е). Обычно вантовые пролетные строения перекрывают два или три пролета. Они хорошо соответствует строительству методом навесного монтажа.

Вантовые пролетные строения обычно применяют для перекрытия пролетов от 150...200 м. Рекордным пролетом для вантовых мостов является в настоящее время пролет 890 м, реализованный в трехпролетном вантовом мосте Татара общей длиной 1 480 м, построенном в Японии в 1999 г.

Висячие металлические пролетные строения. Используются для перекрытия самых больших пролетов — 2 000...3 000 м (рис. 10.6, ж). Основным несущим элементом в висячей системе служит кабель. Для увеличения жесткости висячей системы устраивают неразрезную балку жесткости. В 1998 г. в Японии был введен в эксплуатацию крупнейший висячий мост Акаси-Кайке с тремя пролетами общей длиной 3 910 м. Он соединяет острова Хонсю и Сикокку, имеет средний пролет с рекордной длиной 1 990 м и пилоны высотой 298 м. Балка жесткости этого моста, рассчитанная на восемь автомобильных полос, поддерживается двумя кабелями диаметром 1,1 м.

Кроме основных систем в металлических мостах применяют также комбинированные системы. Обычно комбинированная система создается из балочной усилением ее гибким арочным поясом, который позволяет значительно уменьшить изгибающие моменты в балке.