

Государственная служба дорожного хозяйства России в 1996 г. наметила смещение финансирования в сторону ремонта и реконструкции взамен прежнего подхода с приоритетным финансированием нового строительства. Увеличение долговечности сооружений стало одним из главных направлений деятельности дорожной службы на период до 2010 г.

Важной задачей эксплуатации сооружений является обеспечение бесперебойного и безопасного движения по ним транспортных средств с установленными скоростями, обеспечение пропуска по ним различных сверхнормативных транспортных средств с учетом фактического состояния сооружений. При решении этих задач возникает необходимость в обследовании и испытании сооружений, оценке их грузоподъемности и надежности. Сложна проблема их диагностики на основе использования современной теории надежности технических систем, современных средств измерения и анализа данных измерений с помощью персональных компьютеров.

Учебник соответствует программе обучения студентов автодорожных вузов по дисциплине «инженерные сооружения в транспортном строительстве» специальности «автомобильные дороги и аэродромы» направления «транспортное строительство». В связи с этим в учебнике не рассматриваются сооружения на железных дорогах.

В соответствии с требованиями Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования инженеры по этой специальности должны иметь представление о проектировании искусственных сооружений на автомобильных дорогах, знать их конструкции, уметь их строить и эксплуатировать.

В учебнике отражены новые достижения в области проектирования, строительства и эксплуатации искусственных сооружений на автомобильных дорогах.

Учебник состоит из восьми разделов: «Общие сведения о мостовых сооружениях и трубах на автомобильных и городских дорогах и их проектировании», «Деревянные мосты», «Железобетонные мосты», «Металлические мосты», «Транспортные сооружения в городах и на пересечениях автомагистралей», «Опоры автодорожных мостов и водопропускные трубы на автомобильных дорогах», «Основы организации строительства, содержания, ремонта и реконструкции мостов», «Автодорожные и городские тоннели».

Учебник написали: д-р техн. наук, проф. *П. М. Саламахин* — предисловие, разд. I—IV, подразд. 24.1 и 26.4; канд. техн. наук, проф. *Л. В. Маковский* — разд. VIII; канд. техн. наук, доц. *В. И. Попов* — разд. V, VI, кроме гл. 22; д-р техн. наук, проф. *А. И. Васильев* — гл. 26, кроме подразд. 26.4; канд. техн. наук, доц. *Ш. Н. Валиев* — гл. 22 и 23; доц. *В. Н. Кухтин* — гл. 24 и 25, кроме подразд. 24.1.

РАЗДЕЛ I

МОСТОВЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ТРУБЫ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ И ГОРОДСКИХ ДОРОГАХ

ГЛАВА 1

Основные понятия о мостовых сооружениях и трубах на автомобильных и городских дорогах

1.1. Виды транспортных сооружений на автомобильных и городских дорогах

Автомобильные дороги, пролегая по разнообразной местности, пересекаются между собой или с железными дорогами, а также с различными препятствиями: оврагами, ущельями, горными хребтами, ручьями, реками, озерами, морскими заливами и проливами. В этих ситуациях для обеспечения беспрепятственного движения на дорогах строят различные сооружения: трубы, мостовые сооружения, тоннели, галереи, балконы и подпорные стенки.

Трубы используются для пропуска под дорогой небольших водотоков (водопропускные трубы), транспортных средств, пешеходов, а в сельской местности и скота. Они устраиваются в теле земляного полотна дороги (рис. 1.1) из сборных объемных или

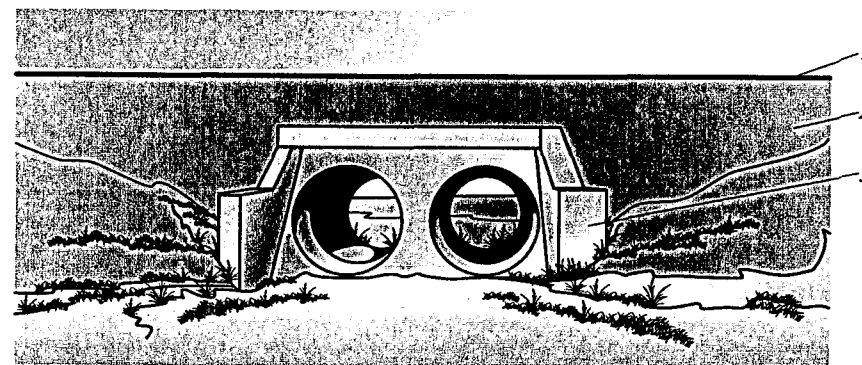


Рис. 1.1. Схема расположения водопропускной трубы в теле земляного полотна:

1 — уровень проезжей части; 2 — земляное полотно; 3 — элемент оголовка трубы

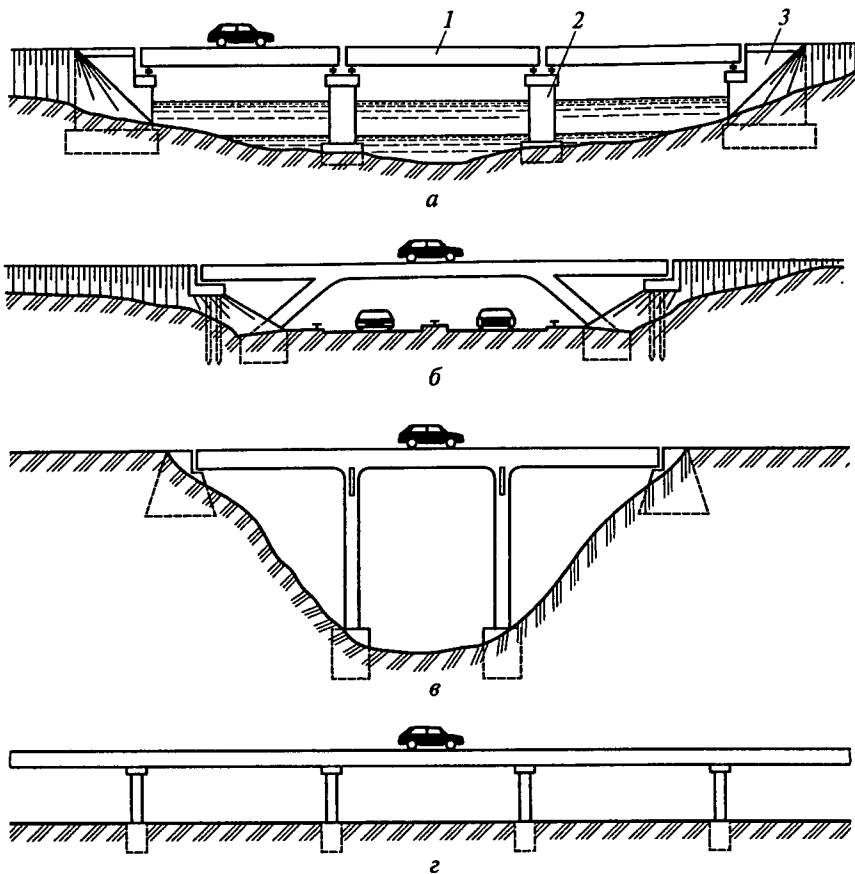


Рис. 1.2. Виды мостовых сооружений:

а — мост; *б* — путепровод; *в* — виадук; *г* — эстакада; 1 — пролетное строение; 2 — промежуточная опора; 3 — устой

плоских элементов, при этом земляное полотно дороги не прерывается, что способствует более комфортным условиям движения. В общем количестве малых искусственных сооружений трубы на автомобильных дорогах России составляют около 70 %. В среднем на каждые 1,35 км автомобильных дорог приходится одна водопропускная труба.

Мостовые сооружения (рис. 1.2) используются для пропуска дороги над водными препятствиями, ущельями, оврагами и над другими дорогами.

В отличие от труб они прерывают земляное полотно дороги своими конструкциями, состоящими из пролетных строений и опор. При этом пролетные строения перекрывают пространство

между опорами, воспринимают нагрузку от перемещающихся по ним транспортных средств и передают ее и собственный вес на опоры. Опоры воспринимают усилия от пролетных строений и передают их через фундаменты на грунты основания. Разновидностью мостовых сооружений являются собственно мосты (рис. 1.2, *а*), путепроводы (рис. 1.2, *б*), виадуки (рис. 1.2, *в*), акведуки и эстакады (рис. 1.2, *г*).

Собственно **мостом** называется сооружение для пропуска дороги над каким-либо водным препятствием. **Путепровод** — мостовое сооружение, которое служит для пропуска одной дороги над другой в разных уровнях. **Виадук** — мостовое сооружение на переходе через глубокий овраг, ущелье, суходол, ложину с высоким расположением проезда над дном препятствия. Характерной особенностью виадуков являются опоры большой высоты (от нескольких десятков до сотен метров). **Акведуками** называются мостовые сооружения на переходе водовода через овраг, ущелье, реку, суходол или дорогу. **Эстакадами** называются мостовые сооружения для пропуска дороги на некоторой высоте над естественной поверхностью местности, чтобы пространство под ними могло быть использовано для различных целей. Эстакады возводят также вместо насыпей для пропуска дороги над долинами рек, болотистыми участками местности, на подходах к мостам и путепроводам. Их применяют и для пропуска скоростных автомагистралей над городской застройкой, при уширении набережных и организации движения в городских условиях вдоль рек.

Тоннели применяются для пропуска дороги сквозь толщу горного массива (рис. 1.3) или под крупными реками, озерами, морскими заливами или проливами. В городах их применяют для пропуска автомобилей и пешеходов под городской застройкой, улицами и магистралями.

На горных дорогах кроме виадуков и тоннелей применяются галереи (рис. 1.4, *а*), балконы (рис. 1.4, *б*) и подпорные стенки (рис. 1.4, *в*).

Галереи используются для защиты дороги от снежных лавин и камнепадов, **балконы** — для обеспечения необходимой ширины

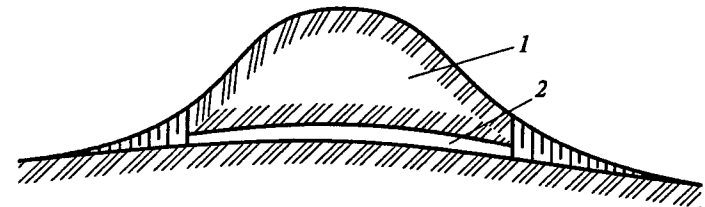


Рис. 1.3. Тоннель сквозь горный массив:

1 — горный массив; 2 — тоннель

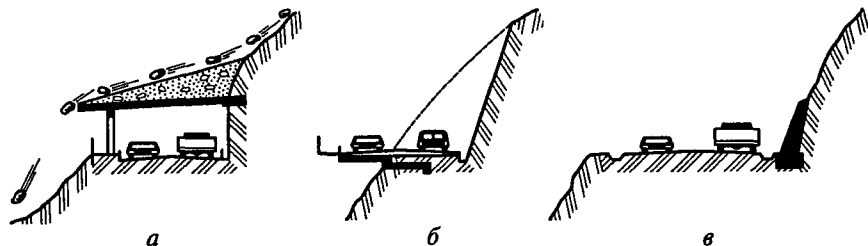


Рис. 1.4. Сооружения на горных дорогах:
а — галерея; б — балкон; в — подпорная стенка

проезда у крутых склонов при сокращении объема работ по разработке скальных грунтов, *подпорные стенки* — для предотвращения обрушения на дорогу находящегося за ними грунта, а также для обеспечения устойчивости земляного полотна (низовые подпорные стенки).

Рассмотренные искусственные сооружения являются ответственными и дорогостоящими элементами дороги. Расходы на их возведение составляют примерно 10 % от стоимости дороги, возводимой в равнинной местности. В пересеченной и горной местности, а также при пересечении рек расходы на искусственные сооружения возрастают и составляют до 30 % и более от общей стоимости дороги.

1.2. Элементы мостового перехода, мостов и труб

Мостовым переходом (рис. 1.5) называется комплекс инженерных сооружений, возводимых при пересечении дорогой водной преграды. В его состав входят мост, подходы к нему, регулиционные сооружения, берегоукрепительные устройства и ледорезы.

Мост своими конструкциями перекрывает русло и часть поймы реки (рис. 1.5, а). *Подходы к мосту* обеспечивают сопряжение дороги с мостом. Их устраивают в виде земляных насыпей или эстакад. *Регулиционные сооружения* в виде струенаправляющих дамб и траверс и *берегоукрепительные устройства* применяются для защиты берегов реки у моста от значительного размыва. *Струенаправляющие дамбы* сооружают у береговых опор в виде земляных насыпей с трапециевидным поперечным сечением, придавая им в плане очертание, способствующее плавному протеканию в отверстие моста водного потока с верховой части реки (рис. 1.5, б).

С верховой стороны мостового перехода иногда устраивают *траверсы* в виде коротких дамб, выступающих в реку перпендикулярно или под углом к берегу или насыпи подхода (см. рис. 1.5, б).

Траверсы снижают скорость течения воды вдоль берега или насыпи, предохраняют их от размыва и способствуют направлению водного потока в отверстие моста.

Ледорезы — сооружения для защиты промежуточных опор моста от непосредственного воздействия ледохода, которое может быть очень опасным для опор. Их возводят перед каждой опорой с верховой стороны моста на той части ширины реки, где возможен ледоход. В мостах с массивными опорами (каменными, бетонными, железобетонными) ледорезы обычно совмещают с телом опоры.

Элементы мостов. Мосты состоят из пролетных строений и опор. В пролетных строениях мостов выделяют следующие основные части: проезжую часть, несущую часть, систему связей и опорные части.

Под *проезжей частью* пролетного строения (в первоначальном и широком смысле этого понятия) понимают совокупность конструктивных элементов, воспринимающих нагрузки от транспортных средств и пешеходов и передающих их на несущую часть. Проезжая часть в широком смысле включает в себя несущие элементы и мостовое полотно (рис. 1.6).

Несущие элементы проезжей части воспринимают нагрузку от транспортных средств и пешеходов и передают их на основные несущие конструкции пролетного строения. Применяют три главных вида несущих элементов проезжей части:

- балочная клетка — совокупность продольных и поперечных балок;

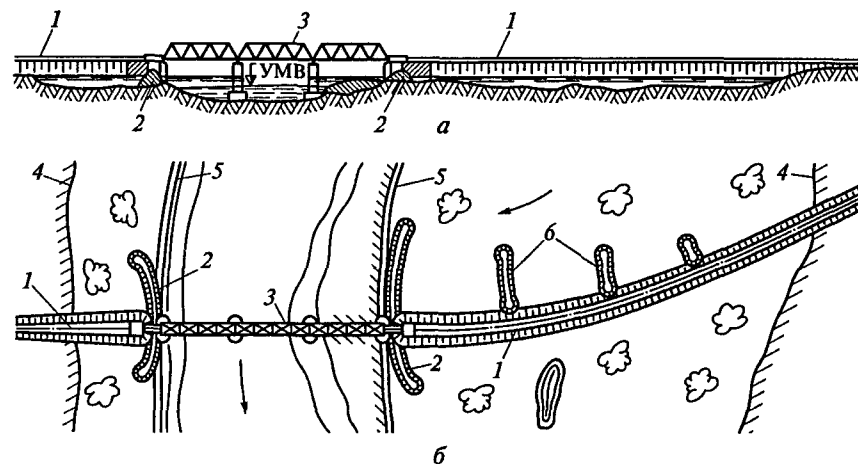


Рис. 1.5. Профиль (а) и план (б) мостового перехода:
1 — насыпь подхода; 2 — струенаправляющая дамба; 3 — мост; 4 — граница затопления поймы; 5 — укрепление берега; 6 — траверса

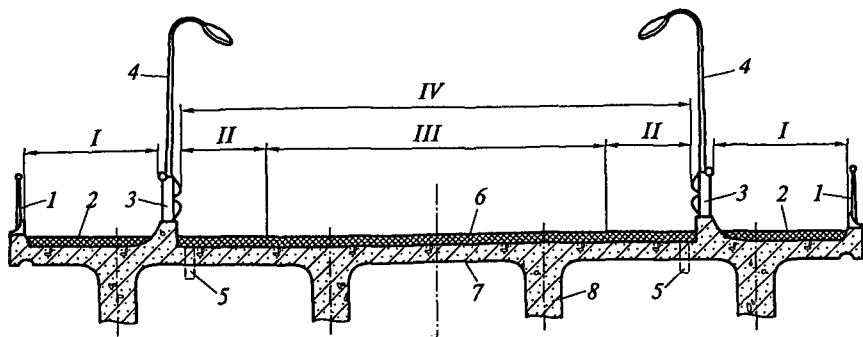


Рис. 1.6. Элементы мостового полотна:

I — тротуар; *II* — полоса безопасности; *III* — проезжая часть; *IV* — ездое полотно; 1 — перильное ограждение; 2 — одежда тротуаров; 3 — барьерное ограждение; 4 — мачта для освещения; 5 — водоотводное устройство; 6 — одежда ездоего полотна; 7 — несущие элементы проезжей части; 8 — несущие элементы ездоего полотна

- плоская или ребристая железобетонная или деревянная плита;
- ортотропная металлическая плита — сварная конструкция, состоящая из листа настила, подкрепленного продольными и поперечными ребрами.

Мостовое полотно — совокупность всех элементов, расположенных на плите проезжей части пролетных строений, предназначенных для обеспечения нормальных условий и безопасности движения транспортных средств и пешеходов, а также для отвода воды с проезжей части (см. рис. 1.6). Она включает в себя одежду ездоего полотна, тротуары, ограждающие устройства, устройства для водоотвода, обогрева и освещения, деформационные швы и сопряжения моста с подходами.

Понятие проезжей части пролетного строения в настоящее время используется и в несколько ином, более узком смысле: это полоса на мостовом полотне для непосредственного движения транспортных средств.

Ширина этой полосы равна сумме ширин полос движения, установленных для моста. К этой полосе должны примыкать предохранительные полосы (полосы безопасности). Они предназначены для обеспечения движения транспортных средств на мосту с установленной скоростью движения, их наличие устраняет психологическое воздействие на водителя высокого ограждения у тротуаров и не приводит к снижению скорости движения. Они также обеспечивают возможность съезда автомобилей с проезжей части при возникновении опасных для движения ситуаций. Проезжая часть (в узком смысле этого понятия) вместе с предохранительными полосами составляют полосу ездоего полотна, или габ-

рит проезда, равный расстоянию в свету между защитными ограждениями.

Несущая часть пролетного строения воспринимает действие собственного веса пролетного строения и временной подвижной нагрузки и передает его через опорные части на опоры. В простейших балочных мостах малых пролетов несущая часть пролетных строений состоит из деревянных или металлических прогонов, железобетонных плит или балок; при средних и больших пролетах в качестве несущей части применяются более мощные балки, а также фермы, рамы или арки.

Связи между элементами несущей части пролетного строения (балками, фермами, арками) устанавливают в целях объединения их в пространственно жесткую конструкцию, способную воспринимать всеми элементами как вертикальные, так и горизонтальные нагрузки независимо от места их приложения. В полной системе связей различают горизонтальные (верхние и нижние) и вертикальные (опорные и промежуточные) связи. Более подробно с ними познакомимся при изучении деревянных и металлических пролетных строений мостов.

Опорные части представляют собой специальные элементы пролетного строения, с помощью которых опорные воздействия от несущей конструкции передаются на опоры в строго заданном месте для обеспечения благоприятных условий работы элементов пролетного строения и опоры в зоне их контакта. Кроме того, опорные части обеспечивают поворот и продольное смещение опорных сечений основных балок или ферм пролетного строения, возникающих при их прогибе от действия временных нагрузок, а также продольные и поперечные их смещения, возникающие от температурных деформаций пролетного строения.

Одним из важных принципов рационального конструирования является совмещение различных функций в элементах конструкции. В современных конструкциях пролетных строений мостов этот принцип используется весьма широко. Так, плита (или продольные балки проезжей части) работает на местное воздействие временной нагрузки и одновременно включается в работу пролетного строения в целом на общее действие той же нагрузки. Кроме того, эти элементы в составе пролетного строения выполняют и функции продольных и поперечных связей.

Опоры мостов воспринимают нагрузки от пролетных строений и передают их на грунты основания через фундаменты или на воду (в наплавных мостах). Различают промежуточные и крайние (береговые) опоры. Промежуточные опоры воспринимают нагрузки от веса пролетных строений, временных подвижных нагрузок, от навала судов, воздействия льда и ветра. Крайние опоры, являясь устоями, кроме того, работают как подпорные стенки, воспринимая давление от насыпи подходов.

Конструктивное решение моста во многом зависит от ширины, глубины, скорости течения реки, вида грунтов на дне ее русла и поймы, условий ледохода, требований судоходства на реке.

Существенное влияние при этом оказывают и следующие расчетные уровни воды в реке (рис. 1.7):

- *уровень высоких вод (УВВ)* — наивысший уровень воды в реке в месте мостового перехода, который определяют по многолетним данным гидрометрических наблюдений с различной степенью обеспеченности для мостов на дорогах различных категорий;
- *расчетный судоходный уровень (PCY)* — наивысший уровень воды в реке в судоходный период, который обычно несколько ниже УВВ;

- *уровень меженных вод (УМВ)* — средний уровень воды в реке в период между паводками.

Для успешного усвоения основной части изучаемой дисциплины важно также уяснить следующие основные определения и обозначения, применяемые на чертежах и схемах мостов (см. рис. 1.7):

- *длина моста L* — расстояние между началом и концом моста, измеренное по его оси. При этом начало моста — первая по ходу отсчета километража точка пересечения линии, соединяющей концы открьлков устоя или других видимых конструктивных элементов устоя или пролетного строения с осью моста, без учета переходных плит, а конец моста — последняя по ходу отсчета километража точка пересечения линии, соединяющей концы открьлков устоя или других видимых конструктивных элементов устоя или пролетного строения с осью моста;

- *отверстие моста L_0* — горизонтальный размер между внутренними гранями устоев или конусами насыпи, измеренный при расчетном уровне высоких вод с исключением толщины промежуточных опор;

- *высота моста H* — расстояние от уровня проезжей части по оси моста до уровня меженных вод;

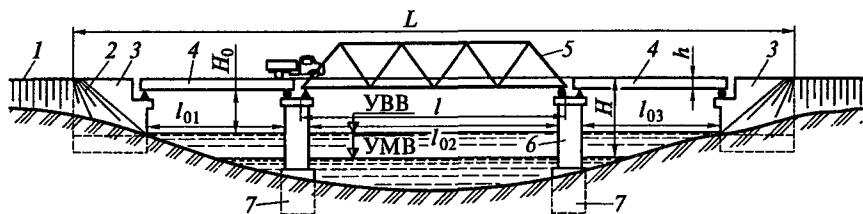


Рис. 1.7. Характеристики моста и уровня воды в реке:

1 — насыпь подхода; 2 — конус насыпи; 3 — устой; 4 — пролетное строение с ездой поверху; 5 — пролетное строение с ездой понизу; 6 — промежуточная опора; 7 — фундамент опоры

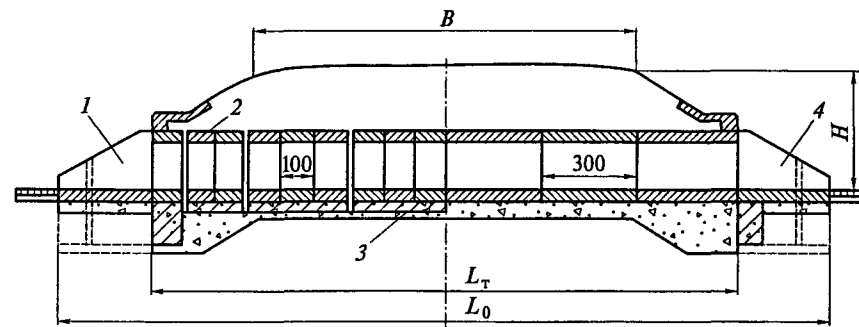


Рис. 1.8. Элементы водопропускной трубы на автомобильной дороге:

1 — входной оголовок; 2 — тело (звенья) трубы; 3 — фундамент; 4 — выходной оголовок

- *свободная высота под мостом H_0* — расстояние между низом пролетных строений и уровнем высоких вод или расчетным судоходным уровнем (если есть судоходство);

- *высота опоры h* — расстояние от ее верха до грунта;
- *строительная высота пролетного строения h* — расстояние от поверхности проезжей части до самых нижних частей пролетного строения;

- *расчетный пролет l* — расстояние между осями опорных частей пролетного строения на смежных опорах;

- *ширина моста B* — расстояние между перилами в свету;

- *ширина пролетного строения B_0* — расстояние между осями крайних главных балок или ферм;

- *ширина проезжей части b* — расстояние между внутренними кромками полос безопасности;

- *ширина ездогового полотна, или габарит проезда, Γ* — расстояние между ограждениями.

Основные параметры моста устанавливают в процессе его проектирования с учетом его назначения и условий места его расположения.

Элементы труб. Основными элементами труб являются их тело, фундамент, входной и выходной оголовки (рис. 1.8). *Тело трубы* — основная часть трубы между входным и выходным оголовками в виде оболочки, находящаяся в грунте насыпи, имеющая замкнутую форму поперечного сечения, служащая для восприятия внешних нагрузок, а также для образования необходимого отверстия. *Оголовки*, расположенные с верховой стороны водопропускной трубы, называются входными, а расположенные с ее низовой стороны — выходными. Они обеспечивают сопряжение тела с откосами земельного полотна и улучшают условия протекания воды. *Фундамент* трубы под ее телом и оголовками воспринимает пере-

даваемое давление и обеспечивает необходимую надежность грунтового основания под трубой.

1.3. Классификация мостовых сооружений и труб на автомобильных и городских дорогах

Классификация мостовых сооружений. Мосты классифицируют по следующим признакам: их назначению, реализованному типу опор и пролетных строений, виду использованного материала, расположению уровня проезда, их статической системе, обеспеченности в отношении пропуска высоких вод и ледохода, ширине проезжей части, характеру пересечения препятствия и длине моста.

По назначению различают мосты:

- *автомобильные* — для пропуска всех видов движущихся по автомобильным дорогам транспортных средств и пешеходов;
- *железнодорожные* — для пропуска железнодорожных поездов;
- *городские* — для пропуска всех видов городских транспортных средств (автомобилей, троллейбусов, трамваев, метро) и пешеходов;
- *пешеходные* — только для пропуска пешеходов;
- *совмещенные* — для пропуска автомобилей и железнодорожных поездов;
- *специальные* — для пропуска трубопроводов, силовых кабелей и т. п.

По типу применяемых опор различают мосты:

- *на жестких опорах* (рис. 1.9, а, б), передающих через фундаменты нагрузку от пролетных строений непосредственно грунту и характеризующихся отсутствием значительных осадок;
- *на плавучих опорах* (рис. 1.9, в), передающих нагрузку на воду (наплавные мосты на понтонах или баржах) и получающих значительные осадки.

По типу взаимного положения пролетного строения и опор во времени различают мосты:

- *неподвижные*, в которых пролетное строение всегда занимает по отношению к опорам неизменное положение (см. рис. 1.9, а);
- *разводные*, в которых для пропуска судов устраивают специальный разводной пролет путем поворота относительно опор в вертикальной плоскости половин пролетного строения (см. рис. 1.9, б) или путем подъема пролетного строения на необходимую высоту.

Разводные мосты применяют, когда невозможно или неэкономично поднять уровень проезда над рекой на высоту, достаточную для пропуска судов. Неизбежность перерывов в движении по разводным мостам и по реке является их существенным недостатком.

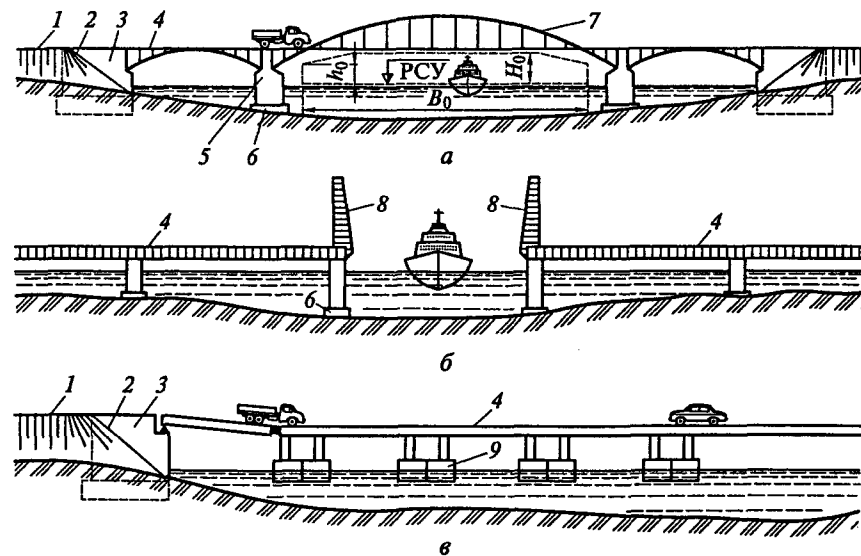


Рис. 1.9. Виды мостов (а—в) по типу опор и пролетных строений:

1 — насыпь подхода; 2 — конус насыпи; 3 — устой; 4 — пролетное строение с ездой поверху; 5 — промежуточная опора; 6 — фундамент опоры; 7 — пролетное строение с ездой посередине; 8 — разводное пролетное строение; 9 — плавучая опора наплавного моста

По виду применяемых материалов различают *деревянные, металлические, железобетонные, бетонные и каменные* мосты. Определяющим при этой классификации является материал пролетного строения. Например, к металлическим мостам относятся мосты с металлическими пролетными строениями независимо от того, из какого материала выполнены опоры. Вид материала существенно влияет на конструктивную форму пролетного строения моста и на способ его возведения.

По уровню расположения проезжей части различают мосты с ездой:

- *поверху*, когда проезжая часть расположена на верхнем уровне пролетного строения (рис. 1.10, а);
- *понизу*, когда проезжая часть находится на уровне низа пролетного строения (рис. 1.10, б);
- *посередине*, когда проезжая часть находится в средней по высоте части пролетного строения (рис. 1.10, в).

Положение проезжей части существенно влияет на его конструктивное решение и на условия вписывания моста в местность. Так, при езде понизу в поперечном сечении пролетного строения применяются только две главные балки или фермы, они широко расставлены, что вызывает усложнение проезжей части. Усложня-

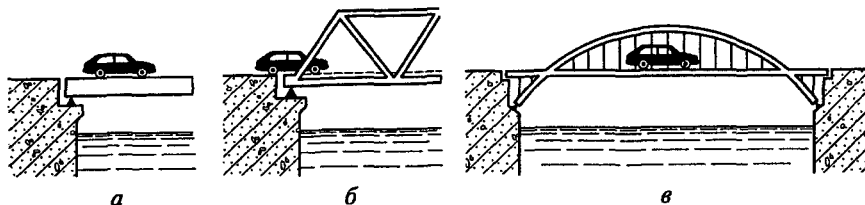


Рис. 1.10. Уровни расположения проезжей части мостов:

а — езда поверху; *б* — езда понизу; *в* — езда посередине

ется и система связей для обеспечения устойчивости верхних поясов ферм. Но пролетное строение с ездой понизу легче вписывается в местность, так как по сравнению с пролетным строением с ездой поверху оно имеет значительно меньшую строительную высоту.

По статической схеме главных несущих конструкций пролетных строений различают мосты:

- *балочных систем* — разрезной (рис. 1.11, *а*), неразрезной и консольной), в пролетных строениях которых от вертикальных нагрузок возникают только вертикальные опорные реакции;

- *распорных систем* — арочной (рис. 1.11, *б*), рамной (рис. 1.11, *в*), висячей (рис. 1.11, *г*), в которых при действии вертикальных нагрузок возникают наклонные опорные реакции, имеющие горизонтальную составляющую — распор;

- *комбинированных систем*, в которых сочетаются системы первых двух групп, при этом способы таких сочетаний разнообразны.

По расположению пролетных строений относительно горизонта высоких вод различают:

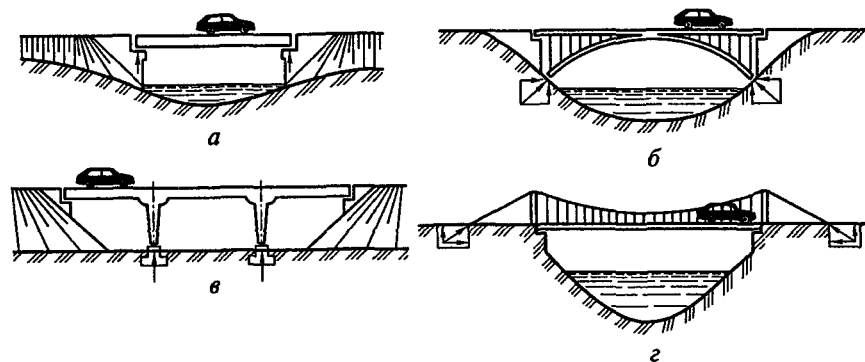


Рис. 1.11. Основные системы мостов:

а — балочный; *б* — арочный; *в* — рамный; *г* — висячий

- *высоководные мосты*, пролетные строения которых находятся над рекой на уровне, обеспечивающем пропуск паводковых вод и ледохода;

- *низководные мосты*, пролетные строения которых затопляются при проходе высоких вод; это временные мосты, возводимые в период военных действий;

- *подводные мосты*, пролетные строения которых располагаются под водой на глубине, обеспечивающей движение автомобилей вброд. Подводные мосты применяются в целях обеспечения скрытности их положения и повышения их живучести в период военных действий.

По ширине проезжей части различают мосты с различным количеством полос движения в обоих направлениях. Количество полос движения зависит от категории дороги или магистрали, на которых находится мост; может составлять от двух до восьми и более.

Мосты длиной до 25 м считаются *малыми*, с длиной от 25 до 100 м — *средними* и длиной более 100 м — *большими*. Мосты длиной менее 100 м, но с одним из пролетов более 60 м относятся к большим мостам. В последнее время введено понятие *внеклассных мостов*. К ним относятся мосты длиной более 500 м или если один из пролетов более 150 м. Это, как правило, вантовые, висячие, рамные или арочные мосты с четырьмя и более полосами движения.

Классификация водопропускных труб. В зависимости от условий строительства трубы подразделяются на два типа: сооружаемые на равнинной местности и сооружаемые на косогорах.

По используемым материалам различают каменные, бетонные, железобетонные, металлические, деревянные и полимерные трубы. Наиболее широкое применение на автомобильных дорогах получили железобетонные трубы, они составляют 90 % от общего количества водопропускных труб. На дорогах низших технических категорий могут применяться бетонные трубы. Каменные трубы находят применение на горных дорогах. В последние годы ведутся работы по использованию в дорожном строительстве металлических гофрированных труб и труб из различных полимерных материалов (стеклопластики, клееная древесина). Деревянные трубы применяются лишь как временные сооружения в районах, богатых лесом.

По форме поперечного сечения различают круглые, прямоугольные, овоидальные и сводчатые трубы (рис. 1.12). Наибольшее распространение получили круглые и прямоугольные трубы. Для пропуска больших расходов воды в круглых и прямоугольных трубах устраивают два, три и даже четыре очка.

В зависимости от количества протекающей воды и предполагаемого режима гидравлической работы водопропускные трубы мо-

Основы проектирования мостовых сооружений и труб

2.1. Требования к мостовым сооружениям на автомобильных и городских дорогах

К мостовым сооружениям предъявляются эксплуатационные, экономические, экологические, архитектурные (эстетические) и расчетно-конструктивные требования.

Эксплуатационные требования являются основными и сводятся к тому, чтобы сооружение в течение заданного срока эксплуатации имело заданную грузоподъемность, обеспечивало безопасность и комфортность пропуска по нему пешеходов и транспортных средств без снижения скорости. Для этого сооружение должно:

- иметь достаточную жесткость, чтобы деформации и перемещения при движении нагрузки не были чрезмерными, не устраивали соединений и не отражались на безопасности движения;
- иметь необходимую ширину проезжей части и тротуаров в зависимости от его назначения с учетом перспективы роста интенсивности движения;
- иметь благоприятный для безопасности движения поперечный и продольный профиль;
- быть долговечным, сконструированным из прочных материалов, мостовое полотно должно быть выполнено из износостойкого материала и обеспечено надежным отводом воды;
- обеспечивать безопасный пропуск паводков и ледохода, удовлетворять требованиям судоходства;
- обеспечивать возможность его осмотра, ремонта и реконструкции.

Экономические требования определяют, чтобы полная стоимость сооружения, при заданном сроке его службы, включая стоимость строительства, содержания, ремонта и возможной реконструкции, была бы минимальной. В последние годы в России важность экономических требований к сооружениям возросла в связи с проходящими изменениями экономических основ страны. Для достижения экономического эффекта очень важен учет местных ресурсов и возможностей (наличие заводов или значительных запасов строительных материалов, обеспеченность механизмами, техникой и обученными трудовыми ресурсами), а также общих технических и природных возможностей и условий (наличие транс-

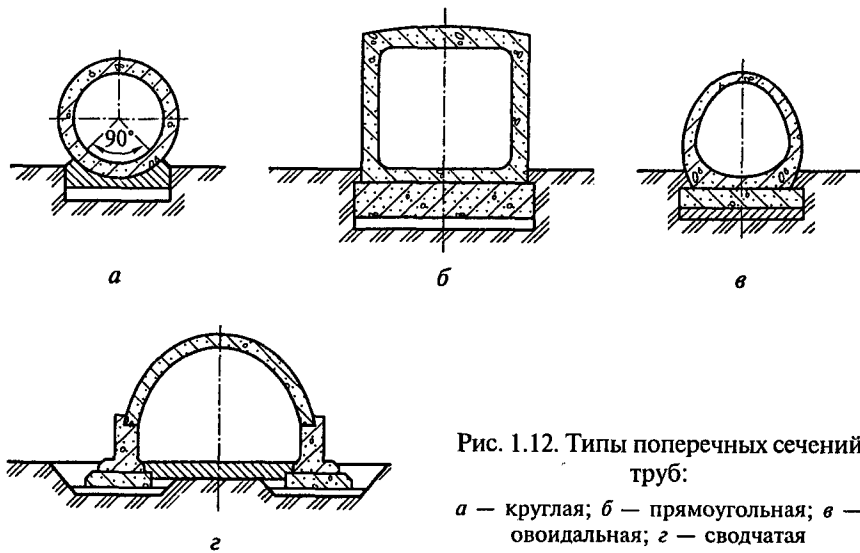


Рис. 1.12. Типы поперечных сечений труб:

а — круглая; б — прямоугольная; в — овоидальная; г — сводчатая

гут быть безнапорными, полупапорными и напорными. Наиболее распространены безнапорные трубы, работающие неполным сечением.

По характеру статической работы с окружающим грунтом различают трубы жесткие, упругие и гибкие. В жестких трубах грунтовая засыпка действует на трубу только как активная нагрузка. В упругих и гибких трубах засыпка участвует в совместной работе с трубой.

По размеру отверстий трубы условно подразделяют на малые (с отверстиями 0,5...1,5 м), средние (с отверстиями 2...3 м), большие (с отверстиями 4...5 м) и очень большие (с отверстиями более 6 м).

Контрольные вопросы

1. Какие виды искусственных сооружений возводят на автомобильных дорогах? Каковы их отличительные особенности?
2. Какое назначение имеют основные элементы мостового перехода?
3. Какое назначение имеют основные элементы моста?
4. Какими основными параметрами характеризуется мост?
5. Как классифицируют искусственные сооружения на дорогах?