

## Задание для студентов (дистанционное обучение)

### Специальность 08.02.05 «Строительство и эксплуатация автомобильных дорог и аэродромов»

#### Передерина А.С. «Транспортные сооружения»

#### **Тема 1. Конструкция разрезных, балочно-ребристых пролетных строений с ненапрягаемой арматурой**

Конструкция пролетных строений в большой степени зависит от вида арматуры и способа ее размещения. В качестве ненапрягаемой арматуры применяют отдельные стержни гладкие или периодического профиля, сварные сетки и арматурные каркасы.

Если мост строят в условиях, требующих бетонирования конструкции на месте без устройства подмостей, то может быть применена несущая арматура. Несущую арматуру делают либо в виде сварных каркасов из круглых стержней, либо в виде жесткой арматуры из прокатных балок или решетчатых ферм из профильной стали. Арматуру в железобетонных мостах располагают так, чтобы она имела хорошую связь с окружающим бетоном, была надежно предохранена от проникновения влаги и воздуха и не мешала укладке бетонной смеси при изготовлении конструкции.

Все рабочие стержни круглой (гладкой) растянутой арматуры должны иметь на концах полукруглые крюки с внутренним диаметром не менее 2,5 диаметров стержня. Свободные концы гладких стержней в сжатой зоне, а также концы стержней периодического профиля в растянутой зоне заканчивают прямыми крюками (рис.11.6, а).

Сварные сетки (рис. 11.6,б) изготавливают заранее на заводах "или полигонах, связывая пересекающиеся стержни контактной сваркой, и в готовом виде устанавливают в конструкцию. В местах стыкования соседние сетки укладывают внахлестку друг на друга с перекрытием на длину не менее 30 диаметров стержней сетки и не менее 25 см.

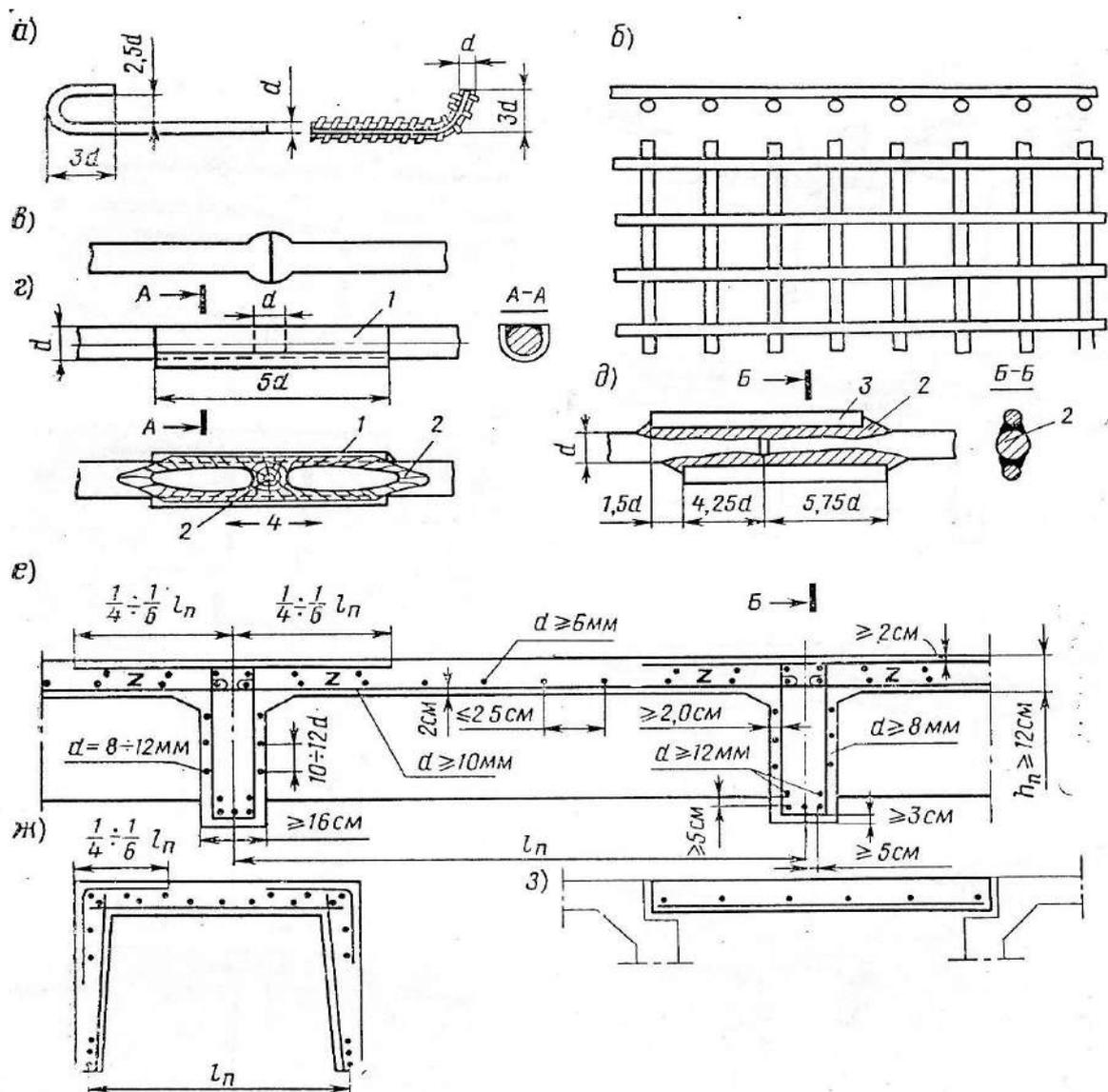


Рис. 11.6. Детали арматуры и армирования плиты проезжей части и главных балок:

1 — стальная подкладка («ванна»); 2 — сварные швы; 3 — накладки; 4 — направление сварки при наложении швов

Отдельные стержни арматурной стали меньше длины всей конструкции (плиты, балки), поэтому их приходится сваривать. Стержни растянутой арматуры стыкуют контактной электросваркой встык методом оглавления. При этом в месте стыка получается небольшое утолщение (рис. 11.6, в). Стыки, выполняемые в монтажных условиях сваривают ванным способом с применением выгнутой подкладки из полосовой стали (рис. 11.6,г). Эта подкладка образует «ванну» удерживающую наплавляемый металл от отекания и способствующую более глубокому проплавлению концов свариваемых стержней. В отдельных случаях допускается стыкование арматуры при помощи дуговой сварки встык с накладками (рис. 11.6,).

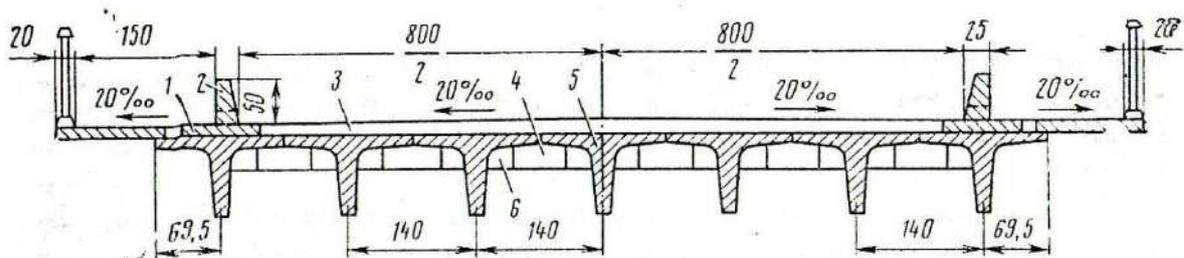


Рис. 11.7. Поперечное сечение сборного пролетного строения с полудиафрагмами: 1 — тротуарный блок; 2 — ограждение проезжей части с отверстиями для стока воды; 3 — слой дорожной одежды; 4 — монолитный бетонный стык полудиафрагм; 5 — сборная балка; 6 — полудиафрагма

Обычно армируют отдельно плиту проезжей части, главные балки и диафрагмы (поперечные балки).

Основным несущим элементом конструкции проезжей части железобетонных мостов служит плита. В монолитных мостах она упруго закреплена в поддерживающих ее главных балках и поперечных диафрагмах (рис. 11.6, е). От временной нагрузки в середине ее пролета возникают положительные, а у поддерживающих плиту балок отрицательные изгибающие моменты. В соответствии с этим на опорах плиты арматуру располагают в верхней ее зоне, а в середине пролета — в нижней. При этом предпочтительна арматура в виде готовых сварных сеток.

## **Тема 2. Конструкция разрезных, неразрезных консольных балочно-ребристых пролетных строений с напрягаемой арматурой**

Неразрезные и консольные балочные мосты больших пролетов возводят довольно часто, применяя в основном напрягаемую арматуру. Вид пролетного строения и схема армирования обычно зависят от способа возведения моста. В неразрезных конструкциях из монолитного бетона (рис. 11.19, а) напрягаемую арматуру располагают по плавным кривым. В серединах пролетов ее размещают в нижней зоне балки, а над промежуточными опорами — в верхней для восприятия отрицательных изгибающих моментов. На участках, где положительные и отрицательные изгибающие моменты меньше, часть элементов арматуры отгибают и анкеруют на верхней или нижней гранях балки. Монолитные мосты с пролетами до 50—60 м иногда возводят методом по пролетного бетонирования, а сборные — методом по пролетной сборке. В этих случаях конструкцию бетонируют или монтируют из блоков стандартными секциями на передвижных подмостях. Напрягаемую арматуру устанавливают таким образом, чтобы она заканчивалась в шве бетонирования (или монолитном стыке между сборными секциями) и могла соединиться с напрягаемой арматурой следующей секции (рис. 11.19,б).

В мостах средних пролетов (20—40 м) возможно создание неразрезного пролетного строения из сборных разрезных балок (рис.11.). После установки этих балок на опоры их омоноличивают в надопорных участках и устанавливают верхнюю напрягаемую арматуру. В таких балках арматура может быть натянута как до, так и после бетонирования. Арматуру, устанавливаемую после омоноличивания балок, натягивают после

бетонирования. Во всех других видах предварительно напряженных неразрезных и консольных пролетных строений применяют арматуру, натягиваемую только после бетонирования из пучков параллельных проволок или тросов. Неразрезные балки постоянной высоты иногда возводят методом продольной надвигки, т. е. балку собирают из отдельных блоков или бетонируют целиком на насыпи, а затем выдвигают в пролет на опоры иногда с устройством временных промежуточных опор (см. п. 24.4). Напрягаемая арматура таких балок может состоять из отдельных пучков, расположенных в нижней и верхней зонах (рис. 11.19,г) или из одного мощного кабеля плавного очертания (рис. 11.19,5). Такой кабель из большого числа тросов заранее монтируют вдоль всей балки, затем напрягают специальной батареей домкратов и омоноличивают бетоном. Натягивают кабель подвижкой специального железобетонного блока на конце балки, который плавно огибает кабель. Для надвигки балки может потребоваться постановка временной дополнительной напрягаемой арматуры, которую снимают после окончания надвигки.

В последнее время для мостов с пролетами 60—100 м получили широкое распространение методы сооружения больших неразрезных и консольных мостов навесной сборкой или навесным бетонированием. В первом случае балку монтируют из готовых блоков кранами от опоры симметрично в обе стороны до середины пролета (см. п. 24.4). Во втором случае к середине пролета от опор бетонируют части балки с помощью тележек с опалубкой. Напрягаемую арматуру таких балок располагают обычно в верхней зоне в каналах или открытых пазухах, так как во время сборки (или бетонирования) балка работает на собственный вес как консоль. В эксплуатационный период на большей части балок также возникают лишь отрицательные изгибающие моменты. Пучки арматуры могут оканчиваться в каждом из установленных блоков анкерами, прижимающими каждую следующую пару монтируемых блоков к собранным ранее консолям (см. номера 1—6 порядка сборки блоков на рис. 11.19, е, ж). Когда напрягаемая арматура расположена в закрытых каналах, ее можно изгибать (в плане) в верхней плите (рис. 11.19, з) и переводить затем в ребра конструкции (см. рис. 11.19,е) для улучшения работы на главные растягивающие напряжения. Арматура, напрягаемая в открытых пазухах верхней плиты, имеет прямолинейное очертание (рис. 11.19,и) и закрепляется анкерами в приливах под верхней плитой (рис. 11.19, ж).

Арматуру каждой симметричной пары блоков натягивают домкратами, установленными по ее концам.

Если же в каждом блоке напрягаемую арматуру уложить петлеобразно (рис. 11,19, κ), то все пучки можно натягивать из одной камеры над опорой.

При навесном бетонировании пучки арматуры или арматуру из высокопрочных стержней располагают большей частью в ребрах балок, а не в верхней плите, так как каналы для нее легче устраивать в теле блока во время бетонирования. В серединах пролетов и у крайних опор неразрезных мостов, возводимых навесной сборкой или навесным, бетонированием, устанавливают арматурные пучки небольшой длины в нижней зоне для восприятия незначительных положительных изгибающих моментов от временной нагрузки (см. рис. 11.19, е, ж).

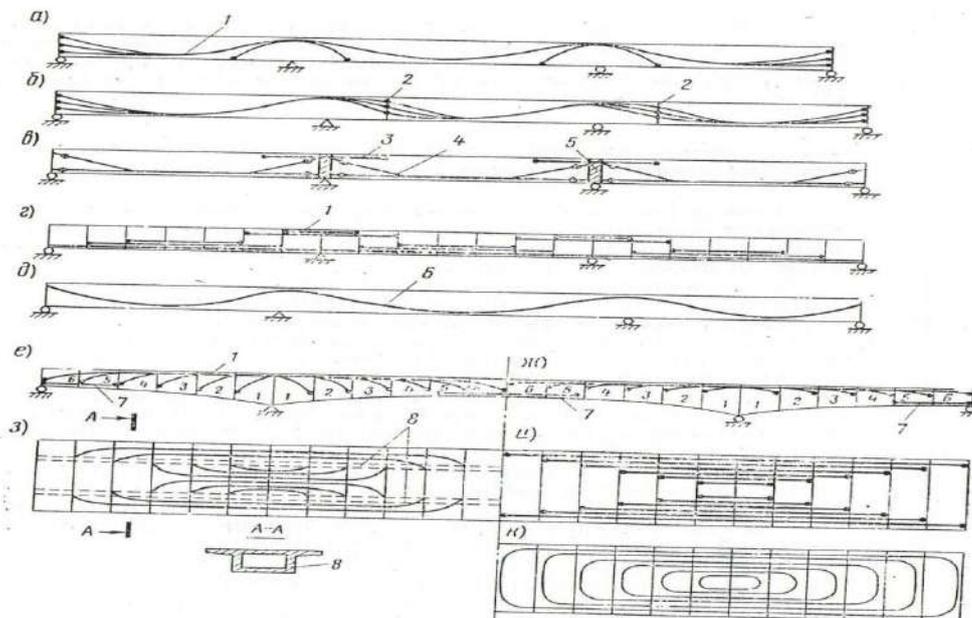


Рис. 11.19. Схемы армирования неразрезных балочных пролетных строений с напрягаемой арматурой:  
 1 — пучки напрягаемой арматуры; 2 — шов бетонирования или моноклитный стык сборных пролетных строений; 3 — пучки арматуры, напрягаемые для объединения сборных балок в неразрезное строение; 4 — арматура, напрягаемая до бетонирования; 5 — моноклитный стык сборных балок; 6 — мощный пучок напрягаемой арматуры, проходящий вдоль всей неразрезной балки; 7 — нижняя напрягаемая арматура, воспринимающая положительные изгибающие моменты; 8 — ребра коробчатой балки

Консольные мосты больших пролетов возводят аналогично неразрезными даже в том случае, когда в середине их пролета имеются балочные подвесные пролетные строения, шарнирно опирающиеся на консоли.

Неразрезные пролетные строения, возводимые методом по пролетной сборки или бетонирования, делают с ребристым поперечным сечением (рис. 11.20, а). Их устраивают постоянной высоты при пролетах 40—50 м и с подбалкамн на промежуточных опорах при пролетах 60—70 м.

Неразрезные балки с пролетами более 70 м, а часто и при пролетах 50—70 м предпочитают сооружать из блоков с коробчатым поперечным сечением (рис. 11.20, б). Напрягаемую арматуру располагают либо в закрытых каналах верхней и нижней плиты, либо в открытых пазухах (рис. 11.20, г). После окончания натяжения арматуру закрывают бетоном с мелким заполнителем, обеспечивая заполнение всех промежутков между арматурой и хорошую связь с бетоном основной конструкции.

Неразрезные балки с мощными пучками напрягаемой арматуры (см. рис. 11.19, д) и пролетами 90—100 м тоже делают коробчатого сечения (рис. 11.20, в), располагая напрягаемую арматуру внутри конструкции в специальных коробах, заполняемых по окончании строительства бетоном. Кроме того, внутри балки пучки арматуры опирают на ребра жесткости.

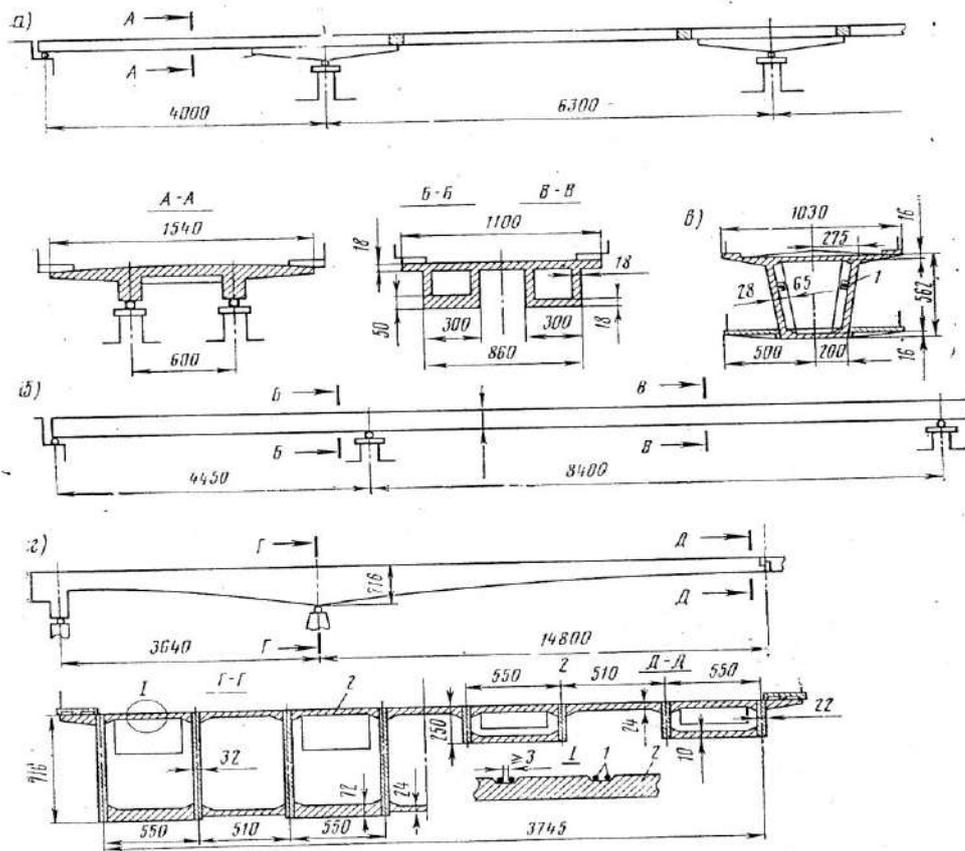


Рис. 11.20. Неразрезные и консольные балочные мосты больших пролетов:  
1 — нижняя напрягаемая арматура; 2 — верхняя плита балки

В неразрезных или консольных сборных конструкциях больших пролетов (см. рис. 11.19, г) блоки слишком большие и тяжелые. В этом случае их можно собрать из отдельных плоских плит (стенок, верхней и нижней плиты) на строительной площадке, а затем установить коробчатый блок в проектное положение. В неразрезных и консольных балочных мостах небольших пролетов применяют балки таврового или двутаврового сечения с ненапрягаемой каркасной арматурой (рис. 11.21, а). В середине пролета балки рабочая арматура расположена понизу, а над опорами и в консольях — поверху. Для восприятия главных растягивающих напряжений установлены отгибы.

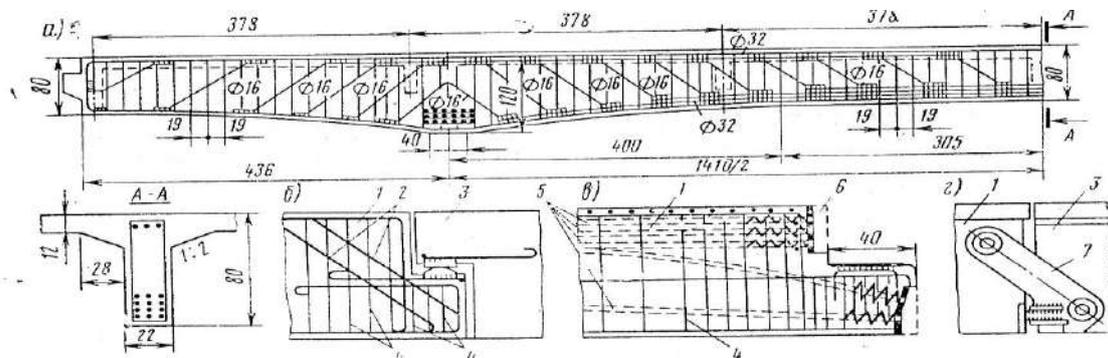


Рис. 11.21. Конструкция консольной балки пролетного строения:  
1 — консоль; 2 — косые стержни; 3 — подвесное пролетное строение; 4 — хомуты; 5 — арматурные пучки; 6 — пазухи для анкеров арматуры; 7 — стальная подвеска

В консольных мостах место опирания подвесного пролетного строения — очень ответственная часть конструкции. Для опирания его на консоль устраивают выступы (рис. 11.21, б).

Так как усилие, передаваемое подвесным пролетным строением на консоль довольно велико, то в выступах возникают большие касательные и главные растягивающие напряжения. Поэтому консольные выступы нужно надежно армировать. В балках с ненапрягаемой арматурой, кроме стержней, воспринимающих усилия от момента, должны быть поставлены в достаточном количестве косые стержни и хомуты. Опорные части подвесного пролетного строения следует приваривать к продольным стержням, заведенным в бетон балок.

В предварительно напряженных балках арматурные пучки у конца консоли располагают наклонно, чтобы предварительное обжатие бетона компенсировало главные растягивающие напряжения в выступе (рис. 11.21, в). Хомуты располагают часто, а для анкеров напрягаемых пучков предусматривают пазухи, заполняемые бетоном после натяжения.

Подвесное пролетное строение можно опереть на консоли также при помощи стальных подвесок (рис. 11.21, г).

Сопряжение моста с насыпью, в консольно-балочных мостах может быть очень простым без устройства устоев, для чего консоль крайнего пролета заводят в насыпь и укладывают переходную железобетонную плиту, одним концом опирая ее на выступ конца консоли.

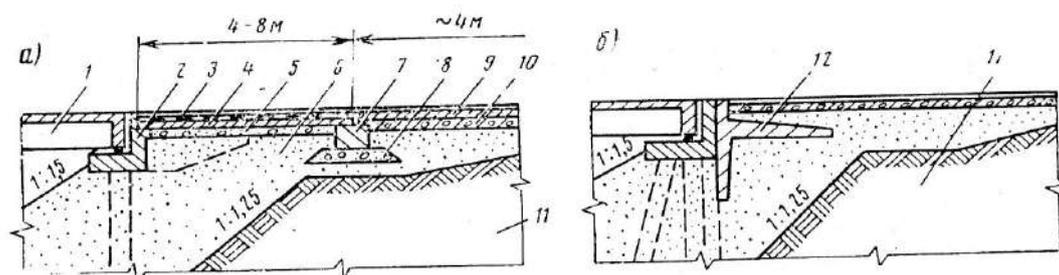


Рис. 11.22. Переходные плиты:

1 — пролетное строение; 2 — устой; 3 — дорожное покрытие; 4 — переходная плита; 5 — щебеночная подготовка; 6 — крупный или среднезернистый песок; 7 — опорный железобетонный лежень; 8 — щебеночная подушка лежня; 9 — промежуточная плита; 10 — основание дорожной одежды; 11 — грунт насыпи подходов; 12 — переходная плита жесткой консольной конструкции

Переходная плита — ответственное устройство в железобетонных мостах всех систем, так как она предотвращает просадки насыпи и обеспечивает плавное движение автомобилей при въезде на мост с большой скоростью движения. Переходные плиты опирают одним концом на устой моста, а другим на поперечный железобетонный лежень, расположенный в теле насыпи (рис. 11.22, а). В поперечном направлении переходная плита состоит из отдельных звеньев шириной 1—1,5 м, закрепленных на выступе устоя металлическими штырями. Под плиту и лежень устраивают щебеночную подготовку. За лежнем целесообразно уложить еще одну промежуточную плиту, обеспечивающую более плавный переход автомобилей на конструкцию моста. В некоторых случаях переходные плиты можно делать консольной конструкции (рис. 11.22, б), жестко соединенной с устоем.

Конус насыпи у устоя и основание для переходных плит надо отсыпать из крупного или среднезернистого песка.