

укладывается упругая прокладка между плитой и ребром балки и не допускаются вертикальные выпуски арматуры из ребра. Упругая прокладка обеспечивает возможность распределения полной линейной деформации, возникающей в плите при повороте пролетного строения.

Объединение плитных пролетных строений в температурно-неразрезные осуществляется с помощью стыковых металлических накладок или стержней (см. рис. 7.19, б).

7.4. Конструкции неразрезных и консольных пролетных строений

Преимущества неразрезных и консольных пролетных строений по сравнению с разрезными определяются тем, что на их промежуточных опорах возникают отрицательные моменты, в значительной мере уменьшающие положительные моменты в серединах пролетов и обеспечивающие уменьшение расхода материала. В них применяется также минимальное количество деформационных швов, что повышает их эксплуатационные качества. Кроме того, их промежуточные опоры от вертикальных нагрузок работают на центральное сжатие вследствие того, что над ними находится только одна опорная часть.

Неразрезные пролетные строения широко применяются в области малых, средних и больших пролетов, при этом количество пролетов ограничивается лишь полной длиной неразрезной плиты из условий обеспечения температурных деформаций. Длительное время широкое применение неразрезных мостов сдерживалось опасностью неравномерных осадок опор, вызывающих в неразрезных пролетных строениях дополнительные и опасные усилия. После освоения строителями технологии создания надежных фундаментов, исключающих существенные осадки опор, была открыта возможность для широкого применения неразрезных мостов.

Консольные железобетонные пролетные строения мостов в настоящее время находят применение в области средних и больших пролетов только при особо сложных грунтовых условиях, затрудняющих предотвращение неравномерных осадок опор.

Неразрезные и консольные мосты могут быть монолитными и сборными. Многолетний опыт их эксплуатации свидетельствует о большей надежности монолитных мостов, что определяется возможностью стыковки конструктивной арматуры в поперечных швах бетонирования.

Различают следующие группы сборных и монолитных неразрезных пролетных строений:

- пролетные строения, собираемые из стандартных цельноперевозимых балок или плит длиной от 15 до 33 м с устройством

монолитных стыков на промежуточных опорах. Этот стык сложен, так как находится в зоне максимального изгибающего момента (рис. 7.20, а);

- пролетные строения, собираемые из тех же стандартных цельноперевозимых балок или плит и специальных надопорных вставок длиной 6...12 м с устройством монолитных стыков в зоне минимальных изгибающих моментов (рис. 7.20, б). Таким способом достигаются неразрезные пролеты в пределах от 24 до 50 м. Однако для реализации этого способа требуется устройство подмостей, что возможно только при строительстве путепроводов или пролетных строений моста в пойменной части реки;

- пролетные строения постоянной высоты, собираемые из плитно-ребристых или коробчатых блоков или возводимые из монолитного бетона с устройством многих поперечных швов, обжатых предварительно напрягаемой арматурой (рис. 7.20, в). Применяются при пролетах от 33 до 84 м. Возводятся при небольшом количестве пролетов конвеерно-тыловой сборкой или бетонированием с последующей продольной надвижкой, а при большом количестве пролетов — методом поперечной сборки или бетонирования на перемещаемых подмостях. Большое количество поперечных швов снижает надежность сборных пролетных строений этого типа. Лучше применять монолитные пролетные строения, так как в этом случае швах бетонирования представляется возможным объединять конструктивную арматуру;

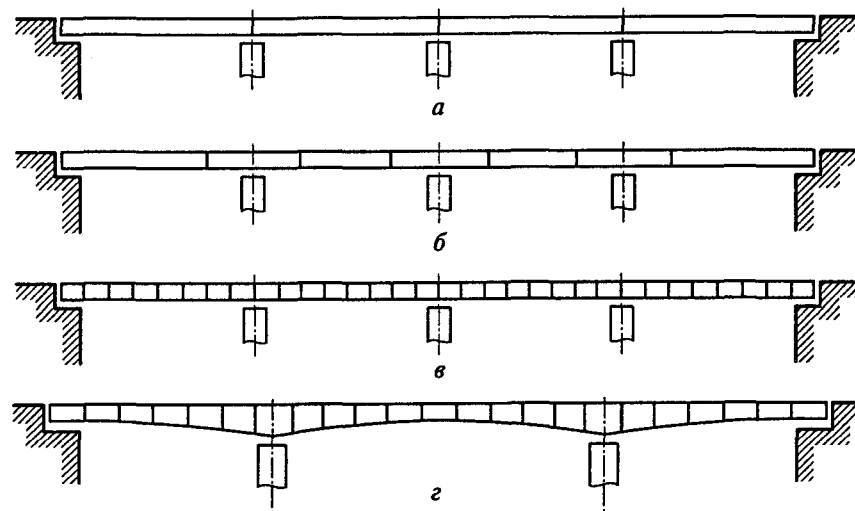


Рис. 7.20. Виды (а — г) сборных и монолитных неразрезных пролетных строений

• пролетные строения с полигональным очертанием нижнего пояса (рис. 7.20, з), собираемые из коробчатых бетонных блоков уравновешенной навесной сборкой или возводимые навесным бетонированием с устройством большого количества поперечных швов в пролете, обжатых предварительно напрягаемой арматурой. Сборные пролетные строения этого типа применялись в России при пролетах от 84 до 126 м. Высота балок над опорами в два-три раза больше, чем в средней части пролета, что соответствует соотношению изгибающих моментов в этих сечениях. Лучше применять монолитные пролетные строения. Они более надежны по несущей способности швов, так в них представляется возможным объединять конструктивную арматуру.

Многопролетная неразрезная система превращается в консольную, если в отдельных поперечных сечениях ввести шарнирные соединения. Введение двух шарниров в пролете приводит к тому, что в сечениях консолей возникают только отрицательные моменты, а в подвесных балках — только положительные. Это дает возможность применять в качестве подвесных балок унифицированные балочные элементы. В консольных пролетных строениях в местах шарниров возникают переломы профиля проезда, что снижает комфортность движения. В местах установки шарниров необходимы деформационные швы, что относится к недостаткам консольных пролетных строений. Их достоинство — возможность применения в условиях проявления неравномерных осадок опор.

Форма поперечного сечения неразрезных пролетных строений. В неразрезных пролетных строениях первых двух групп (см. рис. 7.20, а, б), создаваемых с использованием унифицированных элементов разрезных пролетных строений, применяются те же поперечные сечения, что и в разрезных. В пролетных строениях следующих групп (см. рис. 7.20, в, г) сохраняется в основном та же зависимость формы поперечного сечения от величины пролета, что и для разрезных пролетных строений. Имеется лишь одна особенность, связанная с тем, что в неразрезных пролетах на промежуточных опорах возникают значительные отрицательные моменты, которые в зависимости от способа производства работ по абсолютной величине могут быть намного больше положительных изгибающих моментов, возникающих в середине пролета.

В ребристых неразрезных пролетных строениях плита проезжей части в зоне положительных моментов успешно выполняет функции сжатой зоны при общем действии нагрузки. В зоне отрицательных моментов неразрезных пролетных строений возникает сжатая зона в нижней части ребер. Это вызывает необходимость развивать ширину ребер. Развитие нижнего пояса приводит к сечению коробчатой формы, получившему широкое распространение в пролетных строениях средних и больших пролетов. Нижняя плита коробчатого сечения служит сжатой зоной на участках бал-

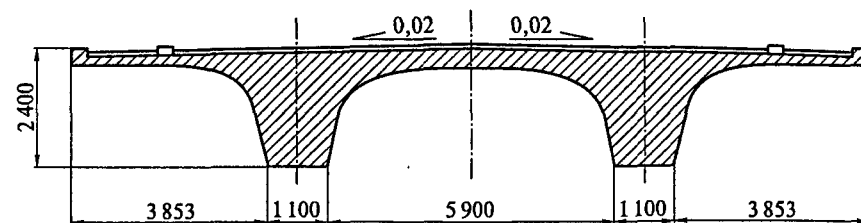


Рис. 7.21. Форма поперечного сечения плитно-ребристого пролетного строения

ки, где действуют отрицательные изгибающие моменты, и позволяет удобно разместить предварительно напряженную арматуру в один-два ряда на участках с положительными моментами.

Внешние размеры коробки в пролетных строениях с постоянной высотой по длине пролета (см. рис. 7.20, в) остаются неизменными, в приопорной зоне изменяются лишь размеры внутренней полости. В пролетных строениях с переменной высотой (см. рис. 7.20, г) по длине пролета изменяется и высота поперечного сечения коробки. Это позволяет на промежуточной опоре применять плиту меньшей толщины.

Поперечное сечение плитно-ребристых сборных и монолитных пролетных строений (рис. 7.21) имеет два мощных поперечных ребра, объединенных плитой проезжей части с полной шириной от 10 до 20 м. При пролетах 24, 33 и 42 м поперечные сечения имеют постоянную по длине пролета высоту ребер, равную примерно 1/20 пролета. При пролете 63 м в приопорной зоне промежуточных опор высота ребер изменяется по линейному закону от 320 см на опоре до 210 см на удалении 15 м от опоры.

При средних и больших пролетах как в сборных, так и в монолитных пролетных строениях применяются коробчатые поперечные сечения. Для пролетных строений с проезжей частью шири-

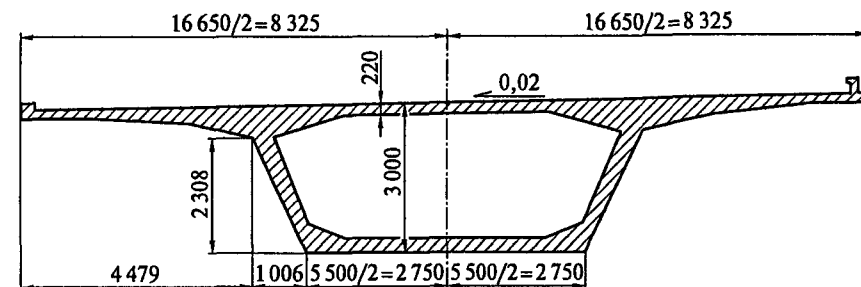


Рис. 7.22. Поперечное сечение коробчатого пролетного строения

ной до 19...20 м применяется однокоробчатое поперечное сечение с развитыми консолями (рис. 7.22). Стенки такого сечения выполняют наклонными, что позволяет уменьшить ширину и объем опор. При большей ширине моста поперечное сечение составляют из двух или нескольких коробок или применяют уширенные коробки с промежуточными стенками. Нижняя плита коробчатого сечения служит сжатой зоной на участках с отрицательными моментами и позволяет разместить несколько рядов напрягаемой арматуры на участке с положительными моментами. Коробчатое сечение хорошо работает при действии эксцентричной нагрузки в связи с тем, что его жесткость при работе на кручение в десятки раз больше по сравнению с жесткостью незамкнутых сечений с теми же размерами.

В неразрезных и консольных пролетных строениях у промежуточных опор возникают значительные отрицательные моменты и поперечные силы. Несущую способность приопорных сечений при постоянной высоте повышают увеличением толщины ребер и толщины нижней плиты.

При больших пролетах используют несколько способов увеличения несущей способности опорных сечений: увеличивают высоту за счет придания полигонального или криволинейного очертания нижнего пояса, а также толщину нижней плиты и стенок.

Высота сечения балок у опор с пролетами более 60 м обычно составляет $1/15 \dots 1/25$ пролета. Высота сечения в середине пролета для неразрезных балок составляет $1/25 \dots 1/40$ пролета, в консольных пролетных строениях она равна высоте подвесных балок.

Стенки коробчатых сечений устанавливают на расстоянии 10...15 м. Сопряжение стенок с плитами желательно производить с помощью кривых. Верхней плите придают уклоны в поперечном направлении, необходимые для отвода воды.

Толщину плиты проезжей части определяют из условия ее работы на изгиб в поперечном направлении от местного действия транспортных средств. Получаемая при этом толщина должна быть достаточной для работы плиты в составе всего пролетного строения на общее действие всех нагрузок. Толщину стенок определяют из условий их работы на поперечные силы. На участках с небольшими поперечными силами толщину стенок назначают по технологическим соображениям.

Толщину нижней плиты на участках с положительными моментами определяют условиями размещения напрягаемой арматуры, а на участках с отрицательными моментами — работой ее на сжатие в составе всего сечения.

Поперечное членение сборных коробчатых пролетных строений производят из условия грузоподъемности монтажных кранов 40...60 т. Поперечные швы выполняют зубчатыми для обеспече-

ния восприятия поперечной силы, омоноличивают клеями и обжимают напрягаемой арматурой.

Консольные пролетные строения при небольших пролетах составляют из балок таврового сечения, соединяемых продольными швами. Консольные и подвесные элементы монтируют целиком и соединяют шарнирами. При пролетах более 63 м двутавровая форма сечения оказывается неэкономичной. Участки с отрицательными моментами в этом случае выполняют коробчатыми, для подвесных участков применяют двутавровую форму балок.

Армирование неразрезных пролетных строений. Неразрезные пролетные строения армируют с применением напрягаемой арматуры. На участках с положительными моментами рабочая арматура располагается в нижней зоне балки, на участках с отрицательными моментами — в верхней зоне. В зоне небольших моментов осуществляется перевод арматуры из нижней зоны в верхнюю в соответствии с огибающей эпюрой моментов. Отгибы и хомуты используют для восприятия поперечной силы.

Предварительно напряженную арматуру располагают так, чтобы создать в бетоне предварительное обжатие в тех зонах, в которых при действии внешней нагрузки возникает растяжение. При сооружении пролетного строения методами продольной надвигки, поперечного бетонирования или сборки напрягаемую арматуру размещают по плавным кривым: в серединах пролетов ее размещают в нижней зоне, а над промежуточными опорами — в верхней зоне (рис. 7.23, а, б). В шве бетонирования 2 или монолитном стыке сборных секций ее стыкуют специальными устройствами (рис. 7.23, б, в). Возможно также размещение их внахлестку, что исключает необходимость их стыковки. При навесном бетонировании арматурные пучки или стержни располагают в верхней зоне (рис. 7.23, г). Во время бетонирования и в начале эксплуатационного периода, пока не проявились существенно деформации ползучести, балка от собственного веса работает как консоль. Положительные моменты в ней появляются от действия временных нагрузок, а после проявления деформаций ползучести — и от собственного веса балок. Для их восприятия в серединах пролетов устанавливают в нижней зоне арматурные пучки (см. рис. 7.23, г).

Напрягаемую арматуру рекомендуют размещать в закрытых каналах. По закрытым каналам представляется возможным переводить ее в плане в верхней плите и переводить затем в ребра конструкции для улучшения их работы на поперечные силы. Применение криволинейной в плане и профиле арматуры, размещенной в закрытых каналах, позволяет создать более надежную конструкцию. Каналы после натяжения пучков необходимо инъецировать цементным раствором.

Неразрезные пролетные строения армируются и конструктивной ненапрягаемой арматурой. На рис. 7.24 приведено армирова-

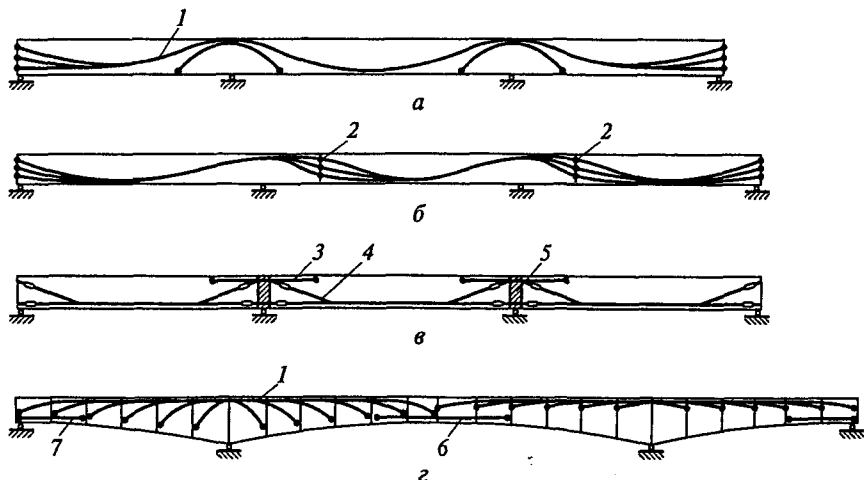


Рис. 7.23. Варианты схем (а—г) армирования напрягаемой арматурой:
1 — пучки напрягаемой арматуры; 2 — шов бетонирования; 3 — пучки арматуры, напрягаемые для объединения сборных балок в неразрезное пролетное строение; 4 — арматура, напрягаемая до бетонирования; 5 — монолитный стык сборных балок; 6, 7 — нижняя напрягаемая арматура для восприятия положительных изгибающих моментов

ние ненапрягаемой арматурой плитно-ребристых, а на рис. 7.25 — коробчатых пролетных строений.

Армирование плитно-ребристого пролетного строения ненапрягаемой арматурой состоит из верхней сетки плиты А-1, арматурного каркаса А-2 стенки ребра, включающего хомуты ребра, нижнюю арматуру плиты в консольной ее части, нижнюю и верхнюю арматуру и хомуты плиты посередине ребер. Арматуры плиты служат для восприятия местного действия временной нагрузки, а хомуты ребер воспринимают общее ее действие.

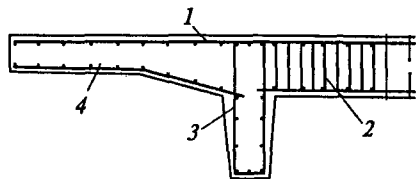


Рис. 7.24. Схема армирования плитно-ребристого поперечного сечения ненапрягаемой арматурой:

1 — верхняя сетка плиты проезжей части; 2 — продольная арматура и хомуты поперечного ребра; 3 — арматурный каркас продольной балки; 4 — нижняя сетка консолей проезжей части

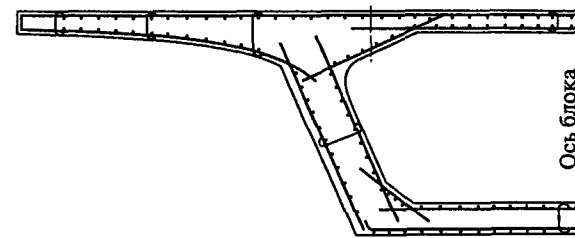


Рис. 7.25. Армирование коробчатого поперечного сечения ненапрягаемой арматурой

Армирование коробчатого поперечного сечения состоит из верхней и нижней сеток верхней плиты, двух сеток стенки и двух сеток нижней плиты. Кроме того, в узлах примыкания стенки к поясам установлены сетки противоусадочной арматуры. Рабочей арматурой является арматура стенки, а также нижняя арматуры верхней плиты между ребрами в зоне положительных моментов и верхняя арматуры в консоли плиты в зоне отрицательных моментов. Остальная арматура является конструктивной.

Напрягаемые элементы допускается стыковать специальными узлами, называемые куплерами. Отечественное стыковочное устройство УАСО-19 для стыкования пучков из 19 канатов выполнено в виде единой круглой опорной плиты (рис. 7.26), в средней части которой имеются конусные отверстия под трехдолевые кли-

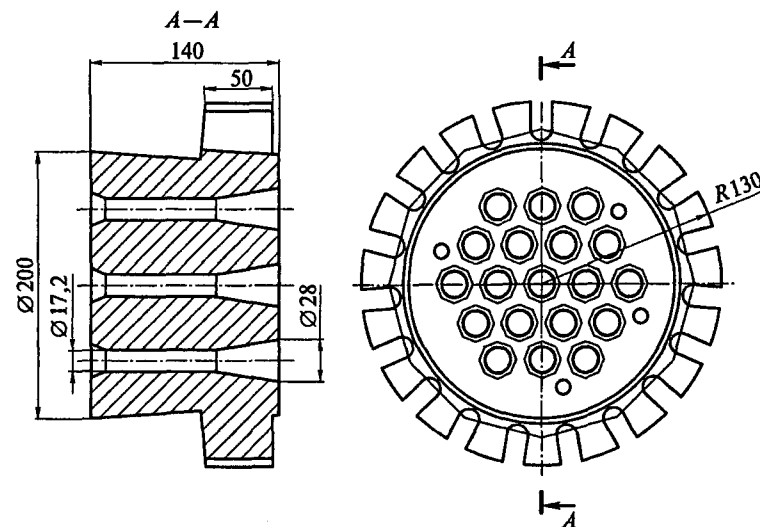


Рис. 7.26. Конструкция отечественного куплера УАСО-19 для стыкования пучков из 19 канатов