

5) Балки покрытия. Форма поперечного сечения и очертание контура. Назначение размеров. Армирование. Особенности армирования предварительно напряженных конструкций.

Пролеты: 12м, 18м до 24м.

Наиболее экономичное сечение - двутавровое со стенкой толщиной 60...100мм, которая определяется из условия размещения арматурных каркасов, прочности и трещиностойкости. У опор толщина стенки увеличивается и устраивается ребро жесткости. В средней части стенки может иметь круглые или многоугольные отверстия (для коммуникаций и уменьшения расхода бетона). Высота балки в середине пролета $h = (1/10...1/15)l$, на опоре - $h = 800...900$ мм с уклоном верхнего пояса 1:12. В балках с ломаным очертанием верхнего пояса достигается большая высота в пролете. Ширина верхнего пояса принимается из условия устойчивости при транспортировании и монтаже $b'_f = (1/50...1/60)l$. Ширина сечения нижней

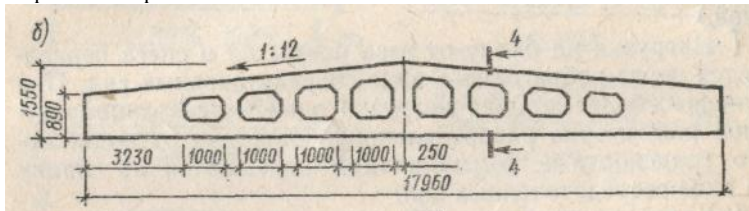
полки принимается $b_f = 250...300$ мм из условия размещения напрягаемой арматуры.

Бетон В25...В40. Напрягаемая арматура - высокопрочная проволока, стержни и канаты. Стенку балки армируют сварными каркасами с расчетными поперечными стержнями и монтажными продольными. На опоре устанавливают дополнительные поперечные стержни, приваренные к закладной детали.

Иногда создают 2-х оное напряженное состояние (напрягаемые поперечные стержни). Двускатные балки армируют конструктивной напрягаемой арматурой на уровне верха сечения на опоре для уменьшения эксцентриситета приложения предварительного напряжения и уменьшения напряжения в бетоне верхней зоны. Двускатные балки прямоугольного сечения с часто расположенными отверстиями называются решетчатыми. Ширина сечения 200мм, 240мм и 280мм. Для крепления плит в верхнем поясе устраиваются закладные детали.

При уклоне верхнего пояса 1:12 расстояние от опоры до расчетного сечения $(0,35...0,4)l$. Если есть фонарь, то расчетное сечение - под фонарной стойкой. Балки двутаврового сечения экономичнее решетчатых балок на 15% по арматуре и 13% по бетону.

Железобетонные стропильные балки применяют для перекрытия пролетов 6, 9, 12 и 18 м. При пролетах 24 м и более они уступают фермам по технико-экономическим показателям и, как правило, не используются. В зависимости от профиля кровли балки бывают двускатными (рис. 11.10,а, б), односкатными, с параллельными полками, ломаным или криволинейным очертанием верхней полки.



Двускатные балки выполняют из бетона класса В25... В40 и армируют напрягаемой проволочной, стержневой и канатной арматурой (рис. 13.34). При армировании высокопрочной проволокой ее располагают группами по 2 шт. в вертикальном положении, что создает удобства для бетонирования балок в вертикальном положении. Стенку балки армируют сварными каркасами, продольные стержни которых являются монтажными, а поперечные — расчетными, обеспечивающими прочность балки по наклонным сечениям. Приоритные участки балок для предотвращения образования продольных трещин при отпуске натяжения арматуры (или для ограничения ширины их раскрытия) усиливают дополнительными поперечными стержнями, которые приваривают к стальным закладным деталям. Повысить трещиностойкость при опорном участке балки можно созданием двухосного предварительного напряжения (натяжением также и поперечных стержней).

Двускатные балки двутаврового сечения для ограничения ширины раскрытия трещин, возникающих в верхней зоне при отпуске натяжения арматуры, целесообразно армировать также и конструктивной напрягаемой арматурой, размещаемой в уровне верха сечения на опоре (рис. 13.35). Этим уменьшаются эксцентриситет силы обжатия и предварительные растягивающие напряжения в бетоне верхней зоны.

Двускатные балки прямоугольного сечения с часто расположенными отверстиями условно называют решетчатыми балками (рис. 13.36). Типовые решетчатые балки в зависимости от значения расчетной нагрузки имеют градацию ширины прямоугольного сечения 200, 240 и 280 мм. Для крепления плит покрытий в верхнем поясе балок всех типов заложены стальные детали. Балки покрытия рассчитывают как свободно лежащие; нагрузки от плит передаются через ребра. При пяти и больше сосредоточенных силах нагрузку заменяют эквивалентной равномерно распределенной. Для двускатной балки расчетным оказывается сечение, расположенное на некотором расстоянии x от опоры. Так, при уклоне верхнего пояса 1 : 12 и

высоте балки в середине пролета $h = l/12$, высота сечения на опоре составит $h_{оп} =$

$l/24$, а на расстоянии $h_x = (l + 2x)/24$. от опоры

Если принять рабочую высоту сечения балки $h_0 = \beta h_x$, изгибающий момент при равномерно распределенной нагрузке

$$M_x = qx(l - x)/2,$$

то площадь сечения продольной арматуры

$$A_{sx} = M_x / (R_s \zeta h_0) = 12qx(l - x) / [R_s \zeta \beta (l + 2x)].$$

Расчетным будет то сечение балки по ее длине, в котором A_{sx} достигает максимального значения. Для отыскания этого сечения приравняют нулю производную

$$dA_{sx}/dx = 0.$$

Отсюда, полагая, что $\zeta \beta$ — величина постоянная и дифференцируя, получают

$$2x^2 + 2xl - l^2 = 0.$$

Из решения квадратного уравнения находят $x = 0,37 l$. В общем случае расстояние от опоры до расчетного сечения $x = 0,35...0,4 l$.

Если есть фонарь, то расчетным может оказаться сечение под фонарной стойкой.

Поперечную арматуру определяют из расчета прочности по наклонным сечениям. Затем выполняют расчеты по трещиностойкости, прогибам, а также расчеты прочности и трещиностойкости на усилия, возникающие при изготовлении, транспортировании и монтаже.

Предварительное армирование.

Создаваемое искусственно предварительное напряжение в арматуре и бетоне имеет весьма существенное значение для последующей работы элементов под нагрузкой. При малых предварительных напряжениях в арматуре и малом обжатии бетона эффект предварительного напряжения течением времени будет утрачен вследствие релаксации напряжений в арматуре, усадки и ползучести бетона и других технологических и конструктивных факторов.

Начальные предварительные напряжения в арматуре не остаются постоянными, с течением времени они уменьшаются. Различают первые потери предварительного напряжения в арматуре, происходящие при изготовлении элемента и обжатия бетона, и вторые потери, происходящие после обжатия бетона.

Первые потери.

1. Потеря от релаксации напряжений в арматуре при натяжении на упоры; зависят от способа натяжения и вида арматуры.
 2. Потери от температурного перепада, т. е. от разности температуры натянутой арматуры и устройств, воспринимающих усилие натяжения при пропаривании или прогреве бетона
 3. Потери от деформации анкеров, расположенных у натяжных устройств, вследствие обжатия шайб, смятия высаженных головок, смещения стержней в зажимах или захватах при механическом натяжении на упоры I
 4. Потери от трения арматуры:
 - а) о стенки каналов или поверхность конструкции при натяжении на бетон
 - б) об оггибающие приспособления при натяжении на упоры
 5. Потери от деформации стальных форм при изготовлении предварительно напряженных элементов с натяжением арматуры домкратами
 6. Потери от быстронатекающей ползучести бетона зависят от условий твердения, уровня напряжений и класса бетона; развиваются они при обжатии и в первые два—три часа после обжатия
- Вторые потери. 1. Потери от релаксации напряжений в арматуре при натяжении на бетон высокопрочной арматурной проволоки и стержневой арматуры принимаются такими же, как и при натяжении на упоры.
8. Потери от усадки бетона и соответствующего укорочения элемента зависят от вида бетона, способа натяжения арматуры, условий твердения.
 9. Потери от ползучести бетона зависят от вида бетона, условий твердения, уровня напряжений.
 10. Потери от смятия бетона под витками спиральной или кольцевой арматуры
 11. Потери от деформаций обжатия стыков между блоками сборных конструкций.

Потери от усадки и ползучести существенно зависят от времени и влажности среды.

Для конструкций, эксплуатируемых при влажности воздуха окружающей среды ниже 40 %, потери от усадки и ползучести бетона увеличивают на 25 %; для конструкций, эксплуатируемых в районах с сухим жарким климатом, — на 50 %.

При натяжении арматуры на упоры учитывают:

первые потери — от релаксации напряжений в арматуре, температурного перепада, деформации анкеров, трения арматуры об оггибающие приспособления, деформации стальных форм, деформации бетона от быстронатекающей ползучести

$$\sigma_{los,1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$$

вторые потери — от усадки и ползучести

$$\sigma_{los,2} = \sigma_8 + \sigma_9$$

При натяжении арматуры на бетон учитывают: первые потери — от деформации анкеров, трения арматуры о стенки каналов

$$\sigma_{los,1} = \sigma_3 + \sigma_4;$$

вторые потери — от релаксации напряжений в арматуре, усадки и ползучести бетона, смятия бетона под витками арматуры, деформации стыков между блоками (для сборных конструкций, состоящих из блоков)

$$\sigma_{los,2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$$

Суммарные потери при любом способе натяжения

$$\sigma_{los} = \sigma_{los,1} + \sigma_{los,2}$$

они могут составлять около 30 % начального предварительного напряжения. В расчетах конструкций суммарные потери следует принимать не менее 100 МПа.