

1. Какие изгибаемые элементы называются плитами? Виды плит

В конструктивном отношении различают *балочные и открытые по контуру*. Если плита опирается по 4 сторонам и имеет отношение сторон 2:1 или меньше, то она изгибается в 2 направлениях и является *опертой по контуру* (рис. 5.1, г). При отношении сторон больше 2:1 то плита изгибается в одном направлении. Расчетным пролетом в этом случае является более короткая из сторон. Такую плиту, а также плиту, опертую только двумя противоположными сторонами, называют *балочной* (рис. 5.1, д). Толщину плит определяют расчетом на действующие усилия, но не меньше min размера для соблюдения необходимой толщины защитного слоя бетона и условий производства работ.

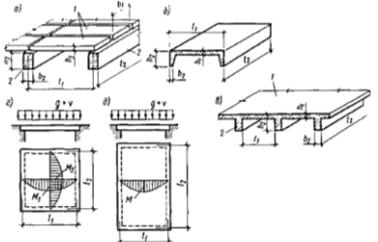


Рис. 5.1. Конструкция изгибаемых железобетонных элементов: а — опорная плита; б — балочная плита; в — опорная плита с выносом; г — плита, опертая по контуру; д — балочная плита; е — плита с выносом

2. Какие изгибаемые элементы называются балками? Виды сечений и опирания

Балки — линейные элементы, длина которых l значительно больше поперечных размеров h и b. Поперечные сечения жб балок без предварительного напряжения арматуры бывают прямоугольные, тавровые (с полкой внизу или вверху), трапециевидные (рис. 5.3, а) и др. Рациональными для предварительного напряженных балок являются сечения с развитой верхней и нижней полкой. Уширение нижней полки необходимо для размещения напряженной арматуры и обеспечения прочности сечения при передаче усилия предварительного напряжения с арматуры на бетон.

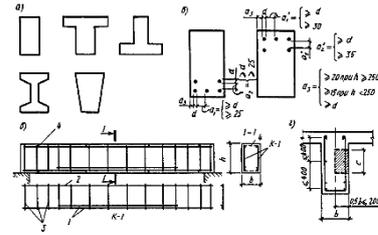


Рис. 5.3. Формы поперечного сечения и армирование железобетонных балок: а — возможные формы сечений; б — размещение продольной арматуры в сечении; в — армирование односторонней железобетонной балки; г — определение площади дополнительной арматуры у боковой грани балки при l > 700 мм; 1 — рабочая арматура; 2 — монтажная арматура; 3 — поперечная арматура; 4 — соединительная арматура

3. Какими арматурными изделиями армируют плиты и балки?

Плиты армируют сварными сетками из стержней, направленных взаимно перпендикулярно (рис. 5.2). Стержни, расположенные вдоль пролета конструкции, — рабочие, перпендикулярно — распределительные. В однопролетных свободно лежащих плитах рабочую арматуру ставят только в пролете (рис. 5.2, а), а в защемленных и многопролетных — в пролете и на опорах (по эпюре моментов) (рис. 5.2). Применяют сварные сетки с продольной и поперечной рабочей арматурой. Рулонные сетки с продольной арматурой раскатывают вдоль пролета плиты (рис. 5.2, в), рабочую арматуру располагают в середине пролета внизу, а на опоре — вверх плиты.

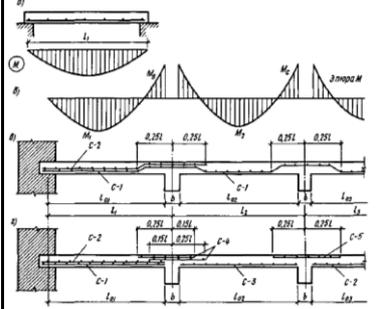


Рис. 5.2. Армирование железобетонных плит: а — односторонней свободно лежащей на двух опорах; б — эпора изгибающих моментов; в — многосторонней — рулонными сетками с продольной рабочей арматурой; г — то же, с поперечной

Балки армируют продольными рабочими стержнями, поперечной арматурой и монтажными стержнями, соединенными между собой в сварные/вязаные каркасы (рис. 5.3, в). Продольную рабочую арматуру укладывают в растянутых зонах согласно эпюре изгибающих моментов. Размещают арматуру в 1 или 2 ряда (рис. 5.3, б) по высоте сечения с зазорами для выполнения плотной укладки бетона и обеспечения его надежного сцепления с арматурой.

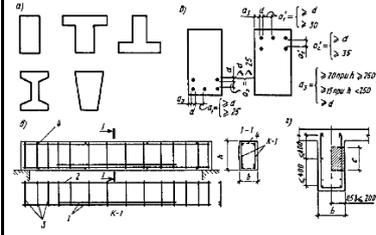


Рис. 5.3. Формы поперечного сечения и армирование железобетонных балок: а — возможные формы сечений; б — размещение продольной арматуры в сечении; в — армирование односторонней железобетонной балки; г — определение площади дополнительной арматуры у боковой грани балки при l > 700 мм; 1 — рабочая арматура; 2 — монтажная арматура; 3 — поперечная арматура; 4 — соединительная арматура

4. Кратко опишите основные случаи разрушения изгибаемых элементов по нормальному сечению

- 1 случай: Сдвиг по наклонному сечению от доминирующего действия поперечной силы (мощная продольная арматура, достаточная анкеровка)
 - 1 - критическая наклонная трещина
 - а — расстояние от точки приложения внешней силы к конструкции до края опоры
- 2 случай: Раздробление бетона наклонной полосы между наклонными трещинами от действия изгибающего момента (слабая продольная арматура, недостаточная анкеровка на опорах)
 - О — центр тяжести сжатой зоны бетона
- 3 случай: Дробление бетона стенки от действия главных сжимающих напряжений элементов с тонкой стенкой)
 - 2 — наклонная трещина
 - 4 — раздробление сжатой полосы стенки



Рис. 5.4. Основные случаи разрушения изгибаемых элементов по нормальному сечению

5. Какие факторы влияют на положение критической наклонной трещины?

Образование наклонных трещин в изгибаемых элементах (например, у опор балок) обусловлено совместным действием изгибающих моментов и поперечных сил. Место их образования, наклон, раскрытие и развитие по высоте зависит от вида нагрузок, формы сечения, вида армирования, соотношения M/Q и других факторов

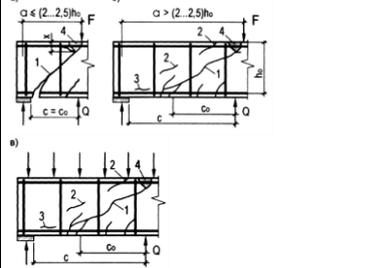


Рис. 5.5. Характер разрушения изгибаемого элемента по наклонному сечению: а, б — при действии сосредоточенных сил; в — при загружении конструкции, равномерно распределенной нагрузкой.

1 — критическая наклонная трещина; 2 — дополнительные наклонные трещины; 3 — продольная трещина; 4 — раздвоенный участок сжатой зоны бетона; а — расстояние от точки приложения внешней силы к конструкции до опорной реакции; с — расстояние от внутренней грани опоры до вершины наклонной трещины

6. Суть расчета изгибаемых ж/б элементов по полосе между наклонными сечениями

Прочность по наклонной полосе характеризуется max значением поперечной силы, которое может быть воспринято наклонной полосой, находящейся под воздействием сжимающих усилий вдоль полосы и растягивающих усилий от поперечной арматуры, пересекающей наклонную полосу. При этом прочность бетона определяют по сопротивлению бетона осевому сжатию с учетом влияния сложного напряженного состояния в наклонной полосе.



Рис. 5.6. Характер разрушения полосы бетона между наклонными сечениями: 1 — опояска наклонной трещины; 2 — раздвоение бетона

7. Суть расчета изгибаемых ж/б элементов по наклонным сечениям на действие поперечных сил

Расчет по наклонному сечению на действие поперечных сил производят на основе уравнения равновесия внешних и внутренних поперечных сил, действующих в наклонном сечении с длиной проекции С на продольную ось элемента. *Поперечные силы*, действующие в наклонном сечении и поперечной арматурой, определяют по сопротивлению бетона и поперечной арматуры растяжению с учетом длины проекции С наклонного сечения.

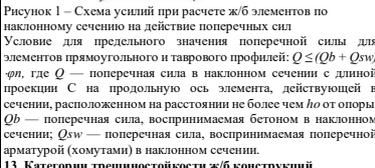


Рис. 5.7. Рисунок 1 — Схема усилий при расчете ж/б элементов по наклонному сечению на действие поперечных сил. Условие для предельного значения поперечной силы элементов прямоугольного и таврового профилей: Q ≤ (Qb + Qsw) φR, где Q — поперечная сила в наклонном сечении с длиной проекции С на продольную ось элемента, действующей в сечении, расположенном на расстоянии не более чем h0 от опоры; Qb — поперечная сила, воспринимаемая бетоном в наклонном сечении; Qsw — поперечная сила, воспринимаемая поперечной арматурой (хомутами) в наклонном сечении.

13. Категории трещиностойкости ж/б конструкций

Трещиностойкостью называют еб сопротивление образованию трещин в I стадии НДС при сопротивлении раскрытию трещины по II стадии НДС. 1 категория — не допускает образование трещин (водонепроницаемые конструкции; резервуары, напорные трубы, находящиеся под давлением жидкости или газов; конструкции, испытывающие воздействие радиации и т.п.); 2 категория — допускается ограниченное по ширине непродолжительное раскрытие трещин при условии их последующего надежного закрытия (зажата). Конструкции, эксплуатируемые в агрессивной среде (водяной пар, кислоты, дым, газы, морская вода); 3 категория — допускается ограниченное по ширине непродолжительное и продолжительное раскрытие трещин. Конструкции, в которых образование трещин неопасно для их нормальной эксплуатации.

8. Суть расчета изгибаемых ж/б элементов по наклонным сечениям на действие момента

Расчет по наклонному сечению на действие момента производят на основе уравнения равновесия моментов от внешних и внутренних сил, действующих в наклонном сечении с длиной проекции С на продольную ось элемента. Моменты от внутренних сил включают момент, воспринимаемый пересекающей арматурой, воспринимаемый продольной арматурой, и момент, воспринимаемый пересекающей наклонное сечение поперечной арматурой. При этом моменты, воспринимаемые продольной и поперечной арматурой, определяют по сопротивлению продольной и поперечной арматуры растяжению с учетом длины проекции С наклонного сечения.

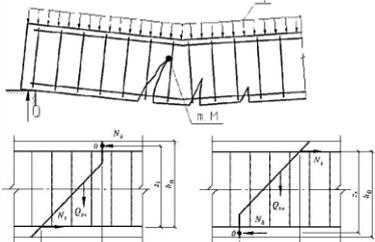


Рис. 5.8. Расчет ж/б элементов по наклонным сечениям на действие момента

Расчет ж/б элементов по наклонным сечениям на действие моментов производят из условия: M ≤ Ms + Msw, где M — момент в наклонном сечении с длиной проекции С на продольную ось элемента, определяемый от всех внешних сил, расположенных по одну сторону от рассматриваемого наклонного сечения, относительно конца наклонного сечения (точка О), противоположного концу, у которого располагается проверяемая продольная арматура; Ms — момент, воспринимаемый продольной арматурой, пересекающей наклонное сечение, относительно противоположного конца наклонного сечения (точка О); Msw — момент, воспринимаемый поперечной арматурой, пересекающей наклонное сечение, относительно противоположного конца наклонного сечения (точка О).

9. Какие элементы относятся к сжатым? Как разделяют элементы по месту приложения нагрузки?

К сжатым элементам относят: колонны; верхние пояса ферм, загруженные по узлам, восходящие раскосы и стойки решетки ферм; элементы оболочек; элементы фундамента; стены. (рисунок колонны и по оси сжатия). По месту приложения нагрузки элементы делятся на центрально сжатые и внецентренно сжатые. *Центрально сжатые элементы* — в которых сжимающие силы действуют по оси элемента. К ним относятся большинство промежуточных опор (колонн) покрытий и перекрытий пром и гражданских зданий; верхние пояса ферм, и т.д. Гибкие жб элементы вследствие продольного изгиба теряют устойчивость при напряжениях в бетоне и арматуре менее предельных. Кроме того, из-за несовершенства геометрических форм элементов конструкции и неоднородности бетона центрально сжатые в чистом виде не выявлено, тогда происходит внецентренное сжатие со случайными эксцентриситетами е0.



Рис. 5.9. Рисунок 2 — Внецентренно сжатая колонна с начальным эксцентриситетом е0

10. Кратко описать характер разрушения сжатых элементов при случайных, малых и больших эксцентриситетах

случай 1 — случай малых эксцентриситетов ξ ≥ ξR. Разрушение произойдет от наиболее сжатой грани, характер таких разрушений хрупкий. Все сечение сжатое. Перед разрушением колонн прямоугольного сечения напряжения в бетоне достигают предельной призмочной прочности Rb, напряжения в сжатой арматуре — предела текучести случай 2 — случай больших эксцентриситетов ξ ≤ ξR. Напряженное состояние (как и разрушение) близко к напряженному состоянию изгибаемых элементов по случаю 1. В стадии II НДС в растянутой зоне образуются нормальные трещины и растягивающее усилие воспринимается растянутой арматурой. В стадии III — наступает плавное разрушение элементов; разрушение начинается с достижения предела текучести в растянутой арматуре, а заканчивается достижением предельного сопротивления бетона и арматуры сжатой зоны.

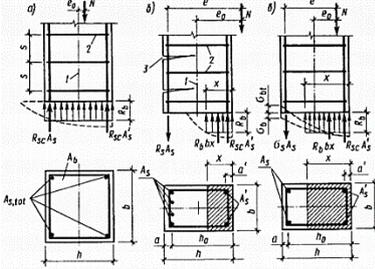


Рис. 5.10. Схемы расчетных усилий в сечениях сжатых железобетонных элементов со случайными (а) и расчетными (б, в) эксцентриситетами

11. Какие элементы относятся к растянутым? Как разделяются элементы по месту приложения нагрузки?



Рис.14. Центральные растянутые элементы

Центрально-растянутые элементы – элементы, в нормальном сечении которых точка приложения расчетной силы N совпадает с точкой приложения равнодействующих усилий в продольной арматуре.

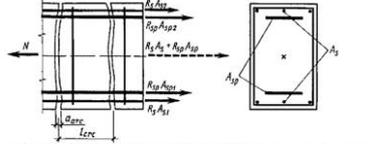


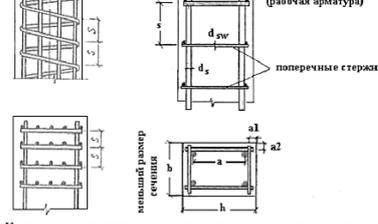
Рис. 103. Схема усилий в расчетном нормальном сечении центрально-растянутого элемента

Внецентренно растянутые элементы – это элементы, у которых линия действия внешней продольной растягивающей силы N не совпадает с геометрическим центром тяжести растянутого сечения.



Различают 2 случая внецентренного растяжения:

- случай 1 – случай больших эксцентриситетов (сила N расположена за пределами равнодействующих усилий в арматуре);
- случай 2 – случай малых эксцентриситетов (сила N расположена между равнодействующими усилий в арматуре).



Косвенным армированием называется частое расположение поперечной арматуры, способствующее значительному повышению несущей способности центрально сжатого элемента.

- Из возможных типов косвенного армирования применяют спирали (либо кольцевую арматуру) и сварные сетки из арматуры А-240, А-400, А-500 диаметром не более 14 мм и Вр-500.
- Сетки спирали должны охватывать всю рабочую продольную арматуру.

14. Перечислить и кратко описать расчеты ж/б элементов, которые выполняются по НС 2 группы

Расчет по II группе предельных состояний – это расчет по образованию и раскрытию трещин. 1) Расчет элементов по образованию трещин. Производится из условия: $M_t \leq M_{cr}$ где M_t - момент внешних сил, расположенных по одну сторону от рассматриваемого сечения, относительно оси, параллельной нулевой линии и проходящей через ядровую точку, наиболее удаленную от растянутой зоны, трещинообразование которой проверяется. M_{cr} - момент, воспринимаемый сечением, нормальным к продольной оси элемента, при образовании трещин

2) Расчет по раскрытию трещин: Ширина раскрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента, представляет собой разность удлинений арматуры и растянутого бетона на участке между трещинами длиной l_{cr} . $\Delta s_{cr} = \epsilon_s \cdot l_{cr}$

3) Расчет по закрытию трещин: Для надежного закрытия трещин, нормальных к продольной оси элемента, должно соблюдаться 2 условия:

1. $\sigma_{sp} + \Delta \sigma_s \leq 0,8 R_{s,ser}$, где σ_{sp} - предварительное напряжение в арматуре с учетом всех потерь; $\Delta \sigma_s$ - приращение растягивающего напряжения в арматуре от действия внешних нагрузок.
2. сечение с трещиной в растянутой зоне при постоянной и длительной нагрузках должно оставаться обжатым с нормальными напряжениями на растягиваемой внешней нагрузками грани $\sigma_b \geq 0,5 MPa$

15. Перечислить основные этапы проектирования ж/б элементов.

- 1) Статический расчет: Составление расчетных схем, наиболее близко отвечающих действительной работе конструкций • Установление внешних нагрузок; Определение внутренних усилий (M, Q, N)
- 2) Расчет сечений элементов: Определение рациональной формы и размеров нормальных сечений; Определение оптимального класса бетона и арматуры; Определение площади поперечного сечения рабочей арматуры и схемы ее размещения
- 3) Конструирование элементов: Выбор конструктивных решений зданий в целом; Выбор рациональной схемы размещения в элементах рабочей и монтажной арматуры; Разработка и вычерчивание рабочих опалубочных и арматурных чертежей узлов и элементов конструкций

16. Что включает в себя этап статического расчета? Статический расчет заключается в назначении расчетных схем, наиболее близко отвечающих действительной работе конструкций, установлении внешних нагрузок и определении внут. усилий N, M, Q в характерных сечениях проектируемой констр. Конструирование – размещение в элементе рабочей и монтажной арматуры, разработка и вычерчивание чертежей опалубки, арматуры, узлов и элементов конструкции.

17. Что включает в себя этап расчета сечений элементов

Расчет сечений – определение рациональной формы, оптимального класса бетона, класс и площадь поперечного сечения арматуры и схемы ее размещения.

18. Категории размеров сборных элементов Для лучшей взаимной увязки нормы предусматривают 3 категории: номинальные, конструктивные и натуральные. Номинальные – расст м/у разбивочными осями здания в плане (например панель при шаге колонн 6м имеет номинальн длину $l_n=6000$ мм.) Конструктивные – отличаются от номинальных на величину швов и зазоров. (плита при номинал длине 6000мм имеет конструктивн размер $l_c=5970$ мм, т.е. зазор 30мм). Натуральные – в зависимости от точности изготовления могут отличаться от конструктивн на величину допуска (3-10мм)

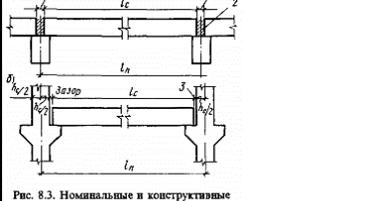
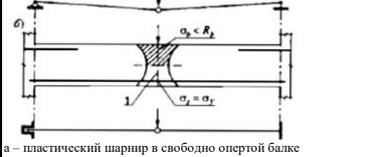


Рис. 8.3. Номинальные и конструктивные размеры сборных элементов: а – плита; б – ригель; 1 – зазор 30 мм; 2 – жидкая расторома; 3 – зазор 15 мм

19. Понятие о пластическом шарнире

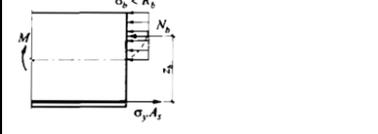
Если балка армирована мягкой сталью и в растянутой арматуре напряжения достигают физического предела текучести то в ней развиваются пластические деформации. В балке возникает участок больших местных деформаций. Такой участок называется пластическим шарниром.



- а – пластический шарнир в свободно опертой балке
- б – пластический шарнир в защемленной на опорах балке
- 1 – участок пластического шарнира

В статически определенной системе возникновение пластического шарнира приводит к потере ее геометрической неизменяемости и разрушению. В статически неопределяемой системе – лишь к выключению одной лишней связи.

Схема усилий при пластическом шарнире:



Стадия IIa

20. Усиление существующих констр без изменения расчетной схемы

Работы, направленные на увеличение несущей способности существующих конструкций. Способ заключается в увеличении поперечного сечения элемента (устройство обойм, наращивание рубашек) рис 8.8., причём одновременно добавляется арматура, иногда – хомуты и обмотка. Перед усилением констр подготавливают – скалывают поверхностный слой бетона, где должна быть установлена новая дополнит рабочая арматура, производится насечка боковых поверхностей бетона – для хомутов и сетки. Сколотую поверхн промывают, устанавливают доп арматуру и опалубку, затем бетонуют при обязательном вибрировании. Толщина обойм, рубашек и наращиваний ≥ 6 см при бетонировании и 3 см при нанесении бетона способом торкретирования.

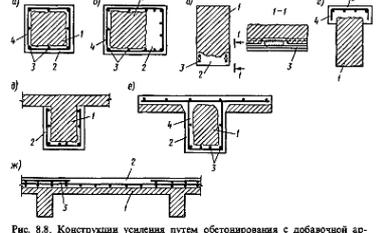


Рис. 8.8. Конструкция усиления путем обтобетовывания с добавочной арматурой: а – обойма; б – обойма с угловыми одной стороной; в – одностороннее наращивание; г – то же, сверху; д – трехсторонняя рубашка; е – зашпунтованная обойма с двусторонним удалением шпунта; ж – усиление плит выростом; 1 – усложненная конструкция; 2 – бетон; 3 – рабочая арматура; 4 – хомуты

21. Усиление существующих конструкций с изменением расчетной схемы

В наст время получил большое распространение. Способ усиления жб изгибаемых элементов посредством дополнит жестких опор позволяет увеличить несущ. способность в 2-3 раза (подходит для балок перекрытия и ригелей рам). Новые дополнит опоры устанавливают в пролетах изгиб элементов, последние начинают работать с уменьшенным пролетом, поэтому возрастает их первонач. несущ. способность. Их выполняют из жб или металла в виде одиночных подведенных колонн или подкосных подпорок. (рис 8.9) В некоторых случаях при сопряжении подведенных опор с усиливаемыми элементами балками их приходится немного приподнимать с помощью металла клиньев.

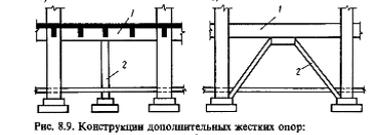


Рис. 8.9. Конструкции дополнительных жестких опор: а – подведенная одиночная опора; б – подведенные подкосные опоры