

Лекция №10

Плоские ж/б перекрытия

Вопросы подлежащие изучению:

1. Общие сведения.
2. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами.
3. Армирование ж/б монолитных балочных плит.
4. Армирование второстепенных балок.
5. Перекрытия с плитами, опертыми по контуру.
6. Безбалочные перекрытия.

1. Общие сведения

Плоские ж/б перекрытия получили распространение благодаря большой прочности, жесткости, огнестойкости, индустриальности и долговечности.

Плоские перекрытия – основные несущие элементы многоэтажных зданий; располагаются в горизонтальной плоскости.

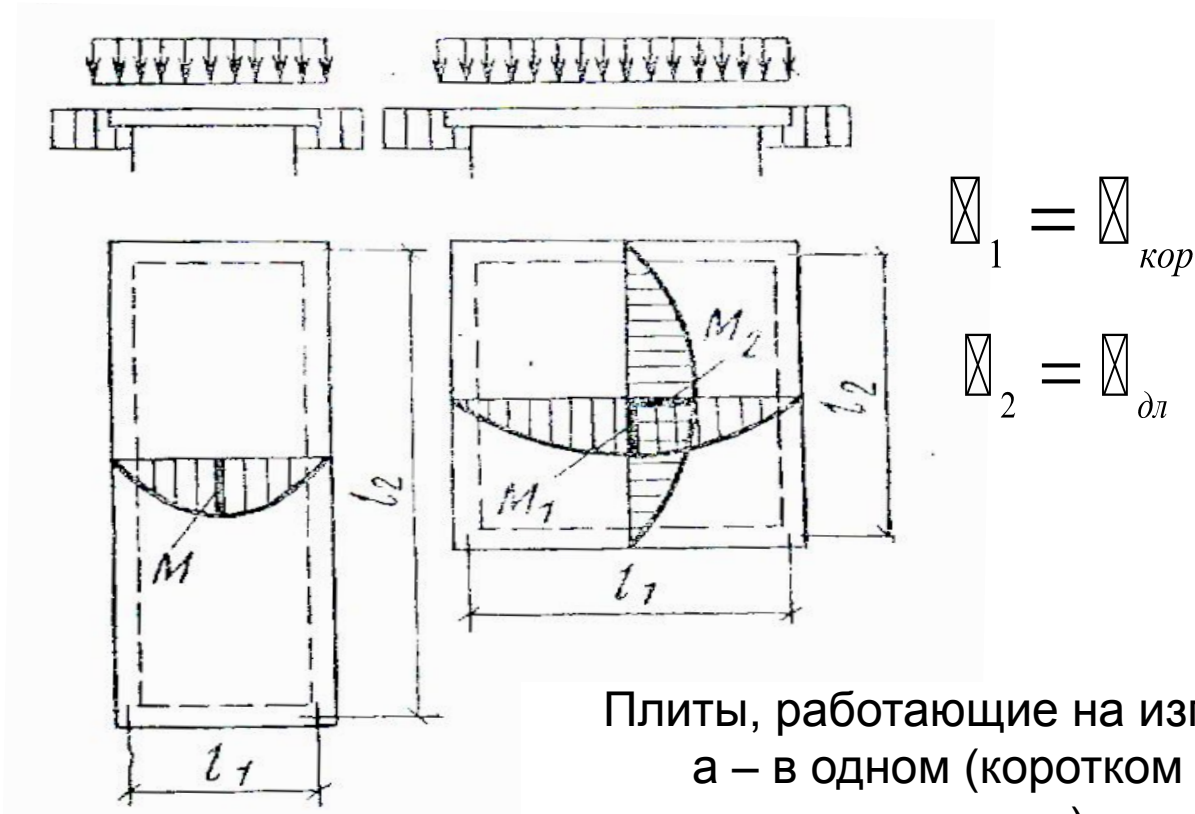
Их разделяют на:

- балочные сборные ;
- ребристые монолитные с балочными плитами;
- ребристые монолитные с плитами, опертыми по контуру (в т.ч., кессонные);
- балочные сборно-монолитные;
- безбалочные сборные;
- безбалочные монолитные;
- безбалочные сборно-монолитные.

Работу плит (полок) балочных и опертых по контуру определяют в зависимости от отношения длин сторон (сборных и монолитных).

$\frac{\text{дл}}{\text{кор}} \geq 3$ – балочная, работает в коротком направлении

$\frac{\text{дл}}{\text{кор}} < 3$ – опертая по контуру, работает в двух направлениях



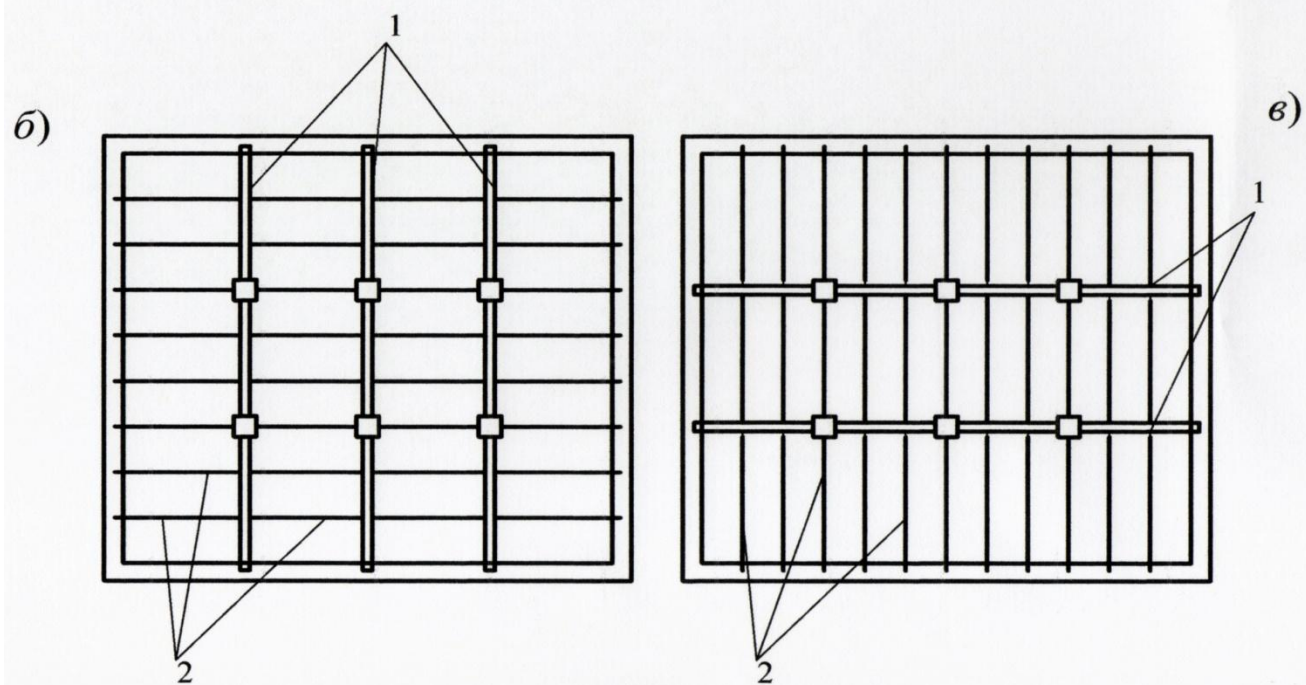
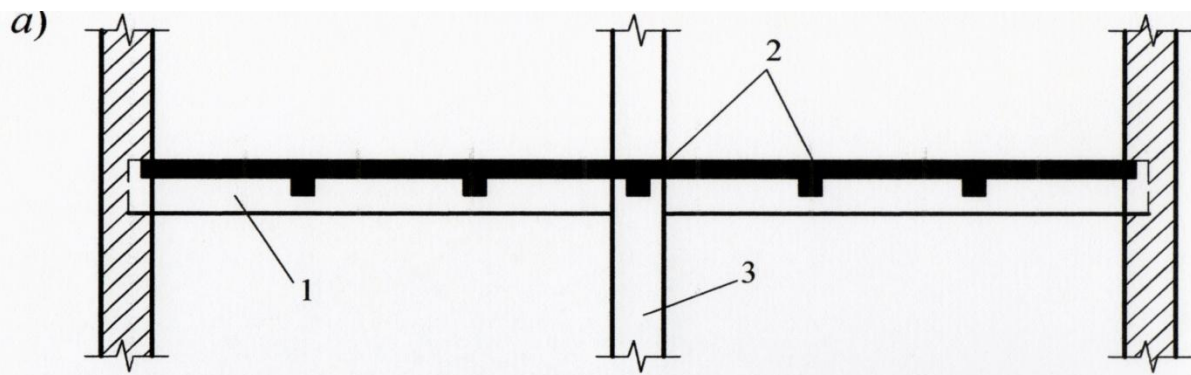
Плиты, работающие на изгиб:
а – в одном (коротком направлении);
б – в двух направлениях

По способу возведения:

- монолитные;
- сборные;
- сборно-монолитные.

Выбор типа перекрытия зависит от назначения здания, величины нагрузки, условий эксплуатации.

Монолитные перекрытия, как правило, используются в сейсмических районах, при больших динамических нагрузках, при использовании нестандартного крупногабаритного оборудования, при нетиповом строительстве; в остальных случаях – сборные.



поперечным расположением главных балок; в) с продольным расположением главных балок.
 1 – главные балки; 2 – второстепенные балки; 3 – колонна

2. Монолитные ребристые перекрытия с балочными плитами

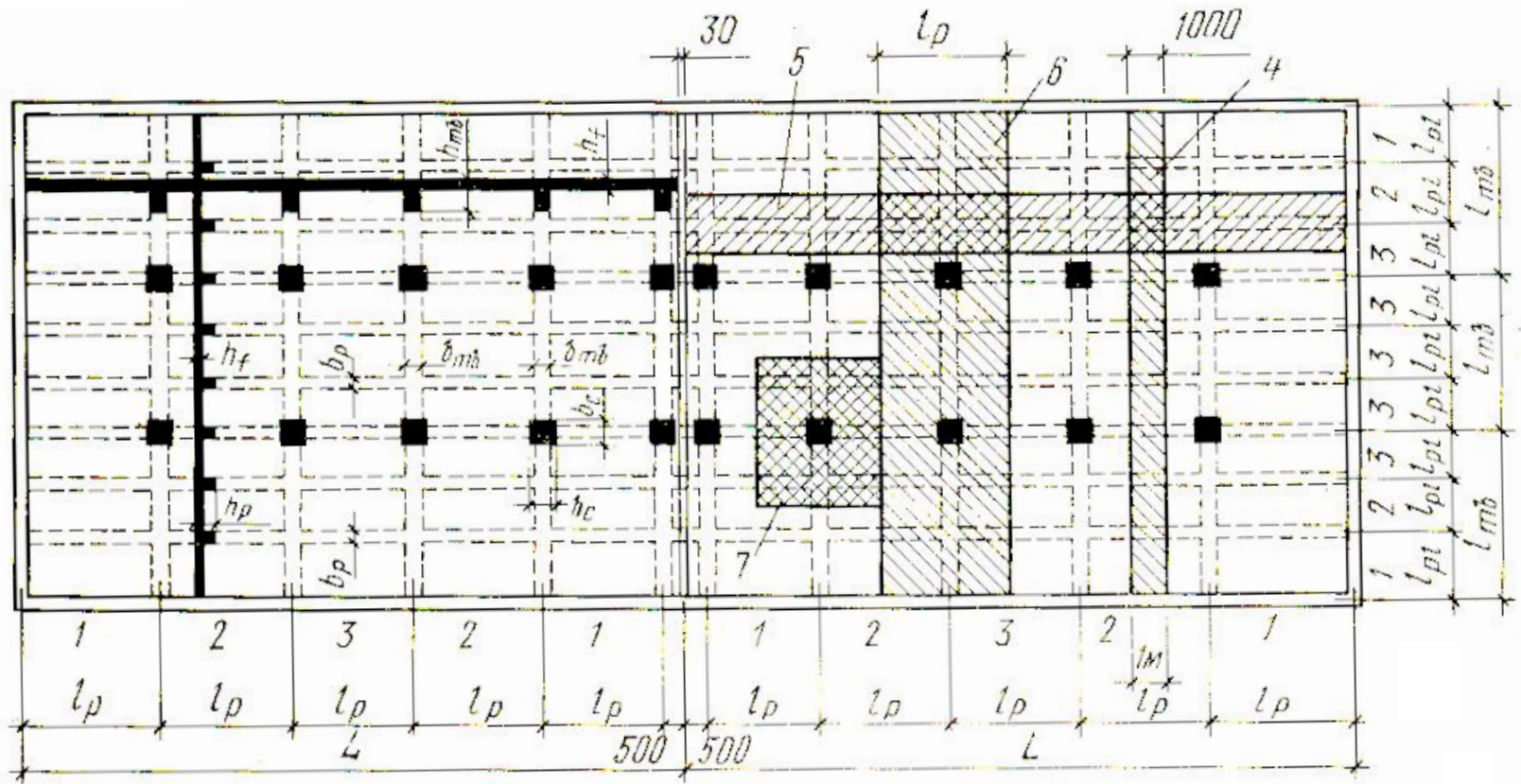


Рис. К выбору расчетных схем конструктивных элементов ребристого перекрытия с балочными плитами:

- 1 – первые (крайние) расчетные пролеты второстепенной балки (то же, плиты);
- 2 – то же, вторые (от края); 3 – то же, третьи (все средние);
- 4 – расчетная полоса плиты перекрытия; 5 – грузовая площадь второстепенной балки; 6 – то же, главной балки; 7 – то же, колонны.

В состав классического монолитного ребристого перекрытия входят: плита, главные и второстепенные балки.

Плита и балки рассчитываются как неразрезные многопролетные балки.

Плита работает в одном коротком направлении, поэтому называется балочной. При расчете плиты выделяют полосу $b = 1$ м.

Рабочую продольную арматуру в плитах и балках определяют по изгибающим моментам, которые вычисляют методом предельного равновесия.

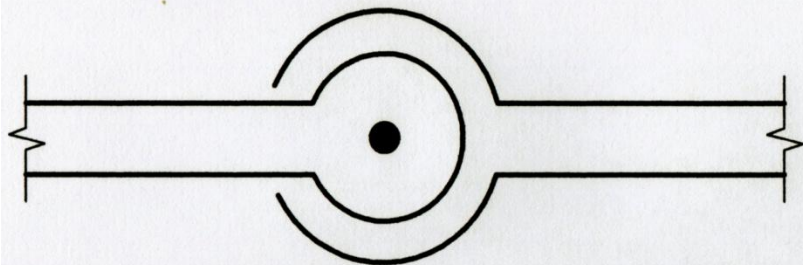
Под предельным понимают следующее состояние конструкции:

1. Рассматривается стадия напряженно-деформ. состояния III₁;
2. На опорах и в пролетах образуется пластический шарнир (ПШ), изгибающий момент на опорах и пролетах перераспределяется и выравнивается за счет пластических деформаций в шарнирах.

Поперечную арматуру в балках определяют по поперечной силе, а в плитах ее не ставят, т.к. величина поперечных сил невелика.

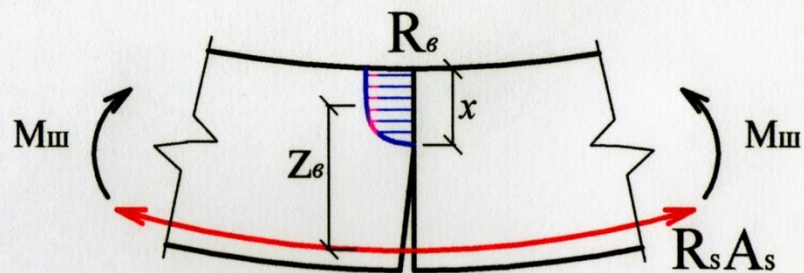
Главные балки армируют аналогично второстепенным балкам.

Идеальный шарнир



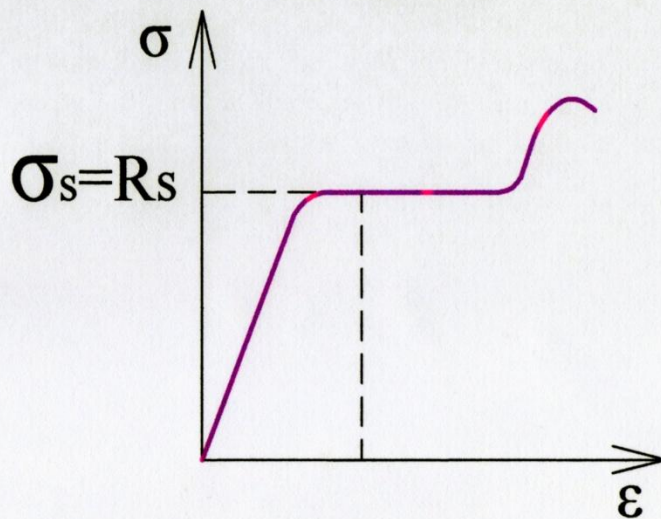
$$M_{ш} = 0$$

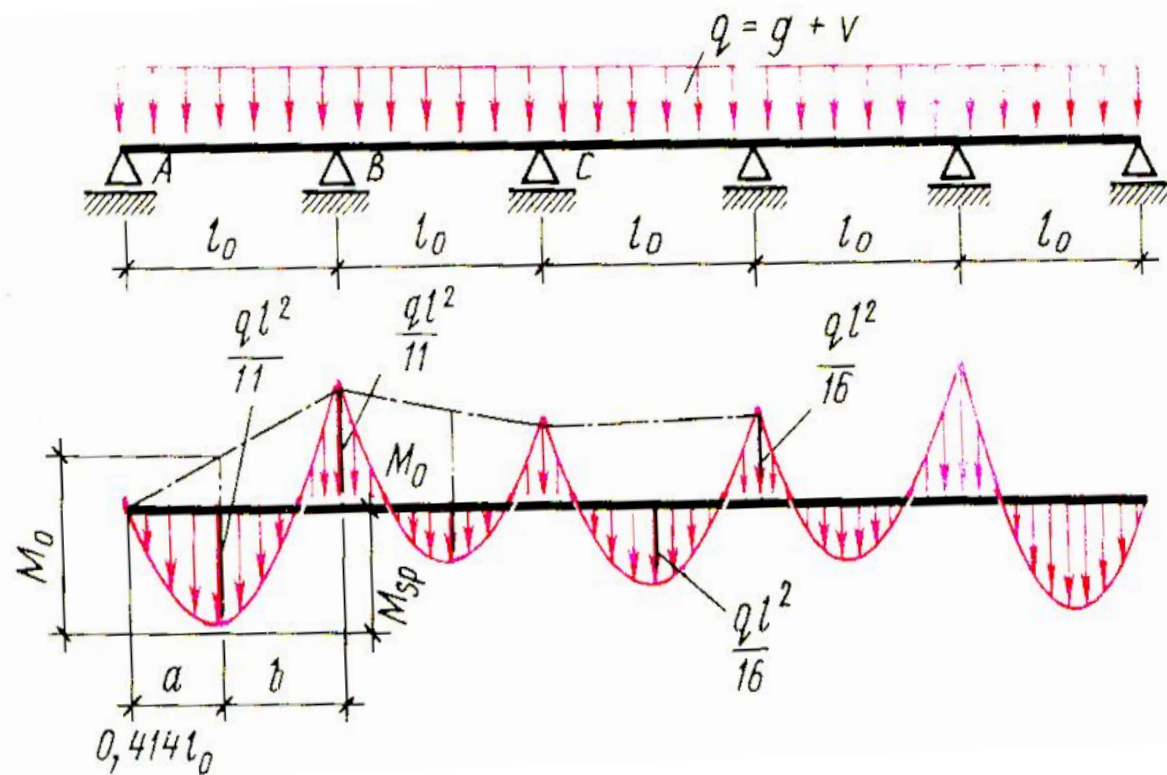
Пластический шарнир



$$M_{ш} = R_s A_s Z_\epsilon = const$$

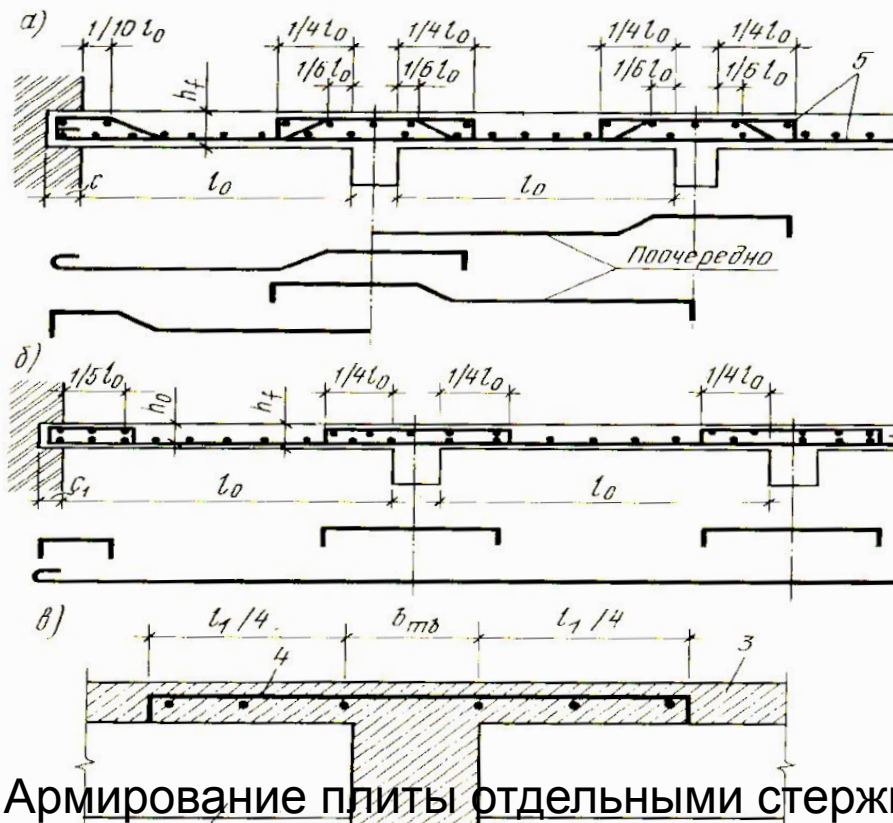
Стадия III₁



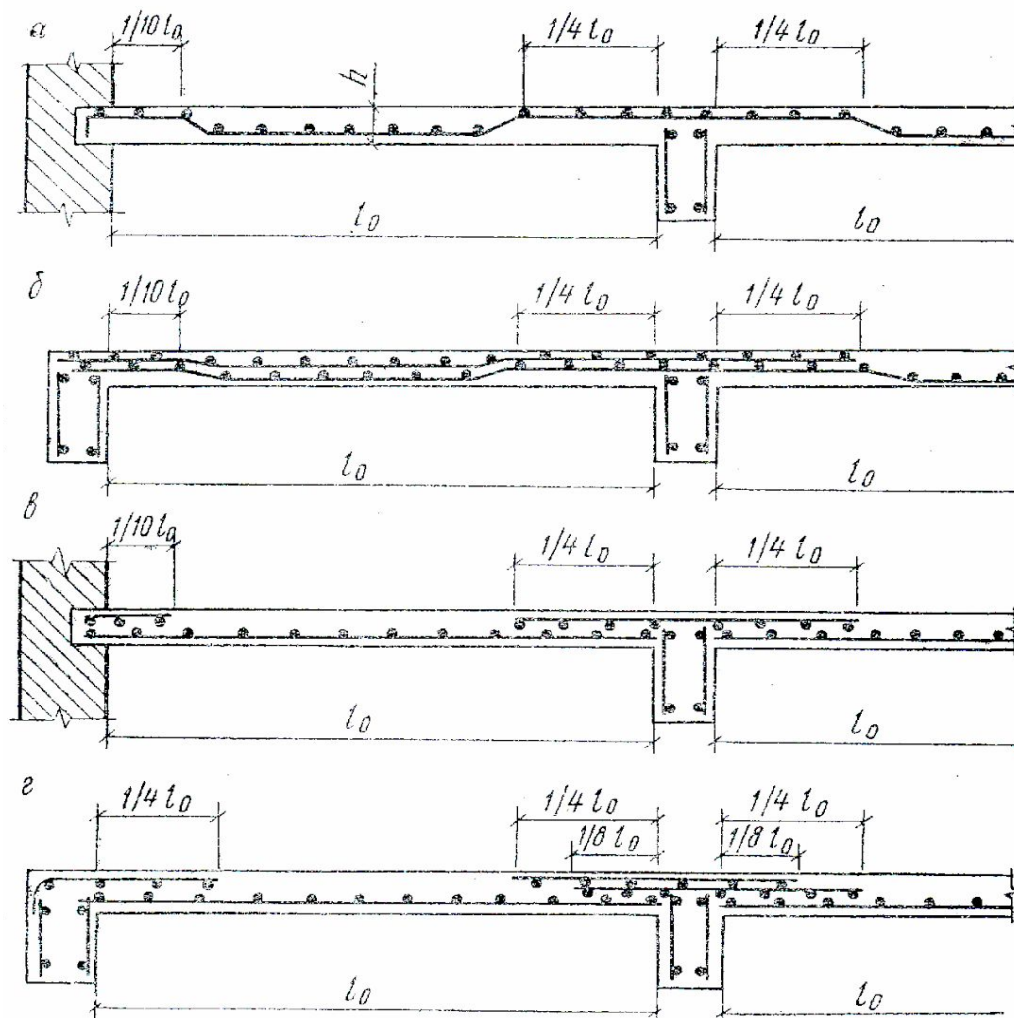


Расчетная схема монолитной балочной плиты и эпюра M в ней

3. Армирование ж/б монолитных балочных плит

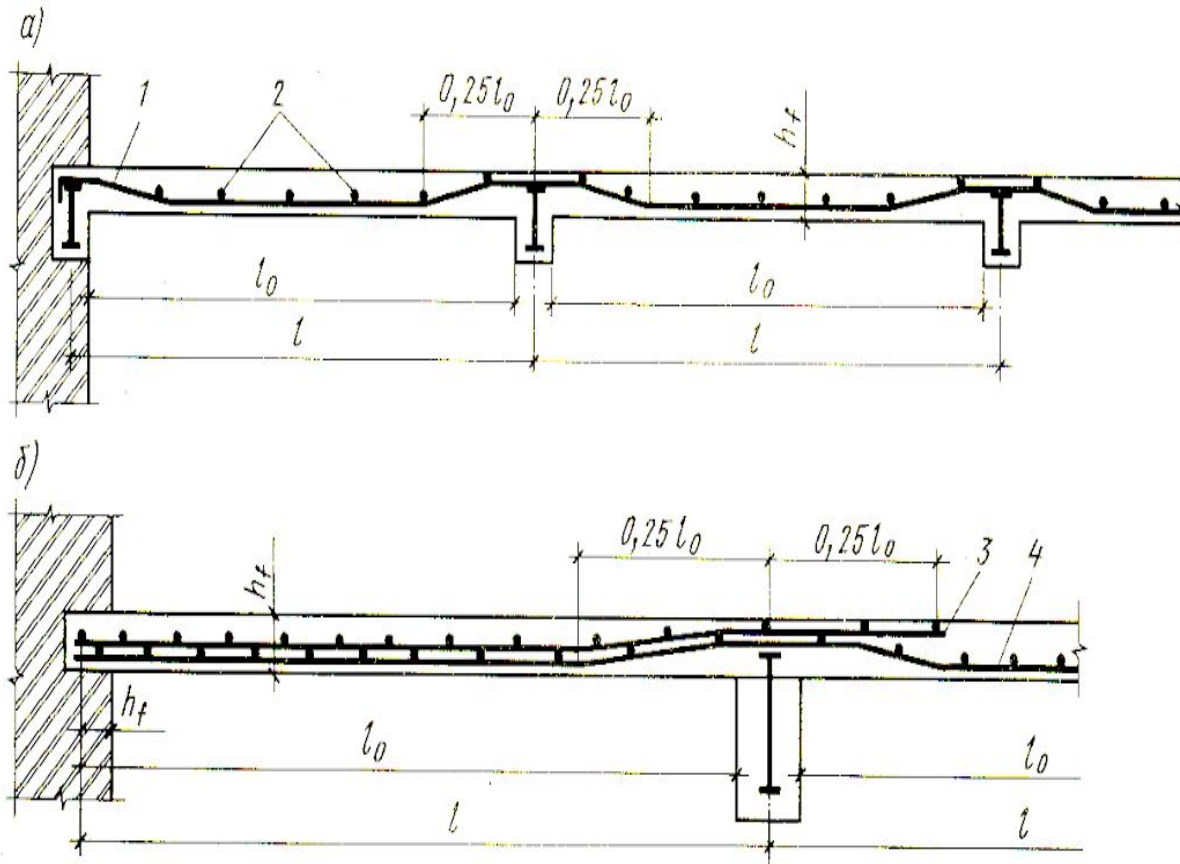


- Армирование плиты отдельными стержнями:
- а – при толщине плиты более 80 мм; б – при толщине плиты менее 80 мм;
 - в – сопряжение плиты с главной балкой; 1 – главная балка;
 - 2 – второстепенная балка; 3 – плита; 4 – дополнительная арматура;
 - 5 – распределительная арматура $s > h > 120$ мм; $s_1 > h_1 > 120$ (для кирпичной стены)

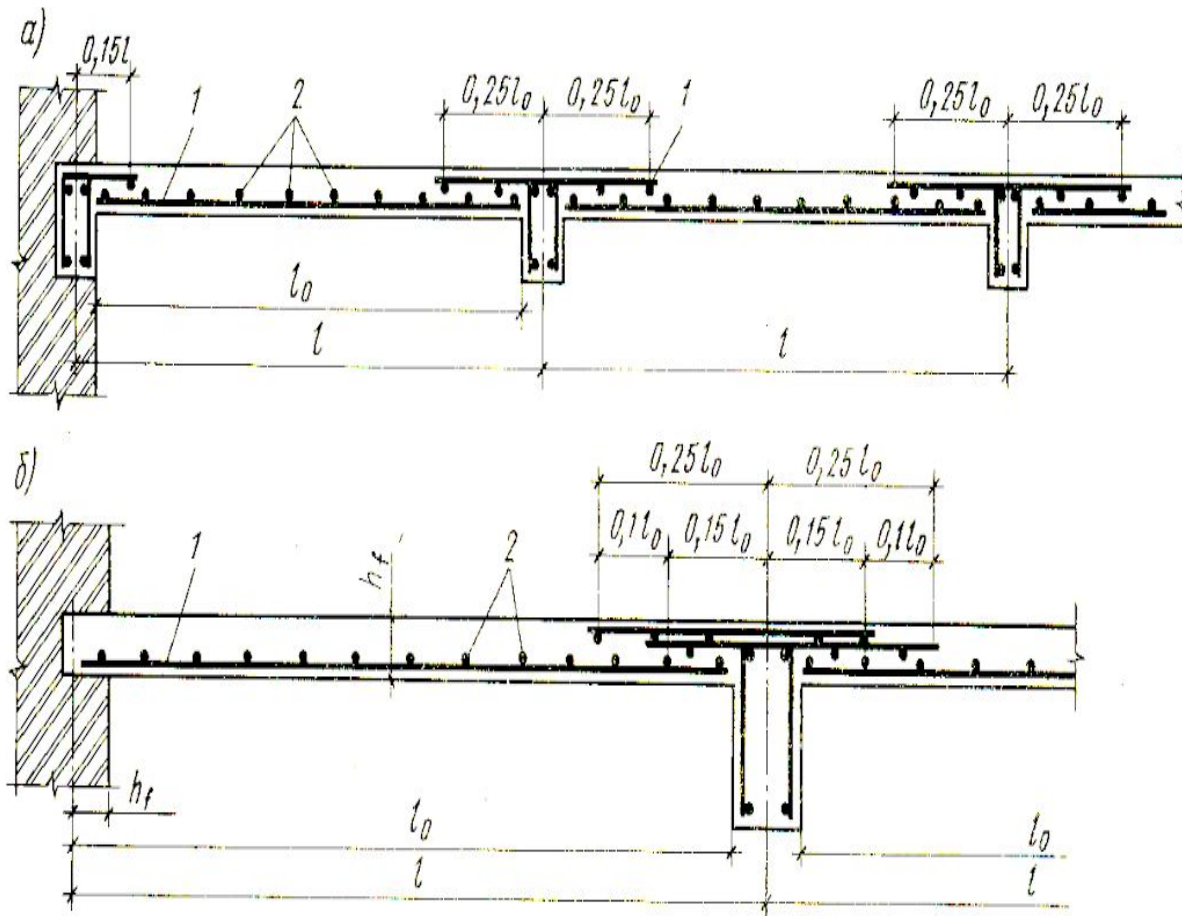


Армирование балочных плит

- а – рулонными сетками с продольной рабочей арматурой при опирании на наружную стену; б – то же, при опирании на крайнюю второстепенную балку;
 в – рулонными сетками с поперечной рабочей арматурой при опирании на наружную стену; г – то же, при опирании на крайнюю второстепенную балку.



Армирование плиты рулонными сварными сетками (вариант):
 а – одной сеткой; б – дополнительной сеткой в первом пролете и на
 опоре; 1 – рабочая (растянутая) арматура (продольные стержни
 сетки); 2 – распределительная арматура (поперечные стержни
 сетки); 3 – дополнительная рулонная сетка или отдельные стержни;
 4 – основная рулонная сетка



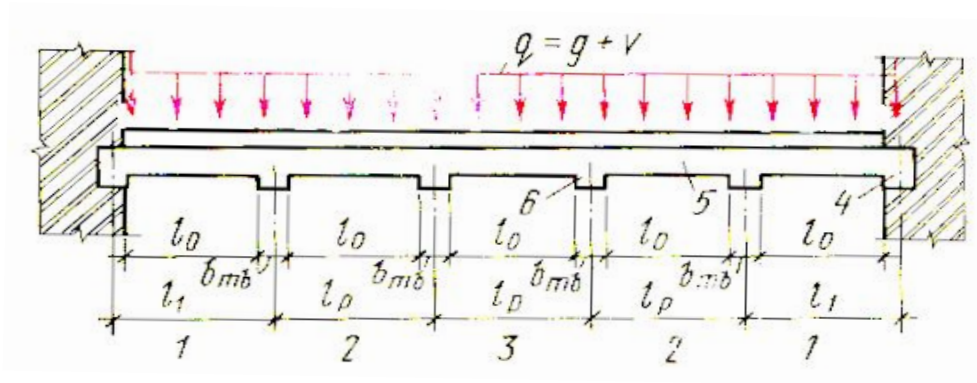
Армирование плиты плоскими сварными сетками (вариант):

а – одной сеткой над опорой; б – двумя сетками над опорой;

1 – рабочая арматура (поперечные стержни сетки);

2 – распределительная арматура (продольные стержни сетки)

4. Армирование второстепенных балок

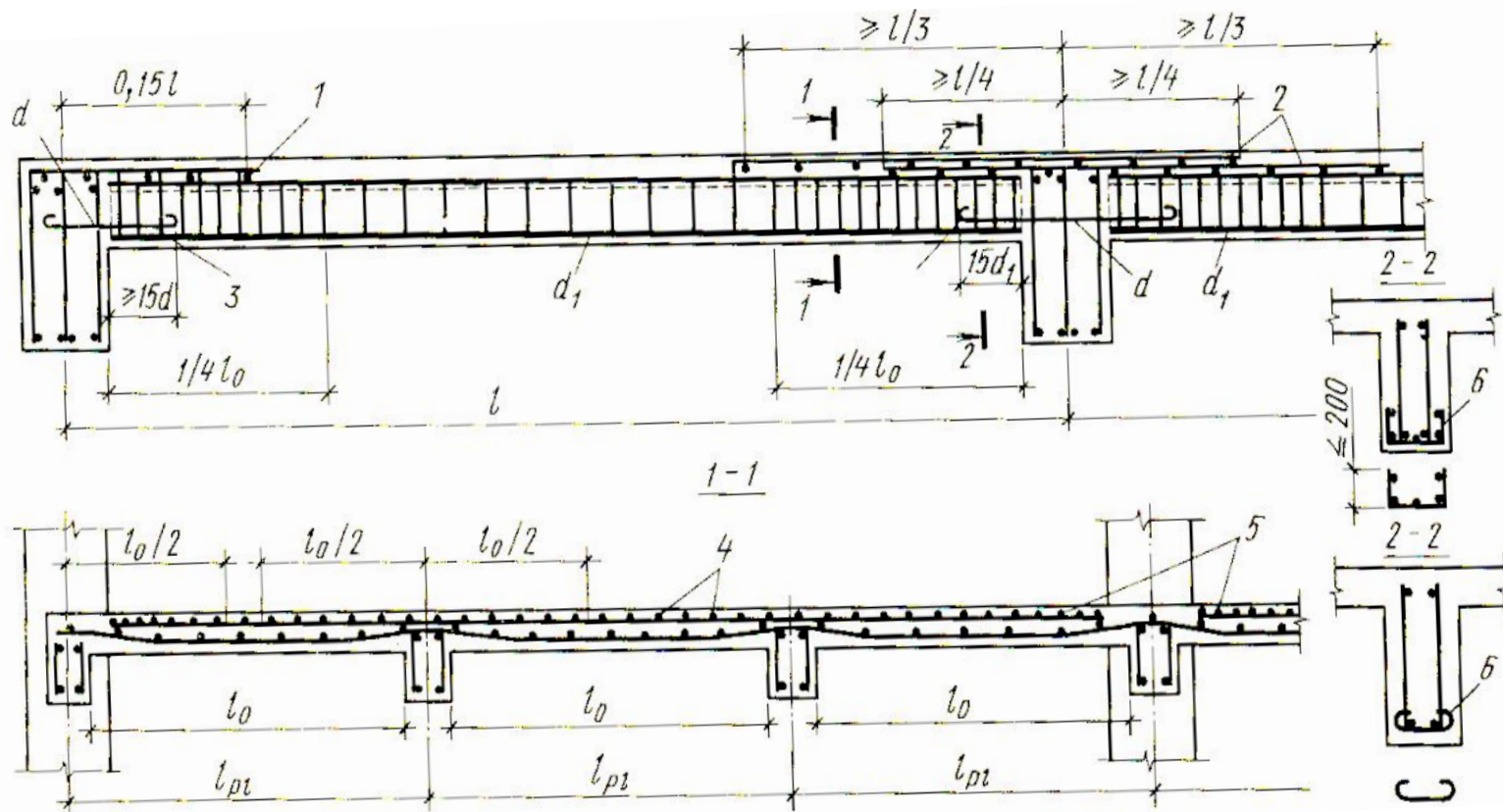


К выбору расчетной схемы второстепенной балки:

- 1 – первые (крайние) пролеты; 2 – вторые от края пролеты;
- 3 – все средние пролеты; 4 – обвязочная балка или стена;
- 5 – второстепенная балка; 6 – главная балка.

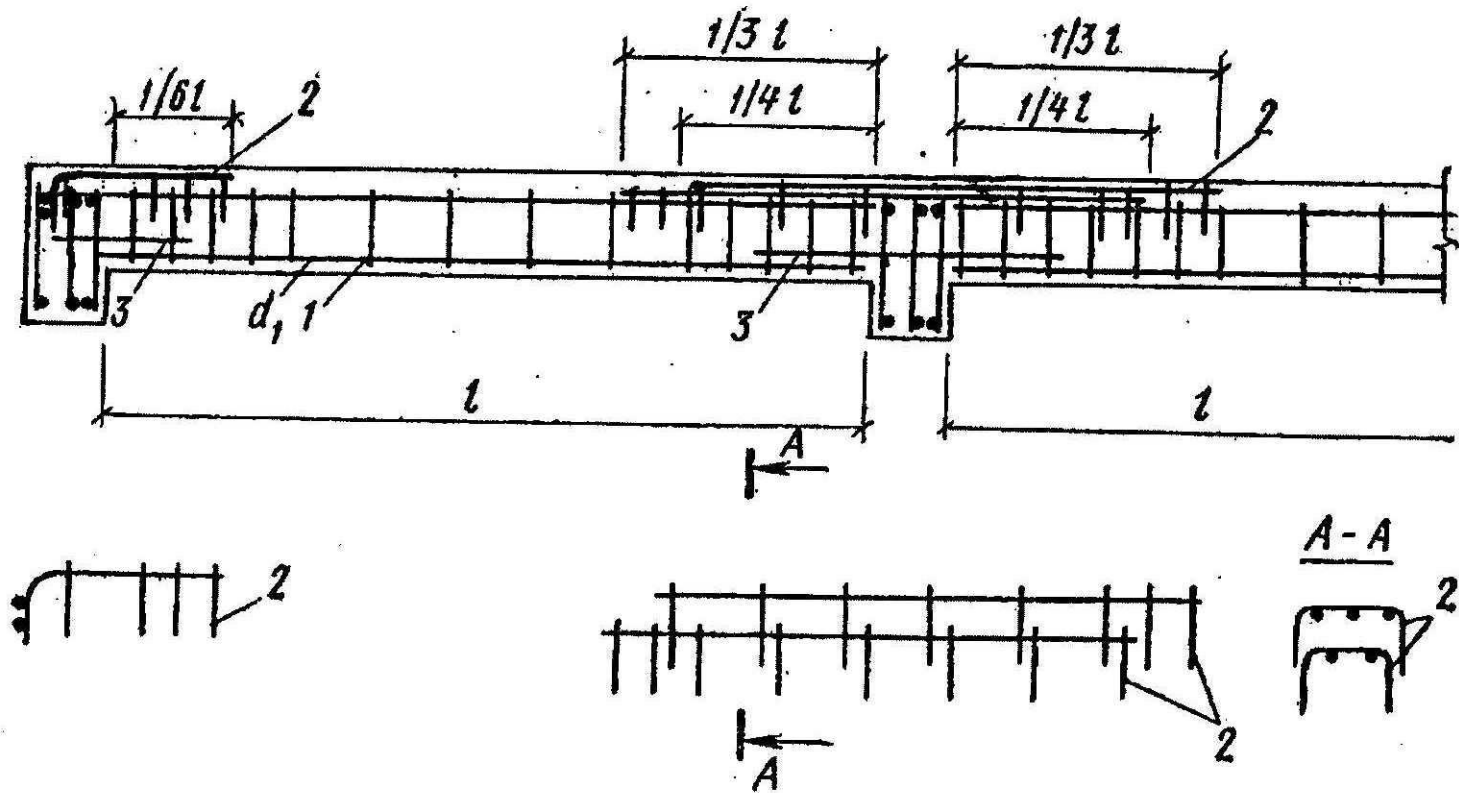
$$h_{\text{гл.б.}} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}\right) \boxtimes_{\text{гл.б.}}; \quad \boxtimes_{\text{гл.б.}} = 6 \div 8 \text{ м.}$$

$$h_{\text{вт.б.}} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{15}\right) \boxtimes_{\text{вт.б.}}; \quad \boxtimes_{\text{вт.б.}} = 5 \div 7 \text{ м.}$$



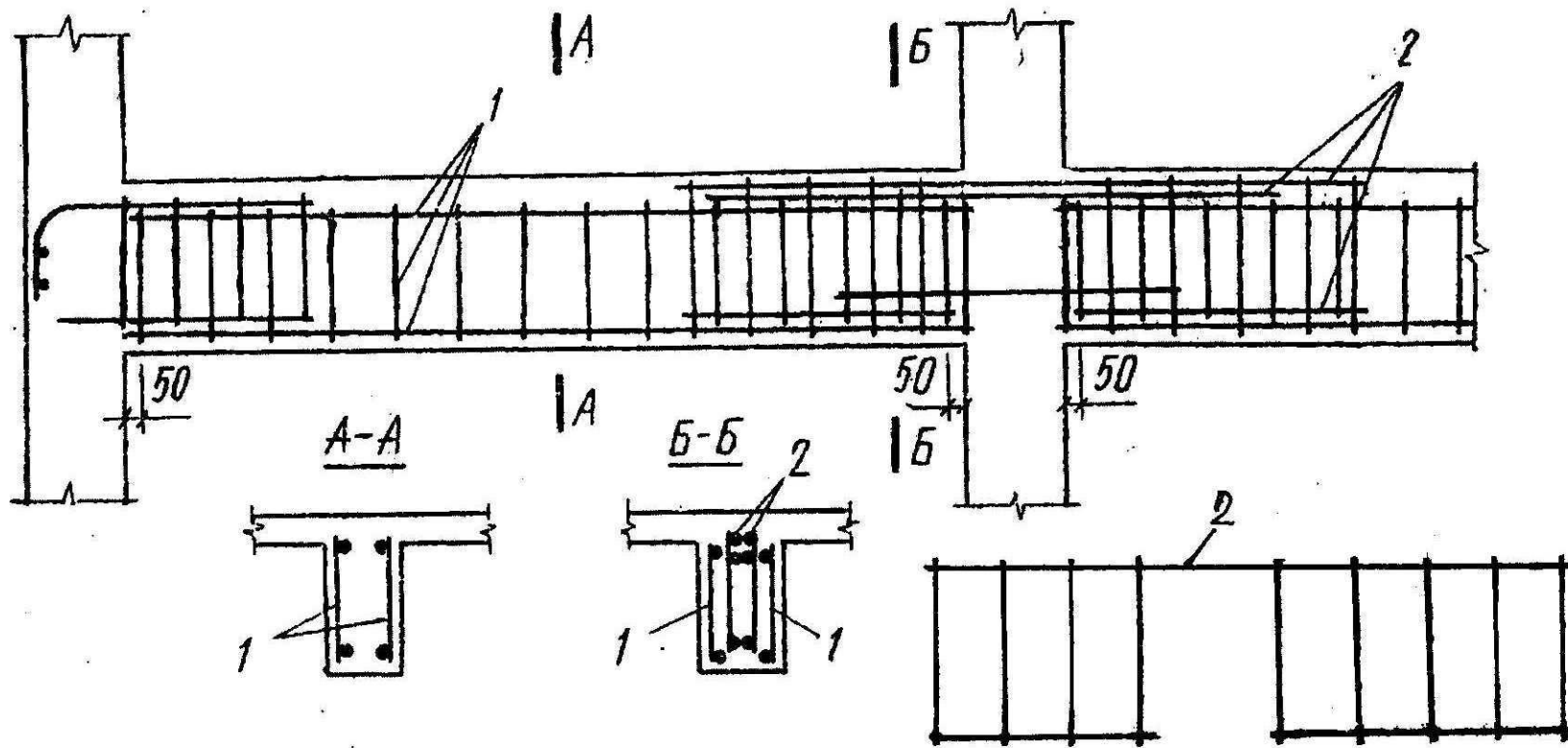
Армирование второстепенной балки сварными плоскими каркасами и сетками:

- 1 – конструктивная сетка над крайней главной балкой; 2 – надопорные сетки шириной l_0 (надопорная рабочая арматура второстепенных балок);
 3 – два стыковых стержня $d \geq 12d_1$ и не менее 10 мм; 4 – рабочие стержни надопорной сетки; 5 – дополнительные стержни у колонны; 6 – корытообразная сетка или шпильки у опор



Армирование второстепенной балки

- 1 – пролетная арматура; 2 – надопорная арматура – сетка;
 3 – стыковые стержни $d \geq d_1 / 2$ и не менее 10 мм



Армирование главной балки
 1 – пролетный каркас; 2 – опорный каркас

5. Перекрытия с плитами, опертными по контуру

$$\frac{l_{\text{дл}}}{l_{\text{кор}}} \leq 3,0(2,0).$$

Контурные плиты, в отличие от балочных, работают в 2-х направлениях. По экономическим показателям уступают балочным. Граничные условия для контурных плит: условное защемление в контурных ребрах, шарнирное опирание, свободный конец.

Монолитное ребристое перекрытие состоит из плиты и взаимнопересекающихся балок равного сечения.

Толщина плиты – 8÷14 см. Пролет балок – 4÷6 м.

Арматура определяется по изгибающим моментам:

$$M_{\text{пр}} = \alpha(P + g)l_{\text{дл}}l_{\text{кор}} \quad M_{\text{оп}} = \beta(P + g)l_{\text{дл}}l_{\text{кор}}$$

α, β – табличные значения, определяются в зависимости от отношения $\frac{l_{\text{дл}}}{l_{\text{кор}}}$ и граничных условий (9 вариантов).

Контурные балки рассчитываются как многопролетные неразрезные балки по методу предельного равновесия.

Конструктивные схемы ребристых перекрытий с плитами, опертыми по контуру

а – с внутренними колоннами; б – без внутренних колонн (кесонные); 1 ... 3 – соответственно, угловая, первая и средняя панели

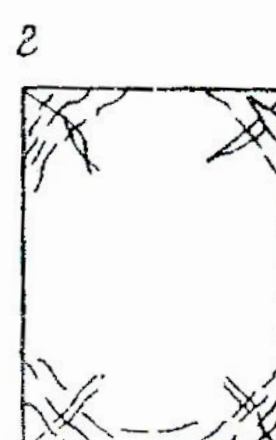
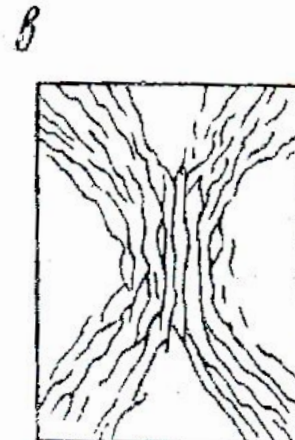
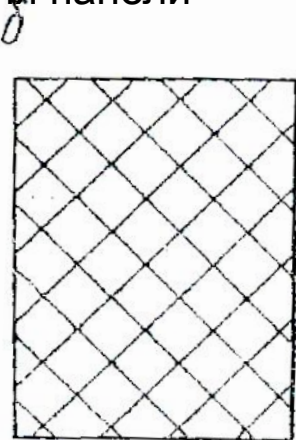
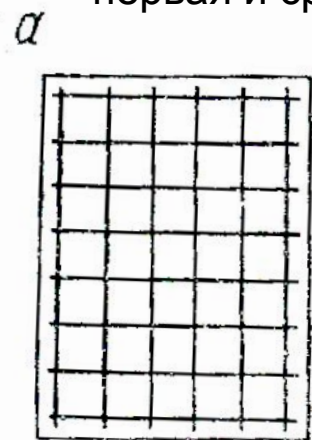
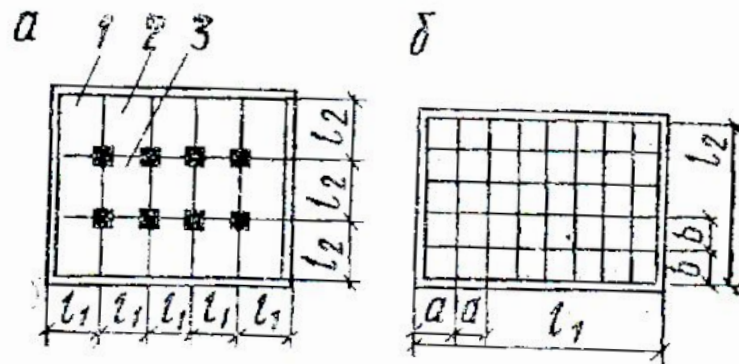


Схема армирования и характер разрушения при испытании плит, опертых по контуру

а – с прямоугольным расположением арматуры; б – то же диагональным;
в – трещины на нижней поверхности плиты; г – то же на верхней поверхности

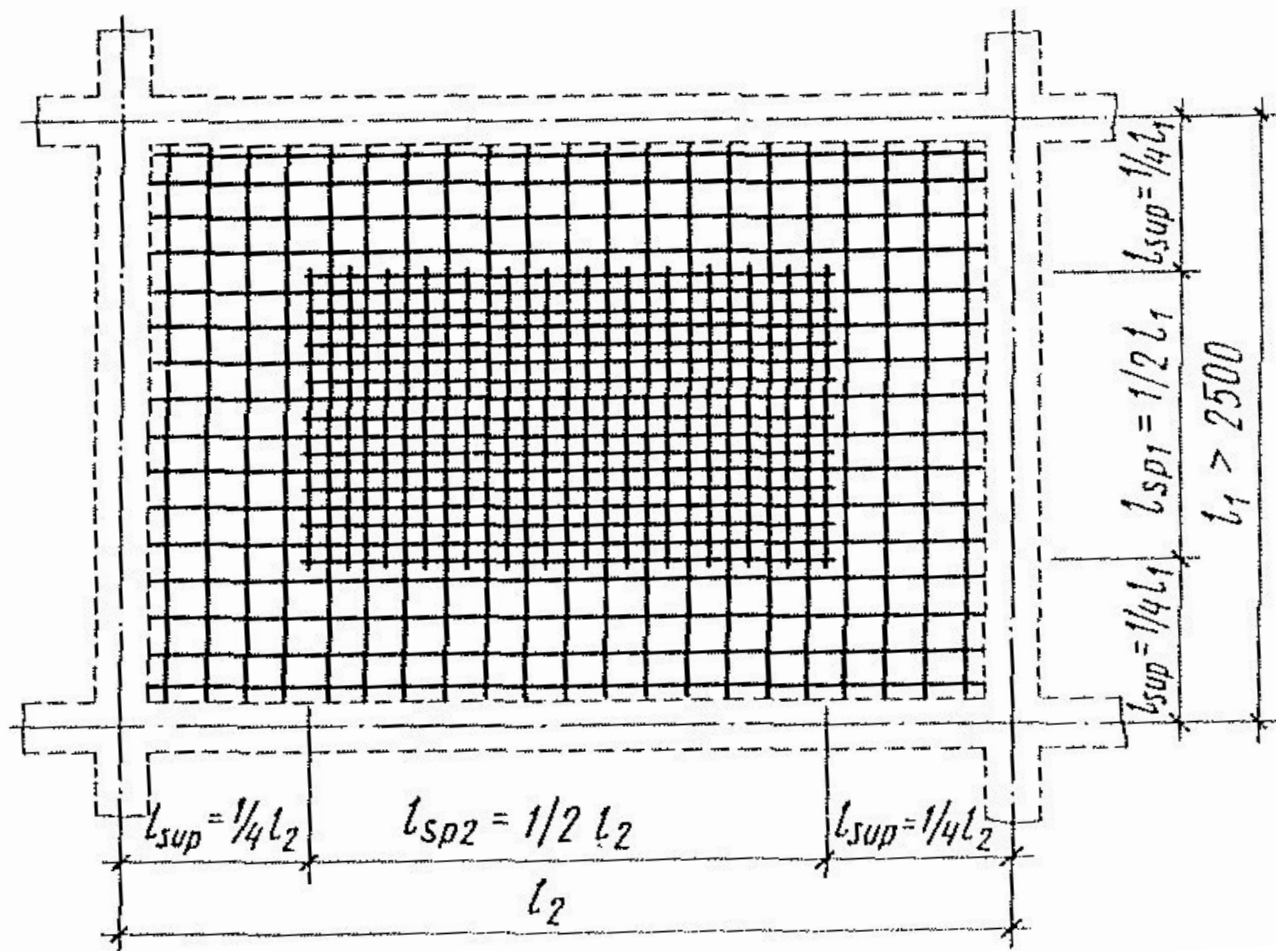


Рис. Нижнее армирование плит ребристого
 перекрытия,
 работающих в двух направлениях

Кессонные перекрытия

Являются разновидностью ребристых перекрытий с плитами, опертыми по контуру. Перекрытия без промежуточных колонн и с малыми размерами плит – часторебристые (шаг ребер менее 2-х метров). Рассчитывают и армируют аналогично плитам, опертым по контуру, но с учетом ребер («размазанной» жесткости ребер).

Шаг колонн до 18 м ($\square \leq 18 \text{ м}$)

$$a = 1 \div 1,5 \text{ м.}$$

$$h_{\text{пл}} = 5 \div 14 \text{ см.}$$

6. Безбалочные перекрытия

Конструктивными элементами перекрытия является плита, колонны, капители колонн.

Выгодно применять при больших нагрузках $\approx 10 \text{ кН/м}^2$.

При шаге колонн $\leq 6 \times 6 \text{ м}$.

Толщина плиты $h_{пл} = \frac{1}{30} \boxtimes$

Размер стороны капители $c = (0,2 \div 0,3) \boxtimes$

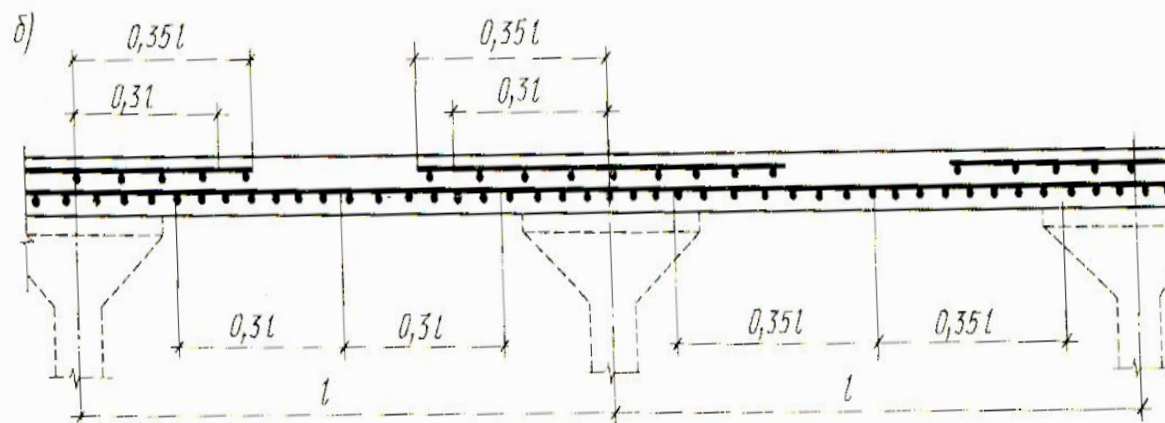
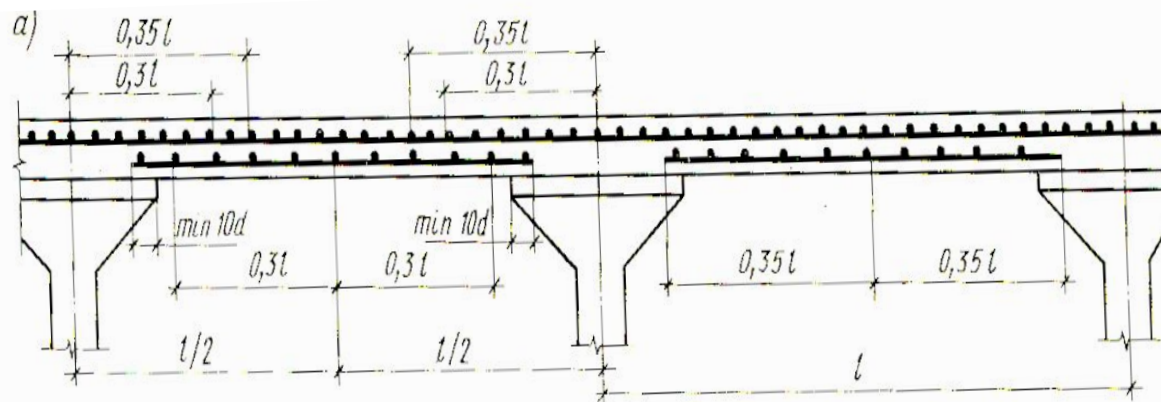
В безбалочном перекрытии отсутствуют ребра, поэтому лучше используется объем помещения, улучшаются сан-тех. условия эксплуатации помещений, облегчается монтаж вентиляционных каналов, электропроводки, уменьшается высота здания.

Капители создают жесткое крепление (сопряжение) плиты с колоннами, уменьшают расчетный пролет плит и усилия в сечениях, тем самым обеспечивают прочность плиты на продавливание. Безбалочные перекрытия рассчитывают методом предельного равновесия.

В плане перекрытия разбивают на полосы в каждом направлении: надколонные и пролетные шириной $l/2$.

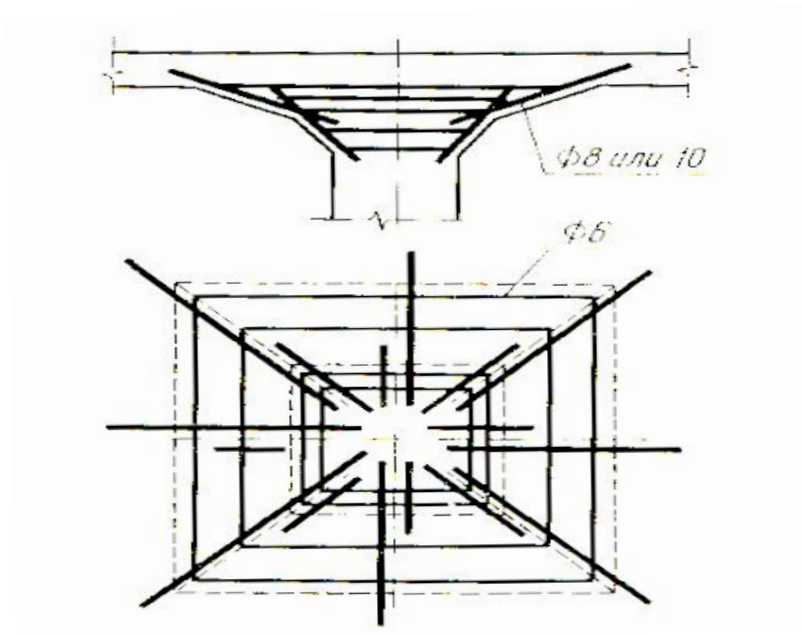
В расчетной схеме эти полосы рассматривают как неразрезные многопролетные балки. По изгибающим моментам в характерных сечениях определяют рабочую продольную арматуру в каждой полосе.

Высоту (толщину) плиты определяют расчетом на продавливание.

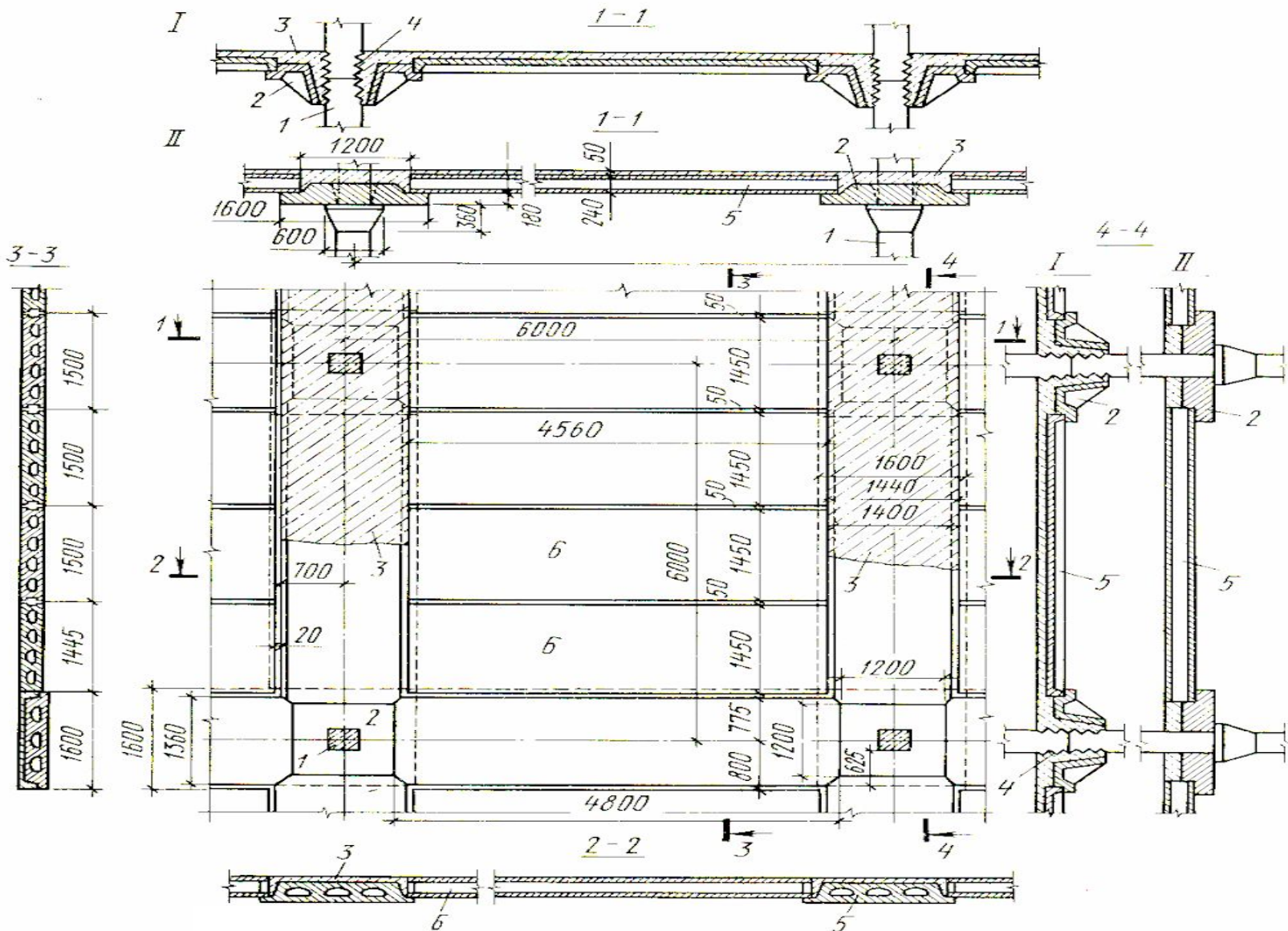


Армирование монолитного безбалочного перекрытия
сварными
плоскими сетками:

а – межколонная полоса; б – пролетная полоса

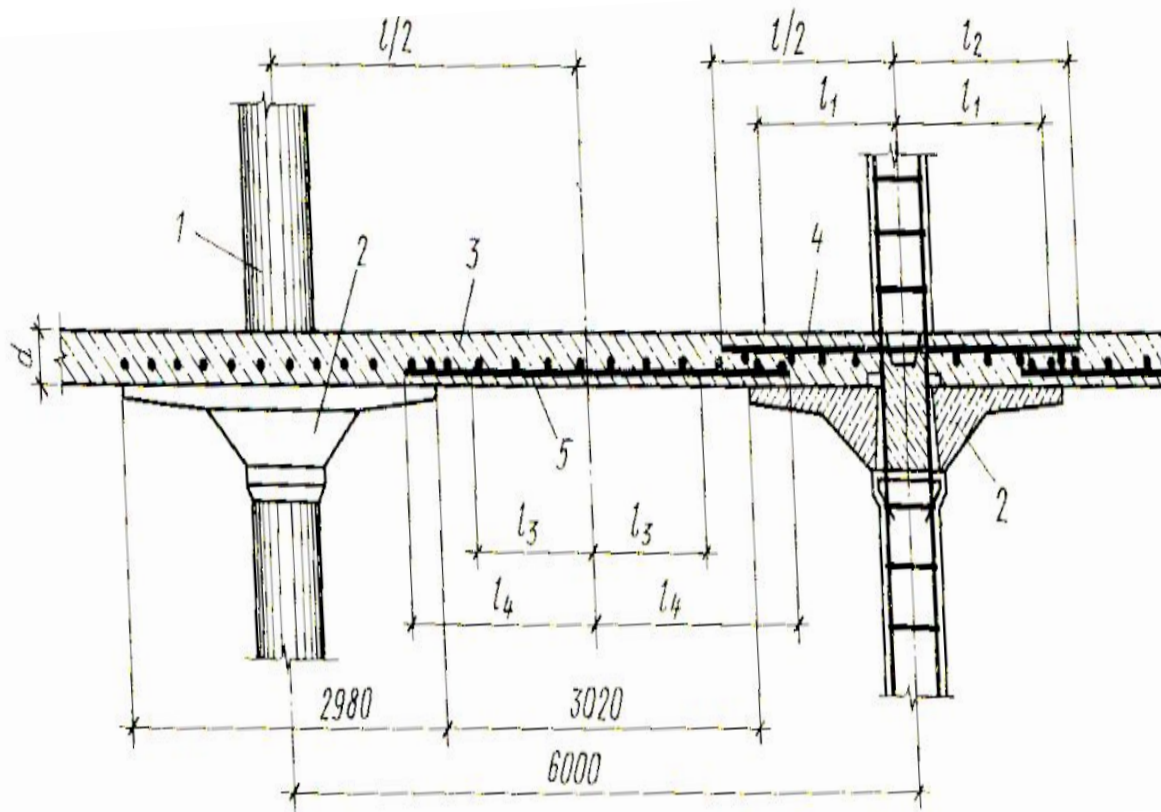


Вариант армирования монолитной
капители колонны



Сборно-монолитное безбалочное перекрытие:

I – из ребристых плит; II – из пустотелых плит; 1 – колонна; 2 - капитель;
 3 – бетон замоноличивания; 4 – бетонные шпонки на колоннах; 5 – межколонные
 плиты; 6 – пролетные плиты.



Безбалочное перекрытие с монолитной плитой:

1 – сборная колонна; 2 – сборная капитель; 3 – монолитная железобетонная плита; 4 – опорная арматура; 5 – пролетная арматура; толщина плиты d – по расчету.