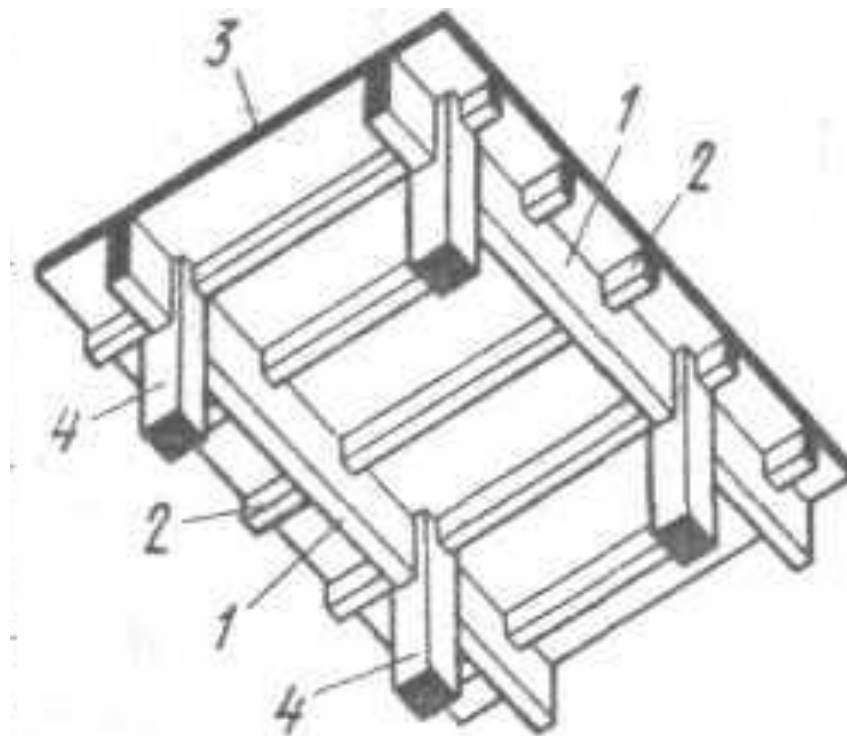




**МОНОЛИТНЫЕ
РЕБРИСТЫЕ
ПЕРЕКРЫТИЯ С
БАЛОЧНЫМИ ПЛИТАМИ**

МОНОЛИТНОЕ РЕБРИСТОЕ ПЕРЕКРЫТИЕ С БАЛОЧНЫМИ ПЛИТАМИ

- 1 – главная балка
- 2 – второстепенная балка
- 3 – плита перекрытия



КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

□ Пролеты:

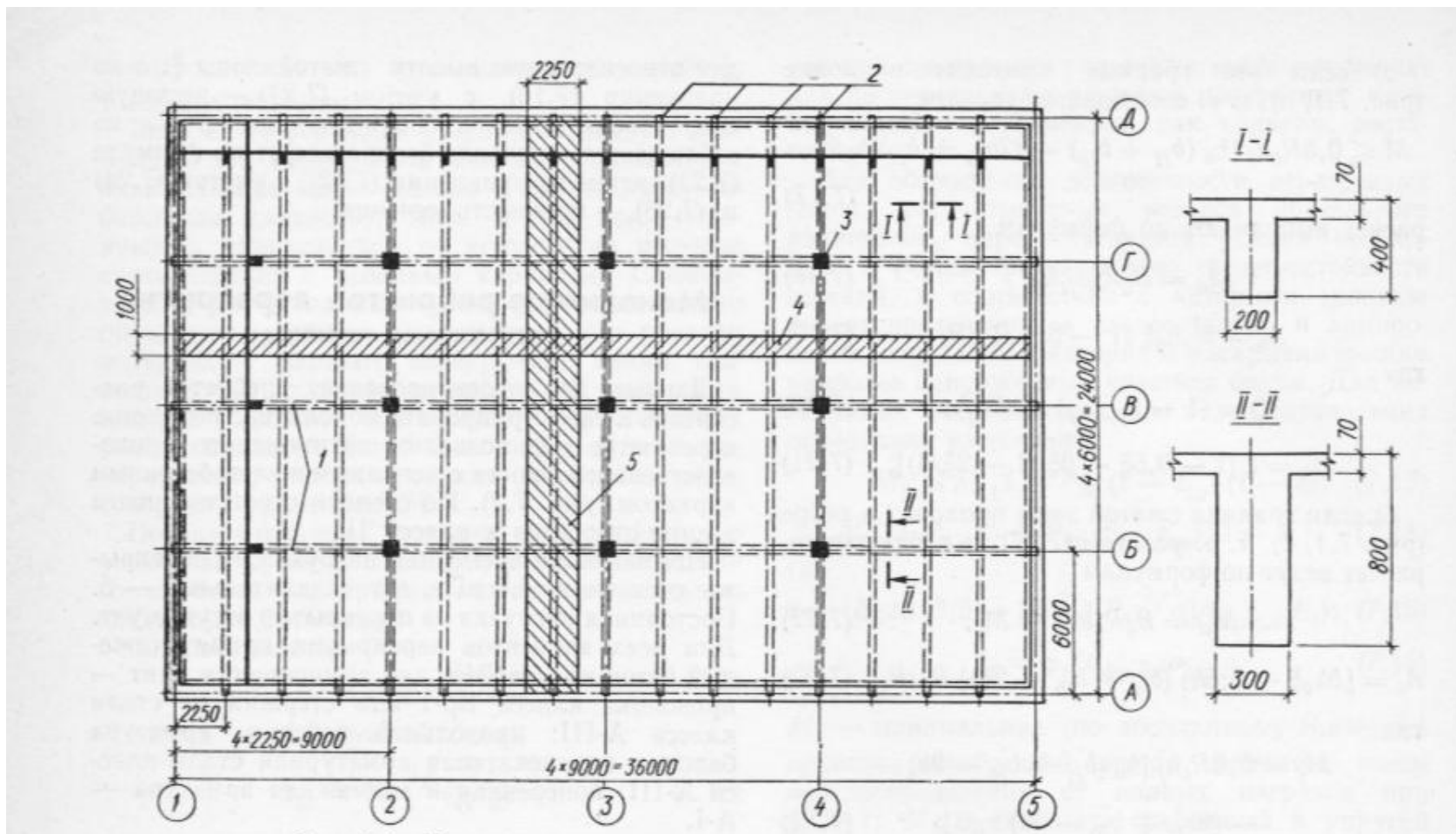
- Плит 1,4...3,0 м;
- Второстепенных балок 5...7 м;
- Главных балок 6...9 м.

□ Высота сечения (толщина):

- Плит $h \geq (1/45)l$,
 - промышленные здания $h \geq 60$ мм;
 - гражданские здания $h \geq 50$ мм;
- Второстепенных балок $(1/12 \dots 1/20) h$
- Главных балок $(1/8 \dots 1/15) h$

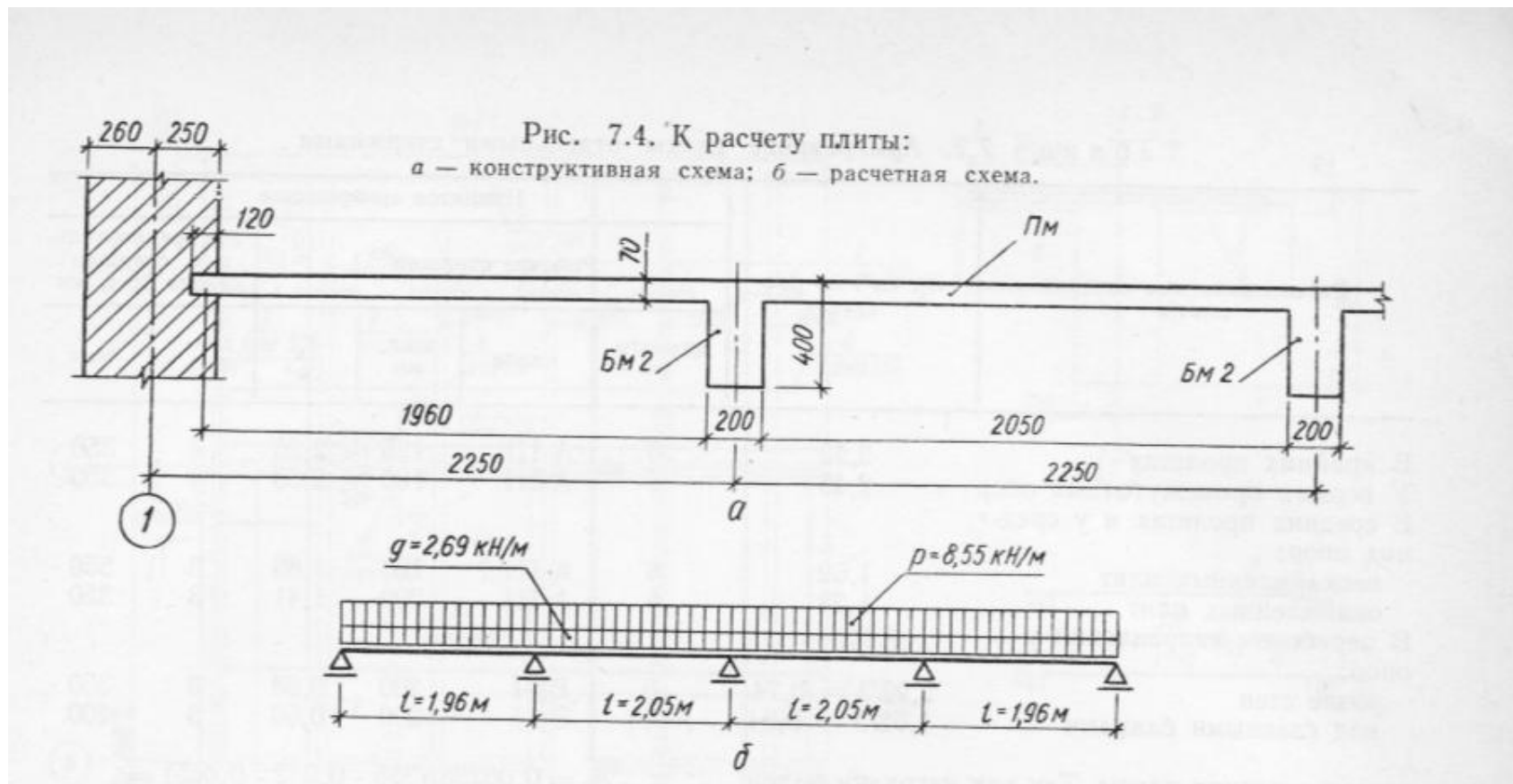


ПЛАН МОНОЛИТНОГО РЕБРИСТОГО ПЕРЕКРЫТИЯ С БАЛОЧНЫМИ ПЛИТАМИ



- 1- главная балка; 2 – второстепенная балка; 3 – колонна; 4 – расчетная полоса плиты; 5 – грузовая полоса второстепенной балки

КОНСТРУКТИВНАЯ И РАСЧЕТНАЯ СХЕМЫ ПЛИТЫ



- Расчетная схема плиты – многопролетная неразрезная балка. Для расчета рассматривается участок плиты шириной $b = 1\text{ м}$



ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ

- Крайний пролет, первая промежуточная опора
- $M_1 = ql^2 / 11$
- Средний пролет, средняя опора
- $M = ql^2 / 16$

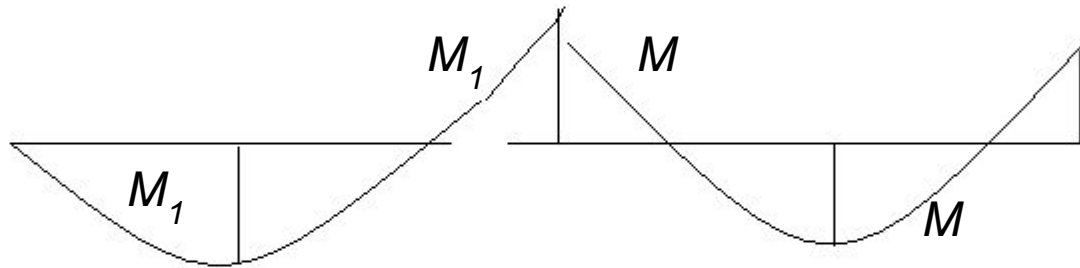
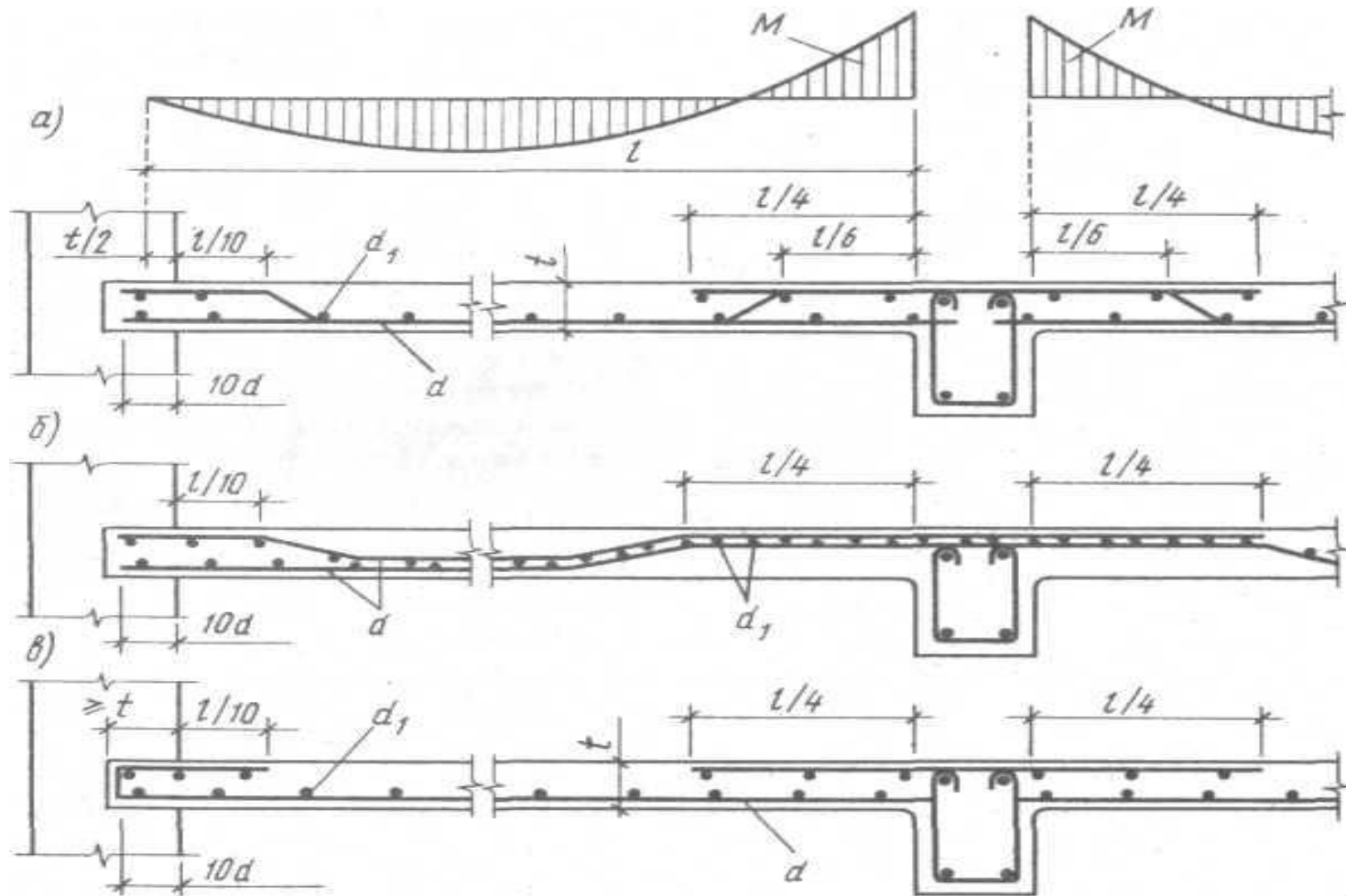


СХЕМА АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНОЙ БАЛОЧНОЙ ПЛИТЫ

ВЯЗАНЫМИ (А), РУЛОННЫМИ (Б) И ПЛОСКИМИ СВАРНЫМИ СЕТКАМИ (В)



СХЕМЫ АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЛИТ СВАРНЫМИ ПЛОСКИМИ СЕТКАМИ

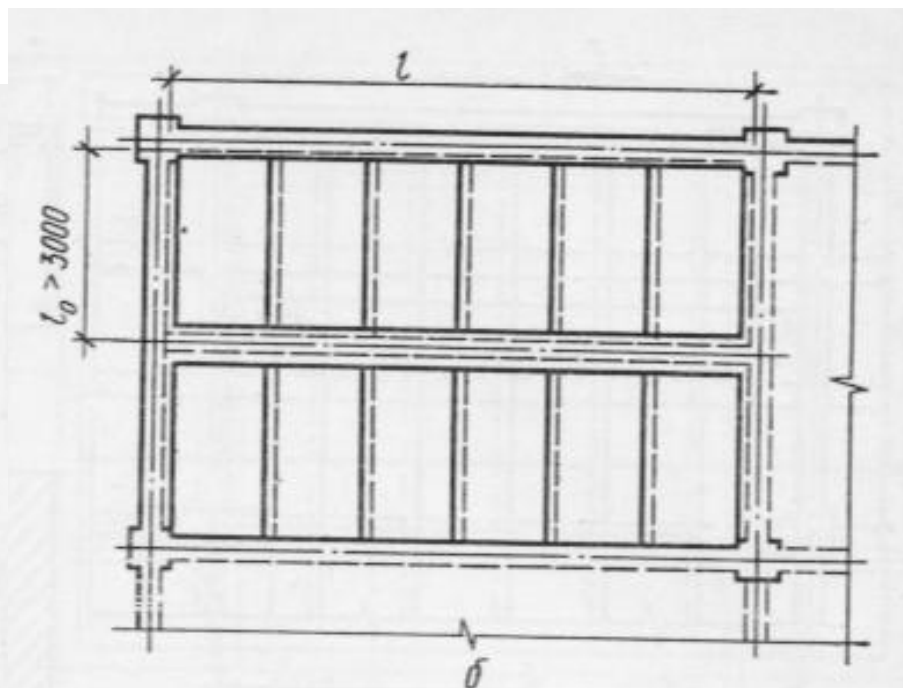
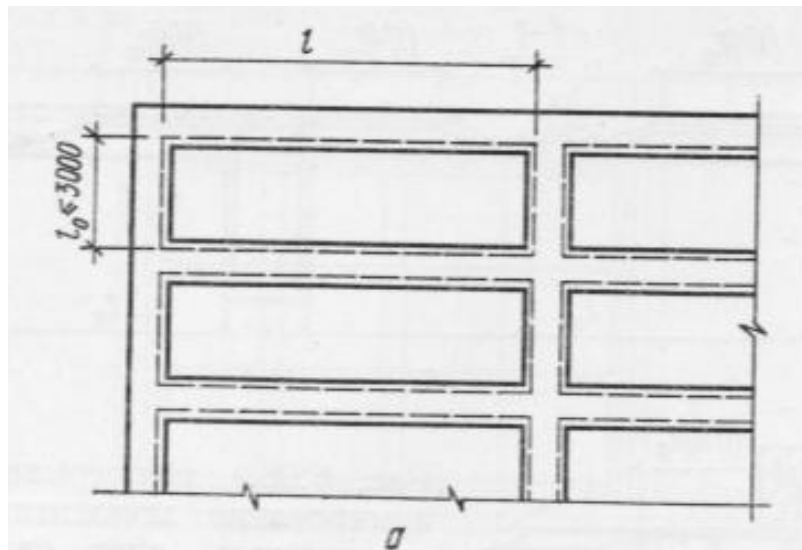


Рис. 6.94. Схема армирования монолитных балочных плит сварными сетками:
a — пролетная арматура в виде цельных сварных сеток с поперечными рабочими стержнями; *б* — то же, в виде узких сварных сеток с продольными рабочими стержнями; *в* — план надопорной арматуры.

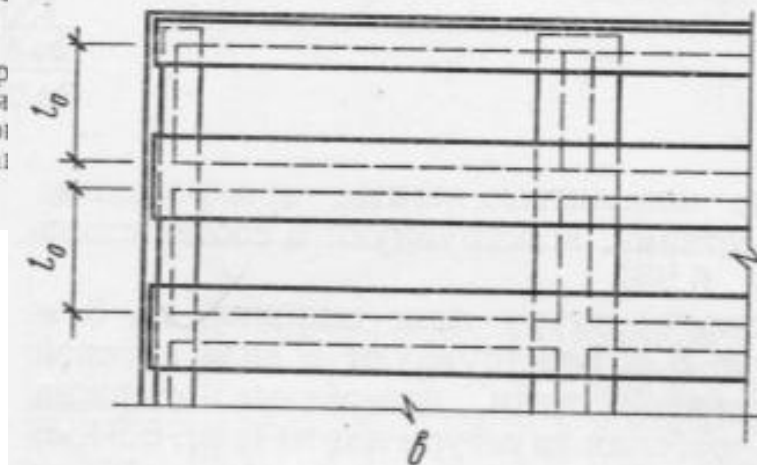
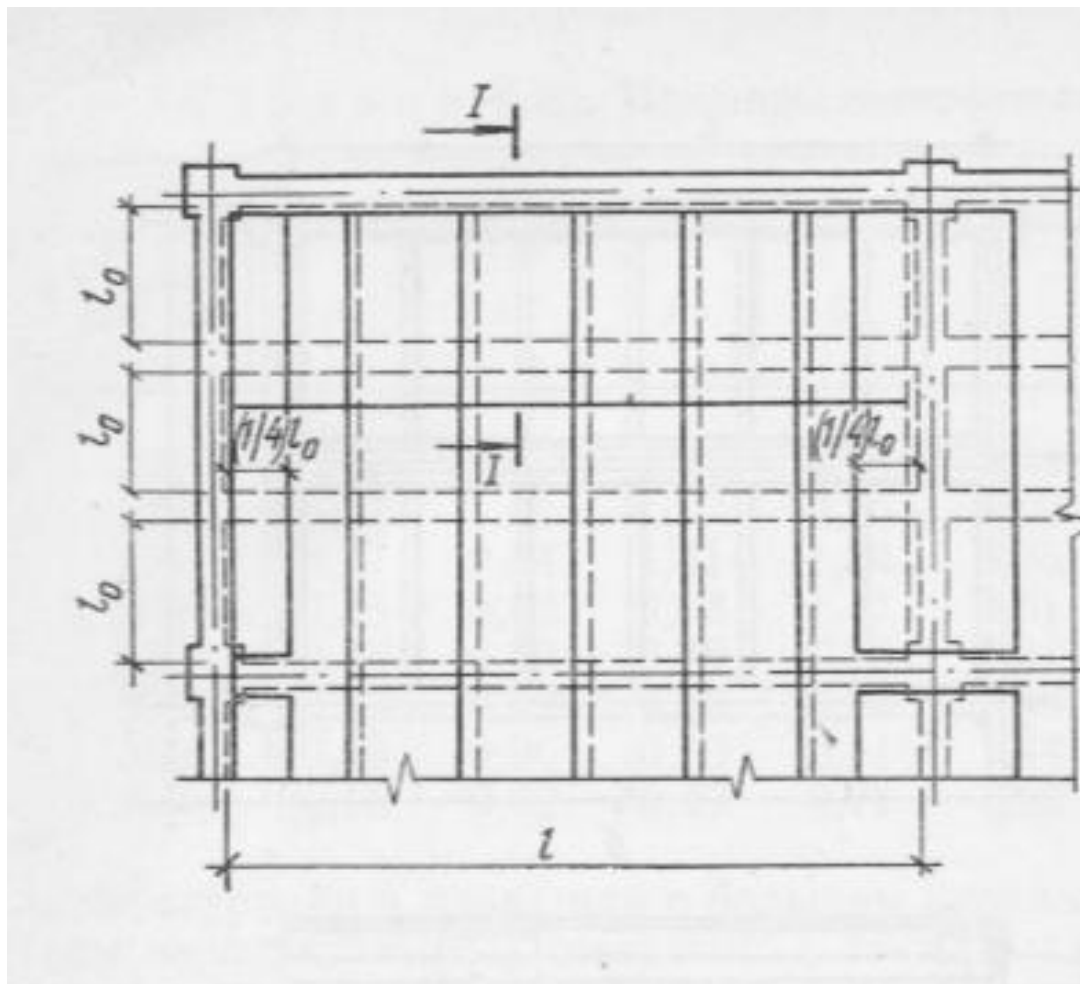
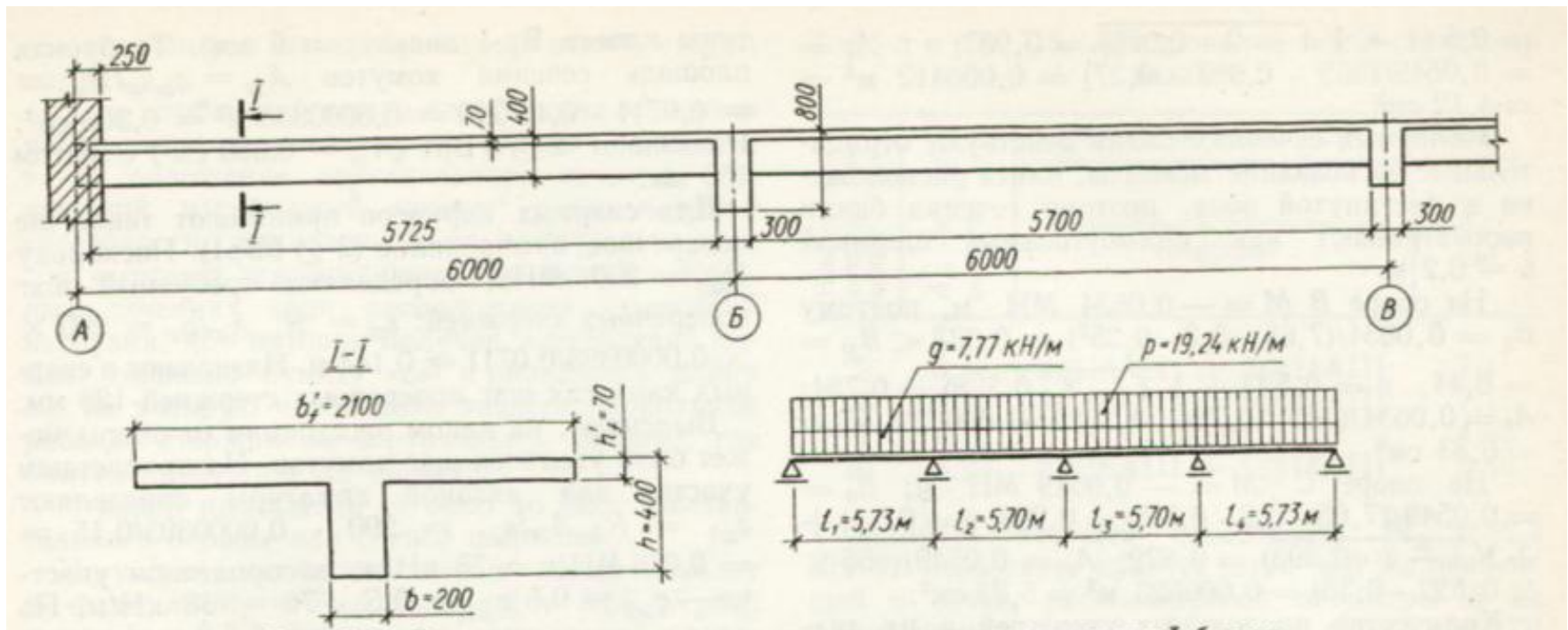


СХЕМА АРМИРОВАНИЯ МОНОЛИТНЫХ БАЛОЧНЫХ ПЛИТ СВАРНЫМИ РУЛОННЫМИ СЕТКАМИ



КОНСТРУКТИВНАЯ И РАСЧЕТНАЯ СХЕМА ВТОРОСТЕПЕННОЙ БАЛКИ



Расчетная ширина полки:

- при $h_f'/h \geq 0,1 \rightarrow b_f' = \min (l_f; b + (1/3)l_0)$;
- при $h_f'/h < 0,1 \rightarrow b_f' = \min (b + 12h_f'; b + (1/3)l_0)$.



УСИЛИЯ В ВТОРОСТЕПЕННОЙ БАЛКЕ

□ Изгибающие моменты

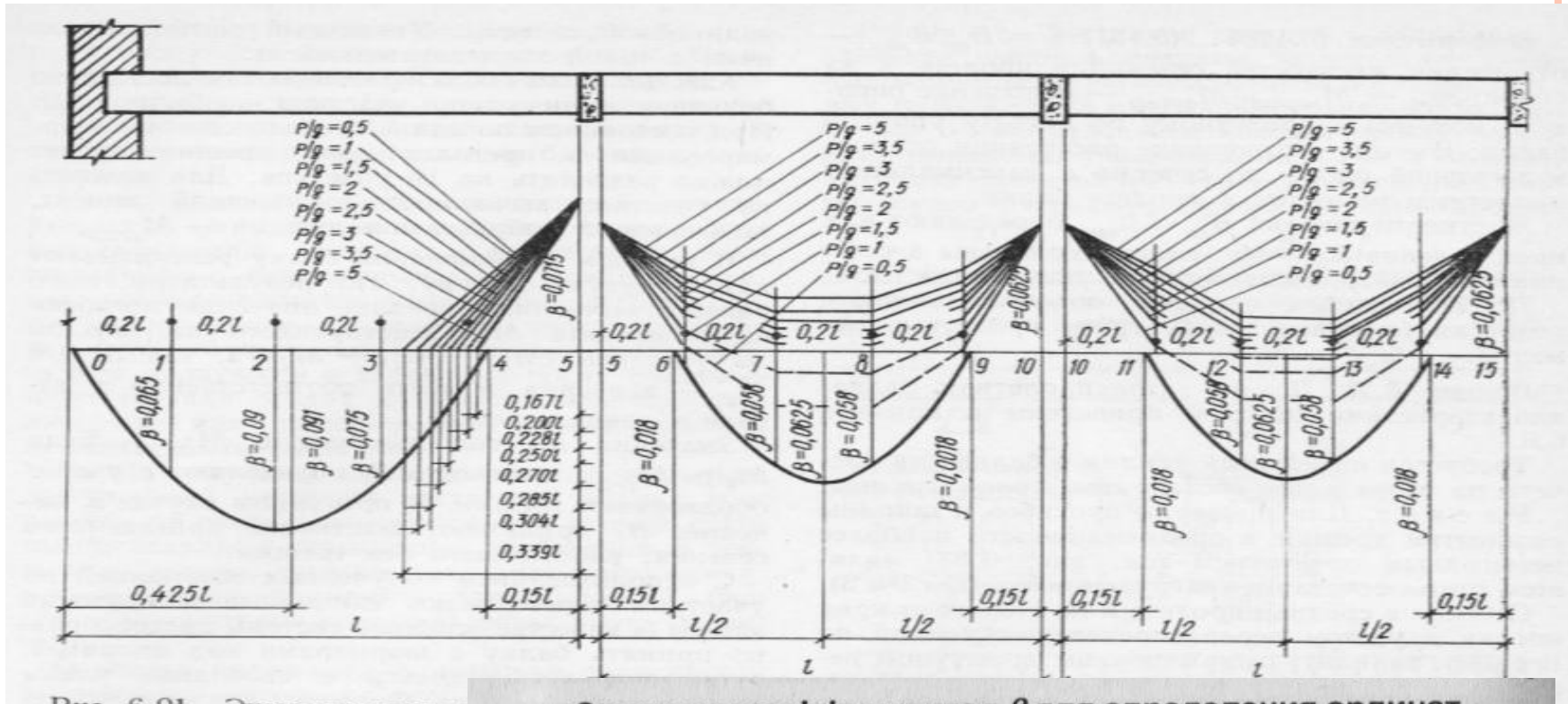
- Крайний пролет $M_1 = ql^2/11$
- Первая промежуточная опора $M_1 = ql^2/14$
- Средний пролет, средняя опора $M = ql^2/16$

□ Поперечные усилия

- Крайняя опора $Q_1 = 0,4ql$
- 1-я промежуточная опора, слева $Q_1 = 0,6ql$
- 1-я промежуточная опора, справа и средние опоры $Q = 0,5ql$



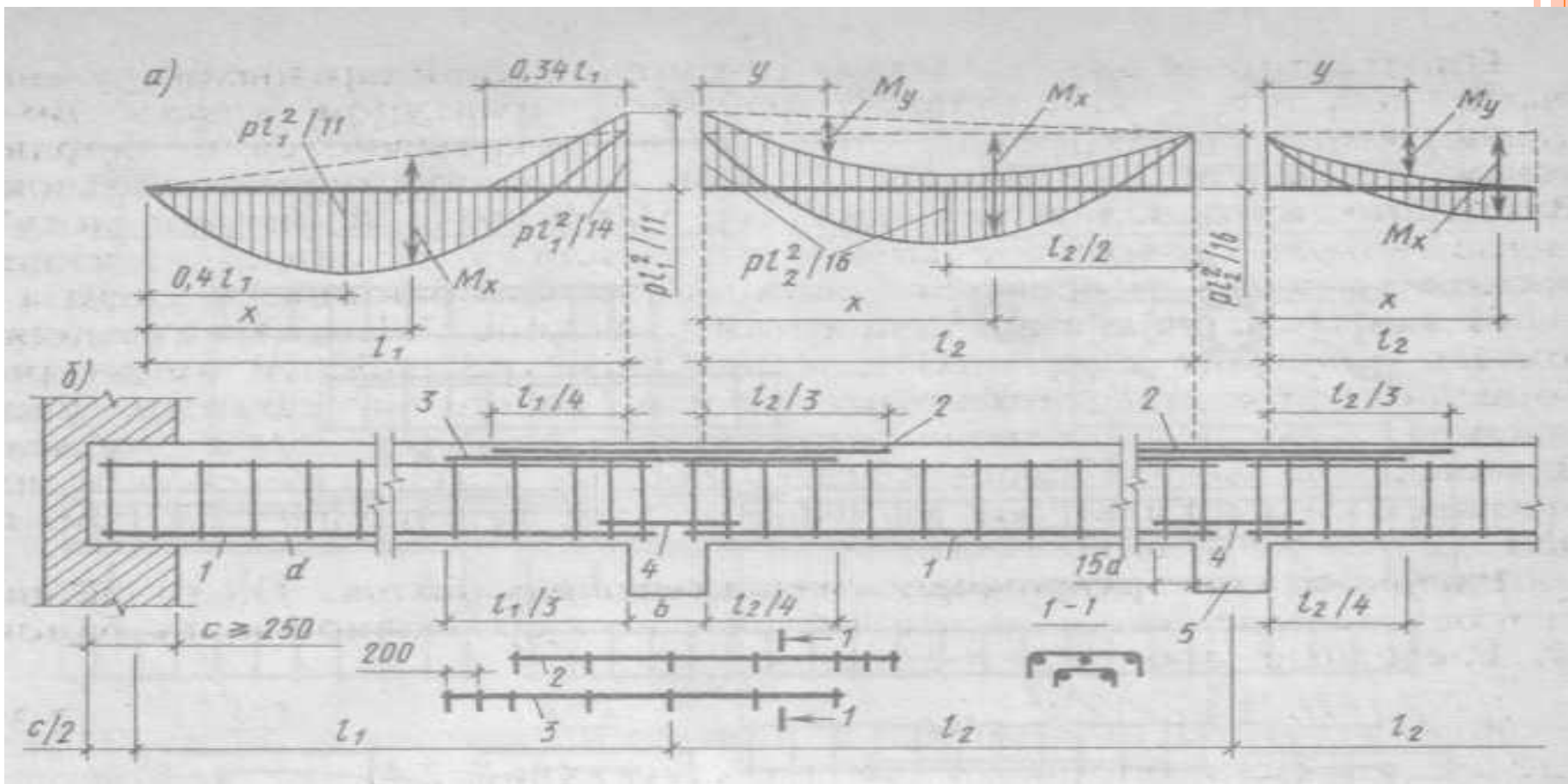
ЭПЮРЫ РАСЧЕТНЫХ МОМЕНТОВ ДЛЯ НЕРАЗРЕЗНЫХ ВТОРОСТЕПЕННЫХ БАЛОК



Значение коэффициентов β для определения ординат отрицательных моментов объемлющей эпюры

V/g	Номера точек								X ₀
	5	6	7	8	9	10	11	12	
0,5	-0,0715	-0,010	+0,022	+0,024	-0,004	-0,0625	-0,003	+0,028	0,167l
1	-0,0715	-0,020	+0,016	+0,009	-0,014	-0,0625	-0,013	+0,013	0,200l
1,5	-0,0715	-0,026	+0,003	0,000	-0,20	-0,0625	-0,019	-0,004	0,228l
2	-0,0715	-0,030	-0,009	-0,006	-0,024	-0,0625	-0,023	-0,003	0,250l
2,5	-0,0715	-0,033	-0,012	-0,009	-0,027	-0,0625	-0,025	-0,006	0,270l
3	-0,0715	-0,035	-0,016	-0,014	-0,029	-0,0625	-0,028	-0,010	0,285l
3,5	-0,0715	-0,037	-0,019	-0,017	-0,031	-0,0625	-0,029	-0,013	0,304l
4	-0,0715	-0,038	-0,021	-0,018	-0,032	-0,0625	-0,030	-0,015	0,314l
4,5	-0,0715	-0,039	-0,022	-0,020	-0,033	-0,0625	-0,032	-0,016	0,324l
5	-0,0715	-0,040	-0,024	-0,021	-0,034	-0,0625	-0,033	-0,018	0,339l

ОГИБАЮЩИЕ ЭПЮРЫ ИЗГИБАЮЩИХ МОМЕНТОВ (А) И АРМИРОВАНИЕ ВТОРОСТЕПЕННОЙ БАЛКИ (Б):



1 – пролетная арматура; 2, 3 – надпорная арматура; 4 – стыковой стержень диаметром $d_1 \geq d/2$ и не менее 10 мм; 5 – главная балка

РАЗМЕЩЕНИЕ АРМАТУРЫ В МОНОЛИТНЫХ БАЛКАХ

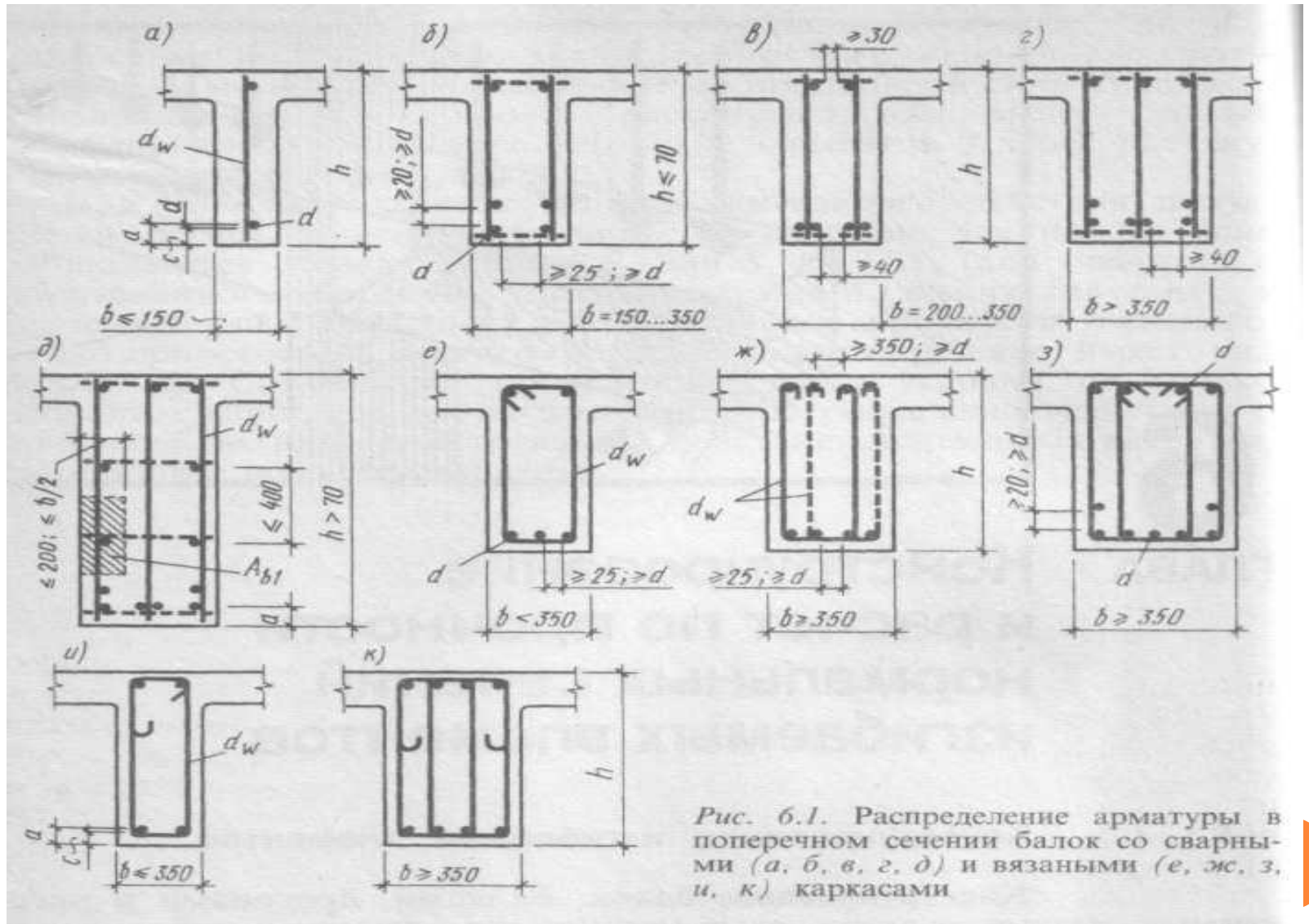
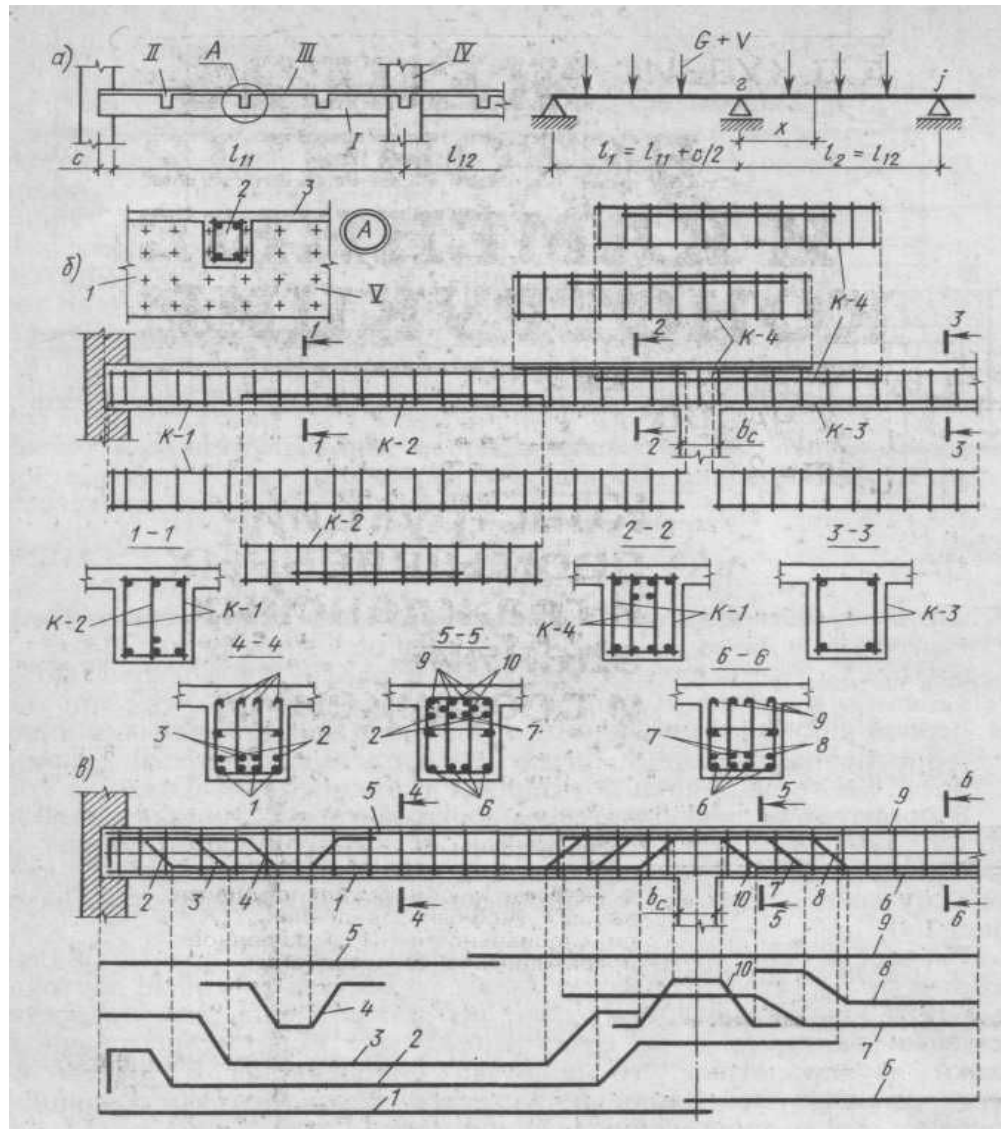


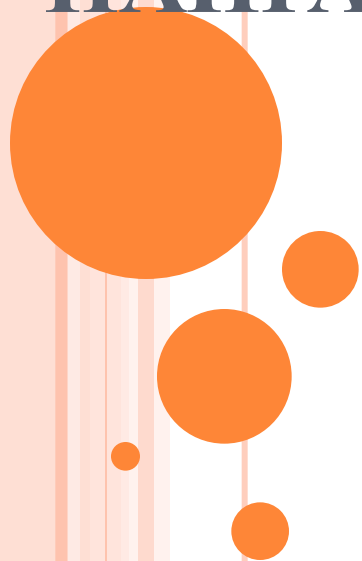
Рис. 6.1. Распределение арматуры в поперечном сечении балок со сварными (а, б, в, г, д) и вязаными (е, ж, з, и, к) каркасами

РАСЧЕТНАЯ СХЕМА ГЛАВНОЙ БАЛКИ (А), ЕЕ АРМИРОВАНИЕ СВАРНЫМИ (Б) И ВЯЗАНЫМИ (В) КАРКАСАМИ:

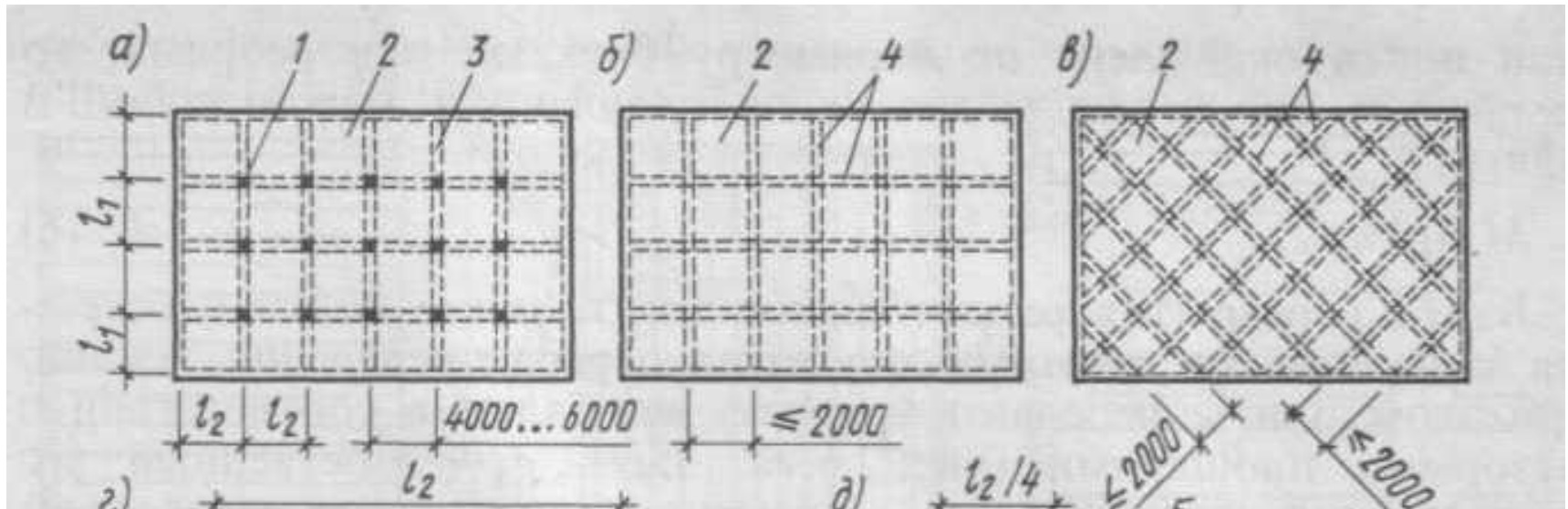
- *I* – главная балка;
- *II* – второстепенная балка;
- *III* – плита;
- *IV* – колонна;
- *V* – дополнительные сетки;
- 1...10 – арматурные стержни



**МОНОЛИТНЫЕ РЕБРИСТЫЕ
ПЕРЕКРЫТИЯ С ПЛИТАМИ,
РАБОТАЮЩИМИ В ДВУХ
НАПРАВЛЕНИЯХ**



КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ РЕБРИСТЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ С ПЛИТАМИ, ЗАЦЕМЛЕННЫМИ ПО КОНТУРУ

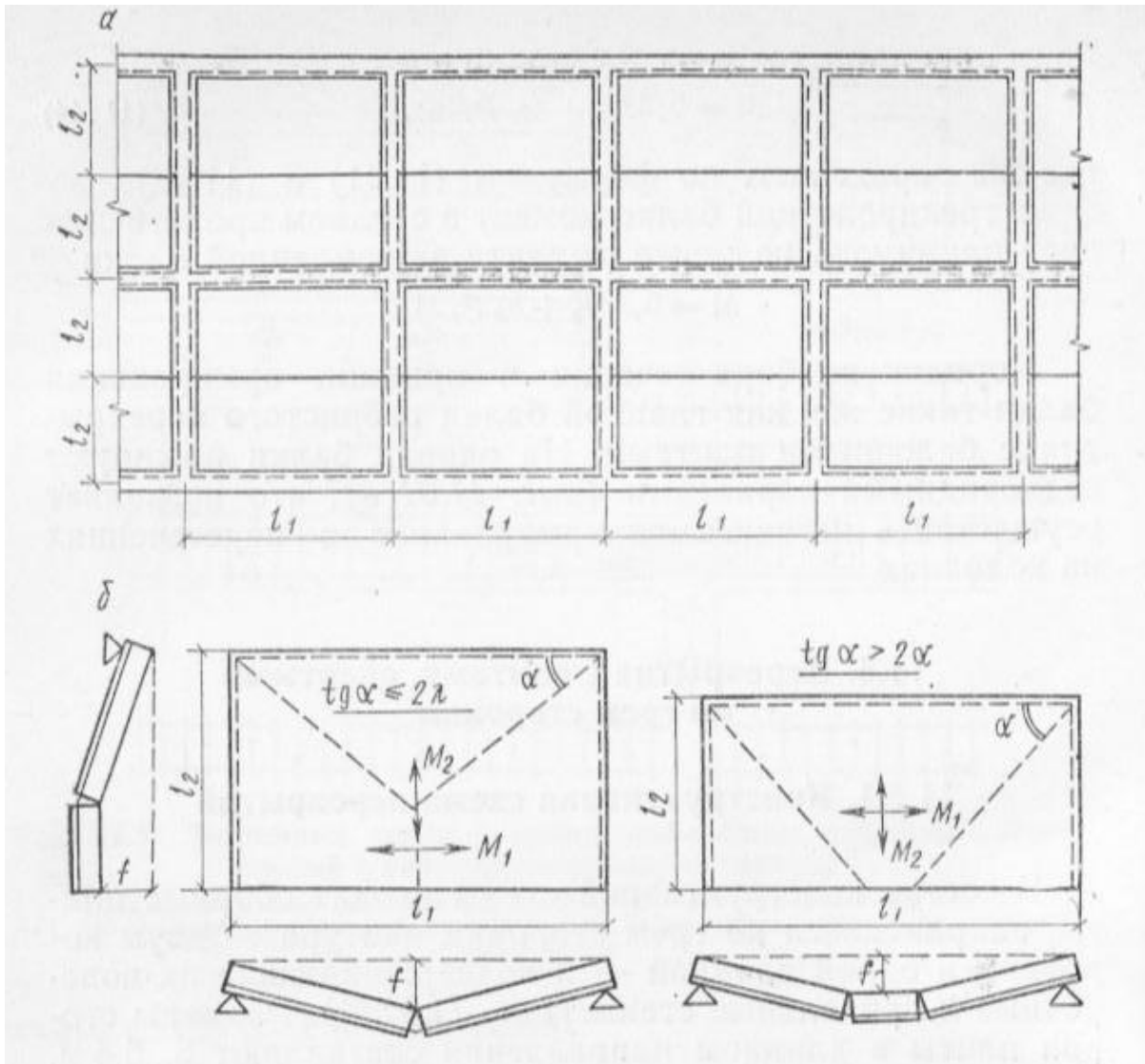


a – с балками, расположенными по осям колонн; *б, в* - кессонные
1 – колонна; *2* – плита; *3* – балка; *4* – ребра;



ПЕРЕКРЫТИЕ С ПЛИТАМИ, ОПЕРТЫМИ ПО ТРЕМ СТОРОНАМ

А – КОНСТРУКТИВНЫЙ ПЛАН; Б – СХЕМЫ ИЗЛОМА



КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

Соотношение сторон
рекомендуется

$$l_1 / l_2 = 1 \dots 2$$

$$l_1 / l_2 = 1 \dots 1,5$$

Пролет плит

$$l = 4 \dots 6 \text{ м}$$

Толщина плиты

$$h_f \geq \frac{1}{45} \cdot l_1 \quad \text{и}$$

$$h_f = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{45} \right) \cdot l_1$$

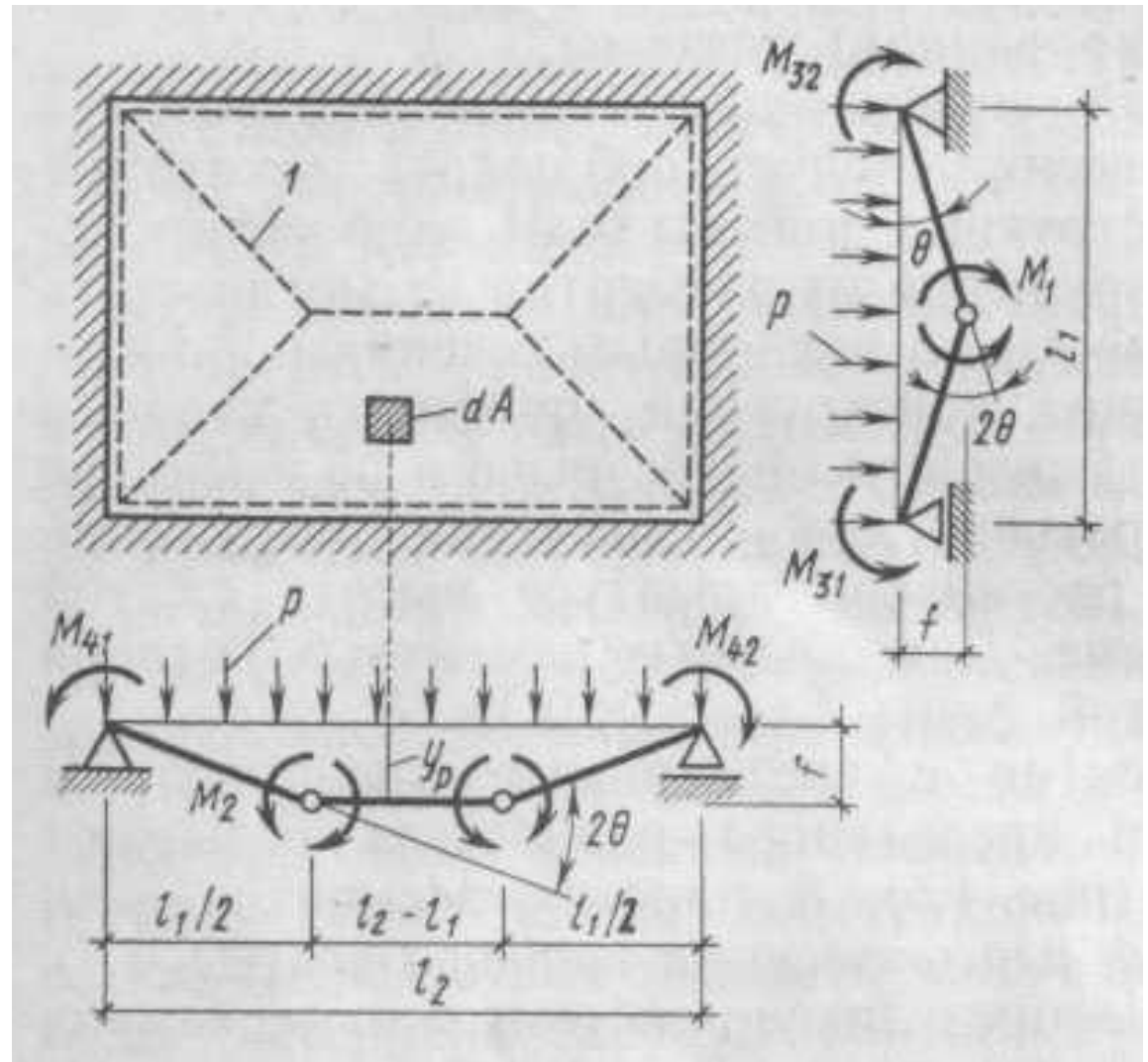
Высота сечения балок

$$h_f = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{20} \right) \cdot l_2$$



К РАСЧЕТУ ПЛИТЫ, РАБОТАЮЩЕЙ В ДВУХ НАПРАВЛЕНИЯХ, МЕТОДОМ ПРЕДЕЛЬНОГО РАВНОВЕСИЯ

- 1 — линия излома



РАСЧЕТ ПЛИТ, РАБОТАЮЩИХ В ДВУХ НАПРАВЛЕНИЯХ

Условие предельного равновесия:

$$W_q = W_M$$

W_q – работа внешних сил; W_M – работа внутренних сил.

Работа внешних сил

равна произведению равномерно распределенной нагрузки q на объем фигуры перемещения

$$W_q = q \int y dF$$

Интеграл $\int y dF$ – представляет объем фигуры перемещения (сумму объемов треугольной призмы и пирамиды):

$$\int y dF = \frac{1}{2} f \cdot l_1 (l_2 - l_1) + \frac{1}{3} f \cdot l_1^2 = \frac{f \cdot l_1 (3l_2 - l_1)}{6}$$

Тогда

$$W_q = [q \cdot f \cdot l_1 (3l_2 - l_1)] / 6$$

f – прогиб плиты;

l_1 – расчетный пролет плиты вдоль длинной стороны;

l_2 – то же, вдоль короткой стороны.



Работа внутренних сил

равна произведению внутренних моментов на соответствующие углы поворота и на ширину расчетного участка

$$W_M = \sum M_i \varphi_i = (2M_1 \varphi + M_I \varphi + M_I' \varphi) l_2 + \\ + (2M_2 \varphi + M_{II} \varphi + M_{II}' \varphi) l_1$$

Из равенства работ внешних и внутренних моментов

$$[q \cdot f \cdot l_1 (3l_2 - l_1)] / 6 = \\ = (2M_1 \varphi + M_I \varphi + M_I' \varphi) l_2 + (2M_2 \varphi + M_{II} \varphi + M_{II}' \varphi) l_1$$

φ - угол поворота плиты

$$\varphi = \text{tg } \varphi = f / (l_1 / 2) \quad \text{или} \quad f = 0,5 \varphi l_1,$$

подставляем

$$[q \cdot 0,5 \cdot \varphi \cdot l_1 \cdot l_1 (3l_2 - l_1)] / 6 = \\ = \varphi [(2M_1 + M_I + M_I') l_2 + (2M_2 + M_{II} + M_{II}') l_1]$$

окончательно

$$q \cdot l_1^2 (3l_2 - l_1) / 12 = \\ = (2M_1 + M_I + M_I') l_2 + (2M_2 + M_{II} + M_{II}') l_1$$

Задаются: $\frac{M_2}{M_1} = k_1$;

$$\frac{M_I}{M_1} = \frac{M_I'}{M_1} = k_2; \quad \frac{M_{II}}{M_2} = \frac{M_{II}'}{M_2} = k_3;$$

соответственно

$$M_2 = k_1 \cdot M_1;$$

$$M_I = k_2 \cdot M_1;$$

$$M_{II} = k_3 \cdot M_2 = k_1 \cdot k_3 \cdot M_1 .$$

при подстановке

$$q \cdot l_1^2 (3l_2 - l_1) / 24 = [(1 + k_2)l_2 + (k_1 + k_1 k_3)l_1] M_1$$

└ для шарнирно опертой плиты

$$q \cdot l_1^2 (3l_2 - l_1) / 24 = (l_2 + k_1 l_1) M_1$$

- для квадратной плиты, при $k_2 = k_3 = 1,5$

$$M = ql_1^2 / 30$$

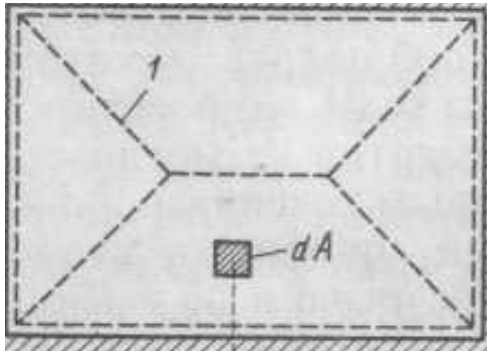
СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ИЗГИБАЮЩИМИ МОМЕНТАМИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СООТНОШЕНИЯ СТОРОН ПЛИТЫ

L1/l2	M2/M1	M _I /M1 M _I '/M1	M _{II} /M2 M _{II} '/M2
1	1-0,9		
1,2	0,8-0,6		
1,4	0,7-0,5	1,0-2,0	1,0-2,0
1,6	0,5-0,3		
1,8	0,4-0,2		
2,0-3,0	0,2-0,15		



К РАСЧЕТУ БАЛОК

Распределение
грузовой площади



Расчетная полная нагрузка, действующая на балку:

- по треугольной схеме $R_1 = q \cdot l_1^2 / 2$

- по трапециевидной схеме $R_2 = q \cdot l_1(2l_2 - l_1) / 2$

(q – нагрузка на 1 кв.м перекрытия)

Изгибающий момент в свободно опертой балке

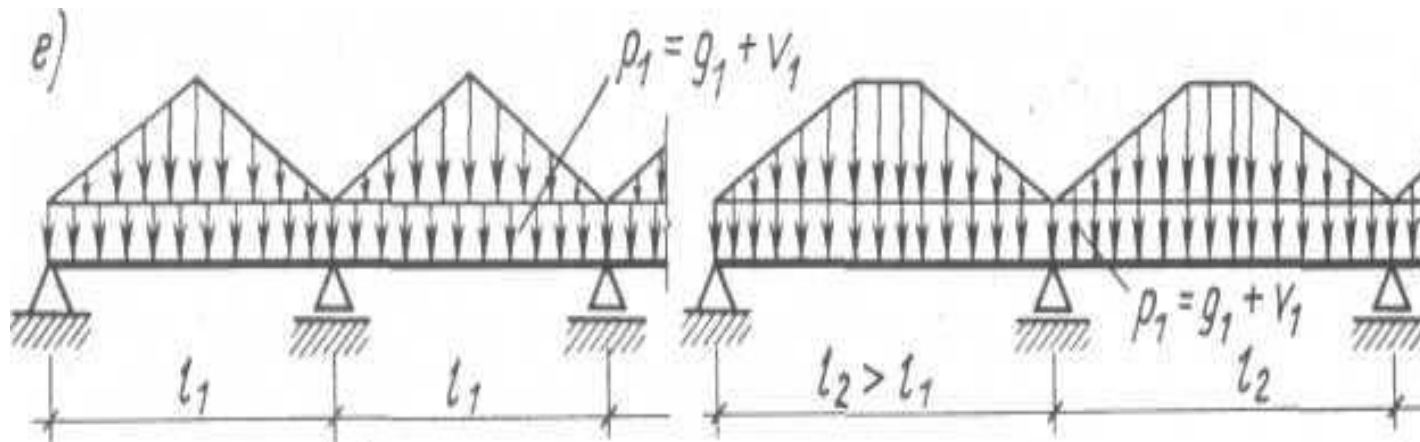
△ от треугольной нагрузки:

$$M_{o1} = (q \cdot l_1^3) / 12$$

△ от трапециевидной нагрузки:

$$M_{o2} = (q \cdot l_1 \cdot (3 \cdot l_2^2 - l_1^2)) / 24$$

Схемы нагружения



ИЗГИБАЮЩИЕ МОМЕНТЫ В НЕРАЗРЕЗНОЙ БАЛКЕ

Изгибающий момент *в неразрезной балке* от треугольной нагрузки (вдоль короткой стороны):

- в первом пролете и на первой промежуточной опоре:

$$M'_1 = 0,7 \cdot M_{o1} + (q_6 \cdot l^2_1) / 11;$$

- в среднем пролете и на средних опорах:

$$M_1 = 0,5 \cdot M_{o1} + (q_6 \cdot l^2_1) / 16.$$

(q_6 – равномерно распределенная нагрузка в пределах ширины второстепенной балки)

Изгибающий момент *в неразрезной балке* от трапециевидной нагрузки (вдоль длинной стороны):

- в 1-м пролете и 1-ой промежуточной опоре:

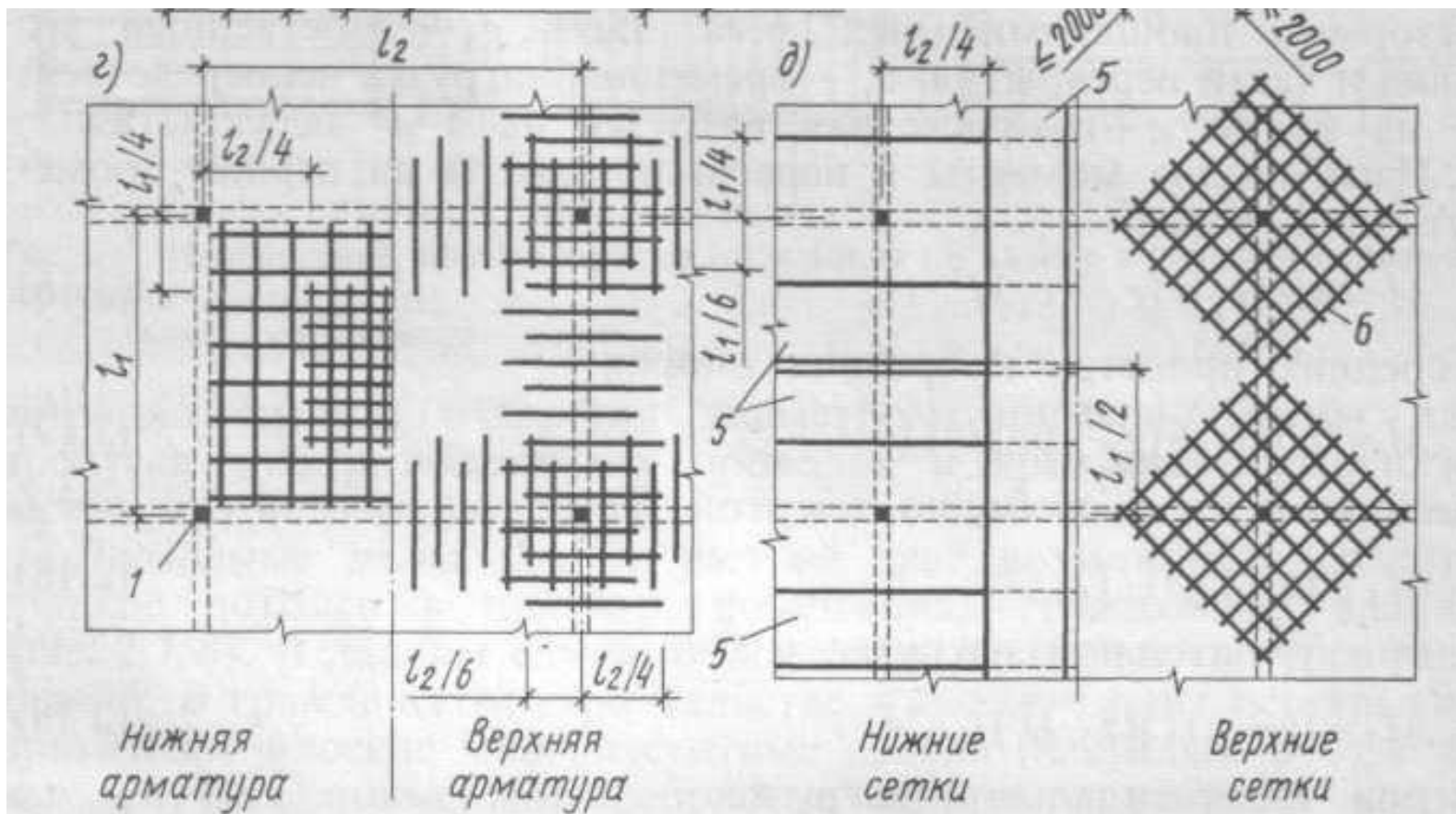
$$M'_2 = 0,7 \cdot M_{o2} + (q_6 \cdot l^2_2) / 11;$$

- в среднем пролете и на средних опорах:

$$M_2 = 0,5 \cdot M_{o2} + (q_6 \cdot l^2_2) / 16.$$



АРМИРОВАНИЕ ПЛИТ, РАБОТАЮЩИХ В ДВУХ НАПРАВЛЕНИЯХ, ПЛОСКИМИ (Г) И РУЛОННЫМИ (Д) СЕТКАМИ,



5 – пролетная рулонная сетка; 6 – надпорная сетка углов плиты

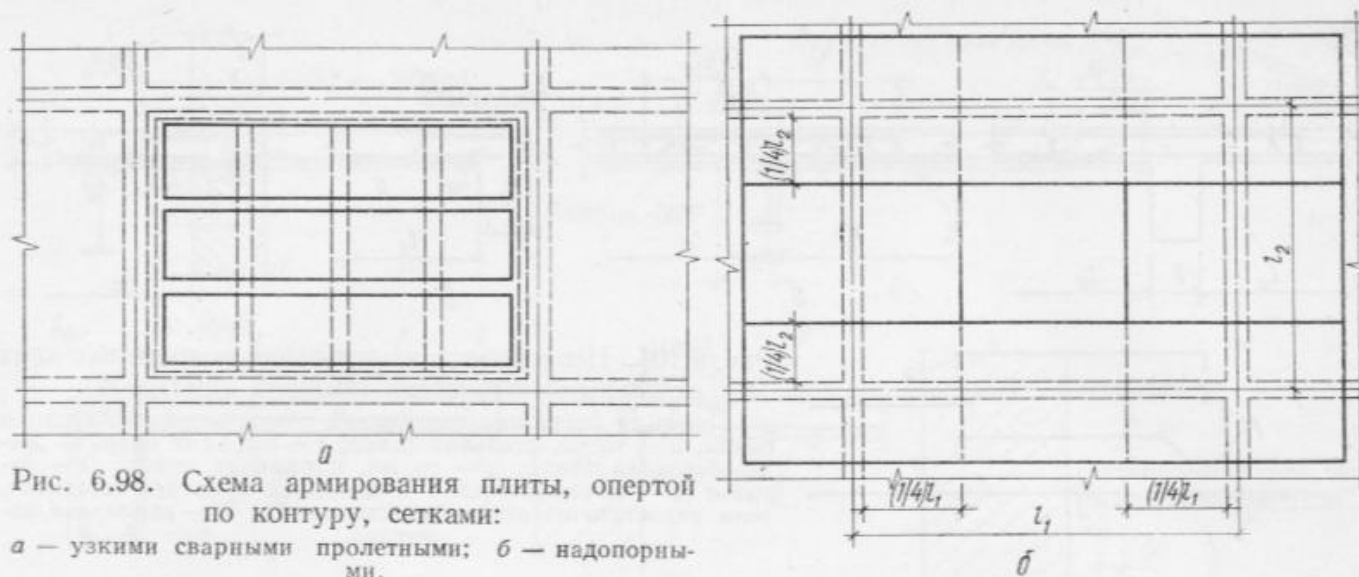


Рис. 6.98. Схема армирования плиты, опёртой по контуру, сетками:
a — узкими сварными пролетными; *b* — надпорными.

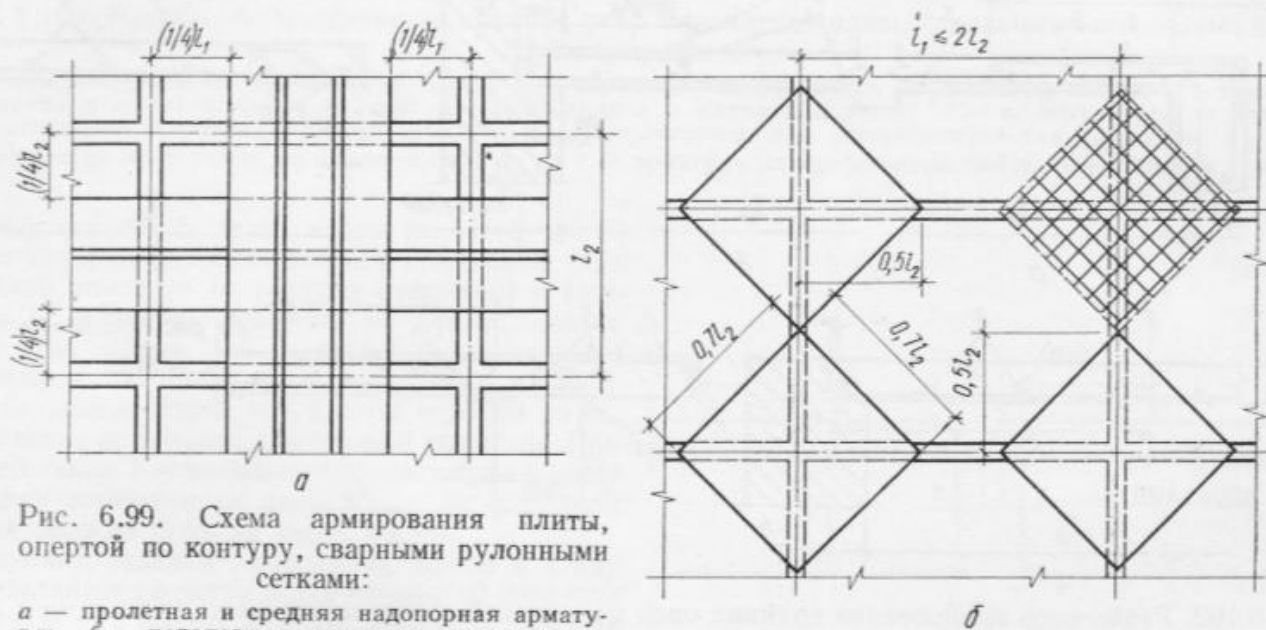


Рис. 6.99. Схема армирования плиты, опёртой по контуру, сварными рулонными сетками:
a — пролетная и средняя надпорная арматура; *b* — надпорная арматура углов плиты.

БАЛКИ, АРМИРОВАННЫЕ ПРОКАТНЫМИ ПРОФИЛЯМИ (А) И ЛИСТОВОЙ СТАЛЬЮ (Б)

- 1 – гладкая жесткая арматура
- 2 – жесткая арматура с рифленой поверхностью
- 3 - гибкая рабочая арматура

