

# КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ

- Плиты покрытия
  - традиционные
  - большепролетные
- Стропильные конструкции
  - балки
  - Фермы
  - арки
- Подстропильные конструкции
  - балки
  - фермы

# Плиты покрытия

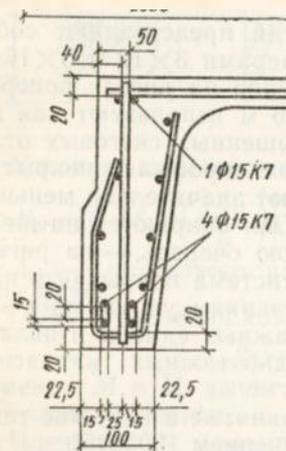
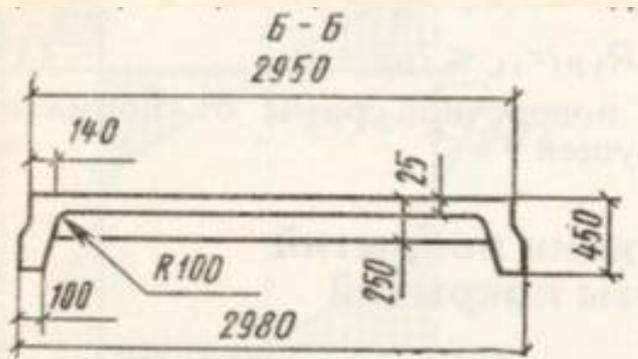
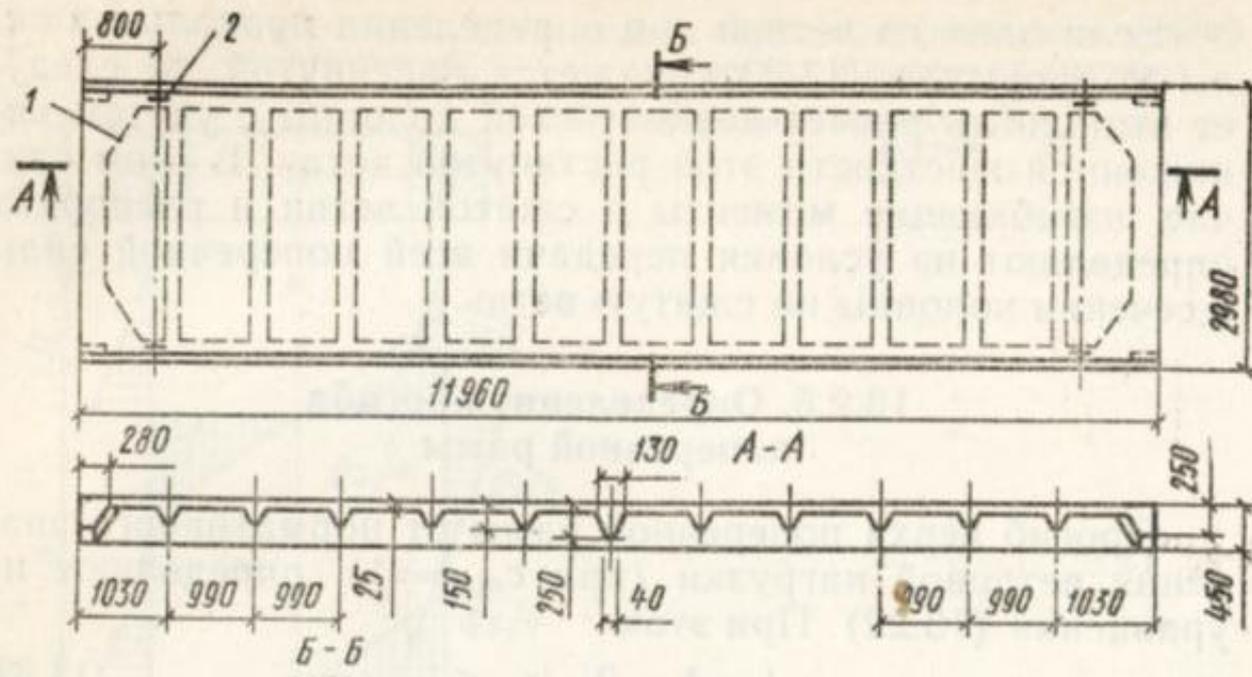
# Классификация плит покрытия

- Плиты
- покрытия
  - Традиционные, пролетом 6 и 12 м
    - П-образные
  - Типа 2Т
- Крупноразмерные, пролетом 18 и 24 м
  - П-образные
  - Типа 2Т
  - КЖС

# Традиционные плиты

- Очертание - ребристое
- Размеры:
  - в *беспрогонных* покрытиях – длина 6 м и 12 м, ширина 3 м (1,5 м – доборные плиты);
  - в *прогонных* – длина 3 и 1,5 м, ширина 0,5 м;
- Высота сечения 300 мм (6 м) и 450 мм (12 м);
- Толщина полки 25 мм или 30 мм;
- Класс бетона В15...В30 (6 м), В30...В40 (12 м);
- Арматура - предварительно напряженная

# П-образная плита пролетом 12 метров



# КРУПНОРАЗМЕРНЫЕ ПЛИТЫ

# Рёбристая П-образная

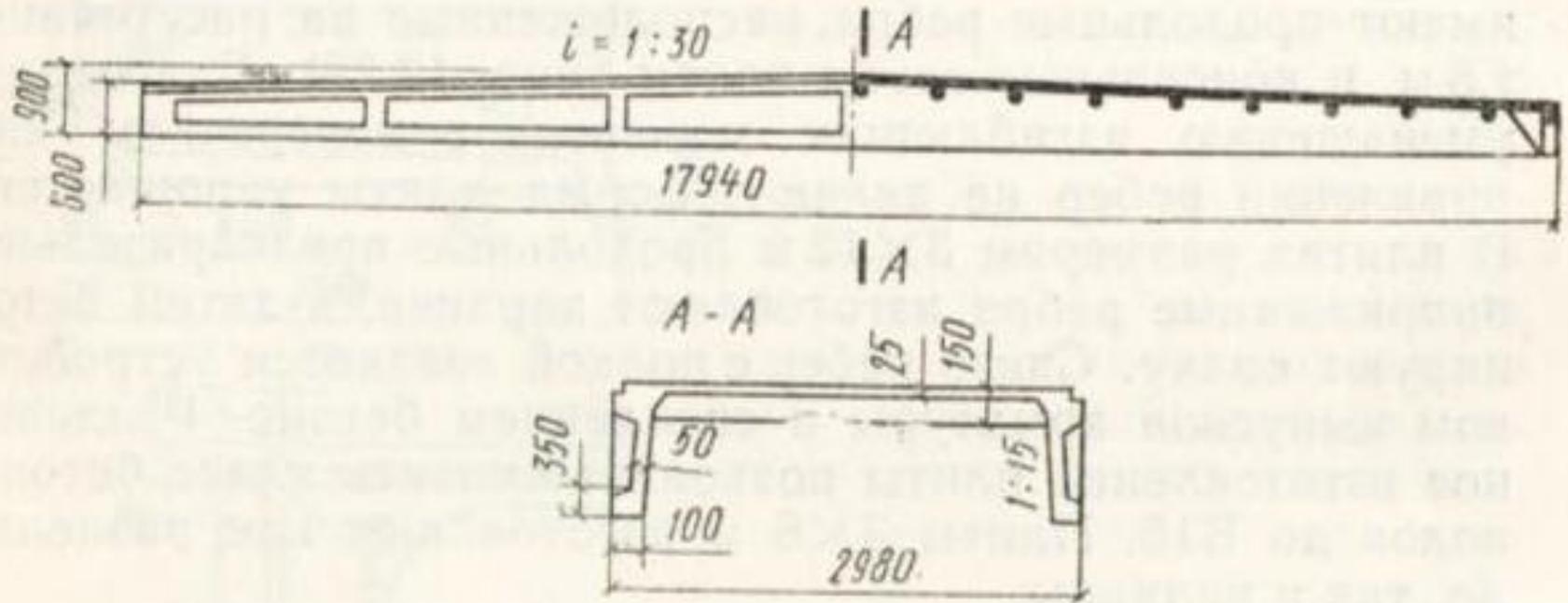
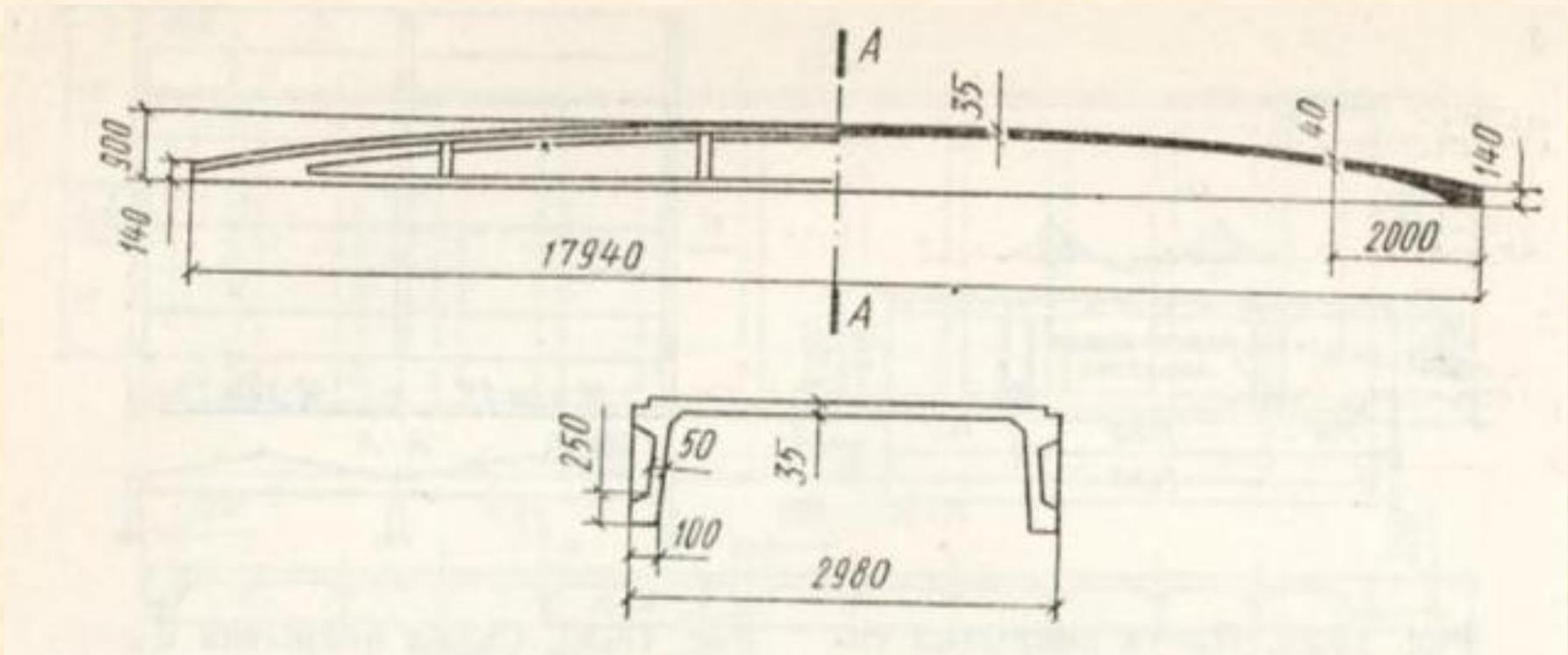


Рис. 13.32. Схема рёбристой плиты покрытия под малоуклонную кровлю размером  $3 \times 18$  м

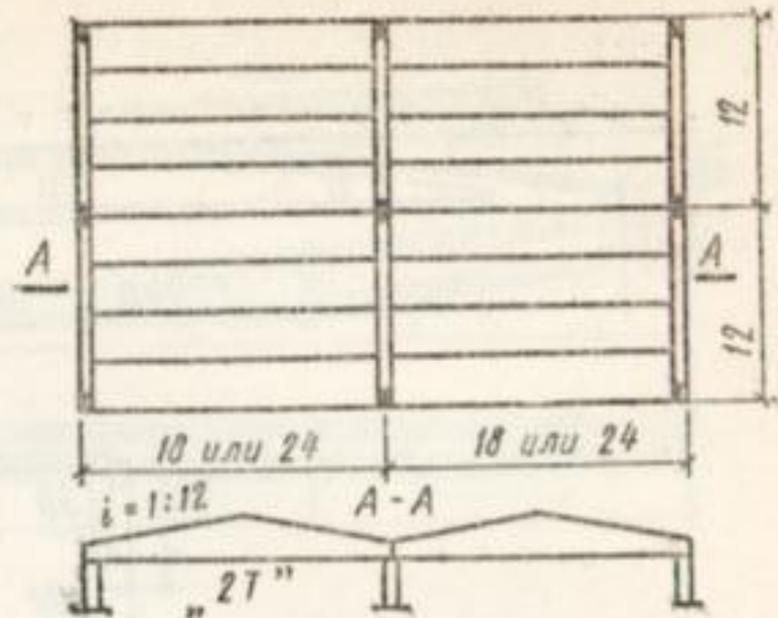
# Плита крупноразмерная железобетонная сводчатая (КЖС)

- Пролеты 18 и 24 м, ширина 3 м. Высота сечения в середине  $(1/15 \dots 1/20)L$ . Толщина полки в середине – 30 мм с утолщением у опор – 140...160 мм.



# Плита типа 2Т

- Уклон верхней полки 1:12. Поперечные ребра не предусматриваются. Полка и ребра бетонируются отдельно, класс бетона В15, ребер – В30...В40



# Сравнительные показатели плит

- **Плиты КЖС** – наиболее экономичны по расходу материала, сложны в изготовлении и устройстве кровли;
- **Плиты типа 2Т** – наименее трудоемки в изготовлении, но обладают повышенным расходом материала;
- **Плиты ребристые** – небольшой расход материала, оптимальны по комплексному показателю.

# Плиты покрытия

- а - П-образная ребристая;
- б - П-образная комплексная;
- в – типа 2Т обычная;
- г – типа 2Т комплексная;
- д – крупнопролетная ребристая с малым уклоном;
- 1 – продольное ребро;
- 2 – поперечное;
- 3 – поризованный керамзитобетон;
- 4 – напрягаемая арматура;
- 5 – сварная сетка плиты;
- 6 – сетка ребра в опорном узле

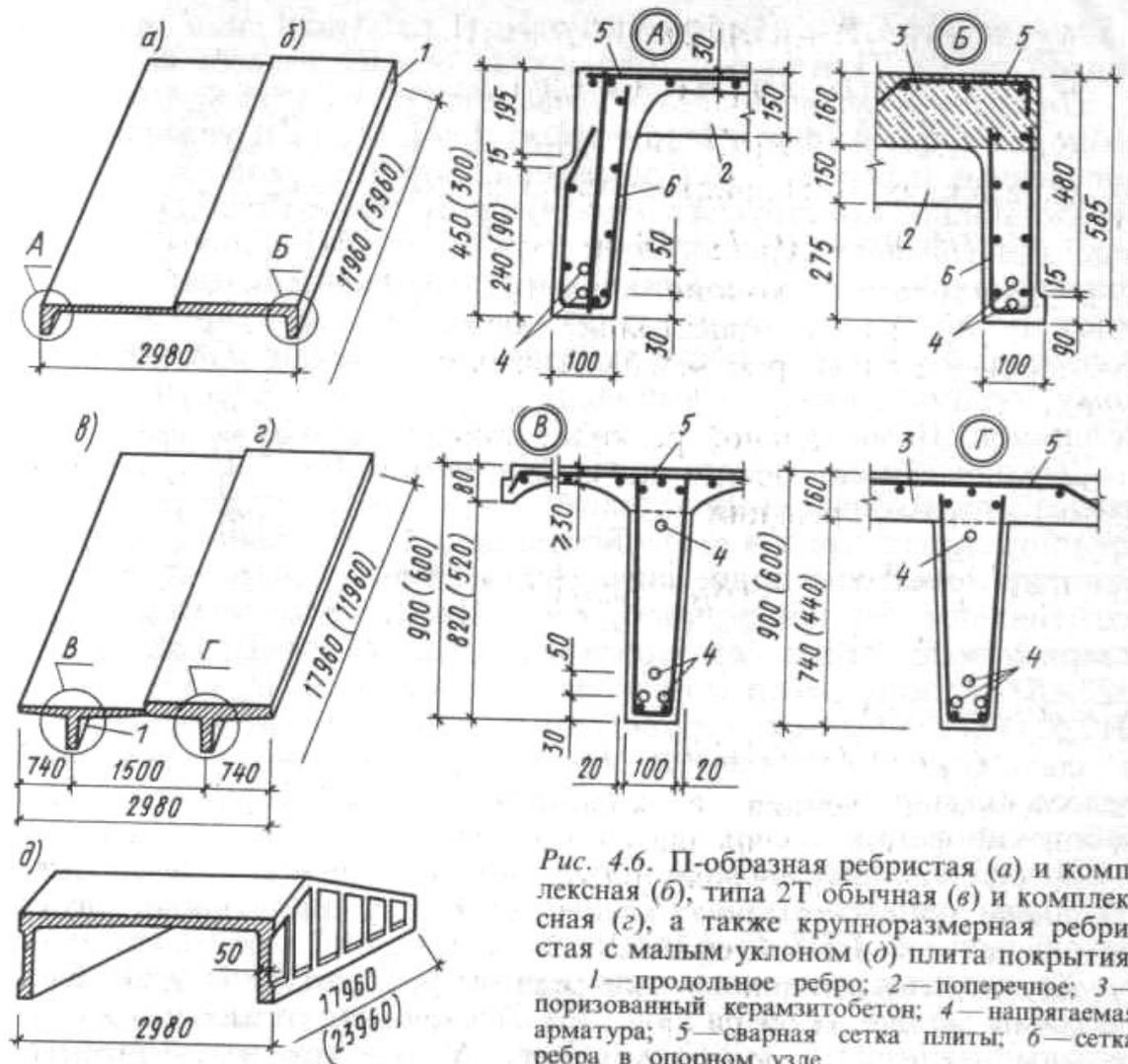


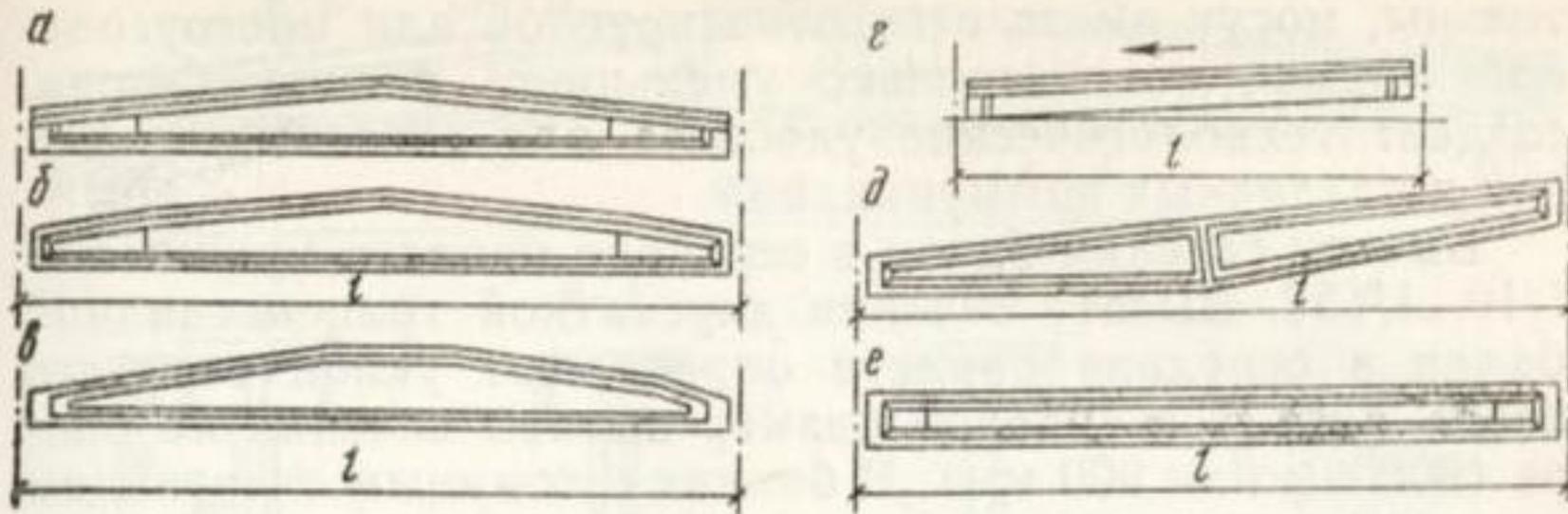
Рис. 4.6. П-образная ребристая (а) и комплексная (б), типа 2Т обычная (в) и комплексная (г), а также крупнопролетная ребристая с малым уклоном (д) плита покрытия:  
 1 — продольное ребро; 2 — поперечное; 3 — поризованный керамзитобетон; 4 — напрягаемая арматура; 5 — сварная сетка плиты; 6 — сетка ребра в опорном узле

### 13.2. Технико-экономические показатели плит покрытий

Тип плиты	Масса плиты, т	Класс бетона	Приведенная толщина бетона, мм	Расход стали на плиту, кг, при армировании продольных ребер	
				стержнями	канатами или высокопрочной проволокой
Ресбрислая 3×12 м	6,8	B30, B40	76,5	265...391	205...288
То же 3×6 м	2,38	B25, B30	53	70...101	56...70
2Т 3×12 м	6,8	B40	76,5	330	237
То же 3×6 м	2,38	B25	53	85	63
Ресбрислая мало-уклонная 3×18 м	12,2	B40	89,8	—	581
Сводчатая КЖС 3×18 м	10,9	B40	80,3	—	431
Двускатная 3×18 м	15,1	B40	112	—	382

# Стропильные балки

# Конструктивные схемы стропильных балок



**Рис. 13.33. Конструктивные схемы балок покрытий**

*а — двускатных с очертанием верхнего пояса  
а — прямой; б — то же ломанным; в — то же криволинейным; г — од-  
носкатных с параллельными поясами; д — то же с ломанным нижним поясом;  
е — плоских*

## Конструктивные требования

- Высота сечения в середине  $h = (1/10 \dots 1/15)l$
- Уклон верхнего пояса  $i = 1/12$ , малоуклонная кровля  $i = 1/30$
- Высота сечения на опоре 800 или 900 мм.
- Ширина верхней сжатой полки для обеспечения устойчивости при перевозке и монтаже  $b_f = (1/50 \dots 1/60)l$
- Ширина нижней полки из условия размещения продольной растянутой арматуры  $b_f = 250 \dots 300$  мм
- Толщина стенки двутавровой балки для размещения каркасов  $b = 60 \dots 100$  мм
- Ширина решетчатой балки  $b = 200 \dots 260$  мм

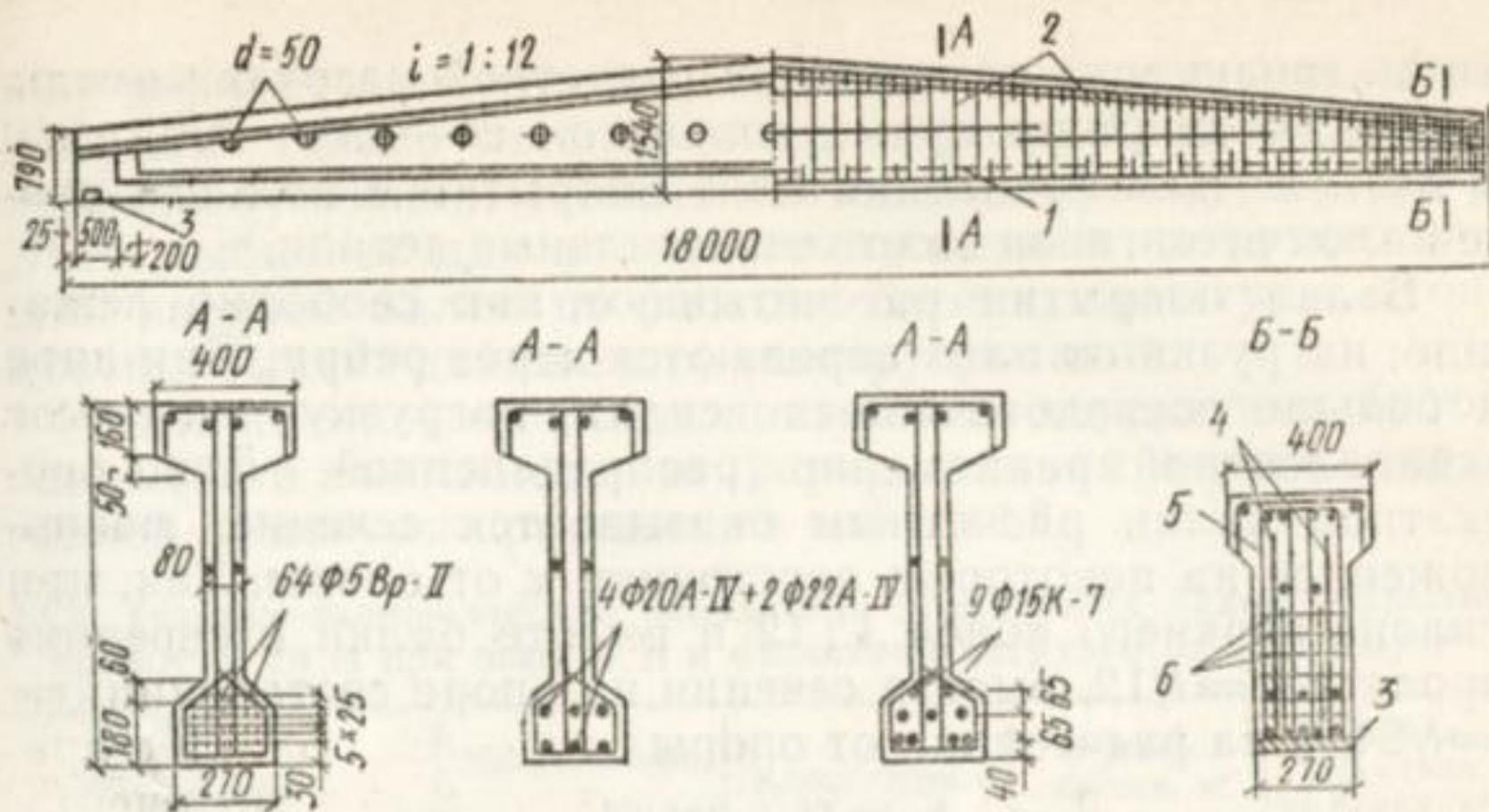


Рис. 13.34. Двускатная балка покрытия двутаврового сечения пролетом 18 м

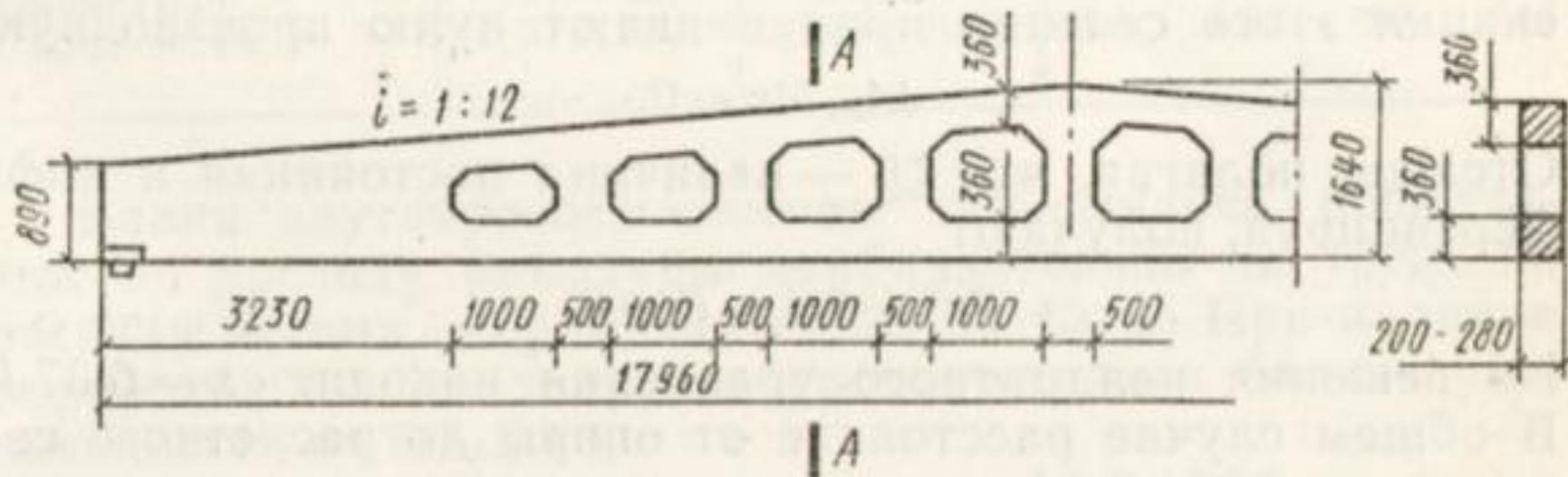


Рис. 13.36. Двускатная решетчатая балка покрытия прямоугольного сечения пролетом 18 м

13.3. Технико-экономические показатели двускатных балок покрытий пролетом 18 м при шаге 6 м и расчетной нагрузке 3,5...5,5 кН/м<sup>2</sup>

Ид. балки	Масса балки, т	Класс бетона	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Общий расход стали на балку, кг
Двугаврового сечения с напрягаемой арматурой:				
стержневой	9,1	B25; B40	3,64	568...738
канатной	9,1	B30; B40	3,64	360...565
проволочной	9,1	B25; B40	3,64	359...552
Решетчатая с напрягаемой арматурой:				
стержневой	8,5...12,1	B30; B40	3,4...4,84	530...875
канатной	8,5...12,1	B30; B40	3,4...4,84	418...662
проволочной	8,5...12,1	B30; B40	3,4...4,84	397...644

$\rho$  — напрягаемая арматура,  $\sigma$  — ненапрягаемая арматура

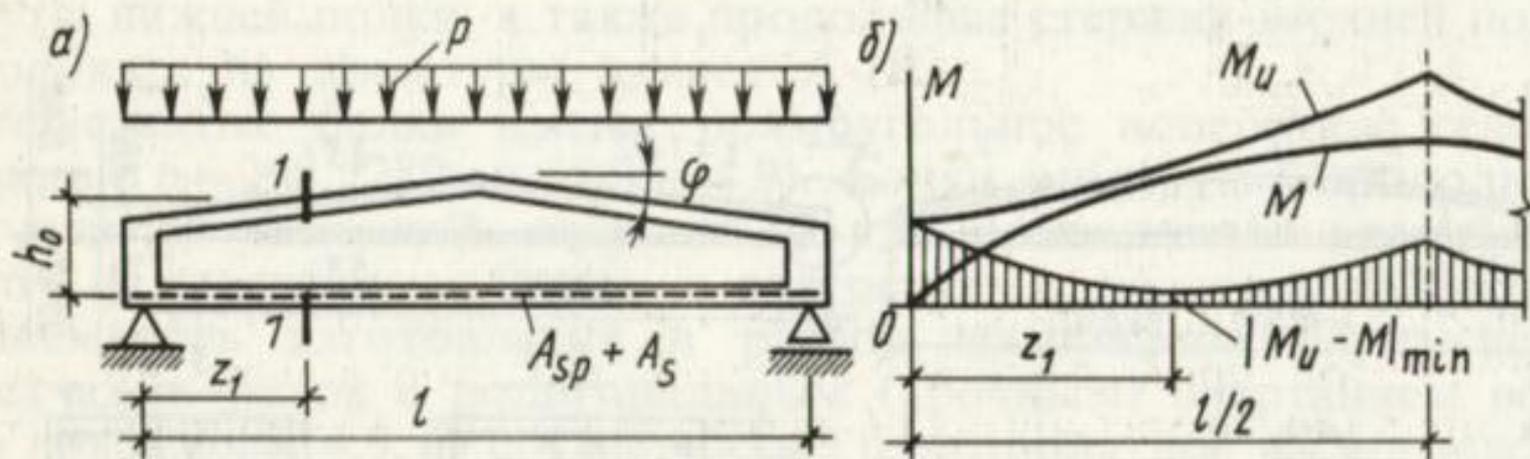
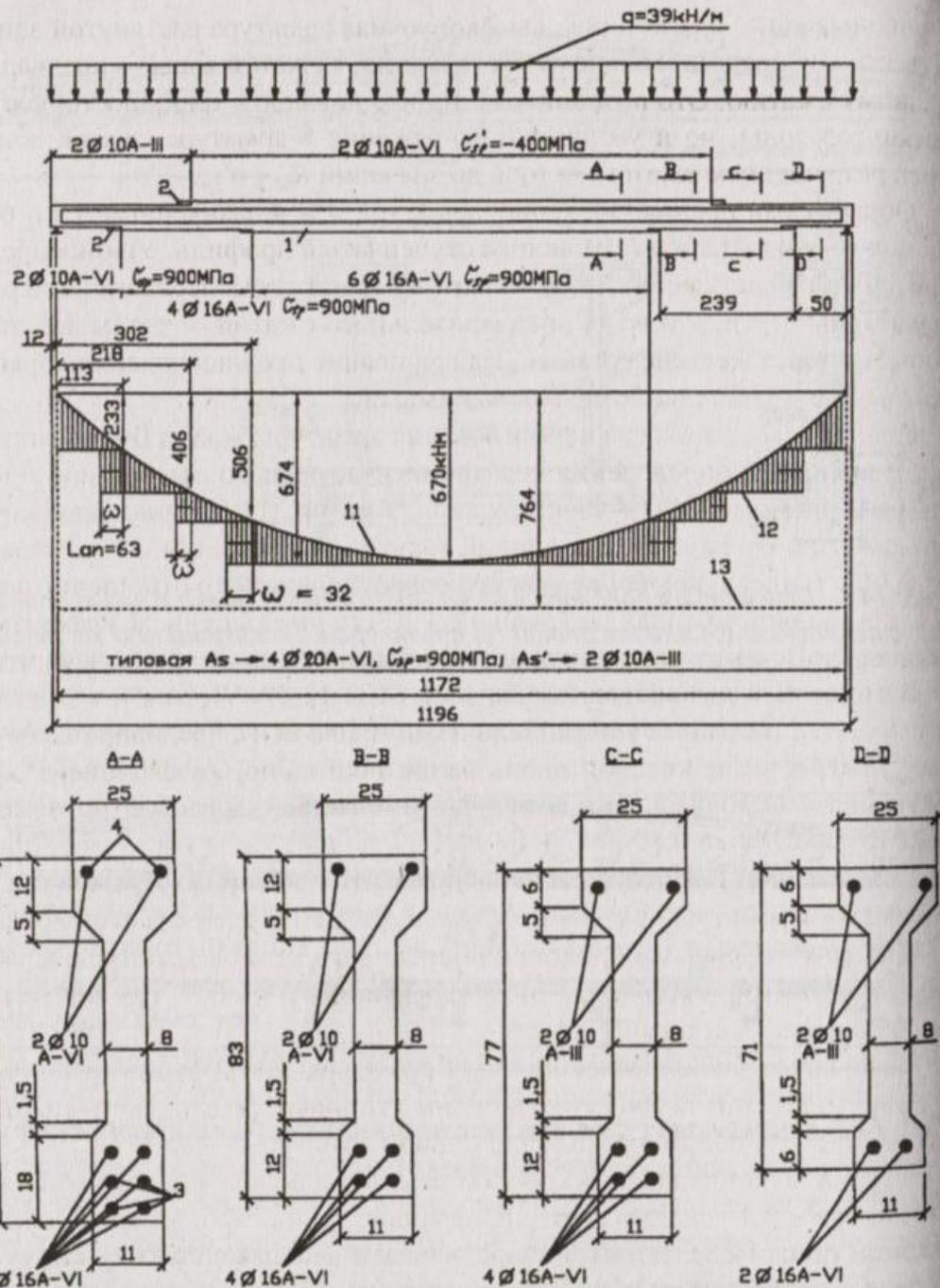


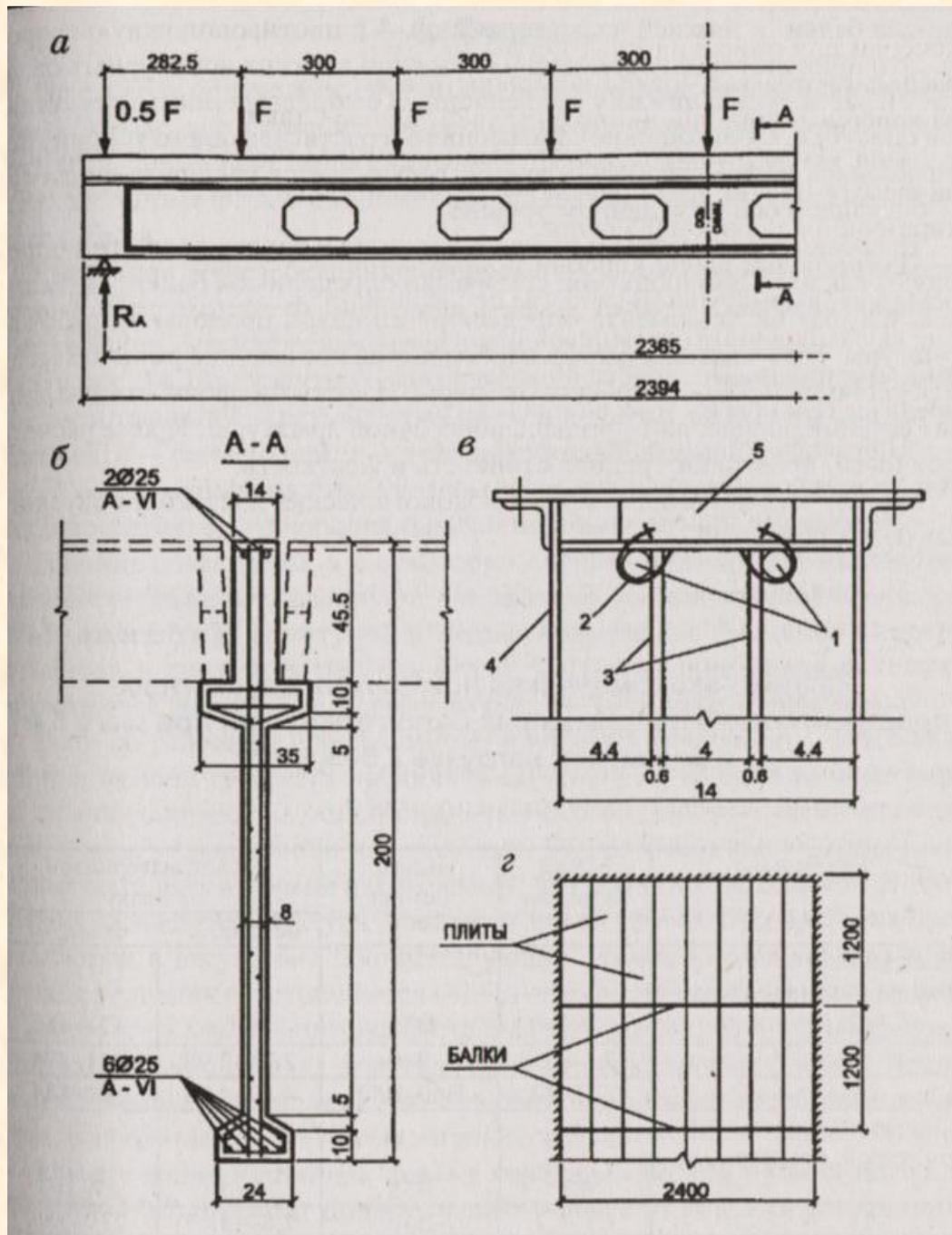
Рис. 4.10. К определению расчетного сечения балки (а) с учетом изменений прочности ее нормального сечения и изгибающих моментов (б)

# ЖЕЛЕЗОБЕТОННАЯ БАЛКА С ОБРЫВАМИ АРМАТУРЫ В ПРОЛЁТЕ



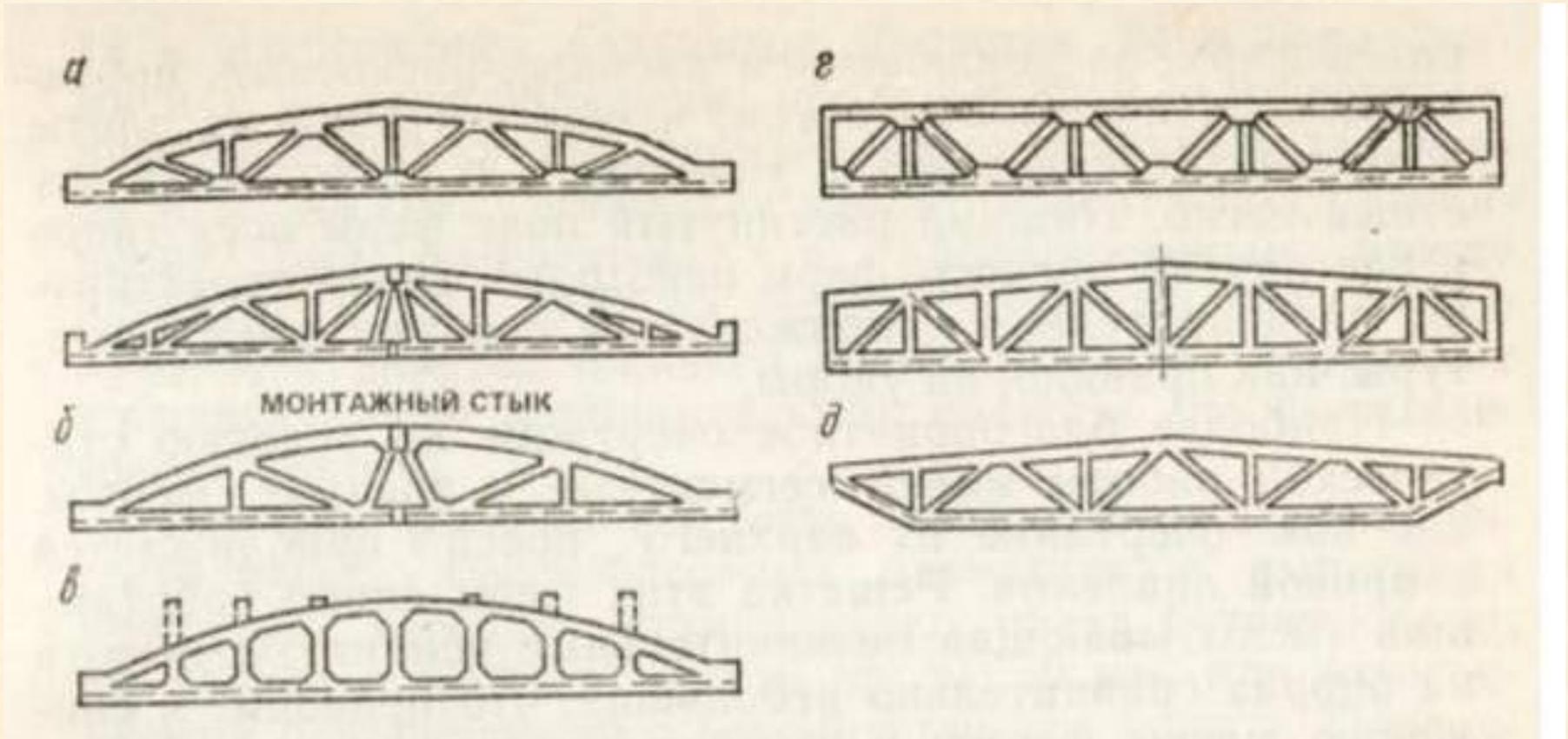
# Предварительно напряженная балка с консолями

- 1- предварительно  
напряженная  
арматура;
- 2 – вязальная  
проволока;
- 3 – поперечная Г-  
образная арматура;
- 4 стенки  
металлической  
опалубки;
- 5 – ступенчатые  
пластины



# Стропильные фермы

# Конструктивные схемы железобетонных ферм



а – сегментные; б – арочные с редкой решеткой; в – арочные безраскосные; г – полигональные с параллельными поясами и с малым уклоном верхнего пояса; д – полигональные с ломаным НИЖНИМ ПОЯСОМ

# Конструктивные требования

- Высота в середине пролета  $h = (1/7 \dots 1/9)l$
- Класс бетона  $B30 \dots B50$
- Размер панели 3 м
- Ширина поясов при шаге ферм 6 м  $b_f = 200 \dots 250$  мм,  
при шаге 12 м  $b_f = 300 \dots 350$  мм

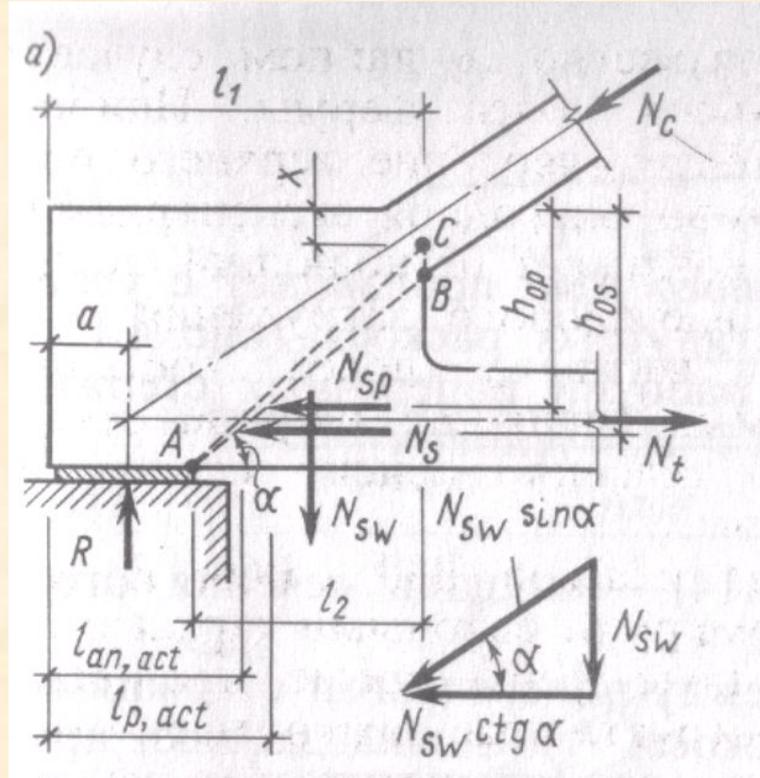
13.4. Техничко-экономические показатели ферм покрытий при расчетной нагрузке 3,5...5,5 кН/м<sup>2</sup>

Тип фермы	Масса фермы, т	Класс бетона	Объем бетона, м <sup>3</sup>	Расход стали на ферму, кг, при армировании растянутого пояса		
				стержнями	канатами	высокопрочной проволокой
Сегментная раскосная пролетом 18 м и с шагом, м:						
6	4,5...6	B30; B40	1,8...2,42	289...468	238...391	223...372
12	7,8...9,4	B30; B40	3,11...3,75	550...736	439...591	408...547
Арочная безраскосная пролетом 18 м и с шагом, м:						
6	6,5	B30; B40	2,7	390...486	330...450	319...436
12	9,2...10,5	B30; B40	3,7...4,2	570...720	463...586	450...562
Сегментная раскосная пролетом 24 м и с шагом, м:						
6	9,2	B30; B40	3,68	690...768	557...625	510...595
12	14,9...18,6	B30; B40	5,94...7,42	1096...1539	853...1204	787...1128
Арочная безраскосная пролетом 24 м и с шагом, м:						
6	9,2...10,5	B30; B40	3,7...4,2	759...862	654...715	623...697
12	14,2...18,2	B30; B40	5,7...7,8	1281...1489	1020...1201	988...1128

Сегментные раскосные фермы экономичнее арочных безраскосных по расходу арматуры приблизительно на 10 %, по расходу бетона — приблизительно на 12 %. При подвесных кранах расход стали в фермах увеличивается на 20—30 %.

# К расчету армирования опорного узла стропильной фермы

- Расчет на отрыв по линии А-В



$$N_s \sin \alpha \leq N_{sp} \sin \alpha + N_s \sin \alpha + N_{sw} \cos \alpha$$

$$N \leq N_{sp} + N_s + N_{sw} \operatorname{ctg} \alpha$$

$$N_{sw} = (N + N_{sp} + N_s) / \operatorname{ctg} \alpha$$

$$A_{sw} = N_{sw} / n R_{sw}$$

$$N_{sp} = A_{sp} R_{sp} l_p^0 / l_p \quad N_s = A_s R_s l_{an}^0 / l_{an}$$

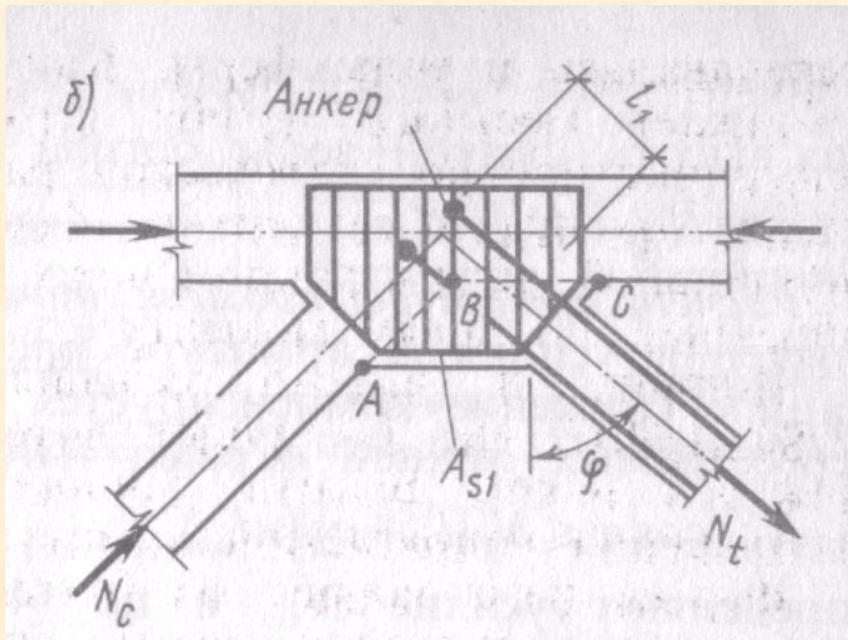
- Расчет на изгиб относительно центра сжатой зоны (точки С)

$$Q_A(l - a) \leq N_{sp}(h_{op} - 0,5x) + N_s(h_{os} - 0,5x) + N_{sw}(l_2 - 10)/2$$

$$x = (N_{sp} + N_s) / R_b b$$

# К расчету армирования промежуточного узла стропильной фермы

- Расчет на отрыв по линии ABC



Расчет поперечной арматуры

$$\underline{N_{sl} \cos \alpha} \leq \underline{N(k_2 l_1 + a) / k_1 l_{an}}$$

$$\underline{A_{sl}} = \underline{N_{sl} / n R_{sl}}$$

Расчет окаймляющей арматуры

$$\underline{N_{os}} = \underline{0,04(D_1 + 0,5D_2)}$$

$$\underline{A_{os}} = \underline{N_{os} / n R_{os}}$$

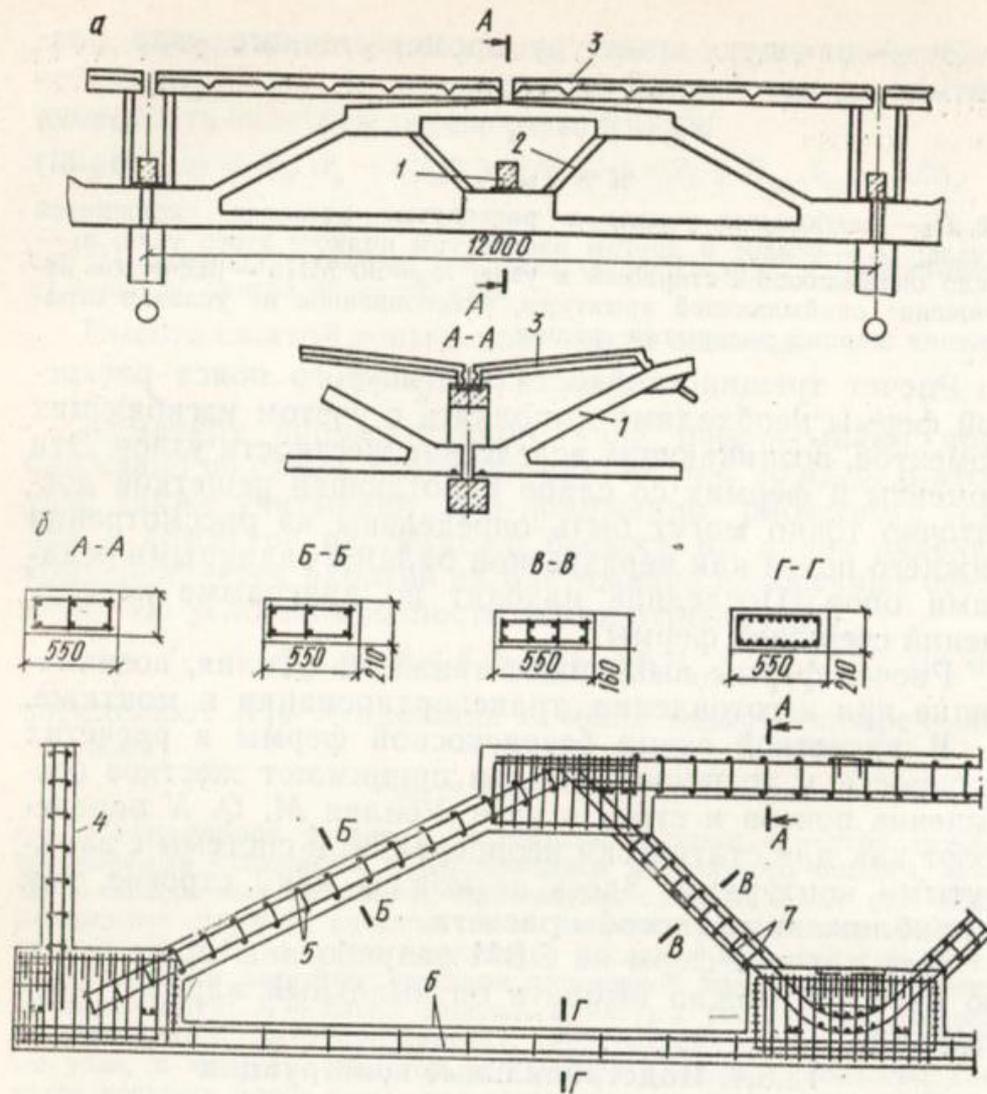
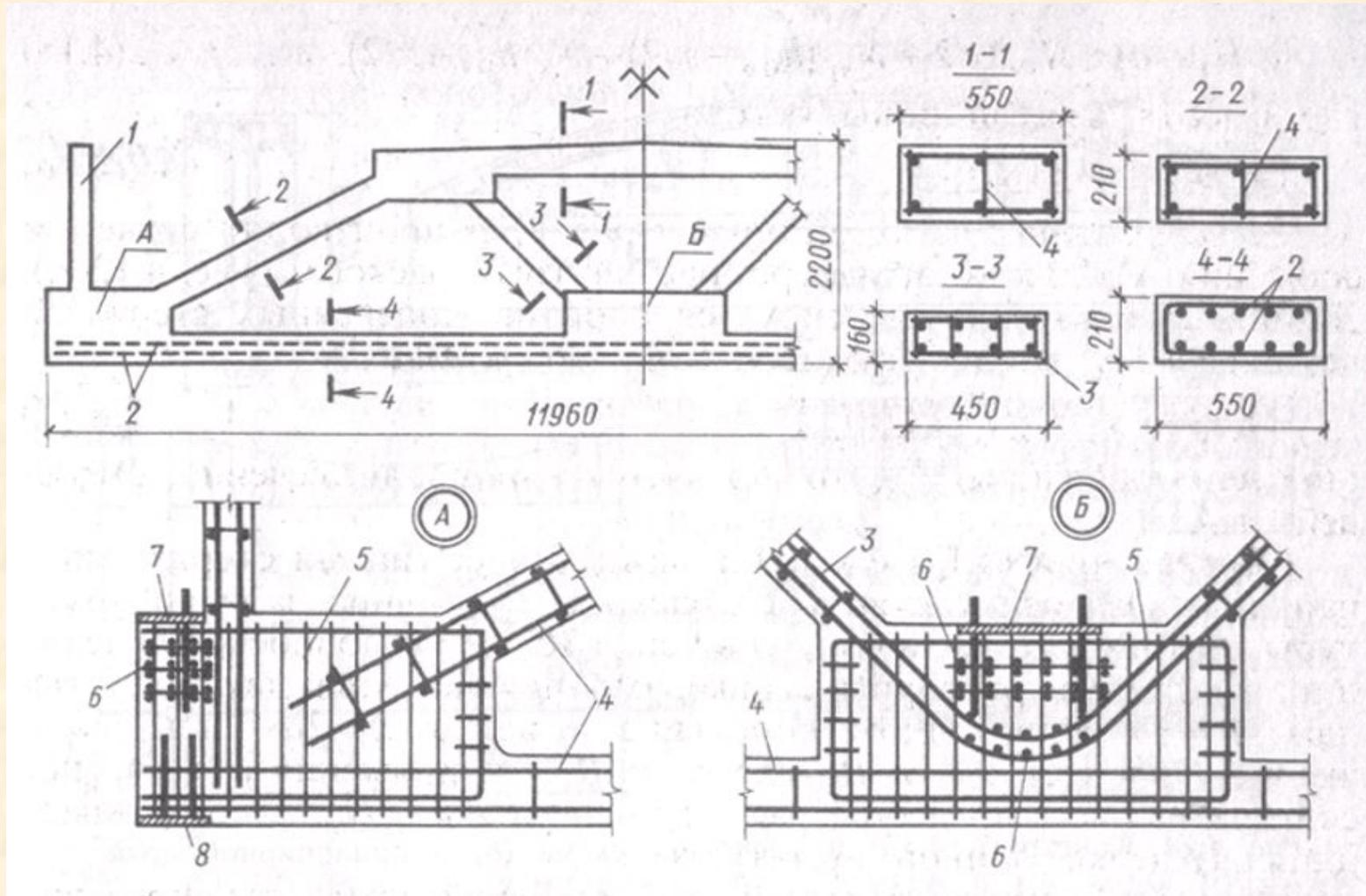


Рис. 13.42. Конструкция (а) и армирование (б) подстропильной фермы

1 — ферма покрытия; 2 — подстропильная ферма; 3 — кровельная плита; 4 — стойка для опирания плиты покрытия; 5 — арматура сжатого раскоса; 6 — напрягаемая арматура нижнего пояса; 7 — напрягаемая арматура растянутого раскоса

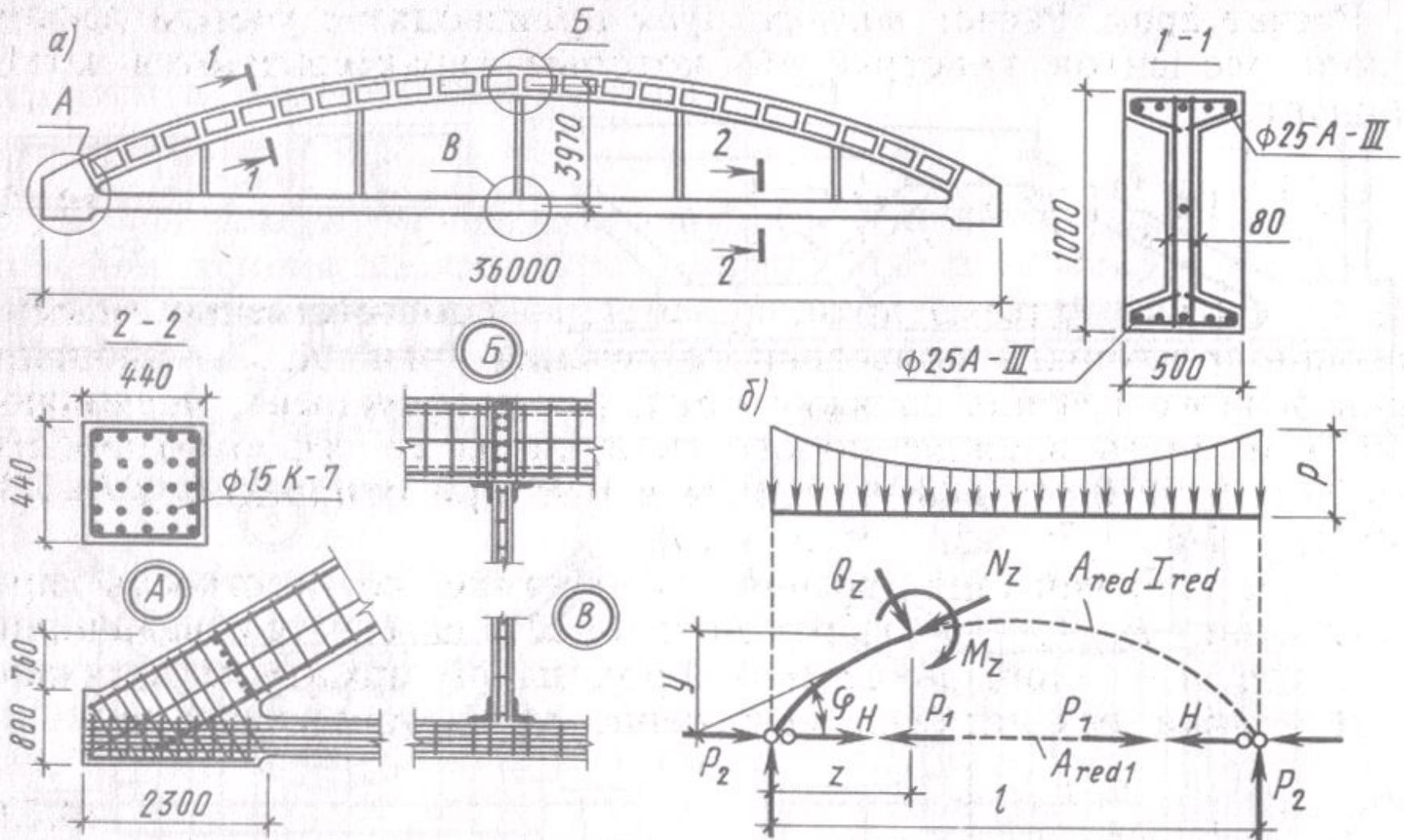
# Подстропильная ферма пролетом 12 м



- 1 - стойка для опирания плит покрытия; 2 - рабочая ПНА; 3 – рабочая арматура раскосов; 4 – каркасы поясов; 5 – каркасы узлов; 6 – сетки косвенного армирования; 7 – ЗД с анкерными болтами; 8 – опорная ЗД;

# Стропильные арки

# Конструкция (а) и расчетная схема (б) двухшарнирной арки



# Конструктивные требования

- Высота (стрела) подъема  $f = (1/6 \dots 1/8)l$
- Высота сечения арки  $h = (1/30 \dots 1/40)l$
- Ширина сечения  $b = (0,4 \dots 0,5)h$

# К расчету арки

Площадь сечения арматуры затяжки

$$H = 0,9 \left( \frac{ql^2}{sf} \right)$$

Распор в трехшарнирной арке

Усилия в арке

$$H = M_{bm} / f$$

$$Q = Q_{bm} \cos \alpha - H \sin \alpha$$

$$N = H \cos \alpha + Q_{bm} \sin \alpha$$