

## **ЛЕКЦИЯ 2**

# **Покрытия с плоскими несущими конструкциями**

## 2.1. Характеристика конструкций больших пролетов с плоскими несущими конструкциями

**Большепролетными** называются конструктивные системы, которые имеют пролеты 45...200 м.

**К сооружениям подобного типа относятся:**

- крытые стадионы, спортивно-зрелищные залы, выставочные павильоны;
- ангары, вокзалы, рынки;
- сборочные цеха самолетостроения и некоторых машиностроительных заводов, эллинги для сборки судов.



**Рис. 2.1. Стадион «Металлист», г. Харьков**



Рис. 2.2. Стадион «Черноморец», г. Одесса



Рис. 2.3. Стадион «Донбасс Арена», г. Донецк



**Рис. 2.4. Стадион «Олимпийский», г. Киев**



Рис. 2.5. Стадион «Львов Арена», г. Львов

## 2.2. Балочные конструкции

**Балочные большепролетные покрытия** состоят обычно из главных поперечных конструкций в виде плоских или пространственных блочных ферм (балок) и промежуточных конструкций. Применяются при размере пролетов 45-100м.

### **Преимущества балочных покрытий:**

- отсутствие распора от вертикальных нагрузок (чем достигаются наименьшие размеры колонн и фундаментов);
- простота статической схемы (упрощающей изготовление и монтаж основных несущих элементов);
- нечувствительность при разрезных схемах к осадкам опор.

### **Недостатки:**

- сравнительно большой расход стали;
- значительная высота главных ферм, назначаемая из условий оптимального веса и допустимых прогибов;
- большая трудоемкость выполнения узлов конструкций.

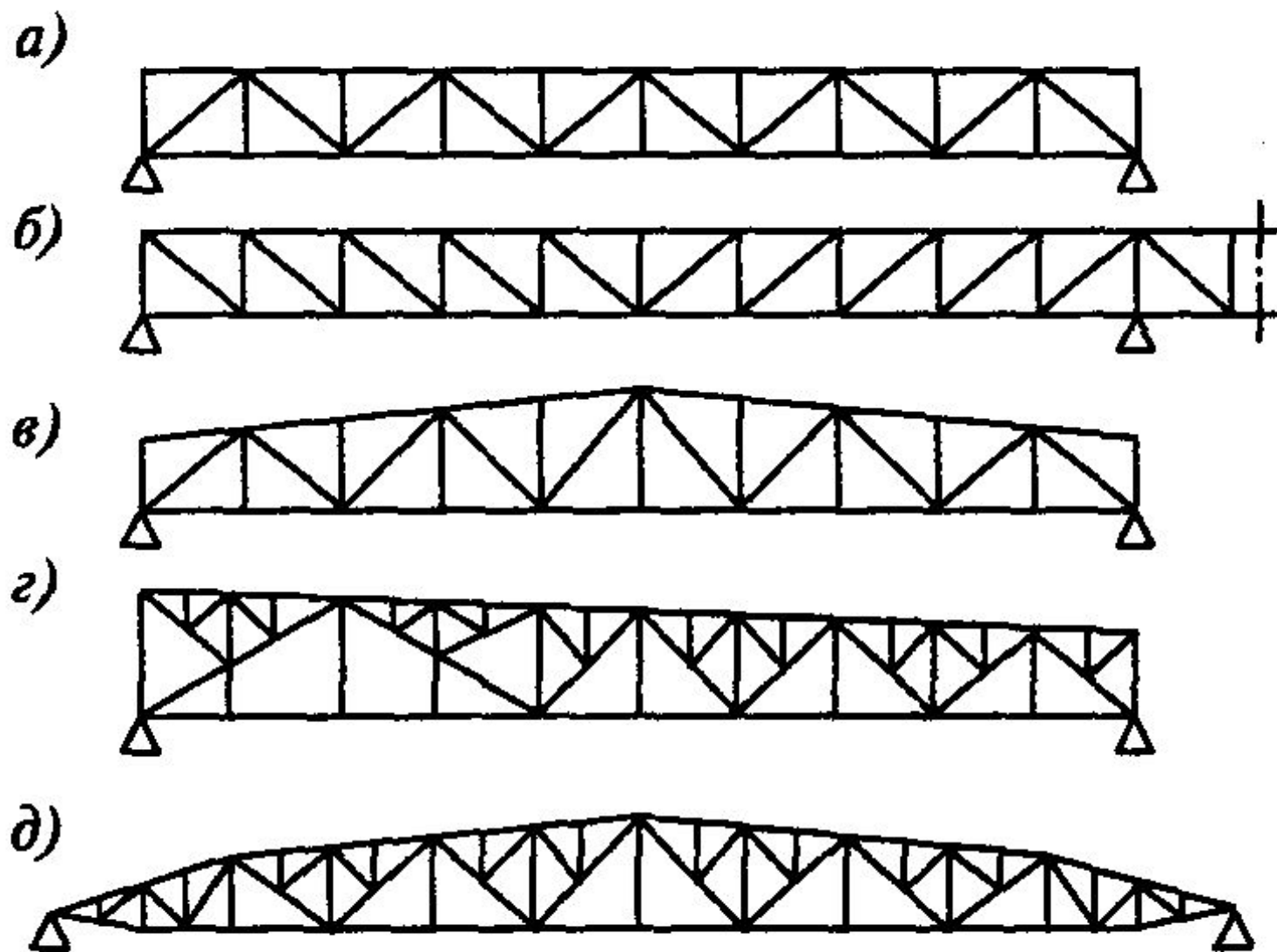


Рис. 2.6. Схемы тяжелых ферм

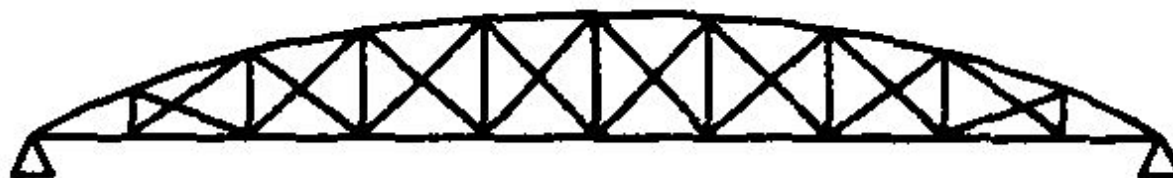
е)



ж)



з)



и)

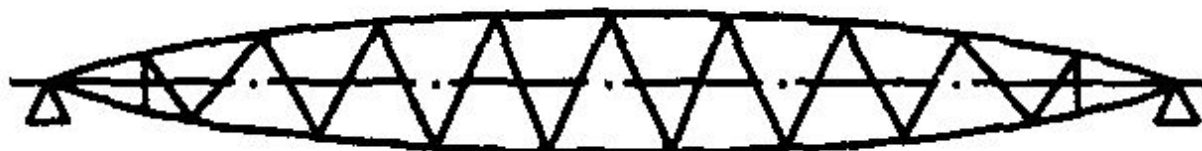


Рис. 2.7. Схемы тяжелых ферм

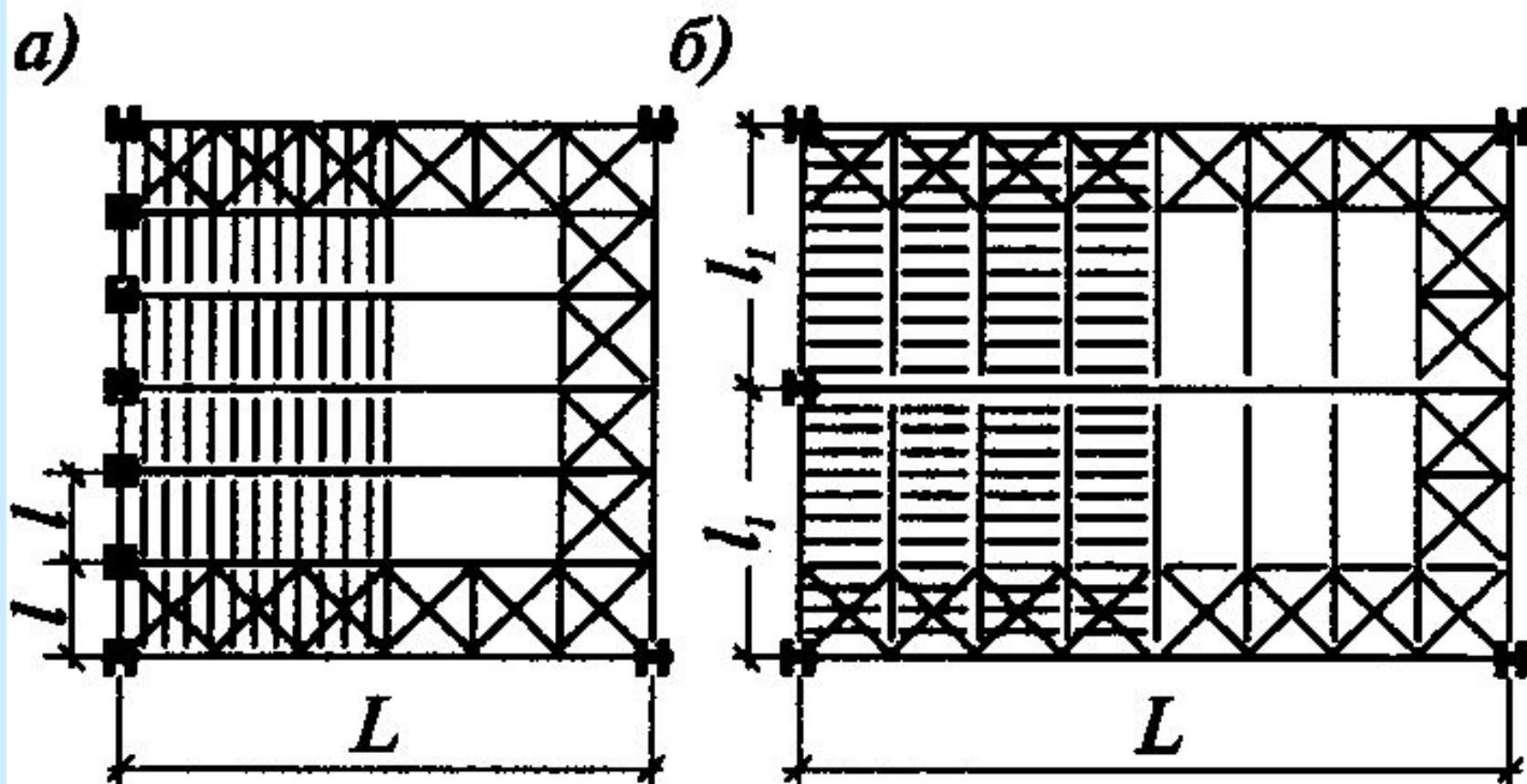
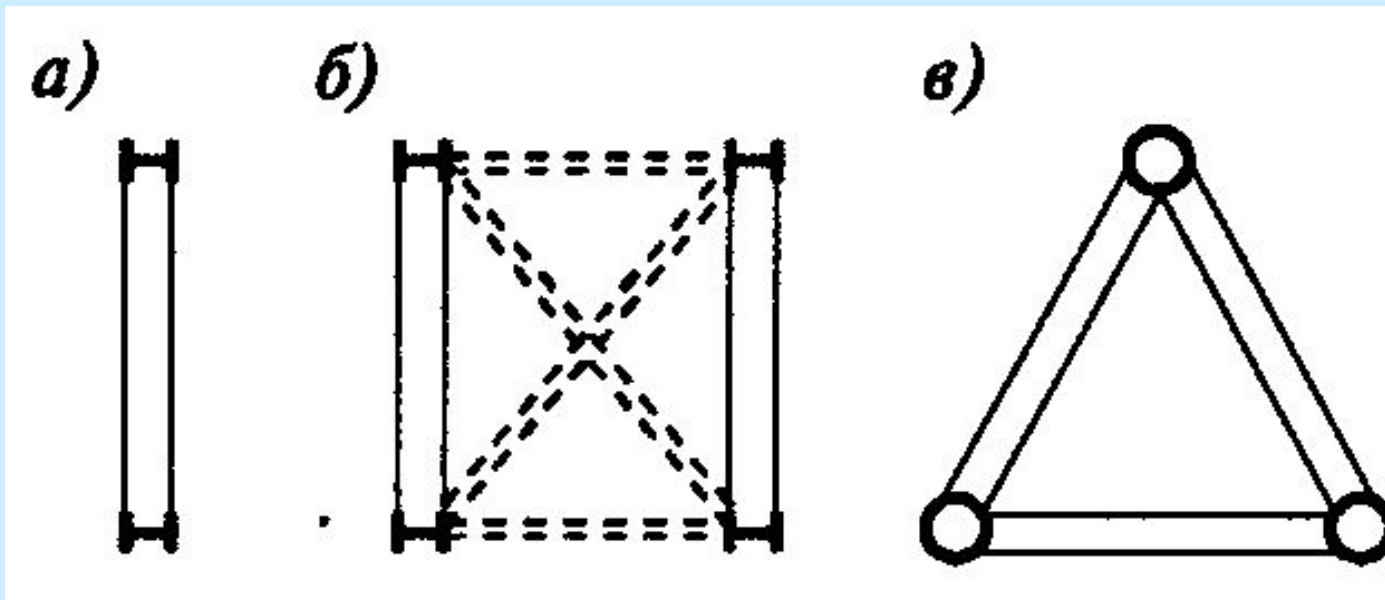


Рис. 2.8. Схемы балочных покрытий:

а) традиционная; б) усложненная



**Рис. 2.9. Сечения ферм:**

а - плоская; б – блочная прямоугольная; в - трехгранная

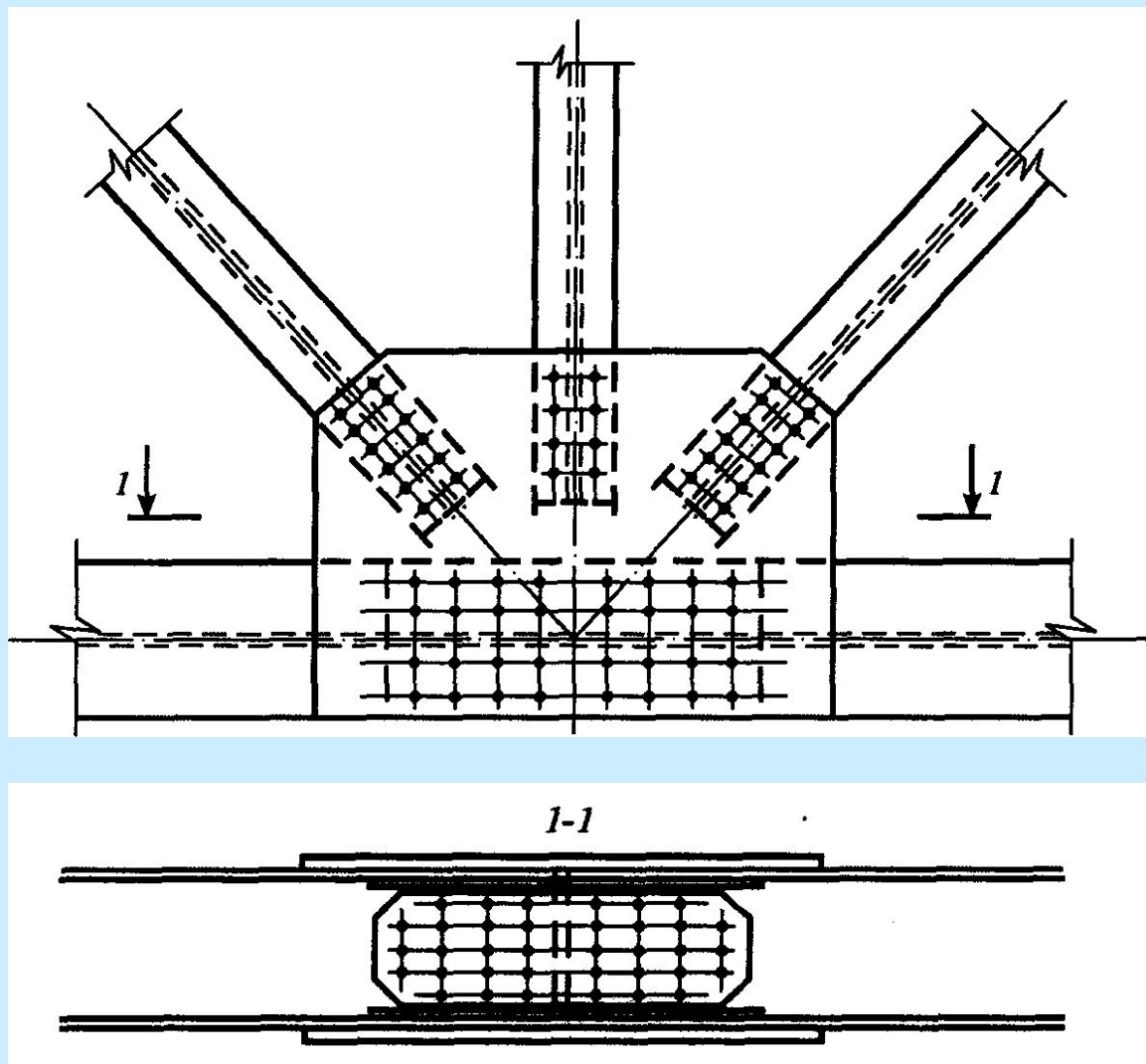


Рис. 2.10. Узел фермы на высокопрочных болтах

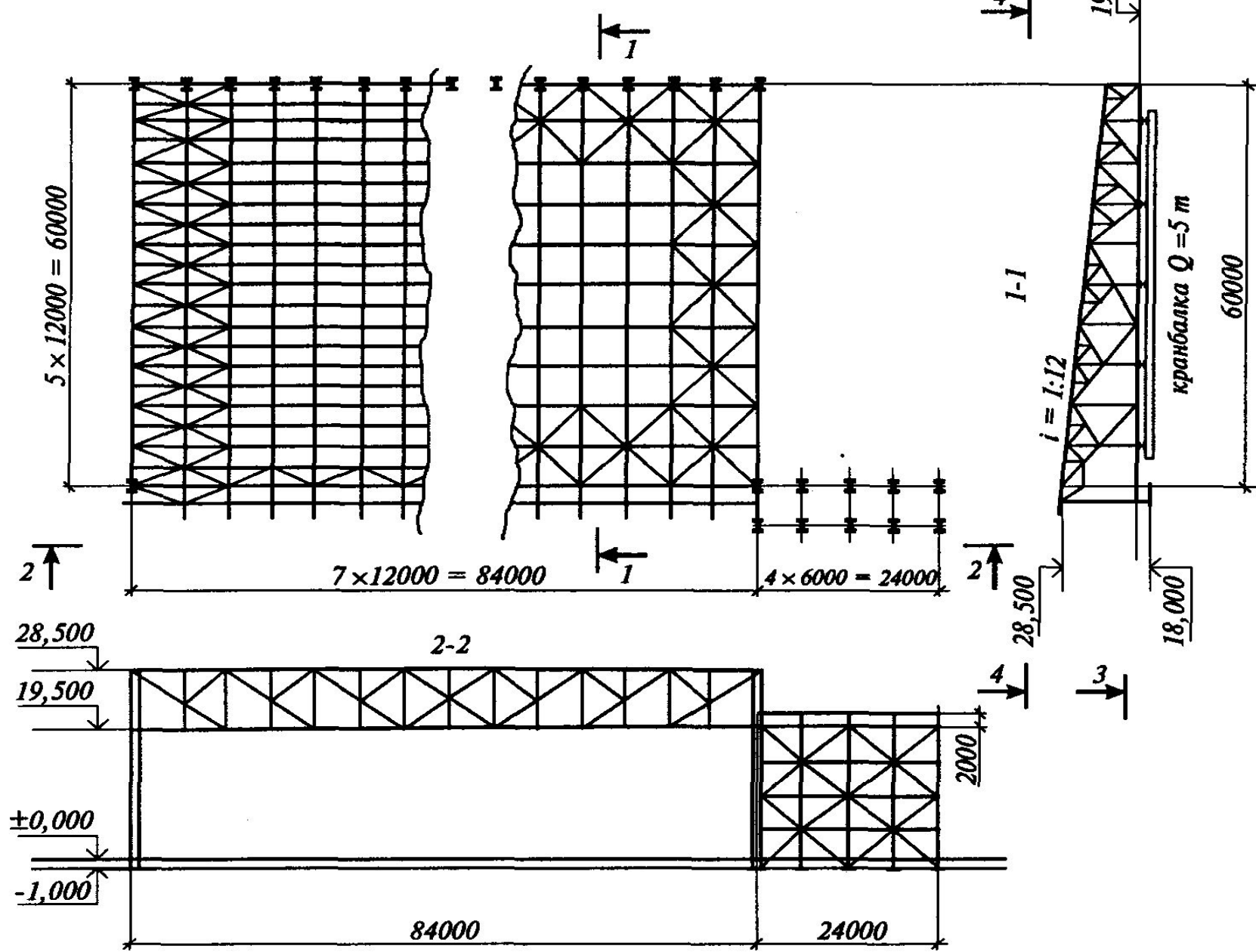


Рис. 2.11. Схема ангара пролетом 84 м

## 2.3. Рамные конструкции

**Рамные большепролетные покрытия** применяют при пролетах здания 50 – 130м.

**Высота** решетчатых ригелей может быть принята равной  $1/12 \dots 1/20$  пролета, а сплошных  $1/20 \dots 1/30$  пролета.

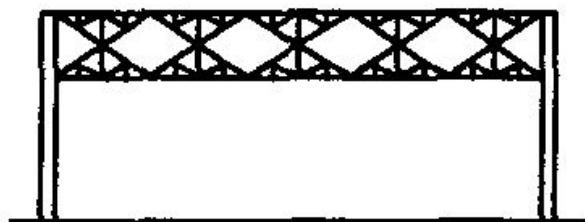
**По статической схеме** рамы могут быть:

- бесшарнирные (более экономичны по расходу стали, однако требуют более мощных фундаментов);
- с шарнирами в уровне фундаментов (при пролетах до 100 м).

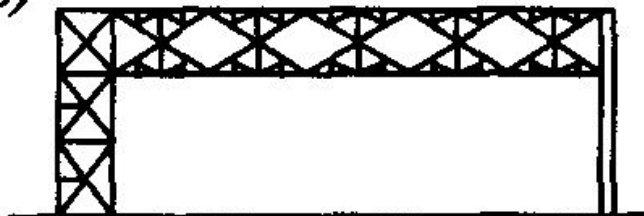
а)



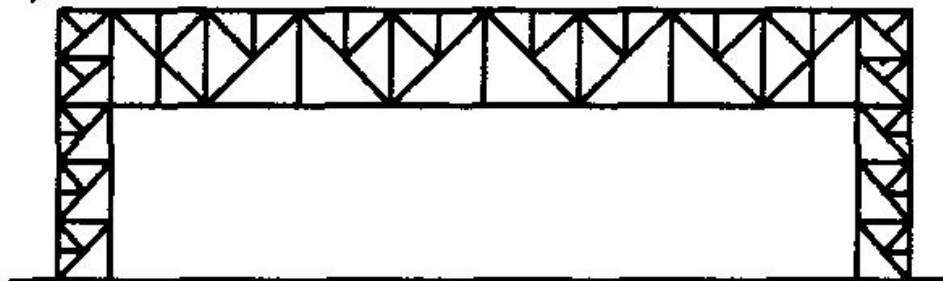
б)



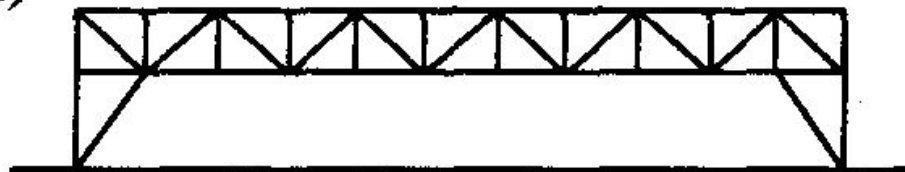
в)



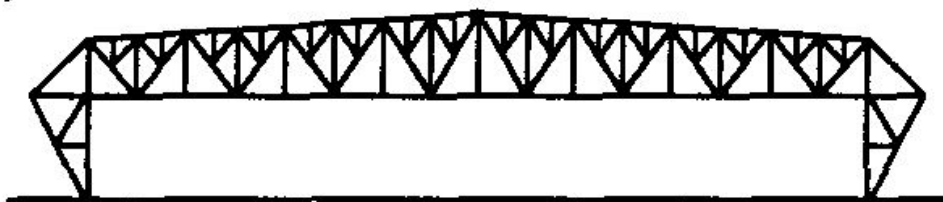
г)



д)



е)



**Рис. 2.12. Рамы:** а - сплошная; б - сквозная с гибкими стойками;  
в - с одной гибкой стойкой; г - с жесткими стойками; д, е - двухшарнирные

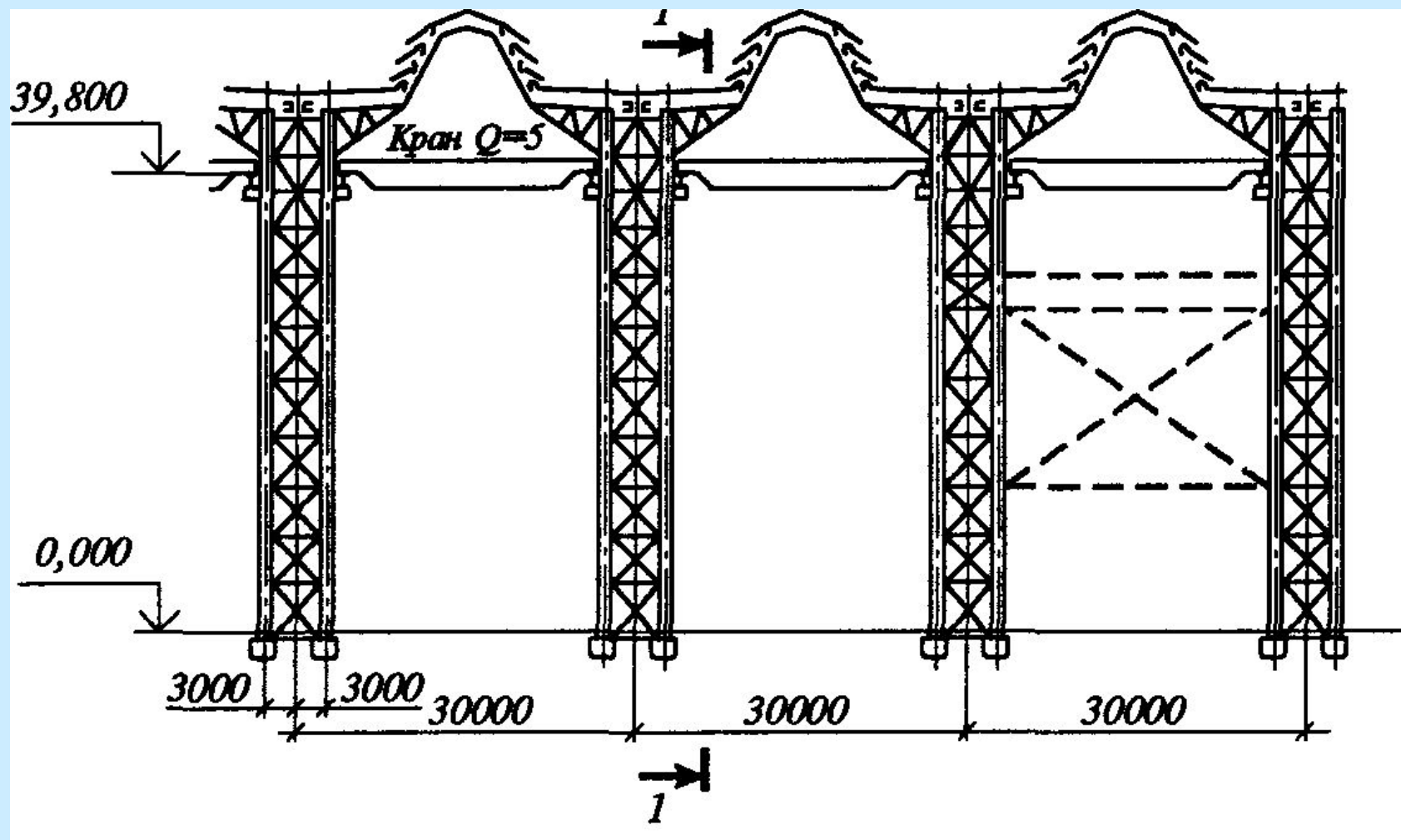


Рис. 2.13. Двухпролетное здание пролетами 66 м с рамными несущими конструкциями

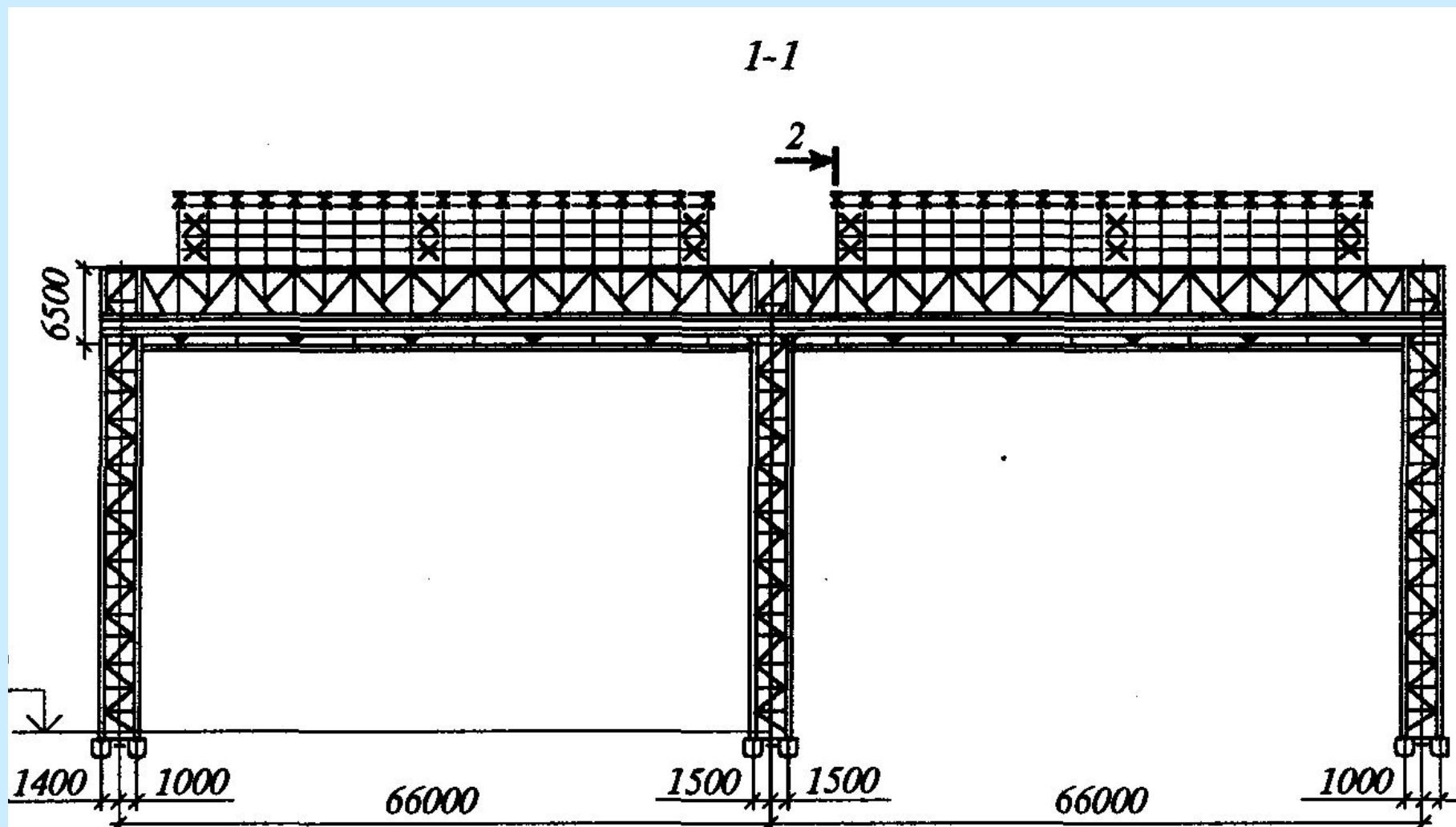


Рис. 2.14. Двухпролетное здание пролетами 66 м с рамными несущими конструкциями

## 2.4. Арочные конструкции



Рис. 2.15. Ж/д вокзал, г. Львов (арочные конструкции)

**По статической схеме арки могут быть:**

- бесшарнирные – с жестким креплением к фундаменту;
- двухшарнирные – с шарнирным креплением к фундаменту;
- трехшарнирные – с шарнирным креплением к фундаменту и с ключевым шарниром.

В зависимости от соотношения стрелы подъема к пролету арки можно разделить на пологие ( $f / l < 1/4 \dots 1/10$ ) и высокие, или подъемистые ( $f / l \geq 1/4 \dots 1$ ).

Для покрытий, торцы которых могут быть открытыми (вокзальные перекрытия, навесы и др.) необходимо учитывать возможные **комбинации трех видов ветровых нагрузок:**

- 1) бокового или торцевого давления на сооружение;
- 2) вакуума, создаваемого вследствие отсоса воздуха из под арочного покрытия;
- 3) действия ветра внутри сооружения, который попадает туда через широкие проемы и создает отрицательное давление

Усилия в поясах и элементах решетки:

$$N_n = \frac{N \cdot a}{h} \pm \frac{M}{h};$$

$$N_p = \frac{Q}{\sin \alpha},$$

$a$  – расстояние от центра тяжести до пояса;  $h$  – высота сечения арки;  $\alpha$  - угол наклона раскоса к оси арки

Критическая сила потери устойчивости в ее плоскости при малых изгибающих моментах приближенно может определяться по формуле:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_x}{\mu^2 \cdot s^2}$$

$S$  – длина полуарки;  $\mu$  – коэффициент приведения длины к расчетной, учитывающий кривизну арки и зависящий от типа арки и отношения стрелки к пролету ( $f / l$ )

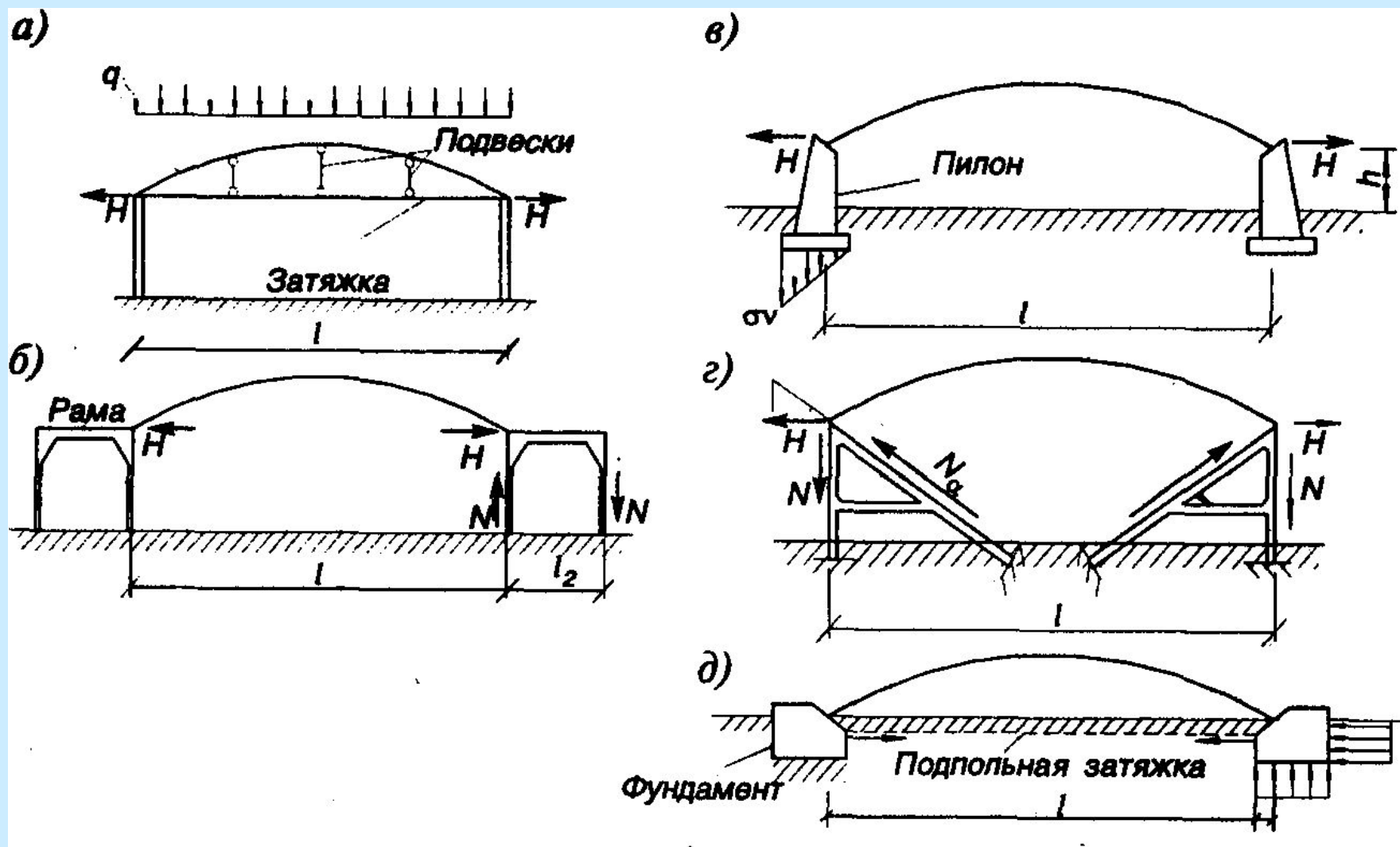


Рис. 2.15. Варианты восприятия распора в арках

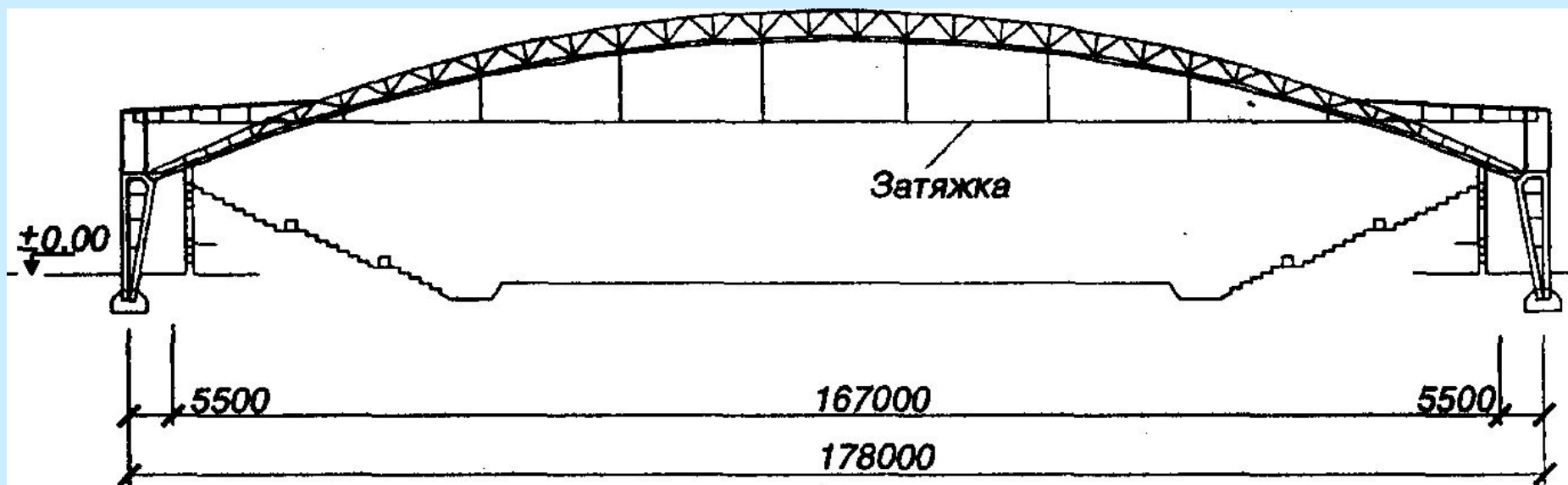


Рис. 2.16. Арка с приподнятой затяжкой

По конструкции арки подразделяются на:

- сплошные (высота сечения  $1/50 \dots 1/80$  от пролета, пролет до 60 м. Они имеют постоянное по длине сечение и выполняются из составных широкополочных двутавров, труб и составных сечений из двух швеллеров или двутавров, соединенных планками);
- сквозные (решетчатые) при пролетах более 60 м, проектируют с параллельными поясами. Пояса выполняют из уголков, швеллеров, труб, двутавров, прямоугольных или квадратных коробчатых профилей; решетка треугольная.

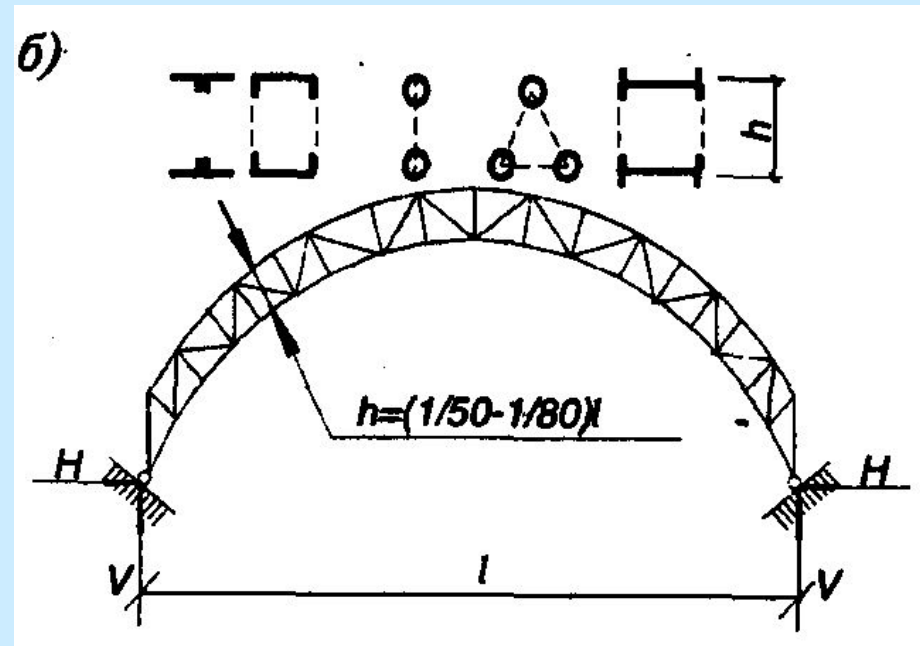
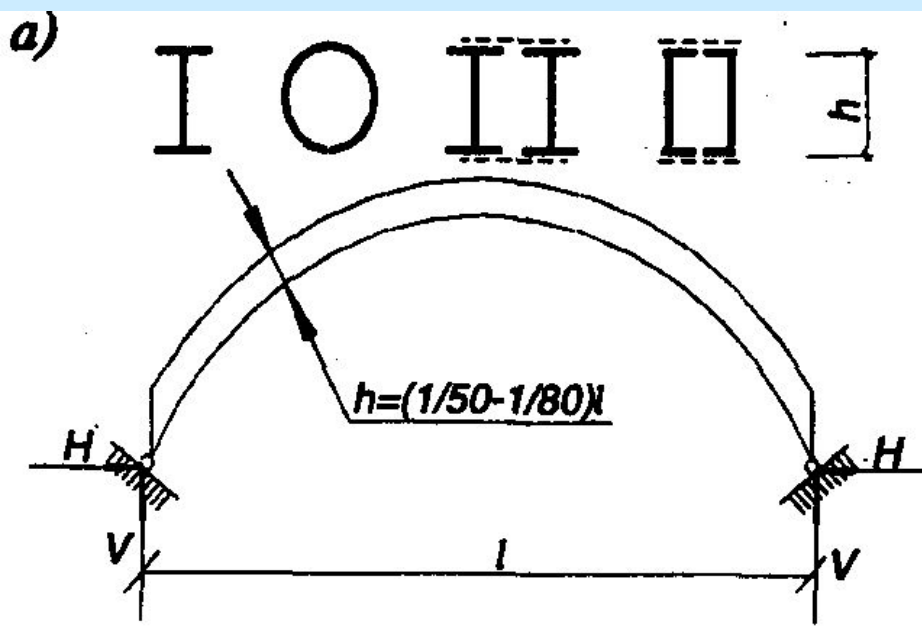


Рис. 2.17. Конструктивные схемы и типы сечений арок

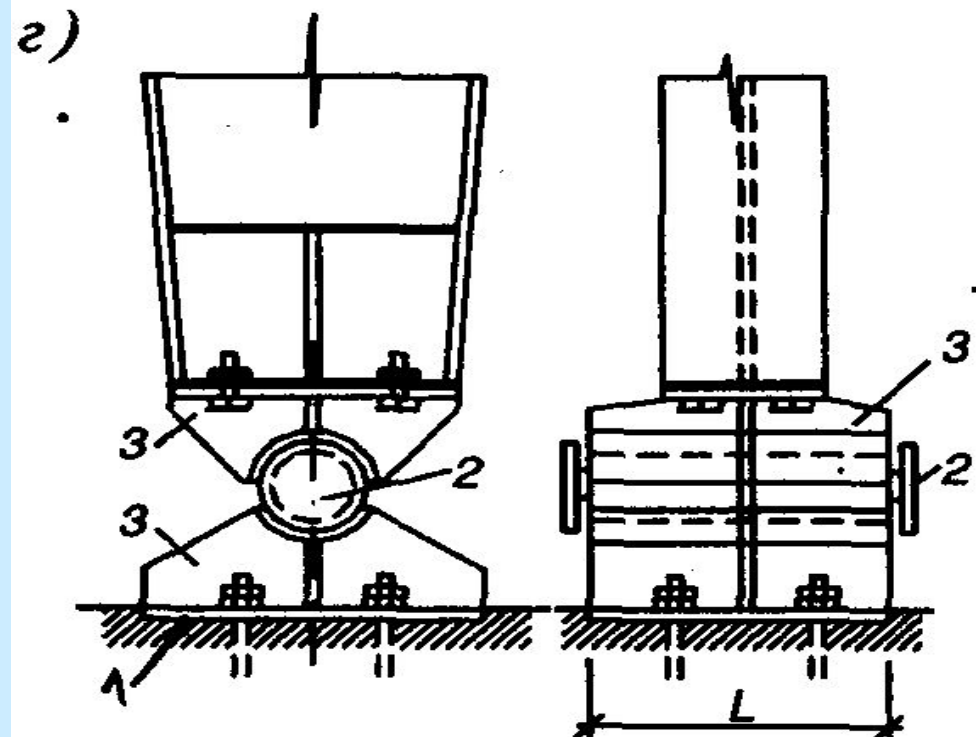
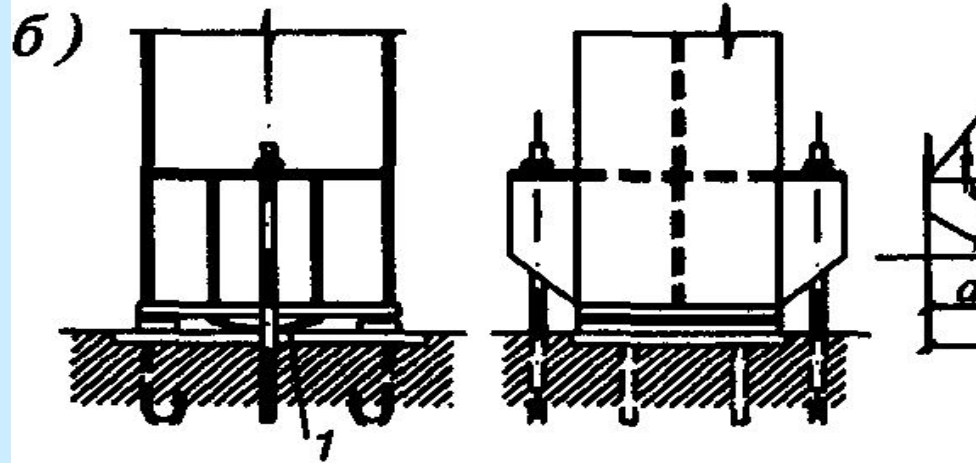


Рис. 2.18. Опорные узлы арок

Плиточные шарниры рассчитывают на смятие при свободном касании:

$$\frac{F_{on}}{2r \cdot l} \leq R_{cm} \cdot \gamma_c$$

Толщина плиты определяется:

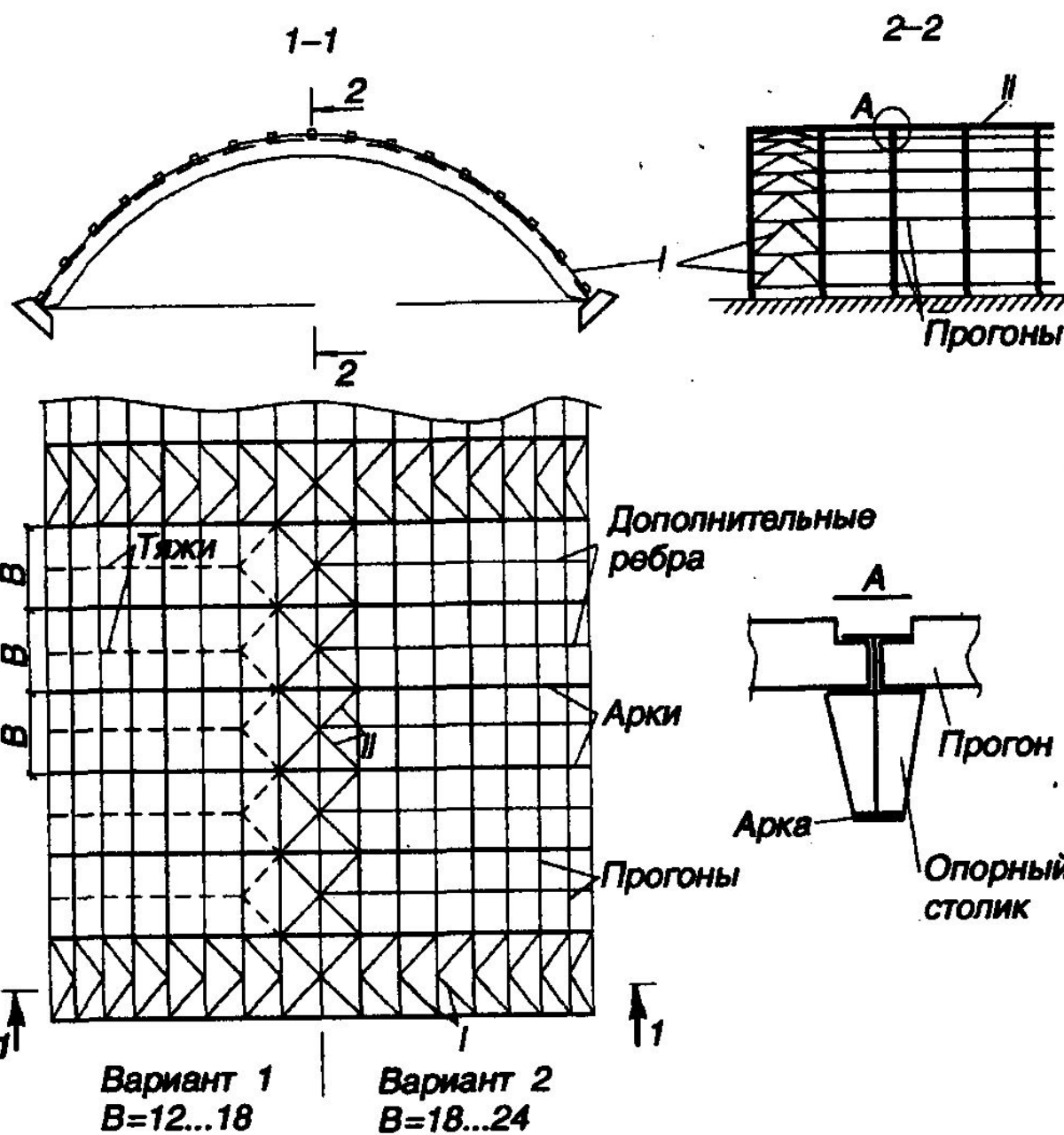
$$t_n = a \sqrt{\frac{3 \cdot F_{on}}{4 \cdot R_y \cdot \gamma_c}}$$

Балансирные шарниры передают давление на нижнюю часть шарнира при плотном касании. Цилиндрическая цапфа:

$$\sigma_{max} = 1,6 \cdot F_{on} / (l \cdot d) \leq R_{cm.m}$$

Размеры балансира задаются конструктивно и рассчитывают как консоль:

$$M = \frac{N \cdot a}{8}$$



В арочных системах покрытий распространены два типа схем:

- с рядовым расположением арок (пролет 60-80м; легкие арки пролетом до 15-20м с шагом 3-4м; арки пролетом до 40-50м с шагом 6-12м; при пролете более 60м арки ставят с шагом 12-24м и применяют решетчатые прогоны);
- с блочным расположением арок (пролет 80-100м; блоки шириной 3-6м вертикальными связями, расстояние между блоками 18-24м).

Рис. 2.19. Компоновка арочного покрытия при рядовом расположении арок