

## Двухэтажные промышленные здания

**Двухэтажное промышленное здание** – это сооружение производственного назначения, состоящее из двух этажей.

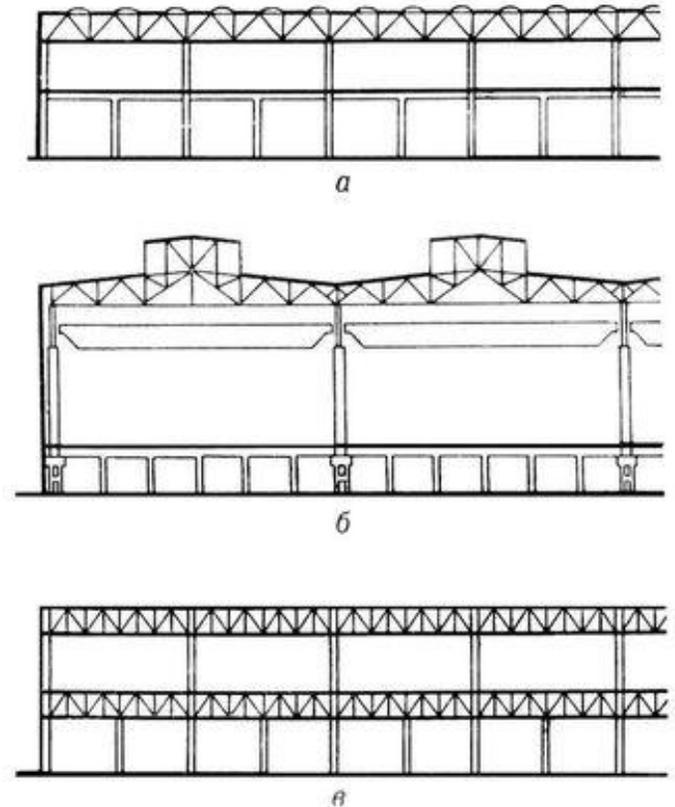
На первом этаже таких зданий размещают подсобно-вспомогательные помещения, инженерное оборудование и коммуникации, на втором - основное производство с равномерным естественным освещением через световые фонари.

### Причины выделения в отдельный тип:

1. Замена одноэтажных зданий с цоколями и подвалами.
2. Совмещение технологических процессов с различным подъемно-транспортным оборудованием:
  - тяжелое оборудование – на уровне первого этажа,
  - легкое и вертикальное – на уровне второго этажа.

### **Достоинства:**

- Возможность совмещения тяжелого и легкого оборудования.
- Сокращение протяженности инженерных коммуникаций за счет проведения их через перекрытия.
- Сокращение технологических связей.
- Возможность изменения сетки колонн на I и II этажах.
- Сокращение площади застройки.



Двухэтажные промышленные здания: а — многопролетное здание со световыми фонарями и укрупнённой сеткой колонн в верхнем этаже; б — здание с нижним техническим этажом; в — здание с промежуточным техническим этажом.

## Многоэтажные здания

### **Область применения:**

- при вертикальной направленности технологического процесса;
- для рационального использования земель;
- при ограничении участков отводимых для промышленного строительства;
- когда производства характеризуются сравнительно небольшими технологическими нагрузками (30-40 кПа).
- при повышении требований к архитектурному облику промышленных зданий;
- при совершенствовании конструктивных решений зданий.

### **Недостатки многоэтажных зданий:**

- расход материалов и трудоемкость монтажа 1м<sup>2</sup> производственной площади имеют повышенные показатели по сравнению 1 этажными;
- ограничение технологических нагрузок на перекрытие.

### **Преимущества:**

- меньше отношение площади ограждающих конструкций к площади пола по сравнению с одноэтажными зданиями;
- уменьшение теплотерь через ограждающие конструкции;
- сокращение расхода на отопление здания.

**Этажность.** По высоте подавляющее число многоэтажных пром. зданий не превышает 5 этажей, но в перспективе ожидается повышение этажности до 8-20 этажей

### **Форма в плане:**

Основа - простая прямоугольная форма. Блокировкой прямоугольных форм получают следующие формы:

Угловая, П-образная, Ш-образная, с замкнутым двориком.

### **Зонирование:**

В многоэтажных зданиях четко разделяется зонирование на основе функциональных и конструктивных требований, а также требований по противопожарной и противопожарной безопасности.

- на 1 этаже обычно размещаются производства с тяжелым и громоздким оборудованием и производства, где возможно выделение агрессивных жидкостей и устройств сливных полов, а также склады, административно-хозяйственные помещения.

- на верхних этажах – взрывопожароопасные производства, большепролетные помещения с крановым оборудованием.

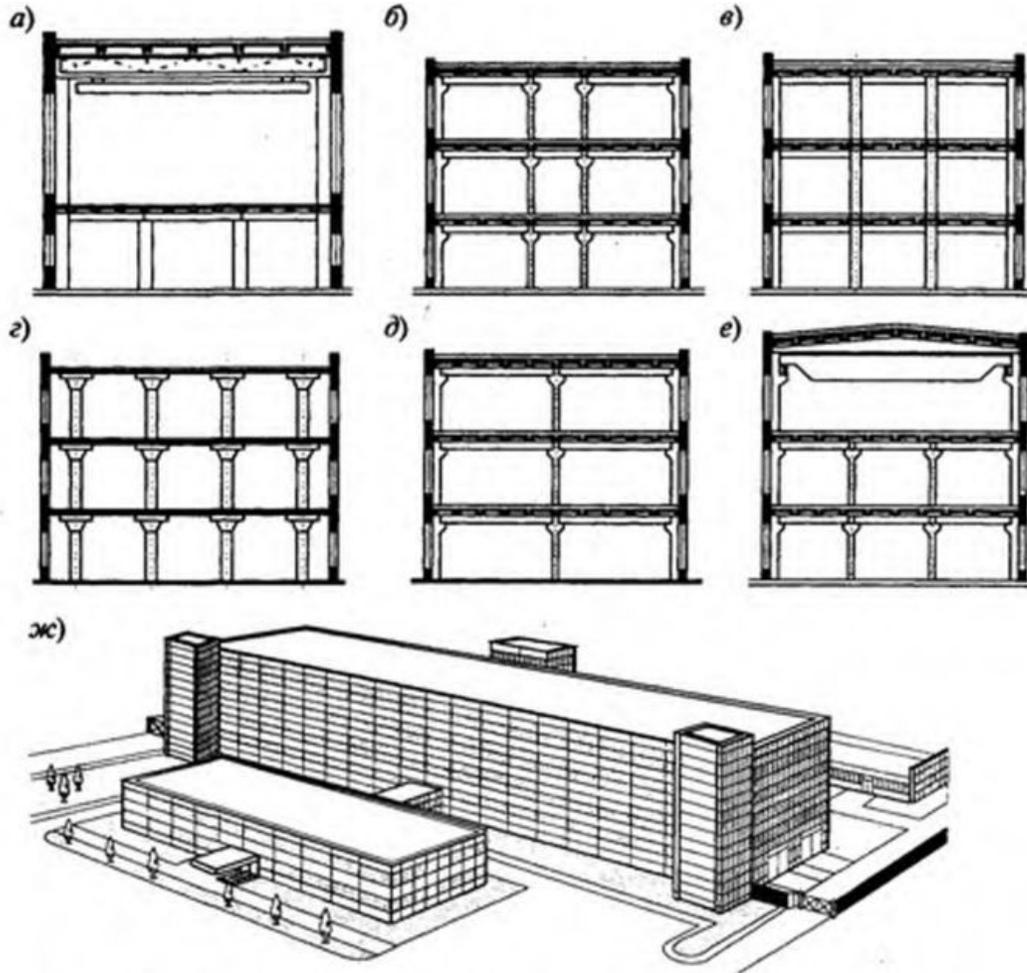
### **Количество пролетов:**

В основном здания многопролетные. В средних пролетах рекомендуется размещать второстепенные производства, т.е. там, где требуется меньшая естественная освещенность, а также лифты, подъемники, элеваторы (т.е. технологические устройства).

Ширина многоэтажных зданий лимитируется требованиями естественного освещения рабочих мест, где проходят производства с определенными разрядами точности зрительских работ.

### Сетка колонн:

Чаще всего применяют сетку колонн 6х6, 6х9 м, а также укрупненные сетки 12х6, 18х6, 12х12 м.



Основные виды многоэтажных промышленных зданий:  
а - двухэтажное с укрупненной сеткой колонн 2-го этажа;

б - с сеткой колонн  $(6 + 3 + 6) \times 6$  м;

в, г - с сеткой колонн  $(6 + 6 + 6) \times 6$  м;

д - с сеткой колонн  $(12 + 12) \times 6$  м;

е - многоэтажное с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа;

ж - общий вид многоэтажного промышленного здания и соединенного с ним административно-бытового корпуса

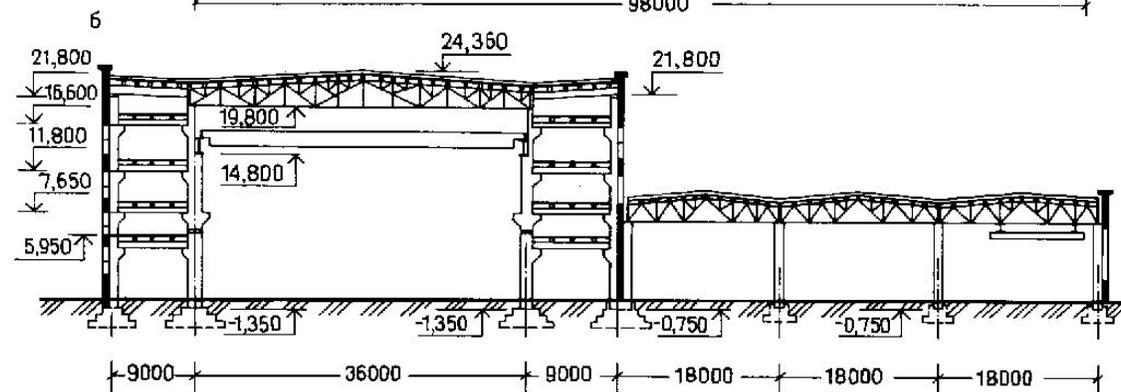
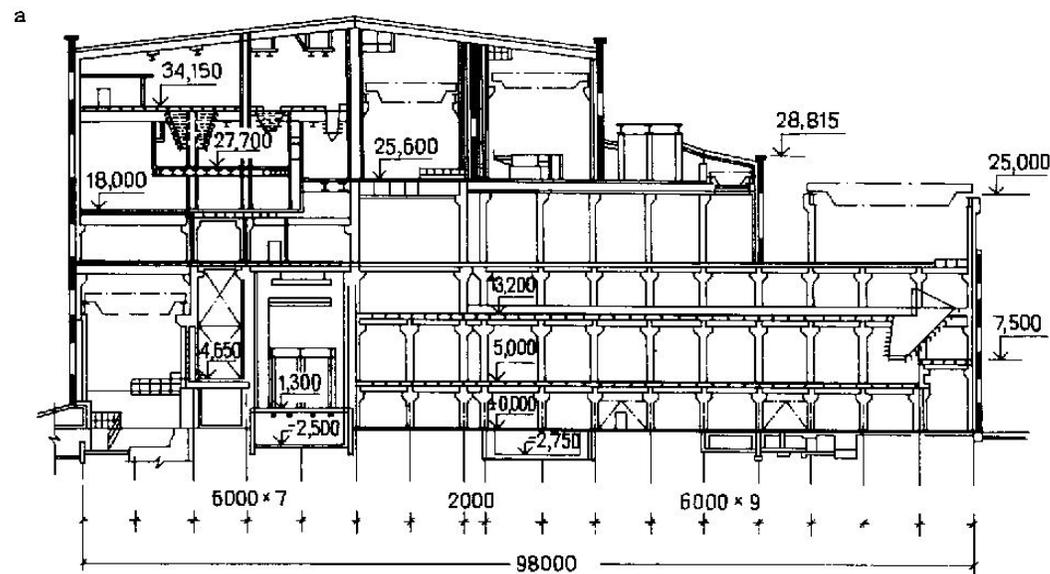
## **Объёмно-планировочные структуры многоэтажных промышленных зданий:**

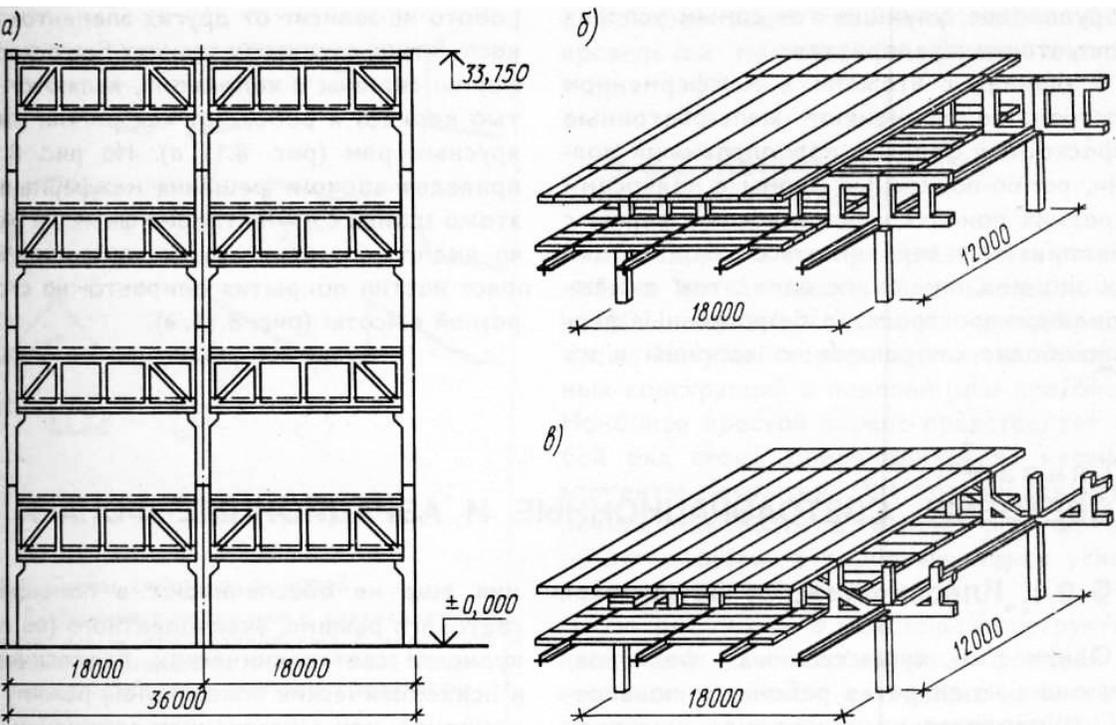
- **системы регулярной структуры** – характерны одинаковой сеткой колонн и одинаковой высотой этажа в пределах здания; Сетка колонн бхбм. 9х9 м, высота этажа от 3,6 м до 7,3 м (кратно 0,6 м).

- **системы регулярной структуры с верхним этажом зального типа;**

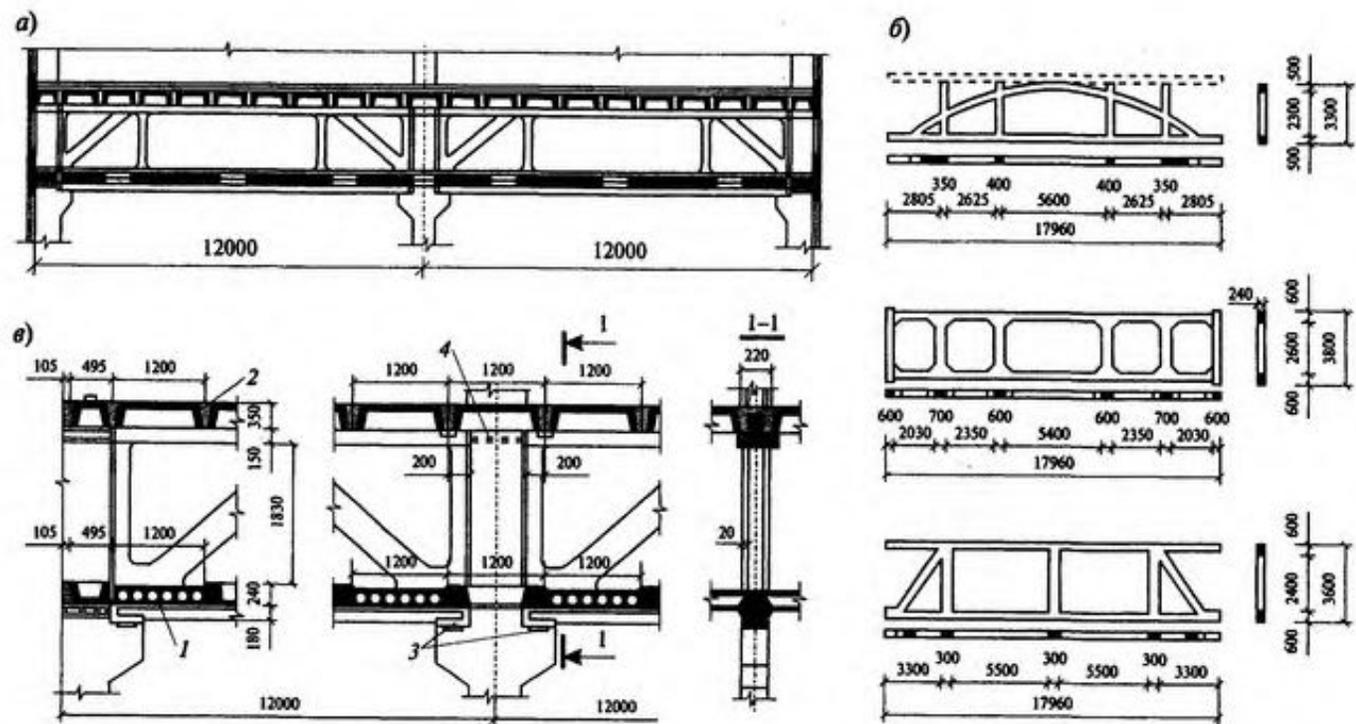
- **системы нерегулярной структуры** – характерны различной сеткой колонн и различными высотами этажей (там где имеются бункеры, силосы и другие агрегаты, имеющие разную высоту и располагающиеся на разных уровнях); область применения: цветная металлургия, горнорудная, химическая промышленности.

- **здания с межферменными этажами.** Это здания с чередованием по высоте производственных и технических (межферменных) этажей, сеткой колонн 18х12 м, 24х12 м, 30х12 м, 36х12 м. Ригелями междуэтажных перекрытий являются безраскосные фермы высотой 3, 3,6м, пролетами 18, 24, 30, 36 м. В межферменных этажах могут располагаться вспомогательные и обслуживающие помещения или инженерные и технологические коммуникации.





Здания с межферменными этажами:  
 а — конструктивная схема; б, в — варианты конструктивного решения



**Рис. XII-12. Конструкции каркасов многоэтажных зданий с техническими этажами:**  
 а - фрагмент поперечного разреза здания с пролетами 12м, перекрытыми рамно-подкосными фермами; б - основные виды железобетонных ферм-ригелей (арочные с надстройкой в верхнем поясе, безраскосные и рамно-подкосные); в - железобетонная безраскосная ферма для перекрытия пролетов 12 м; 1 - нижний настил из пустотных плит; 2 - верхний настил из ребристых плит; 3 - центрирующие прокладки; 4 - стальная трубка для пропуска арматуры

## Конструктивная система

Для многоэтажных зданий применяется каркасная конструктивная система.

Материалы каркаса:

- железобетон: сборный, монолитный, сборно-монолитным.

- стальной

- смещенный каркас для укрупненных пролетах верхнего 3-х этажного здания и более допустимо применять стальные стропильные конструкции.

Применение стального каркаса допустимо если:

- полезная нагрузка на перекрытие превышает 30 кПа (6x6 м), 15 кПа 96x9 м), 10 кПа 96x12 м).

- при особых производственных и технологических требований к зданию (большие динамические и статистические нагрузки, для труднодоступных районах строительства, при сжатых сроках строительства).

## Конструктивные решения

В практике многоэтажного строительства используют **рамную, рамно-связевую и связевую** конструктивные схемы каркаса, отвечающие различным условиям его статической работы.

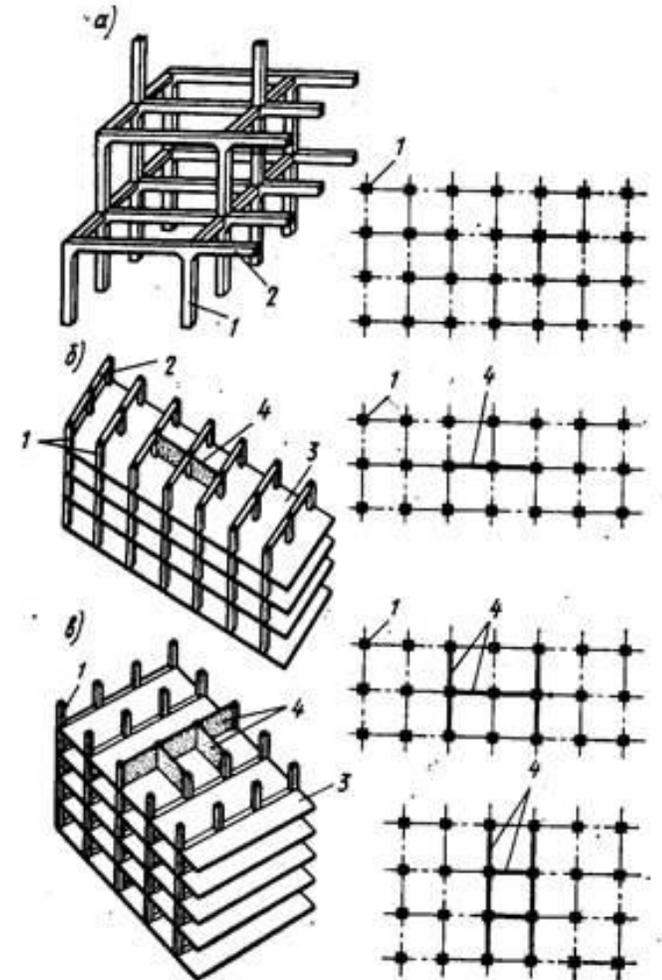
Конструктивные схемы каркасов:

а - рамная;

б – рамно-связевая;

в - связевая;

1 - колонна; 2 - ригель;  
3 – жесткий диск перекрытия;  
4 – диафрагма жесткости.



**Рамная схема** представляет собой жесткую и устойчивую пространственную систему колонн, ригелей и плит перекрытий, соединенных между собой. Все вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются узлами колонн и ригелей, которые выполнены жесткими. Такая система очень трудоемка и требует повышенного расхода металла. Ее применяют в тех случаях, когда по условиям технологии не допускается установка поперечных и продольных перегородок или связей между колоннами.

**Связевая схема** отличается от предыдущей тем, что колонны работают только на вертикальные нагрузки, а горизонтальные воспринимаются системой вертикальных дисков и ядер жесткости.

**Рамно-связевая схема** является промежуточной и для многоэтажных каркасных зданий включает плоские рамы, расположенные в поперечном направлении относительно продольной оси здания, и диафрагмы жесткости. Продольная устойчивость здания создается за счет вертикальных дисков жесткости, которые выполняют в виде металлических решеток или железобетонных плоскостей.

Перспективной считается сборно-монолитная железобетонная конструкция, в которой пространственная жесткость обеспечивается ядром жесткости, выполненным в монолитном или сборном железобетоне.

## Стойчно-балочные каркасы

Многоэтажные ж/б каркасы по своей структуре могут быть разделены на:

- **стойчно-балочные**, включающие колонны, ригели и плиты,
- **безригельные (безбалочные)**, включающие колонны, капители (опорные воротники) и плиты.

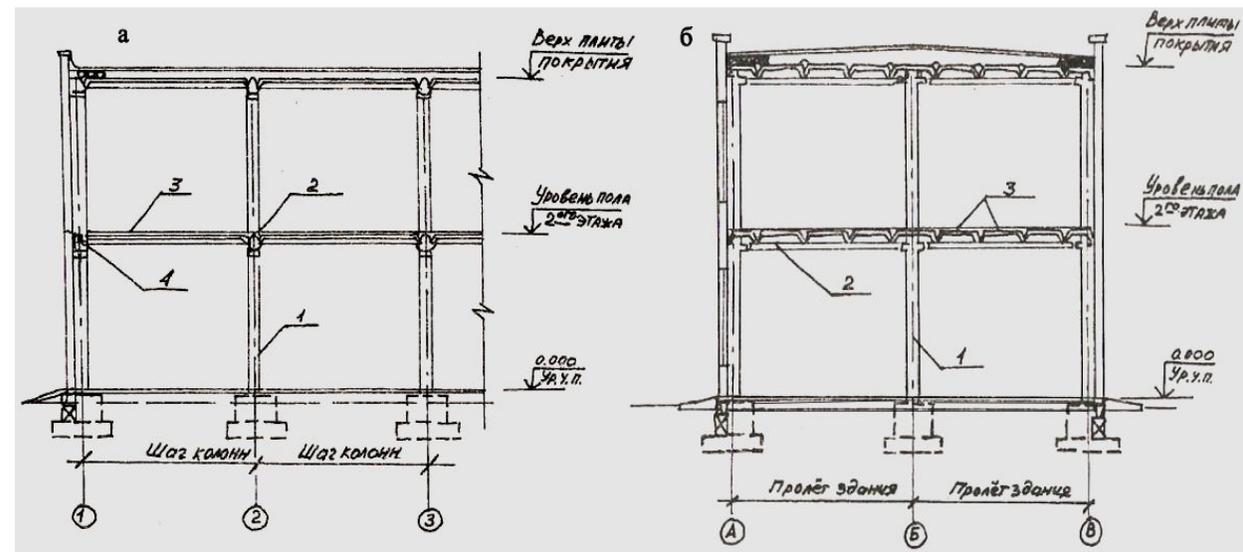
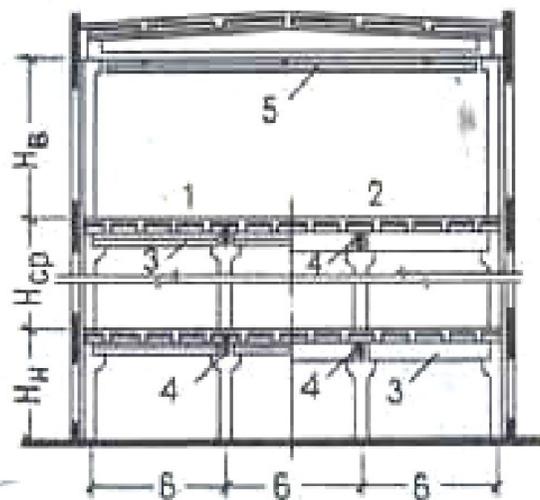


Рис. 26.1. Конструктивные схемы многоэтажных промышленных зданий с балочными конструкциями перекрытий

а — с одинаковыми пролетами во всех этажах; б — с увеличенным пролетом в верхнем этаже и с подвесным краном; в — с увеличенным пролетом в верхнем этаже и с опорным краном: 1 — вариант перекрытия с опиранием ребристых плит на полки ригелей, 2 — то же, с опиранием плит по верху ригелей; 3 — ригель поперечной рамы; 4 — ригель продольной рамы жесткости; 5 — подвесной кран; б — опорный кран

Разрезы многоэтажного каркасного здания:  
а — продольный; б — поперечный; 1 — колонна, 2 — ригель, 3 — ребристая плита, 4 — пристенный ригель.

Стойечно-балочные каркасы имеют сетку колонн 6x6, 6x9, 6x12м., а высоту этажа до 6м. В отдельных случаях высота может быть до 10.8м.

Основные элементы каркаса:

- колонны с фундаментами
- ригели (прогоны)
- плиты перекрытий
- связи

Число пролётов в поперечном направлении каркаса определяется предельной величиной температурного блока, которая не должна превышать 60м.

В продольном направлении протяжённость каркаса ограничивается также 60м.

**Ригели** многоэтажных каркасов разработаны двух типов:

**1-й тип** — предназначен для опирания настилов на полки ригелей

**2-й тип** — с опиранием настилов на верх ригелей.

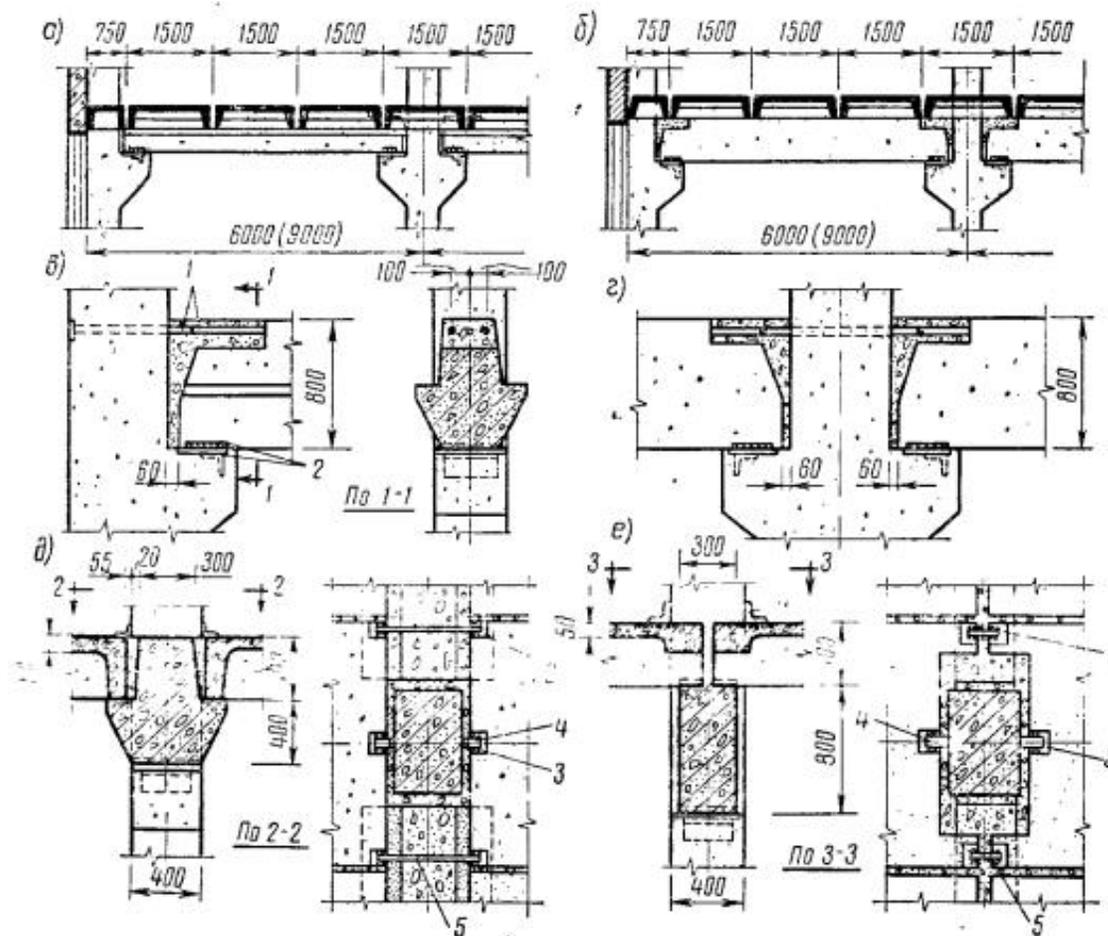
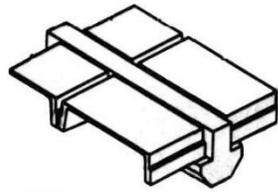
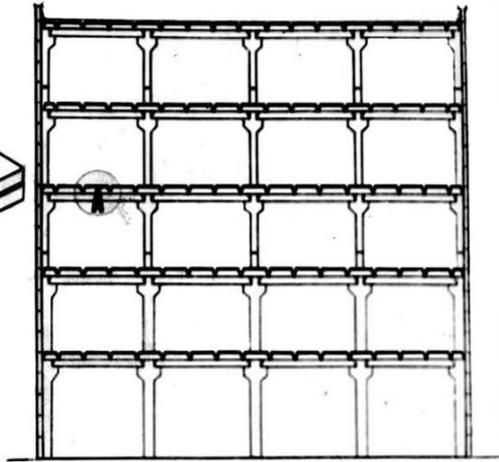


Рис. 45. Детали балочных каркасов многоэтажных зданий:

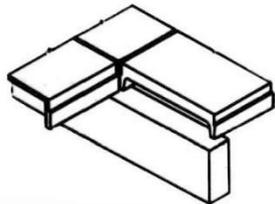
*а* — при опирании плит на полки ригелей; *б* — то же, по верху ригелей; *в* — соединение ригеля с колонной при опирании плит на полки ригелей; *г* — то же, по верху ригелей; *д* — опирание плит на полку ригелей; *е* — то же, по верху ригелей; *1* — выпуски арматуры; *2* — закладные элементы в колонне и ригеле; *3* — то же, в плите; *4* — упорный уголок; *5* — накладки из стержней



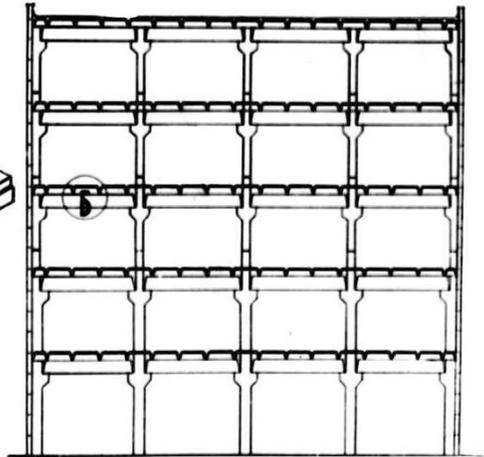
Узел А



Здание с сеткой колонн 6х6м,  
9х9м  
с опиранием плит на полки  
ригелей.



Узел Б



Здание с сеткой колонн 6х6м,  
9х9м  
с опиранием плит по верху  
плит.

Для опирания ригелей у колонн предусмотрены консоли.

Основной тип колонн – высотой в два этажа, стык колонн устраивают на высоте 600- 1000 мм выше плит перекрытия.

## Перекрытия многоэтажных пром. зданий

Для устройства перекрытий применяют **ребристые плиты** двух типов:

- основные шириной 1500мм
- доборные шириной 750мм.

Высота плит 400мм.

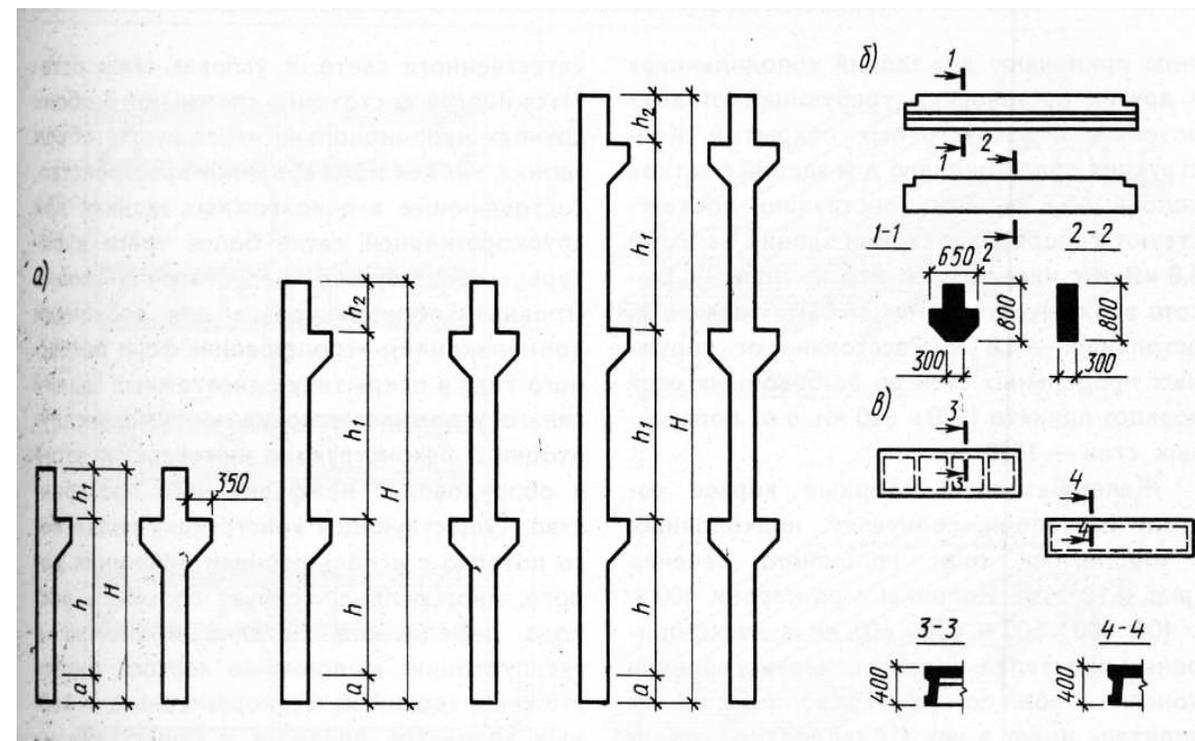
Короткие плиты длиной 5050 и 5550мм укладывают у деформационных швов и у торцов здания.

Плиты перекрытий опирают на полки ригеля или на верхнюю плоскость ригеля. Второй вариант приемлем – когда в перекрытиях необходимо устраивать большие проёмы для провисающего оборудования.

Плиты опираемые на верхнюю плоскость ригеля отличаются лишь формой и размерами торцовых рёбер.

Плиты и ригели, укладываемые по осям колонн, выполняют роль **распорок** – передают на вертикальные связи между колоннами давление ветра на торец здания.

Стеновые панели навесные, основная номенклатура высотой 1,2 и 1,8 м при ширине на пролет 4,5 и 6 м. Цокольные панели первого этажа устанавливают на фундаментные балки, панели последующих этажей на стальные столики, привариваемые к закладным деталям колонн.



Унифицированные сборные железобетонные элементы многоэтажных производственных зданий с балочными перекрытиями: а — колонны; б — ригели; в — плиты

## Безбалочные перекрытия.

Безбалочные перекрытия в многоэтажных производственных зданиях имеют меньшую высоту, чем балочные, благодаря чему при их применении уменьшается объём здания. Кроме того, при безбалочных перекрытиях упрощается прокладка трубопроводов под плоским потолком и создаются лучшие условия для вентилирования пространства под ним.

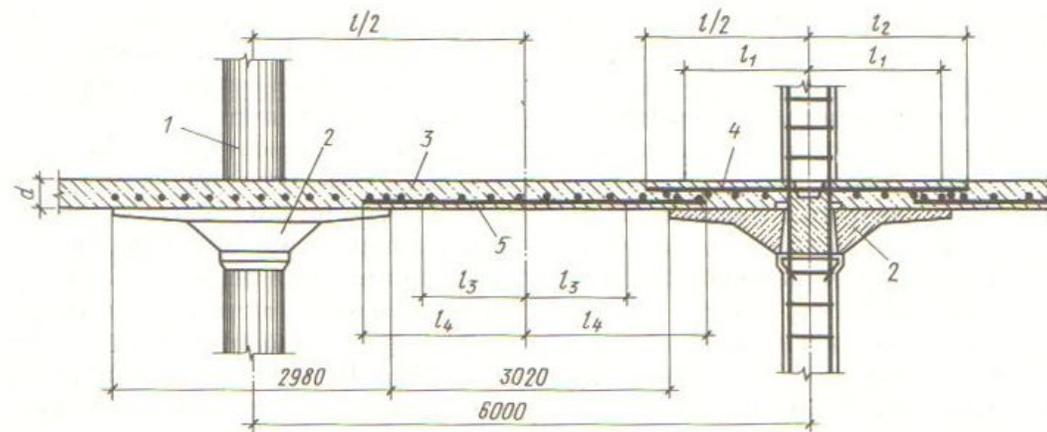
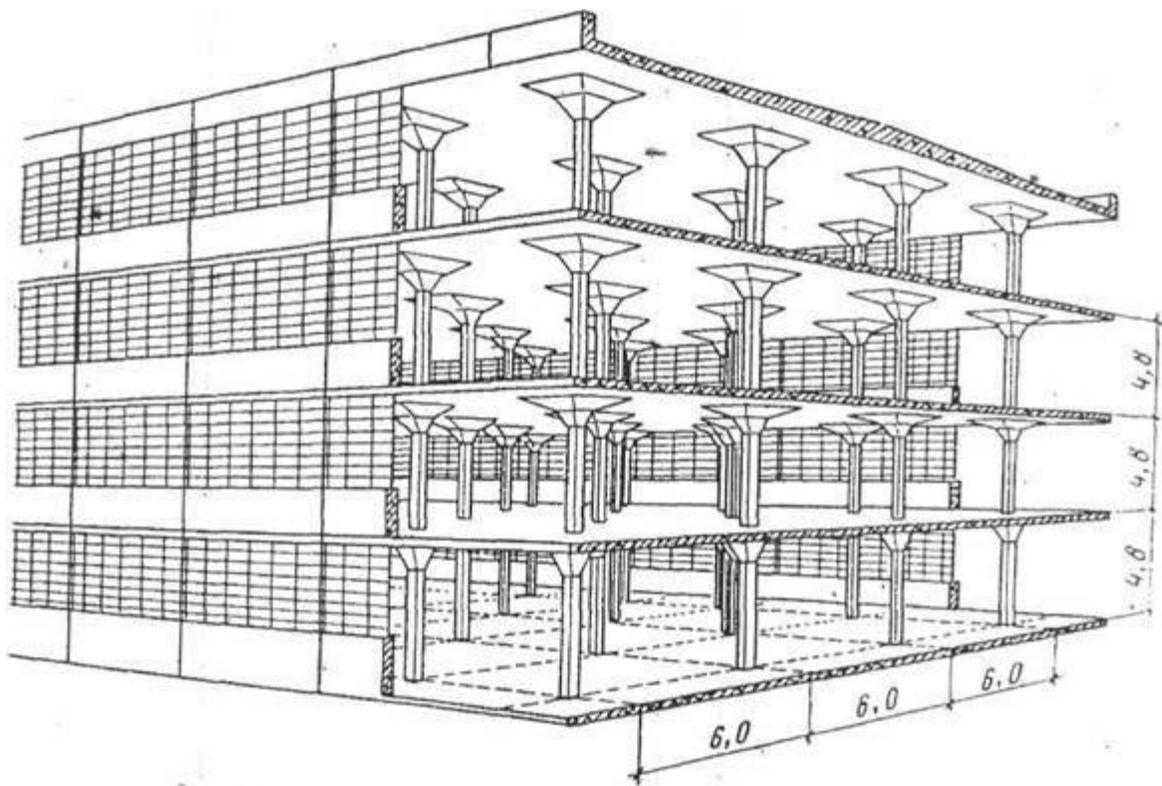
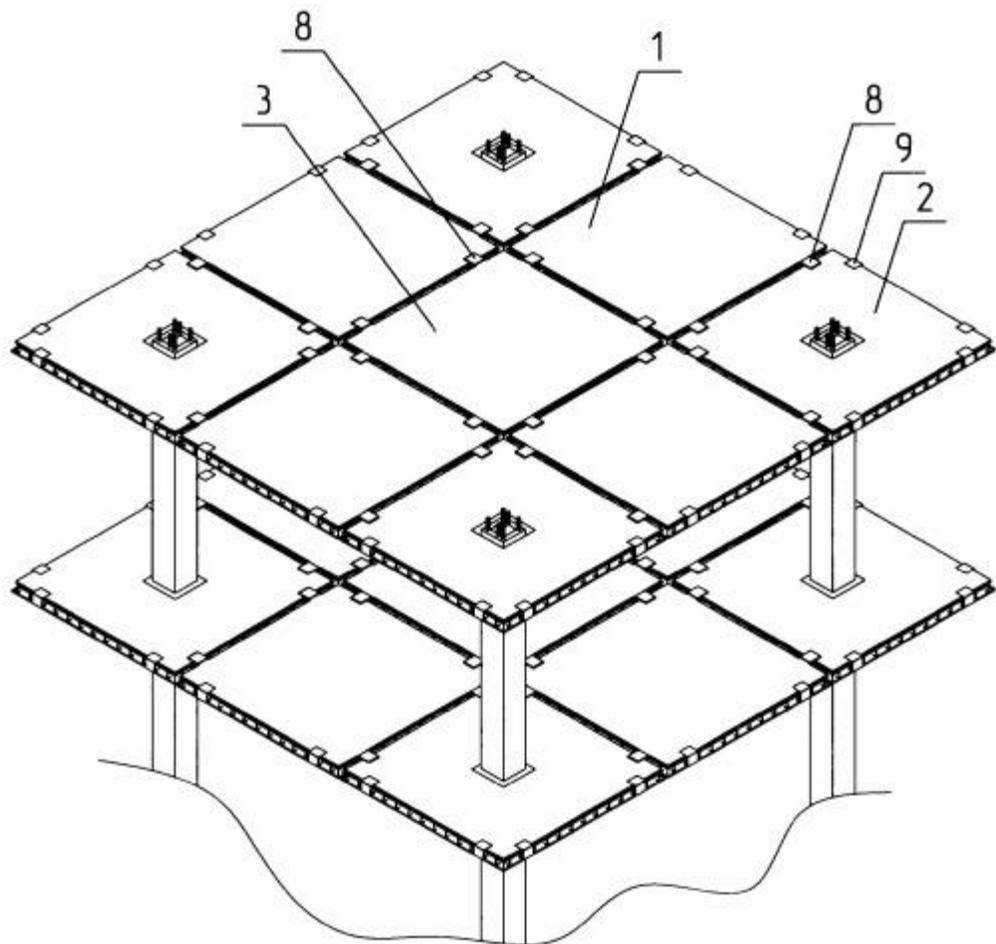
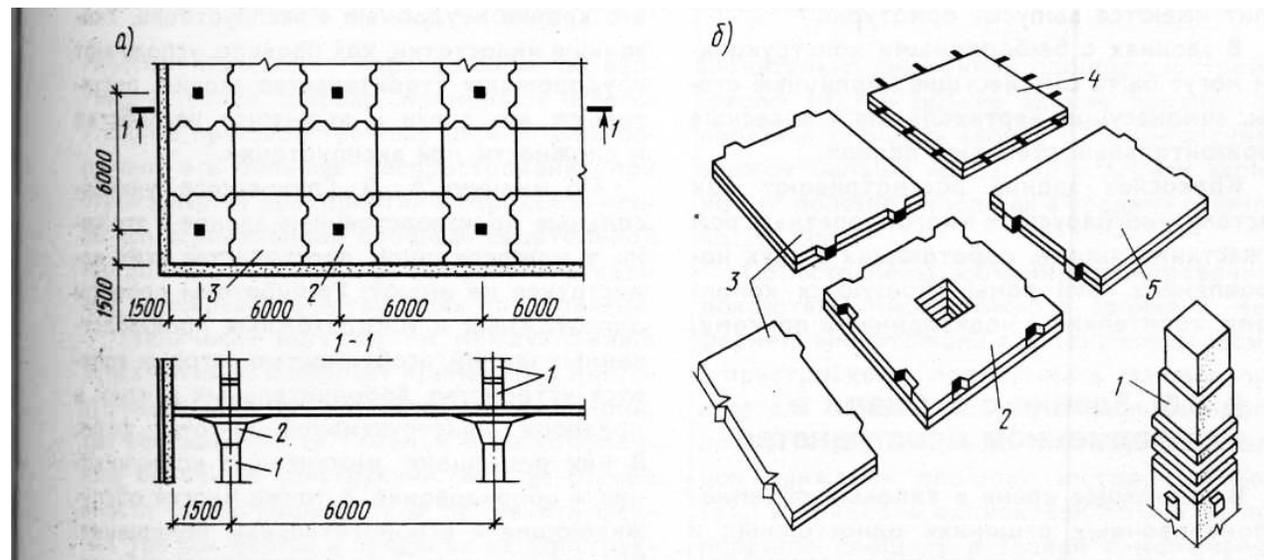


Рис. 9.14. Безбалочное перекрытие с монолитной плитой:

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



Фиг.1



Железобетонный сборный каркас состоит из колонн высотой на один этаж, капителей, надколонных и пролётных плит сплошного сечения. Колонны с размерами 400 x 400, 500 x 500 и 600 x 600мм в месте опирания капителей имеют четырёхсторонние консоли и пазы по граням ствола. Основная капитель имеет в центре квадратное отверстие, по граням которого устроены пазы. Для пропуска инженерных коммуникаций предусмотрены капители с круглыми отверстиями диаметром 100 и 200 мм. На торцах плит имеются выпуски арматуры.

Различают каркасы:

- с безбалочными перекрытиями с надколонными плитами, **расположенными в двух направлениях**,
- и надколонными плитами, укладываемыми **в одном направлении**.

Основные элементы (для каркаса и **плитами в двух направлениях**):

- колонны,
- капители,
- надколонные плиты,
- пролётные плиты.

Конструктивно перекрытие решают так:

- на колонны каркаса крепят капители (имеющие форму усеченной пирамиды с отверстием)
- капитель с выступающей частью колонны скрепляют сваркой ЗД. Капитель – это опора для четырёх надколонных плит, но и обойма стаканного типа для колонны вышележащего этажа.
- надколонные плиты (ребристые или пустотелые) жестко скрепляют с капителью путём сварки закладных деталей

Пролётные плиты изготавливают однослойными, толщ. 160-220мм с рёбрами по периметру.

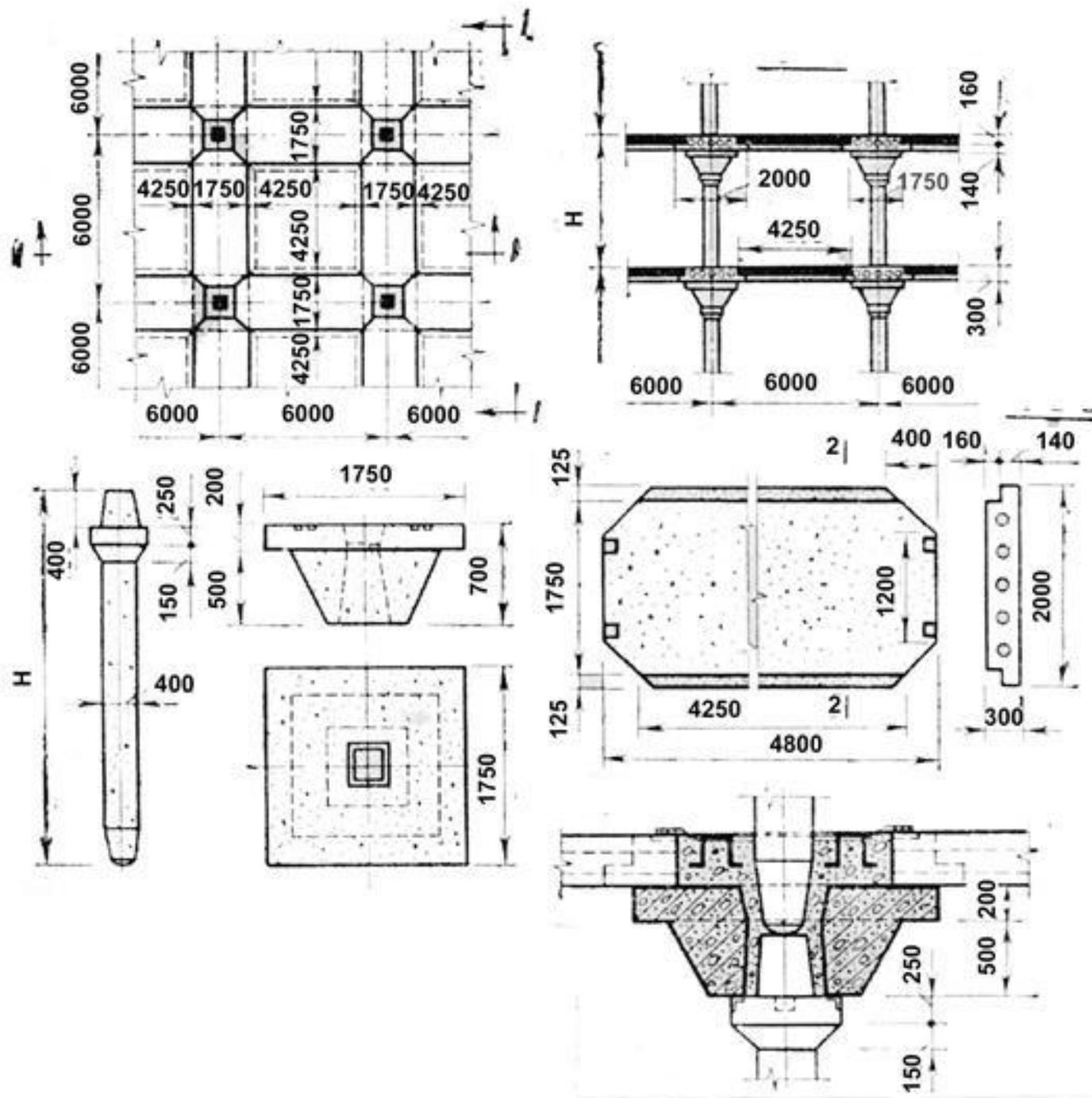
- для жесткости перекрытия, после установки колонн, надколонную зону армируют и бетонируют.

Каркас со сборно-монолитным безбалочным перекрытием при расположении надколонных плит **в одном направлении состоит**:

- колонн,
- плоских капителей,
- надколонных плит,
- пролётных плит.

Пролётные плиты опирают на выступающие четверти надколонных плит-балок.

Поперечная и продольная жесткость обеспечивается сваркой выпусков арматуры пролётных плит с арматурной сеткой, укладываемой по верху надколонных плит, и замоноличиванием её монтажным бетоном.



Элементы безбалочного каркаса.

а – монтажная схема;

б – колонна;

в – капитель;

г – надколонная (межколонная)

плита;

д – деталь сопряжения.

## Привязки

Привязка:

- крайних колонн к продольным координационным осям принята нулевая,
- средних колонн – осевая.

Привязка крайнего ряда колонн к поперечным координационным осям может быть разной:

- при увеличенной сетке колонн верхнего этажа колонны крайних рядов смещают внутрь здания от поперечных осей на 500мм (как в одноэтажных зданиях).

- при регулярной структуре привязка может быть как нулевой, так и совмещенной с геометрической осью колонн, поскольку панели стен могут крепиться непосредственно к каркасу, вследствие чего отпадает необходимость установки фахверковых стоек.

Торцевые стены будут иметь привязку в первом случае нулевую, а во втором – 200мм (половину толщины колонны).

Температурные швы в этих случаях выполняются на двух осях со вставкой.

При шарнирно-связевых каркасах все колонны привязываются к поперечным и продольным координационным осям по геометрической оси.

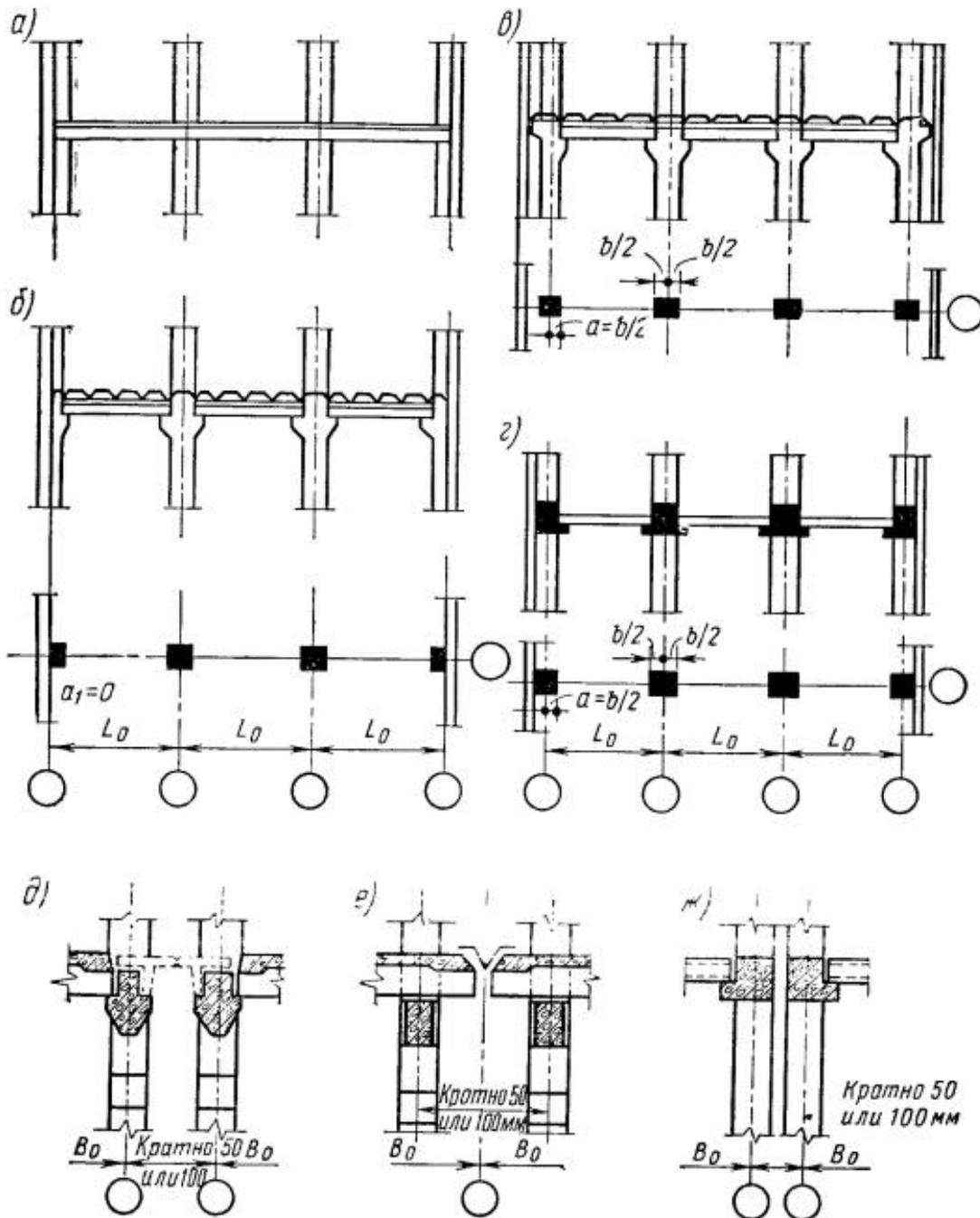
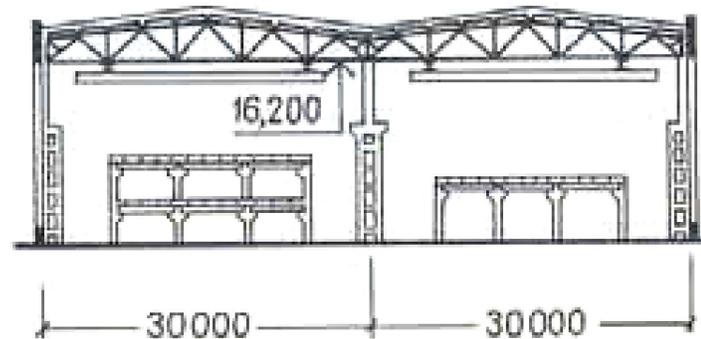


Рис. 9. Привязка колонн и стен многоэтажных зданий:

## Этажерки

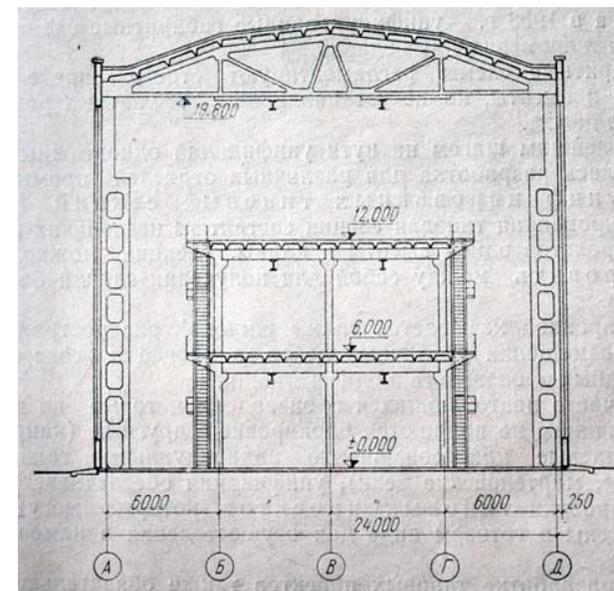
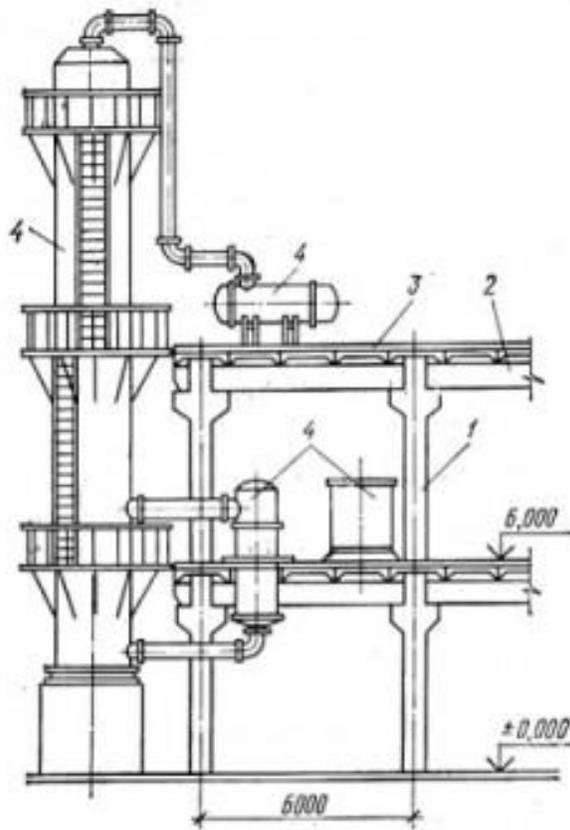
Применяются, когда для некоторых производств технологическое оборудование частично или полностью может располагаться вне здания, т.е. на открытых площадках.

Они могут располагаться и внутри здания павильонного типа при наличии вертикального локального технологического процесса.



*Этажерка промышленного здания:*

*1 - колонна; 2 - ригель; 3 - рабочая площадка; 4 - технологическое оборудование*



## Они классифицируются:

По расположению – внутренние и наружные;

По этажности – низкие до 4-5 этажей, и высокие более 5 этажей;

По способу возведения – стационарные и сборно-разборные;

По материалу каркаса – сборные железобетонные, монолитные железобетонные, стальные.

Объемно-планировочные параметры этажерок: сетка колонн  $6 \times 6$  м;  $6 \times 4,5$  м;  $6 \times 9$  м;  $4,5 \times 9$  и др. высота этажа первого  $4,8 - 7,2$  м, остальных  $4,8$  м.

Элементы каркаса: колонны, ригели перекрытий, настилы перекрытий, вертикальные связи. Колонны выполняются из прокатных или сварных двутавров, ригели – прокатные двутавры или швеллеры, перекрытия – сборные железобетонные плиты или стальные листы. Сборно-разборные этажерки выполняют с соединением элементов на болтах. Стальные этажерки могут быть по этажности низкие до 4-5 этажей и высокие более 5 этажей (могут быть высотой до 100 м).

Железобетонные этажерки выполняют, если применение ж/б каркаса дает снижение стоимости строительства



**Недостатки** ж/б этажерок – увеличение массы конструкций, сложность сопряжения узлов и крепления технологического оборудования к этажерке. Максимальная высота ж/б этажерки 18 м.

**Достоинства** применения внутренних этажерок:

- Снижение себестоимости строительства за счет отсутствия наружных ограждающих конструкций;
- Максимальная унификация конструктивных элементов;
- Увеличение производственной площади, занятой технологическим оборудованием;
- Универсальность и максимальная приспособляемость к технологическим процессам.

**Достоинства** применения наружных открытых этажерок:

- Снижение стоимости на 10-15 %;
- Сокращение сроков строительства;
- Сокращение сроков монтажа оборудования;
- Создание условий для рационального расположения оборудования на сложном рельефе местности;
- Снижение эксплуатационных расходов;
- Снижение пожаро-взрывоопасности;
- Облегчение конструкции;
- Легкий доступ к очагам пожара.

**Недостатки:**

- необходимость защиты от коррозии,
- утепление технологического оборудования в зимнее время.

## Монолитные каркасы многоэтажных зданий

могут выполняться:

- с поперечными рамами и продольными второстепенными балками;
- с продольными рамами и поперечными второстепенными балками.

Объемно-планировочные параметры монолитных каркасов унифицируются в соответствии с действующей модульной координацией размеров в строительстве.

Пролеты рам 6, 9, 12 м, этажность – до 9 этажей, ширина здания от 18 до 60 м.

Многоэтажные здания строятся с монолитными междуэтажными перекрытиями с унифицированными конструктивными элементами: колонны от 300×300 мм до 400×800 мм, главные и второстепенные балки имеют отношение ширины сечения к высоте 1:2 или 1:3; ширина от 150 до 500 мм, высота от 300 до 1000 мм; подколонники от 900×900 мм до 1200×2700 кратно 300 мм.

Подосва фундамента от 1500×1500 мм до 6000×7200 мм

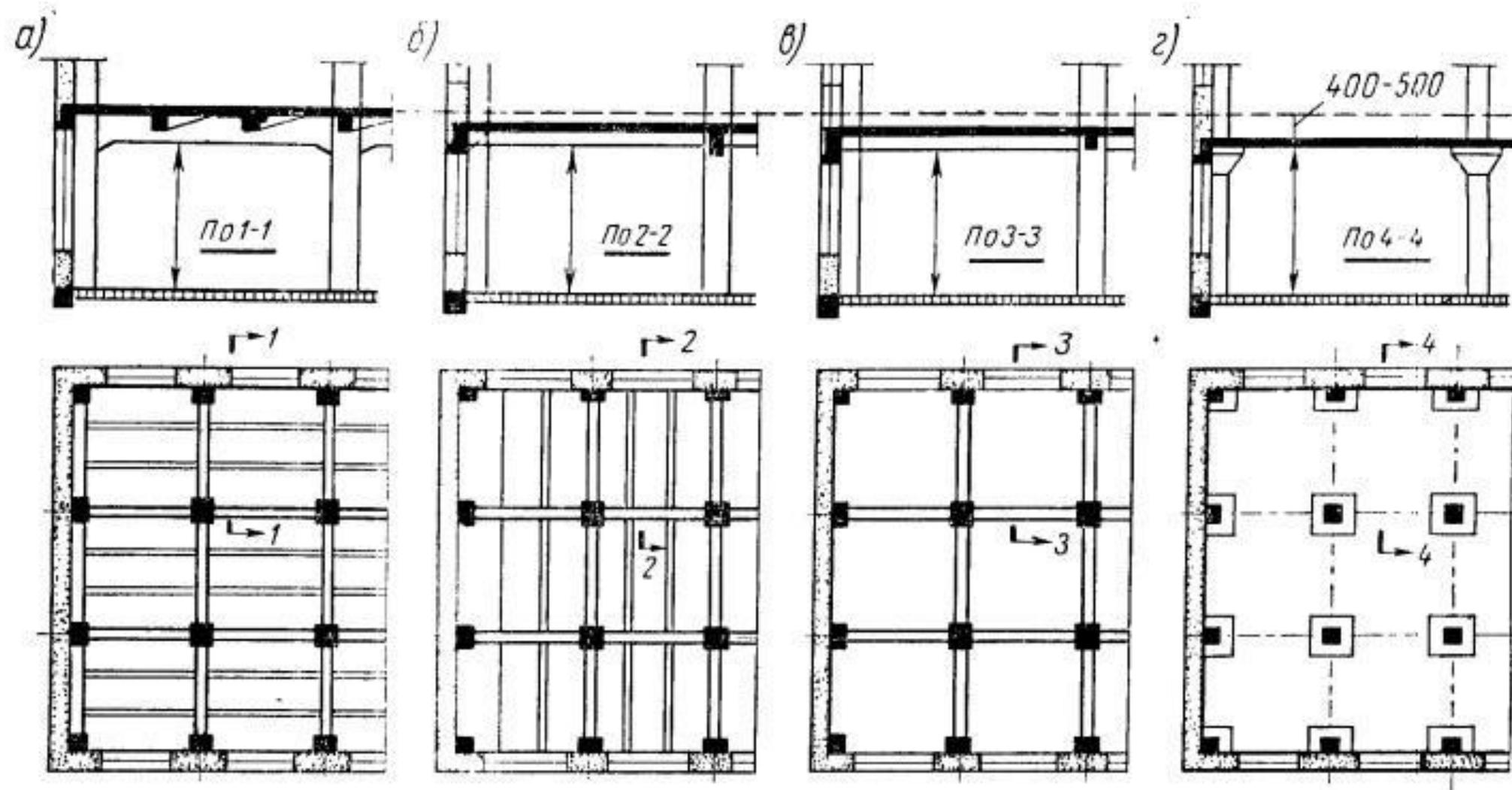


Рис. 13 Схемы монолитных железобетонных каркасов:  
 а — с поперечными главными рамами, б — то же, с продольными; в — с плитами, опертymi по контуру; г — с безбалочными перекрытиями

