

# КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Промышленные здания, как правило, проектируются по каркасной рамно-связевой конструктивной схеме с поперечным расположением рам и продольными связями жесткости. Основные размеры здания в плане измеряют между разбивочными (координационными) осями, которые образуют геометрическую основу плана здания.



При разработке проекта промышленного здания принято соблюдать определенную последовательность действий. Можно выделить следующие этапы проектирования:

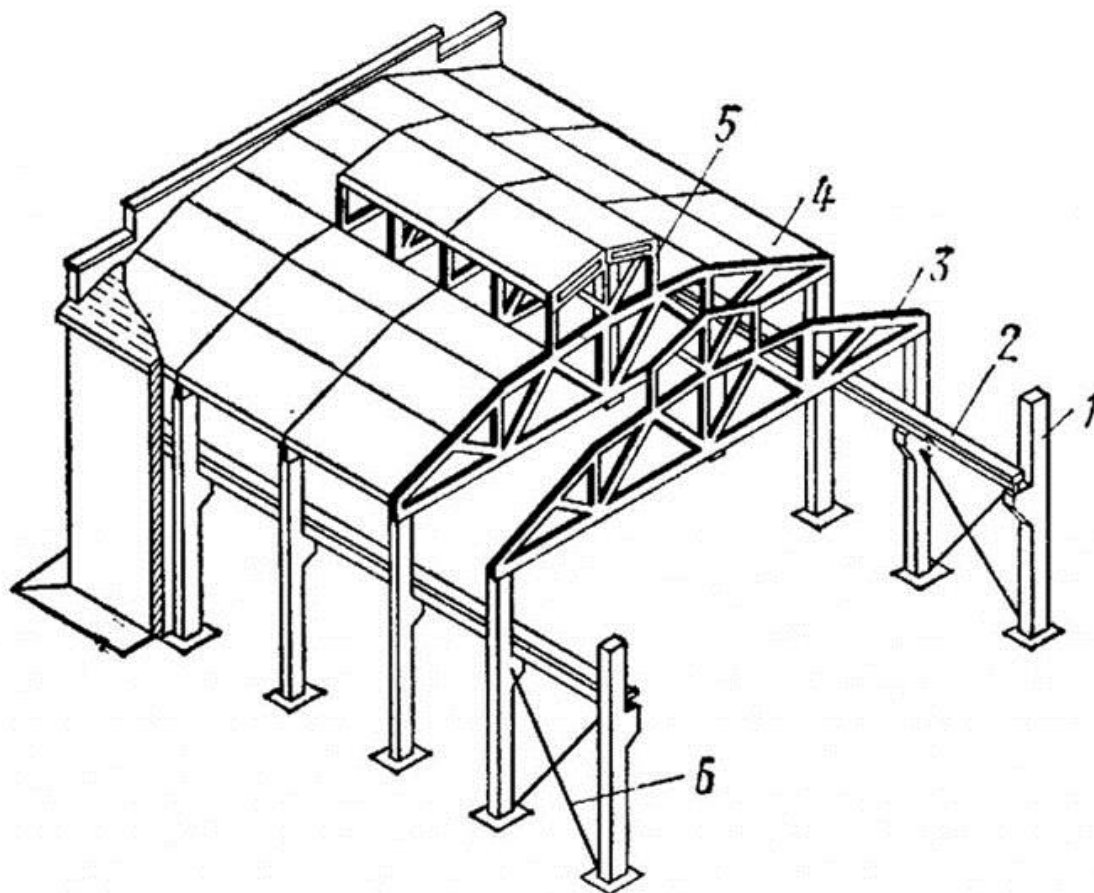
- 1) **выбор** материала каркаса промышленного здания;
- 2) **привязка** колонн каркаса к разбивочным осям;
- 3) **подбор** отдельных конструктивных элементов каркаса.

## ВЫБОР МАТЕРИАЛА КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

**Каркас одноэтажного промышленного здания** состоит из поперечных рам, образованных колоннами и несущими конструкциями покрытия (балками, фермами, арками) и продольных элементов (фундаментных, подкрановых и обвязочных балок), а также плит покрытия и связей.

Промышленное здание может быть решено:

- в стальном каркасе;
- в железобетонном каркасе;
- в смешанном (с железобетонными колоннами и стальными фермами) каркасе.



**Общий вид  
железобетонного  
сборного каркаса**

- 1 – колонна;**
- 2 – подкрановая балка;**
- 3 – стропильная ферма;**
- 4 – плита покрытия;**
- 5 – рама фонаря;**
- 6 – стальная связь**

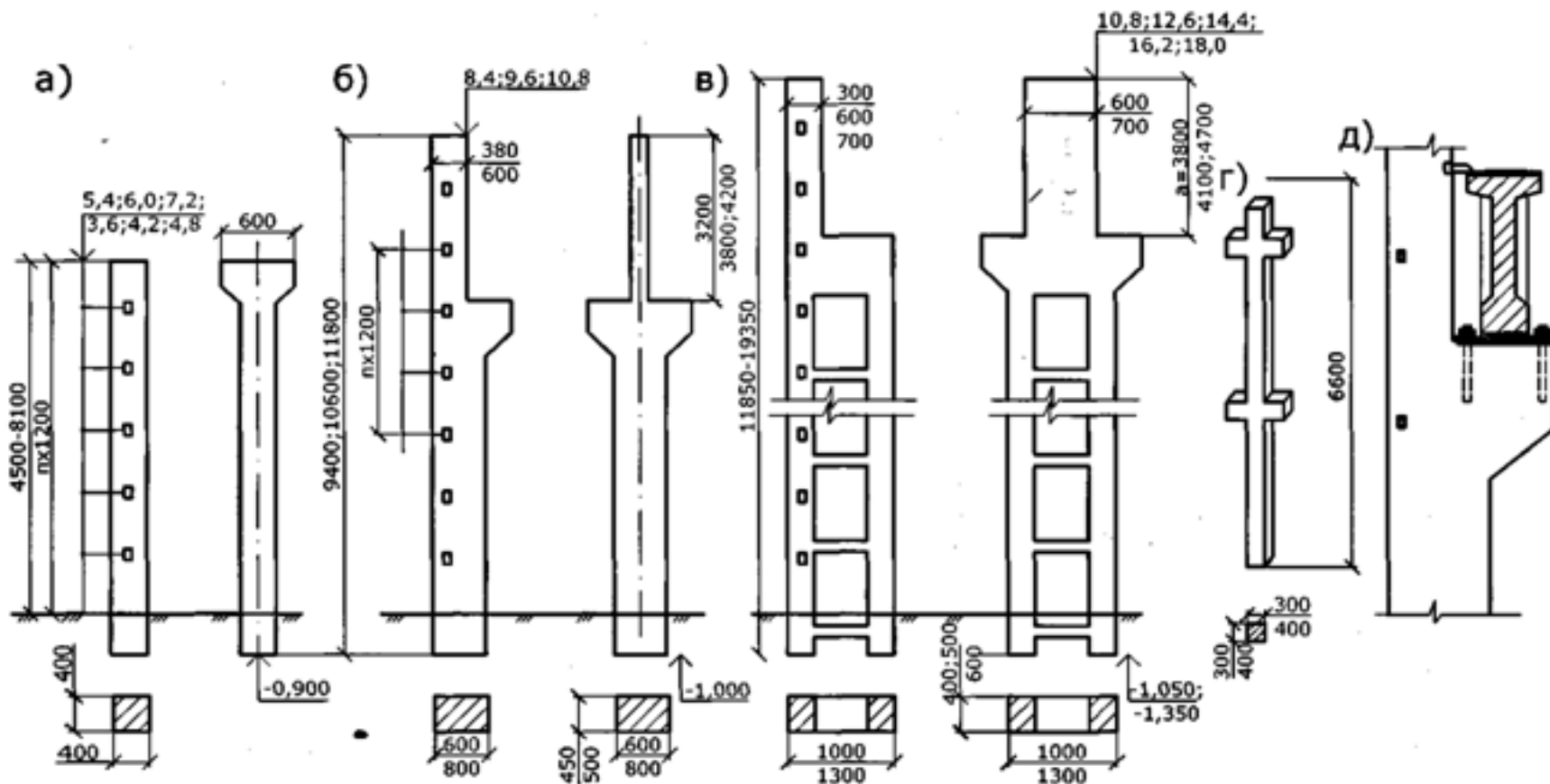
**Промышленные здания содержат разнообразное взаимное расположение пролетов в блокированном и под одну крышу здании:**

- параллельные пролеты одной высоты;
- параллельные пролеты разных высот;
- взаимно перпендикулярные пролеты.

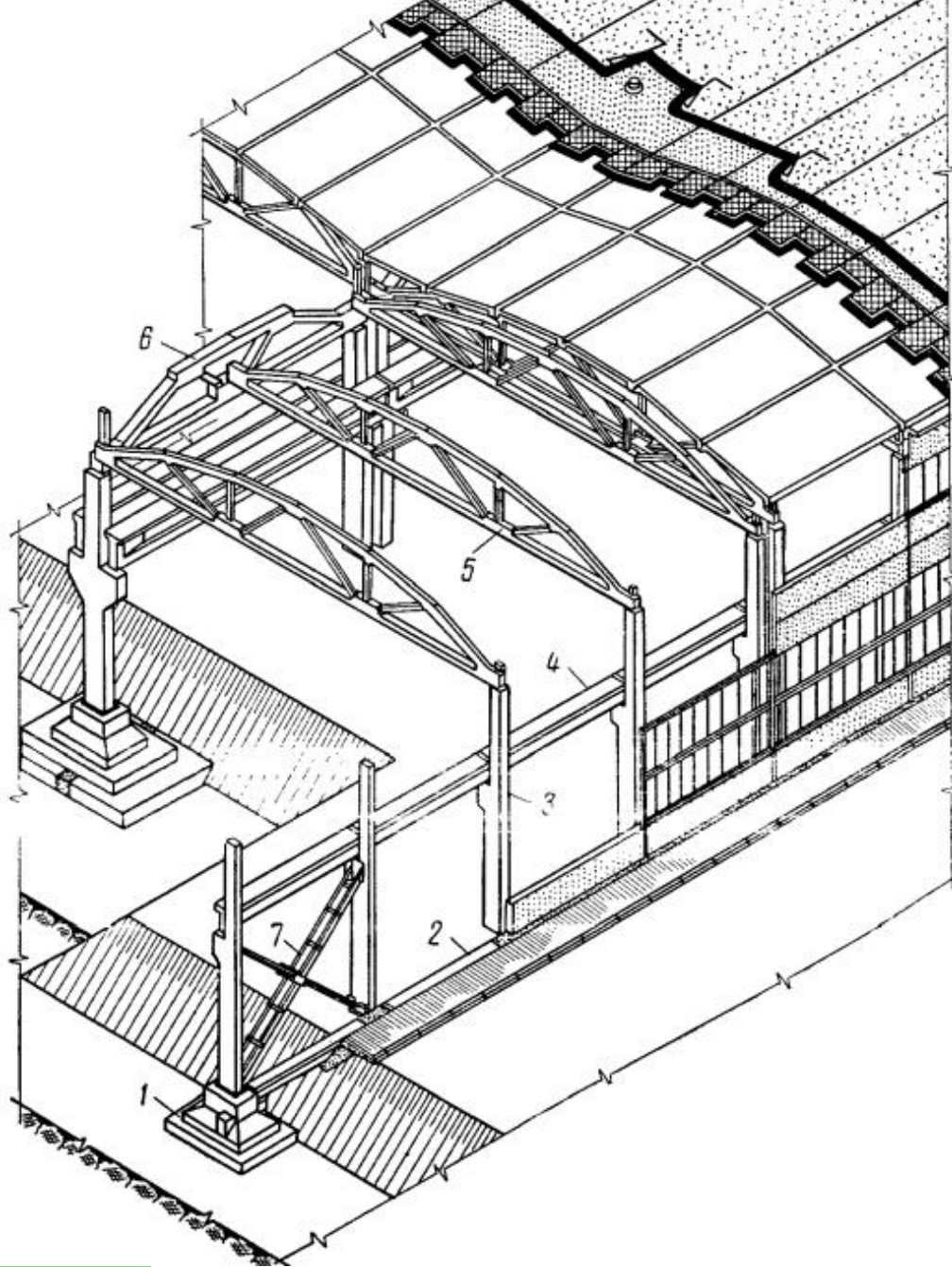
## Область применения сборных железобетонных конструкций:

### ❖ Колонны:

- при высоте (Н) от пола до низа стропильных конструкций меньше или равной 14,4 м и грузоподъемности (Q) мостовых кранов до 32 т включительно;
- при Н от 14,4 до 18 м включительно и  $Q > 32$  т (не требующие устройства проемов в теле колонн для прохода на уровне крановых путей);
- при отсутствии мостовых кранов.





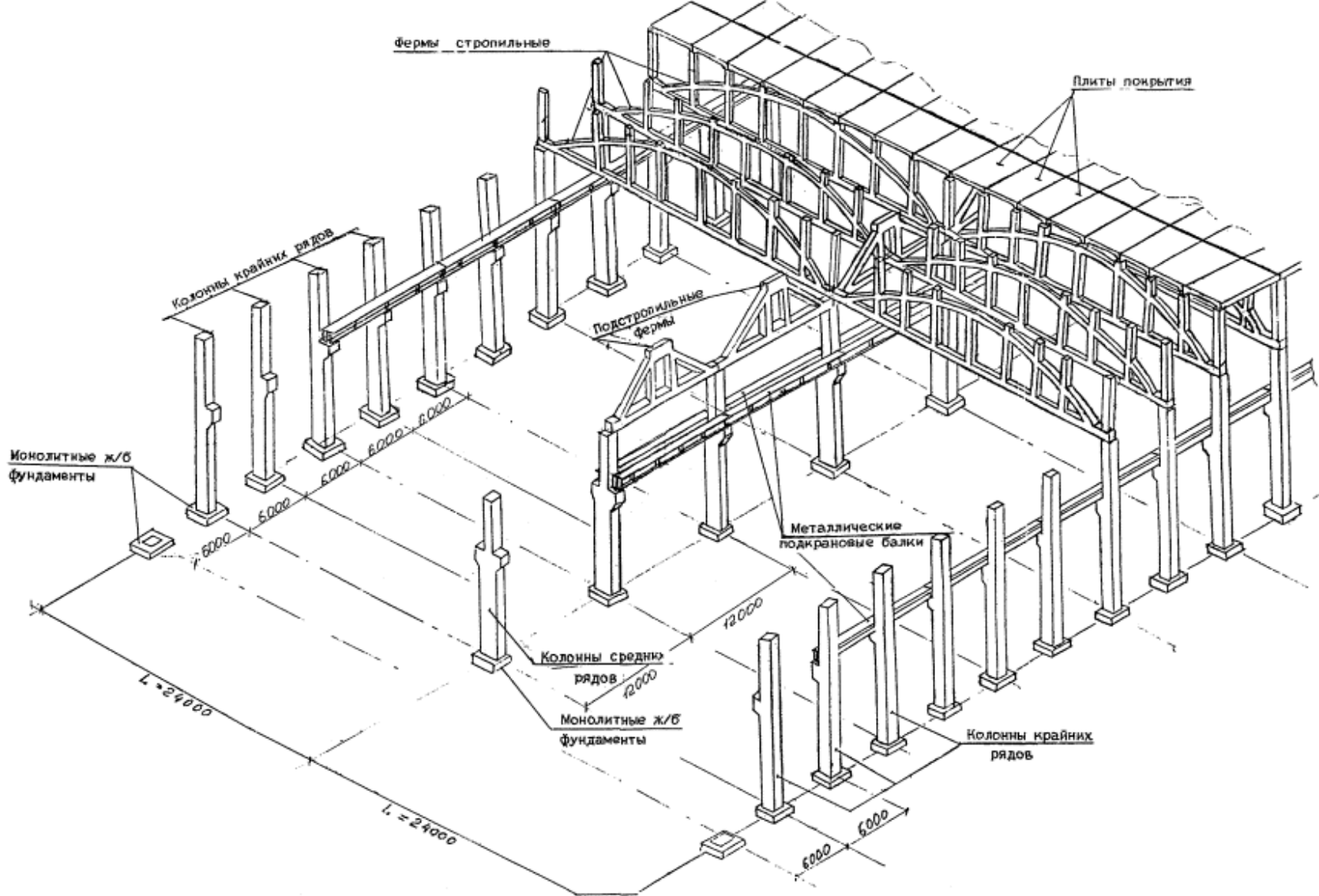


❖ **Стропильные и подстропильные конструкции (балки, фермы):**

- в отапливаемых бескрановых зданиях с пролетами (L) до 24 м и шагом колонн (Ш) 6 или 12 м;
- в отапливаемых зданиях с подвесными кран-балками Q до 5 т включительно, пролетами (L) до 24 м и шагом колонн (Ш) 6 или 12 м;
- в неотапливаемых зданиях с L до 18 м и подвесными кран-балками с Q до 3,2 т.

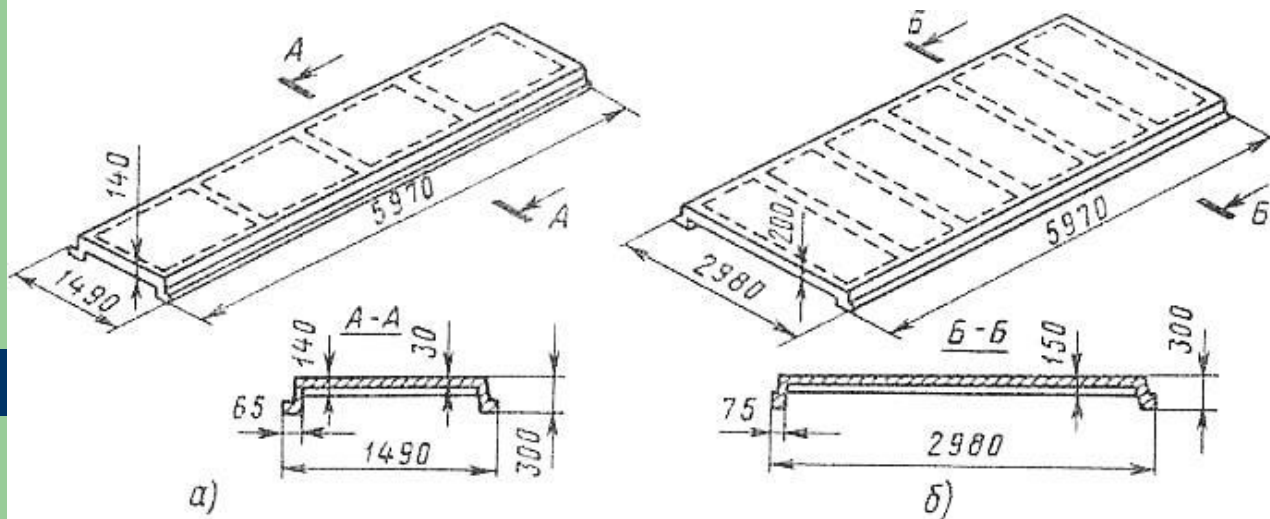
**Железобетонный каркас  
одноэтажного промышленного  
здания:**

- 1 – фундамент;**
- 2 – фундаментная балка;**
- 3 – колонна;**
- 4 – подкрановая балка;**
- 5 – стропильная конструкция – ферма;**
- 6 – подстропильная ферма;**
- 7 – связи**

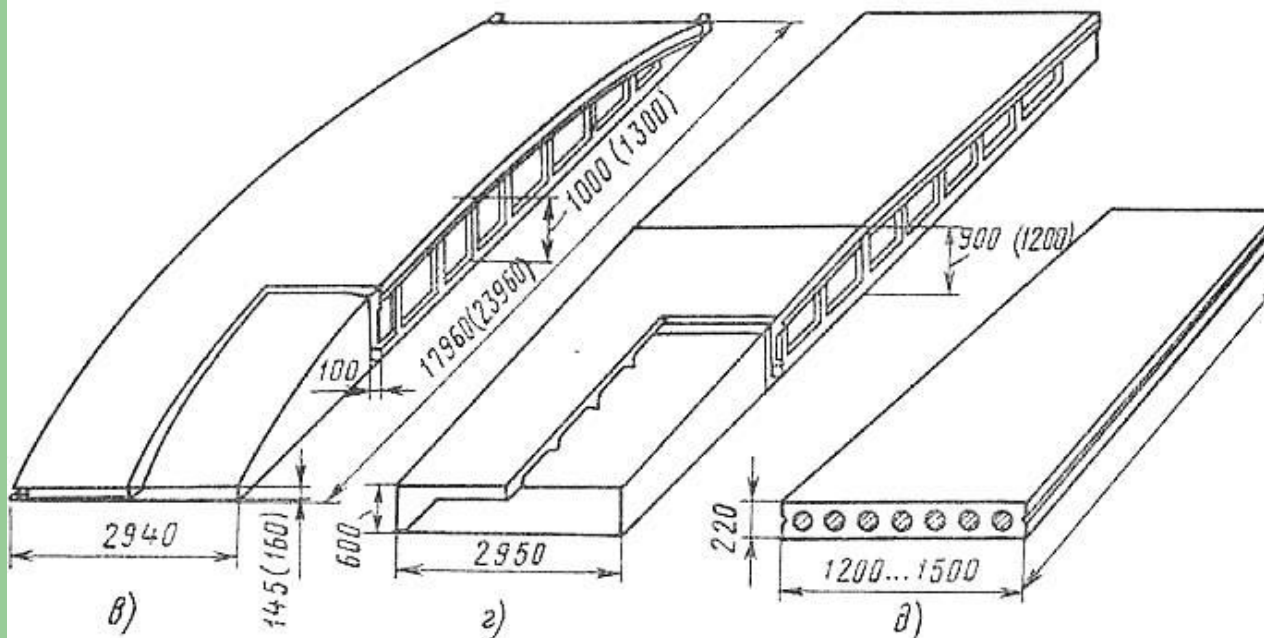


**Конструкция одноэтажного двухпролётного промышленного здания из сборных железобетонных элементов с подстропильными фермами и подкрановыми металлическими балками**

❖ Крупноразмерные конструкции плит покрытия;



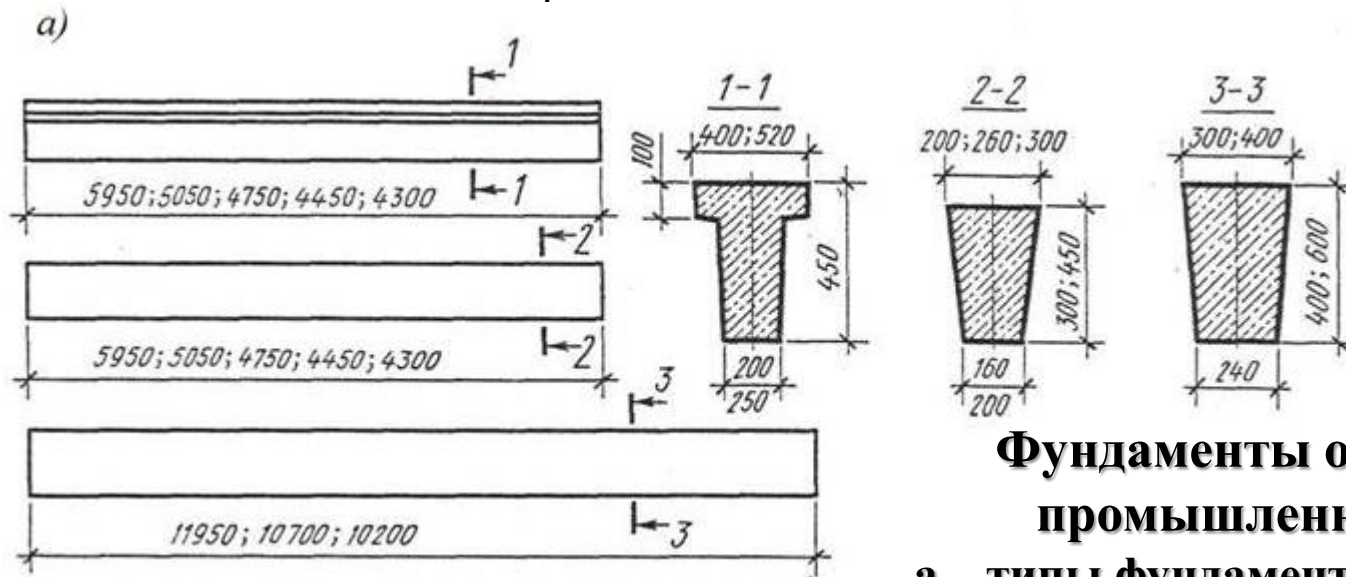
**Плиты покрытий  
промышленных  
зданий:**



**а, б – ребристые плиты размерами 1,5×6 и 3×6 м,  
в, г – предварительно напряженные плиты КЖС и типа Т,  
д – многопустотная панель перекрытия**

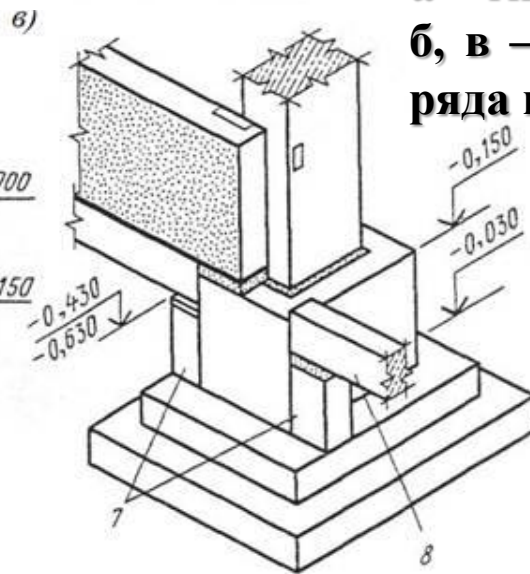
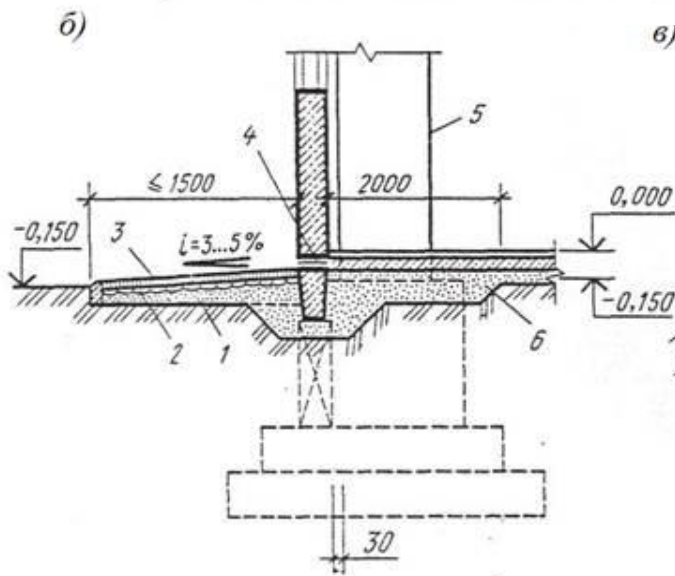


- ❖ **Фундаментные и обвязочные балки, стойки продольного фахверка, если колонны основного каркаса железобетонные.**



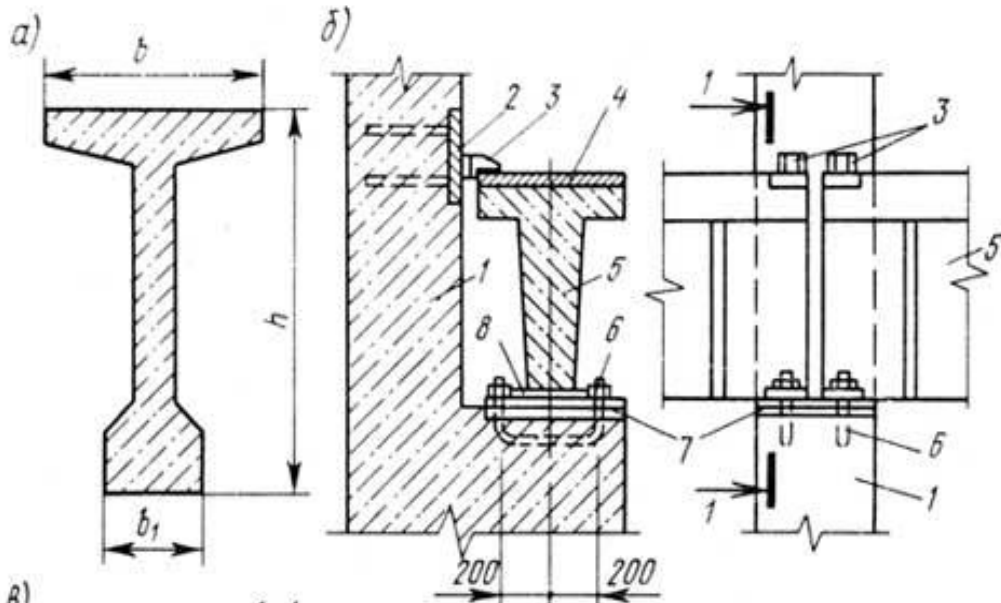
### Фундаменты одноэтажных промышленных зданий

а – типы фундаментных балок;  
 б, в – детали фундаментов крайнего ряда колонн;



1 – песок; 2 – щебеночная подготовка; 3 – асфальтовое или бетонное покрытие (отмостка); 4 – гидроизоляция; 5 – колонна; 6 – шлак или крупнозернистый песок; 7 – железобетонные столбики; 8 – фундаментная балка.

- ❖ Подкрановые балки длиной 6 и 12 м для кранов легкого и среднего режима работы Q до 32 т включительно.



### Сборные железобетонные подкрановые балки

- а – сечение балки;
- б – крепление балки к колонне;
- в – упор мостового крана;
- г – устройство кранового пути;

- 1 – колонна; 2 – закладная деталь в колонне; 3 – крепежная деталь;
- 4 – закладная деталь балки;
- 5 – подкрановая балка; 6 – болты;
- 7 – опорный стальной лист консоли колонны; 8 – закладная деталь балки;
- 9 – подкрановый рельс;
- 10 – деревянный брус; 11 – упругие прокладки; 12 – лапки

## ПРАВИЛА ПРИВЯЗКИ СТЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ К РАЗБИВОЧНЫМ ОСЯМ

Использование унифицированных решений производственных зданий и типовых конструкций требует соблюдения единых **правил привязки** конструктивных элементов к разбивочным осям.

Размеры привязок назначаются так, чтобы свести к минимуму применение доборных элементов или дополнительных работ на месте по закрытию промежутков между типовыми элементами заводского изготовления.

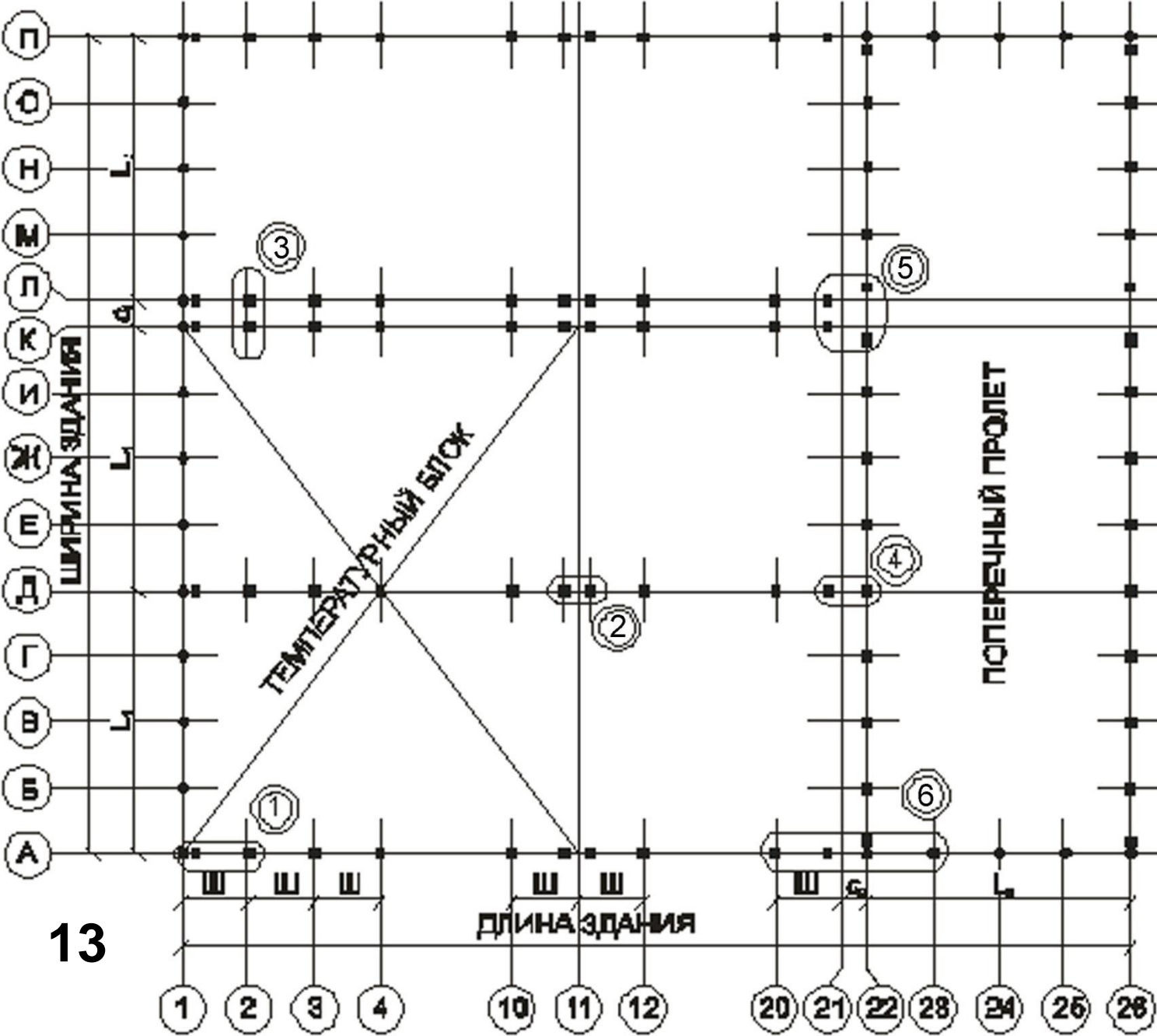
**Привязка колонн к продольным разбивочным осям.** По отношению к продольным осям средние колонны имеют осевую привязку, то есть геометрические оси колонн совпадают с разбивочными осями здания.

Крайние колонны могут иметь привязку нулевую или 250 мм. При нулевой привязке наружная грань колонны совпадает с разбивочной осью здания. При привязке 250 мм грань колонны смещается наружу от разбивочной оси здания.

**УНИФИЦИРОВАННЫЕ РАЗМЕРЫ ПРИВЯЗКИ  
КОЛОНН КРАЙНЕГО РЯДА  
К ПРОДОЛЬНОЙ РАЗБИВОЧНОЙ ОСИ В ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЯХ**

<b>Характеристика промышленного здания</b>	<b>привязка</b>
<b>Здания (пролеты) со сборным железобетонным и смешанным каркасом без мостовых кранов и подстропильных конструкций</b>	<b>нулевая</b>
<b>Здания (пролеты) со сборным железобетонным и смешанным каркасом с мостовыми кранами:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Ш=6 м; Н≤14,4 м; Q≤32т</li> <li>– Ш=6 м; Н&gt; 14,4м; Q&gt;32т</li> <li>– Ш=12 м при любой высоте</li> </ul>	<b>нулевая</b> <b>a=250 мм</b> <b>a=250 мм</b>
<b>Здания (пролеты) со сборным железобетонным и смешанным каркасом без мостовых кранов и с мостовыми кранами при наличии подстропильных конструкций</b>	<b>a=250 мм</b>





Схематический план (сетка разбивочных осей) одноэтажного промышленного здания с тремя продольными и одним поперечным пролетами

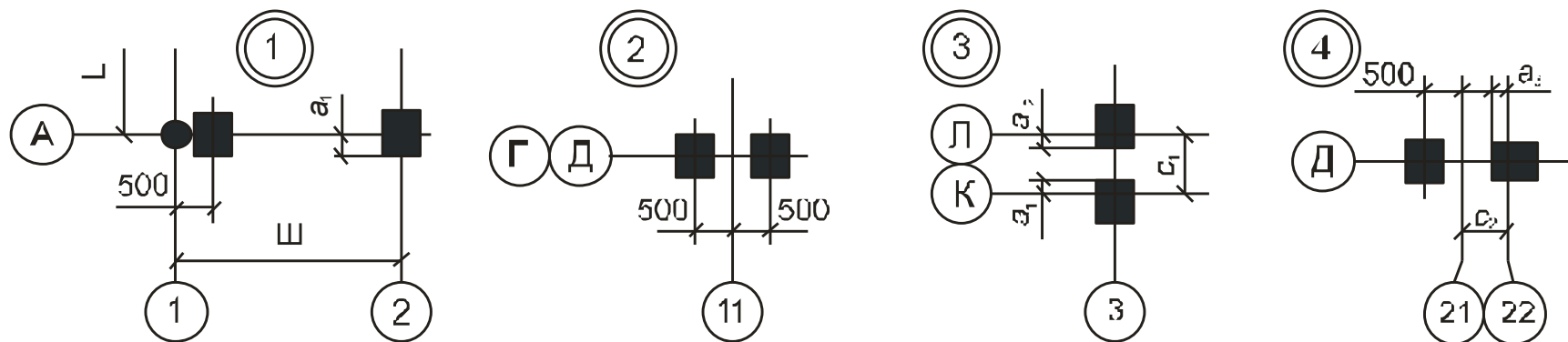
13

- Колонны основного каркаса
- Колонны фахверка

# УНИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

**Привязка колонн к поперечным разбивочным осям.** В местах поперечных температурно-деформационных швов, разделяющих продольные пролеты, к одной поперечной оси привязывают две колонны со смещением осей колонн относительно разбивочной оси на 500 мм в обе стороны.

Колонны, расположенные в торцах пролетов, смещаются относительно крайней поперечной разбивочной оси внутрь здания на 500 мм (до оси колонны) независимо от материала колонн, их шага и высоты здания (см. узел 1 рис. 1).



Такое расположение колонн в торцах здания дает возможность поместить верхнюю часть колонн торцевого фахверка между крайней стропильной конструкцией и стеной. При этом наружные грани колонн торцевого фахверка должны совпадать с крайней поперечной разбивочной осью. Таким образом обеспечивается возможность навески торцевых стеновых панелей к колоннам фахверка по всей высоте от пола до покрытия.

Для крепления торцевой стены к колоннам основного каркаса в зазор между колонной и стеной устанавливаются приколонные стальные стойки фахверка сечением  $300 \times 300$  мм, привариваемые к стальным колоннам или к закладным деталям железобетонных колонн.

В тех случаях, когда температурные швы выполняются на парных координационных осях, расстояние между ними определяется размером вставки (с). Модульные размеры вставок даны в таблице.

## РАЗМЕРЫ ВСТАВОК МЕЖДУ КООРДИНАЦИОННЫМИ ОСЯМИ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЕ НАВЕСНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Привязка колонн			Размеры вставок (в мм) при толщине панелей (в мм)		
при одинаковой высоте параллель- ных пролетов	при перепаде высот параллельных пролетов	при взаимно перпендикулярно м примыкании	160 – 200	250	300
-	<b>0 и 0</b>	<b>0</b>	<b>300</b>	<b>350</b>	<b>400</b>
-	<b>0 и 250</b>	<b>250</b>	<b>550</b>	<b>600</b>	<b>650</b>
-	<b>250 и 250</b>	-	<b>800</b>	<b>850</b>	<b>900</b>
<b>0 и 0</b>	-	-	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>500</b>
<b>0 и 250</b>	-	-	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
<b>250 и 250</b>	-	-	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>



# ПОДБОР КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

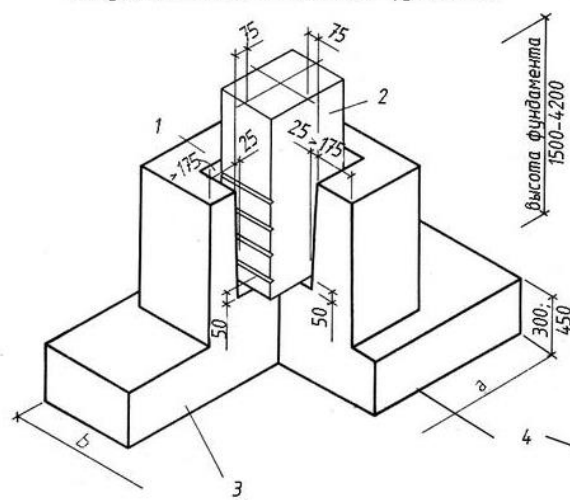
## Системы несущих остовов

Для большинства плоскостных несущих конструкций покрытий одноэтажных зданий в качестве вертикальных опор используются колонны каркаса, реже – стены. Наиболее распространены две конструктивные системы каркасного остова. В первой стропильные конструкции (балки, фермы и т.п.) опираются непосредственно на колонны, во второй – на подстропильные конструкции, которые применяются при необходимости увеличения шага колонн с 6 до 12 или 18 м.

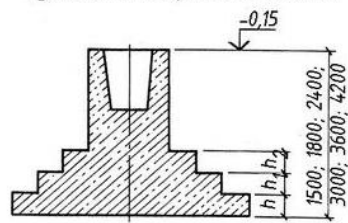
В одноэтажных зданиях используются системы несущего остова с опиранием конструкций покрытия по контуру (на 3-4 опоры по углам, на опоры по всем сторонам и т.п.). При таких конструктивных системах применяют и связевые конструктивные схемы, и рамные.

Несущими опорами шатровых плоскостных конструкций (арок, сводов) чаще всего служат фундаменты. Рассмотрим элементы несущего остова.

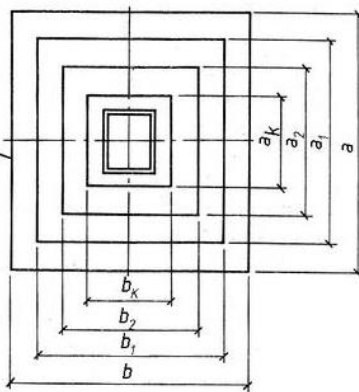
Заглубление сплошной колонны в фундамент



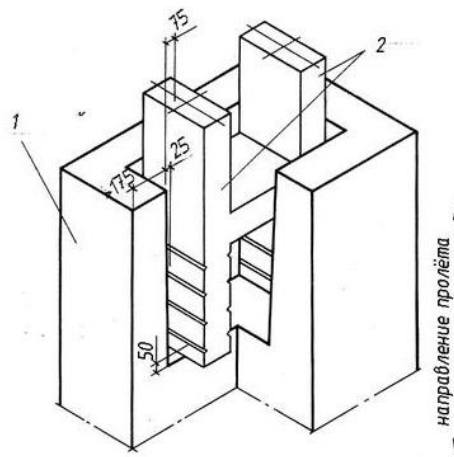
Фундамент под рядовые колонны



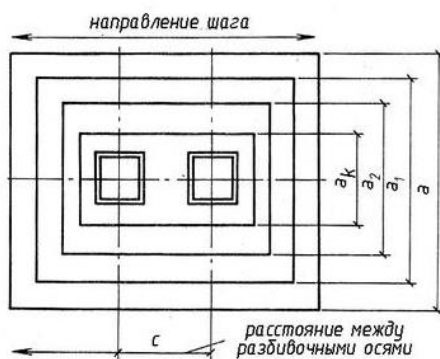
Все размеры в плане кратны 300 мм



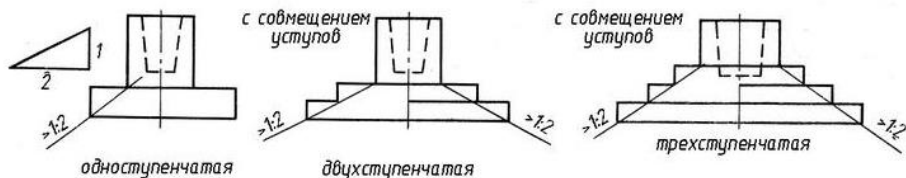
Заглубление двухветвевой колонны



Фундаменты под спаренные колонны по поперечным разблочным осям



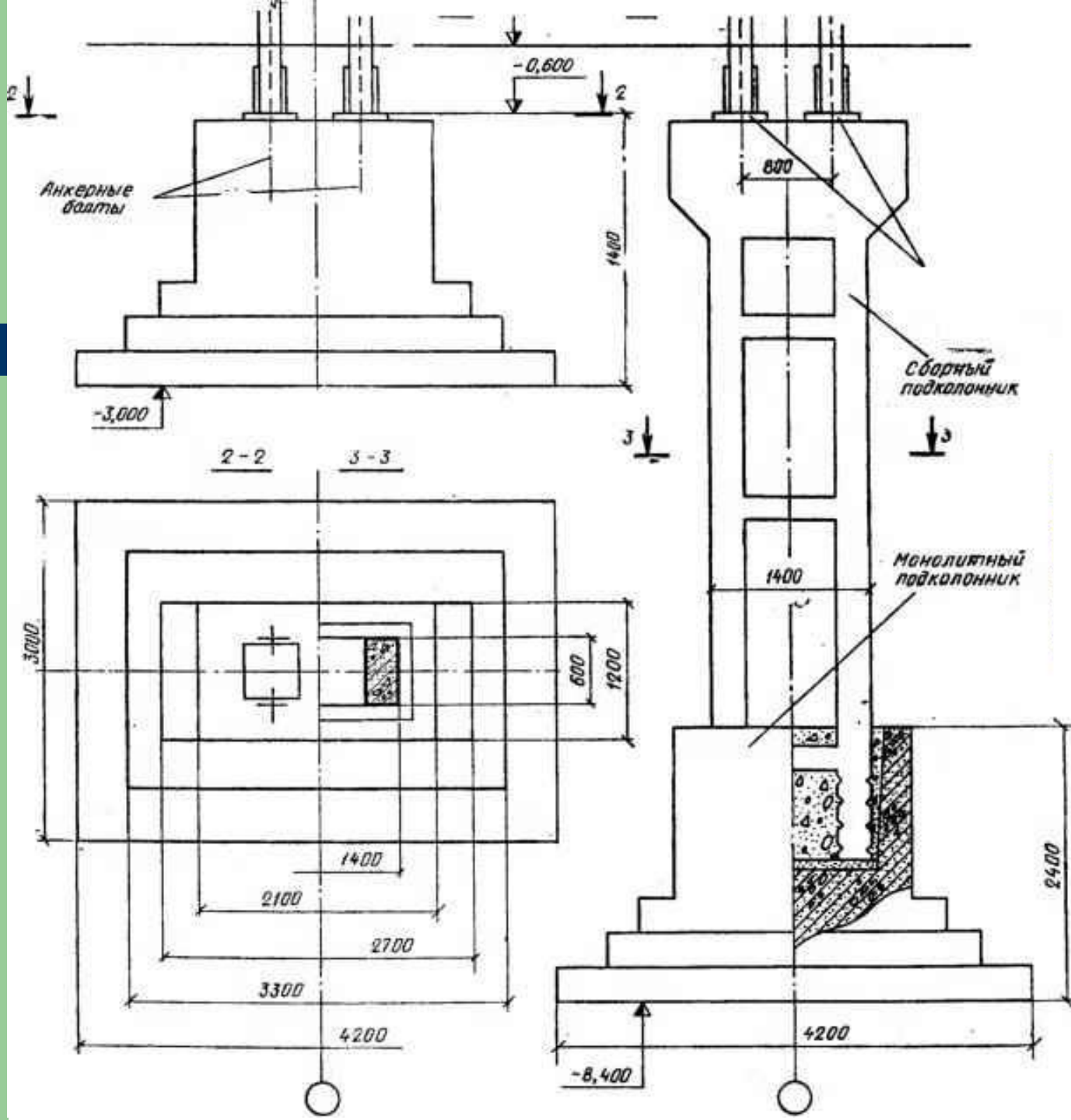
Правила проектирования плитной части



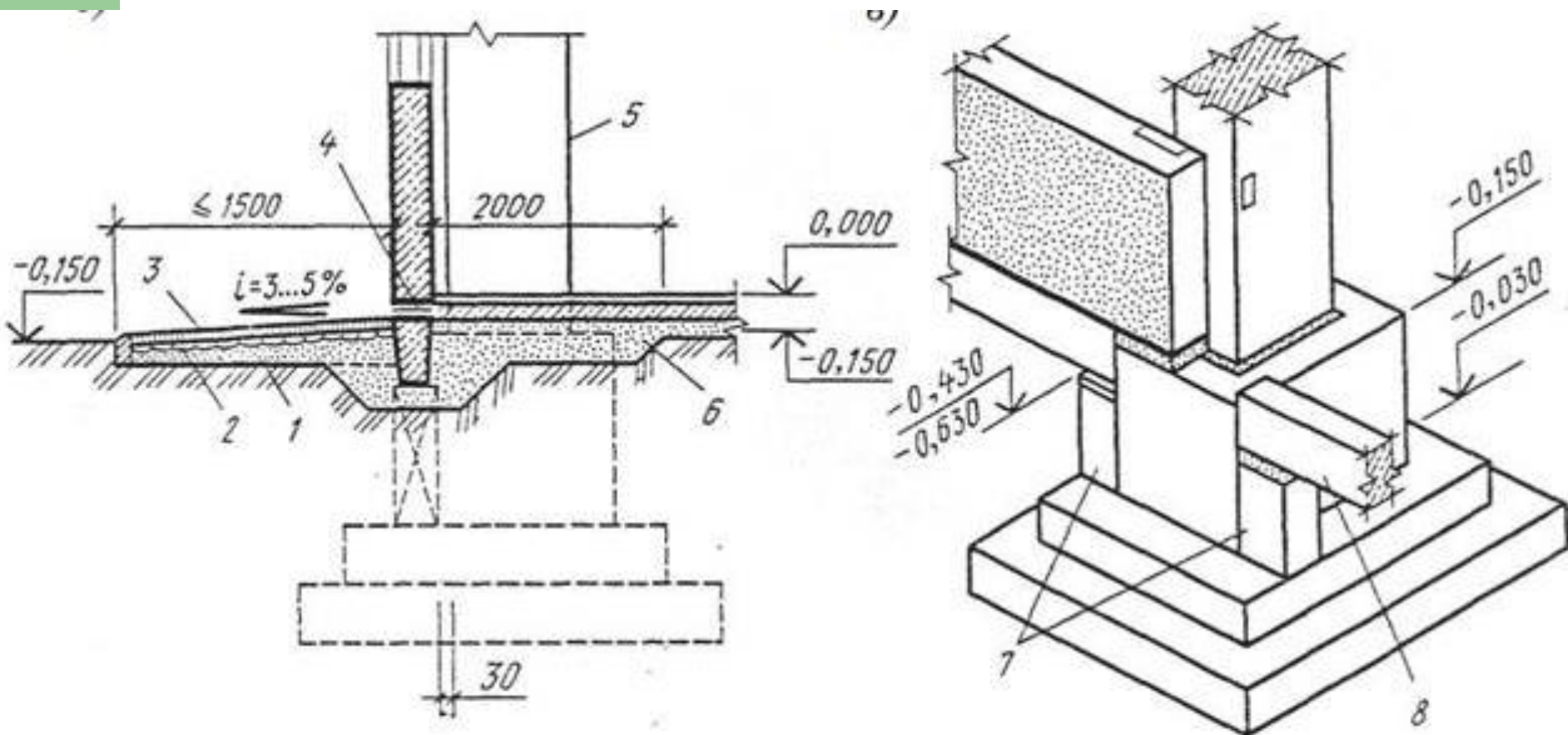
Рассмотрим элементы несущего остова. **Фундаменты и фундаментные балки** Колонны одноэтажных промышленных зданий, как правило, устанавливают на столбчатые (или отдельные) фундамен-ты.

В каркасных зданиях проектируют **столбчатые фундаменты стаканного типа**. Фундаменты подбирают после подбора колонн, так как их размеры зависят от размеров сечения колонн и глубины промерзания грунта в районе строительства.

В местах установки двух или четырех колонн (в температурно-деформационных швах) принимается общий фунда-мент с отдельным стаканом под каждую колонну.



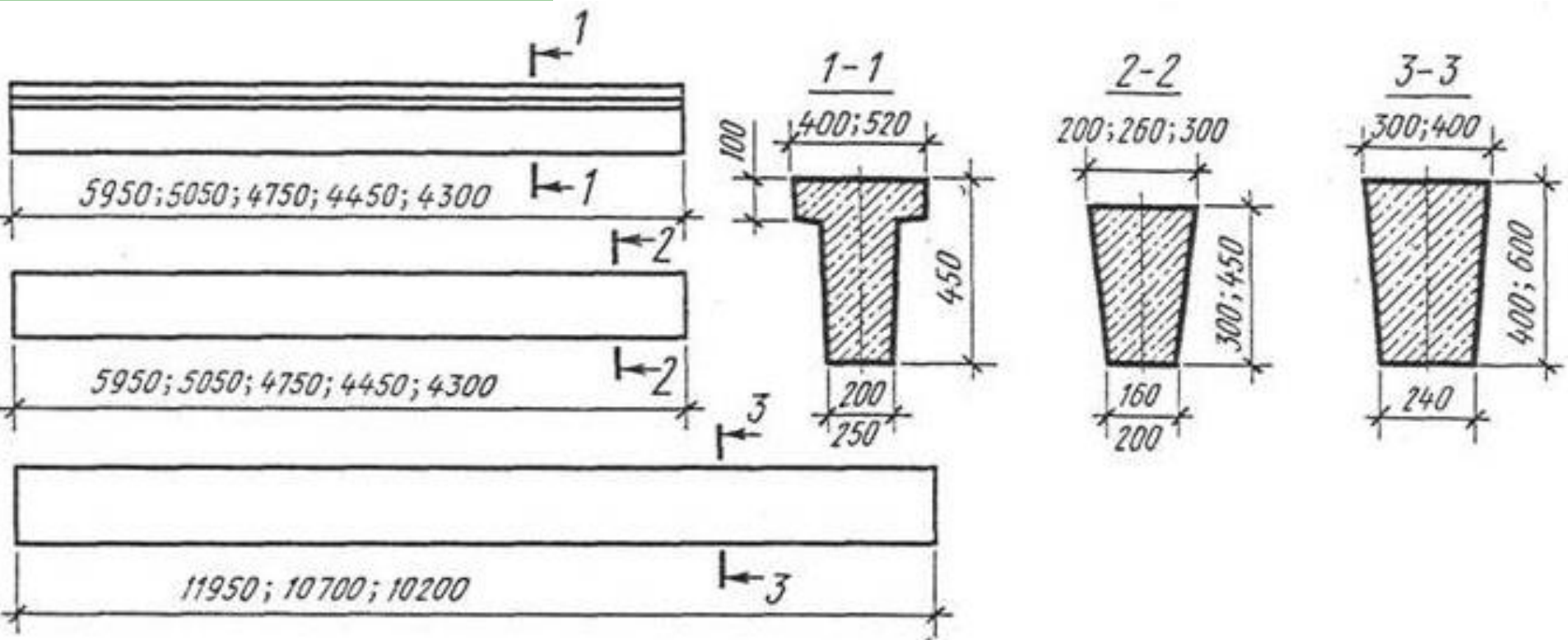
Стены каркасных зданий опирают на железобетонные **фундаментные балки**. Тип сечения железобетонных фундаментных балок выбирают в зависимости от толщины наружных стен. Их длина зависит от шага колонн и ширины подколонника.



### Детали фундаментов крайнего ряда колонн:

1 – песок; 2– щебеночная подготовка; 3 – асфальтовое или бетонное покрытие (отмостка); 4 – гидроизоляция; 5 – колонна; 6 – шлак или крупнозернистый песок; 7 – железобетонные столбики; 8 – фундаментная балка





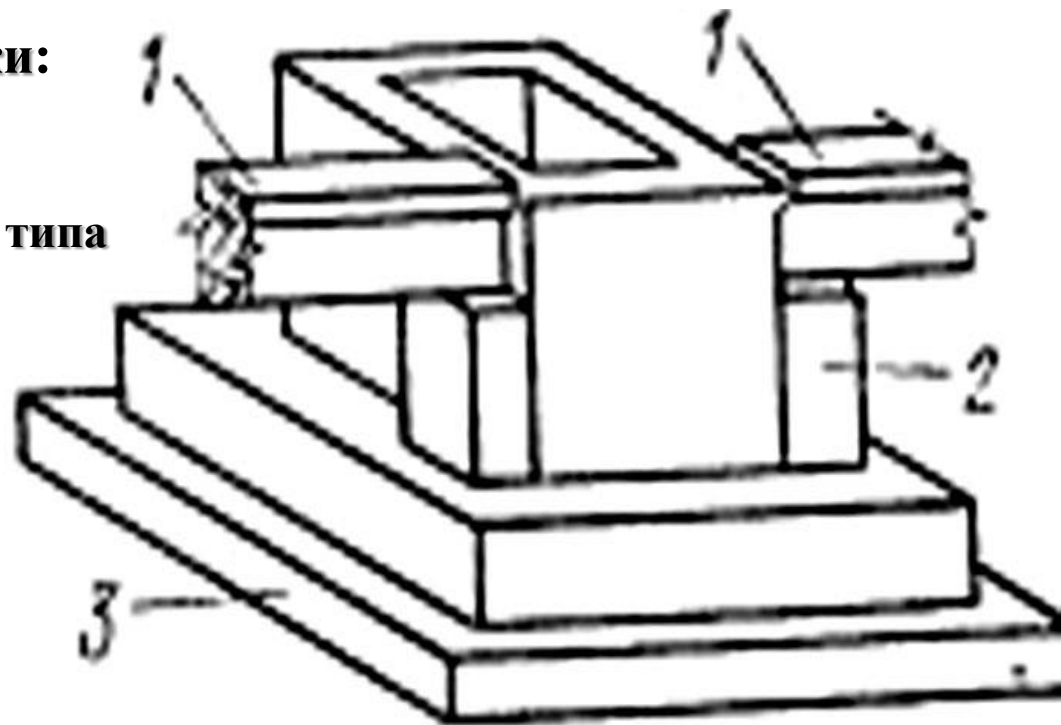
**Типы фундаментных балок**

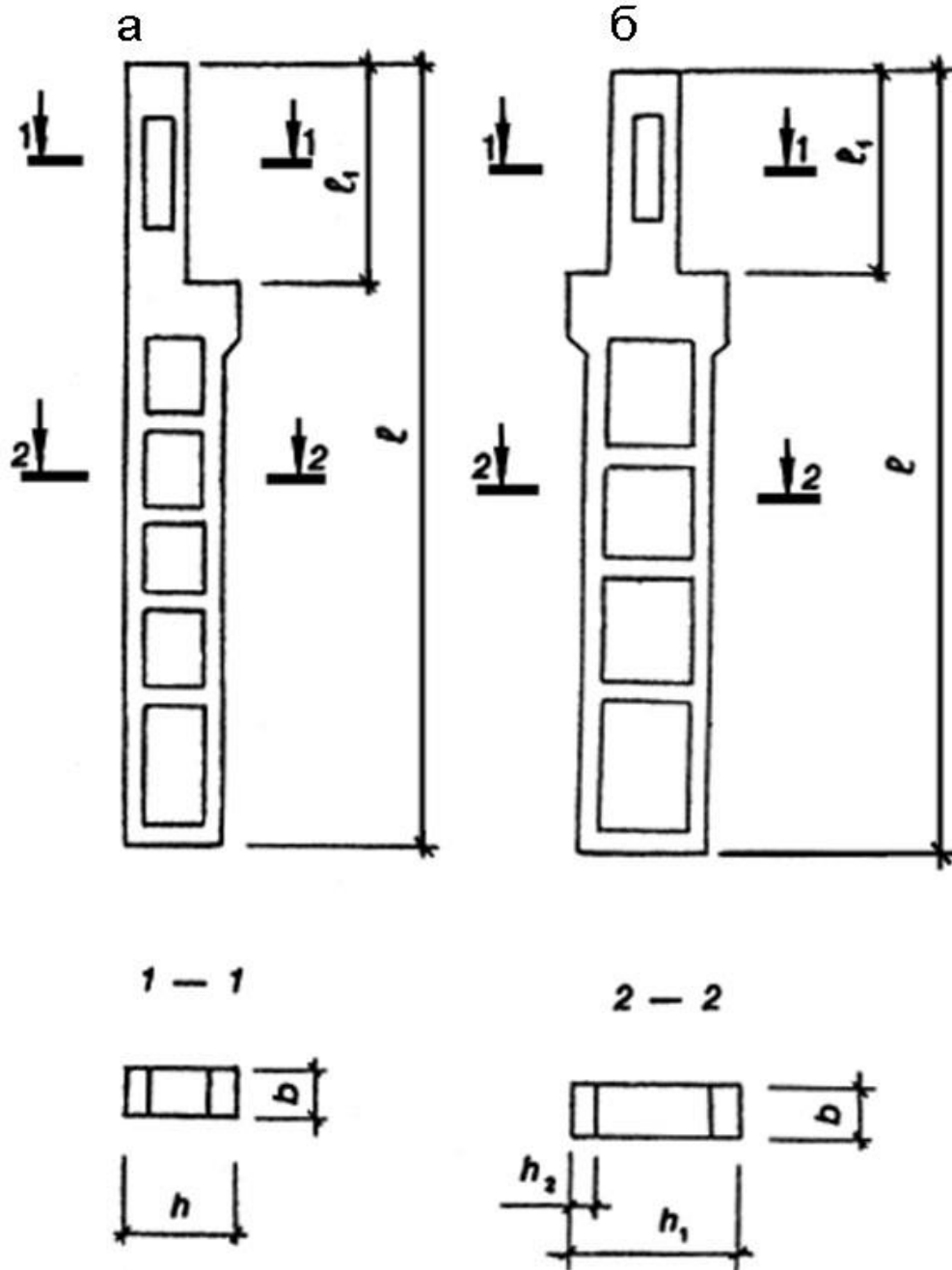
## Железобетонная фундаментная балка



### Опираие фундаментной балки:

- 1 – фундаментная балка;
- 2 – бетонный столбик;
- 3 – столбчатый фундамент стаканного типа



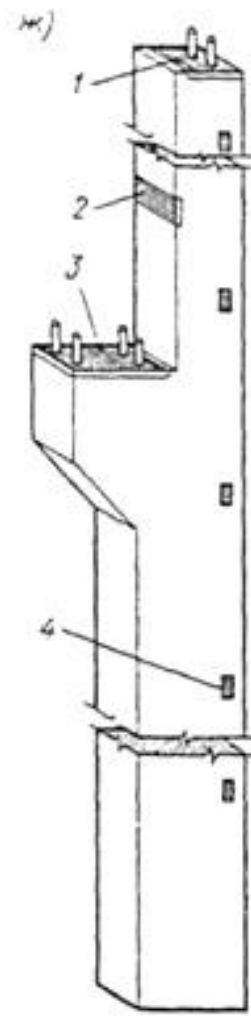
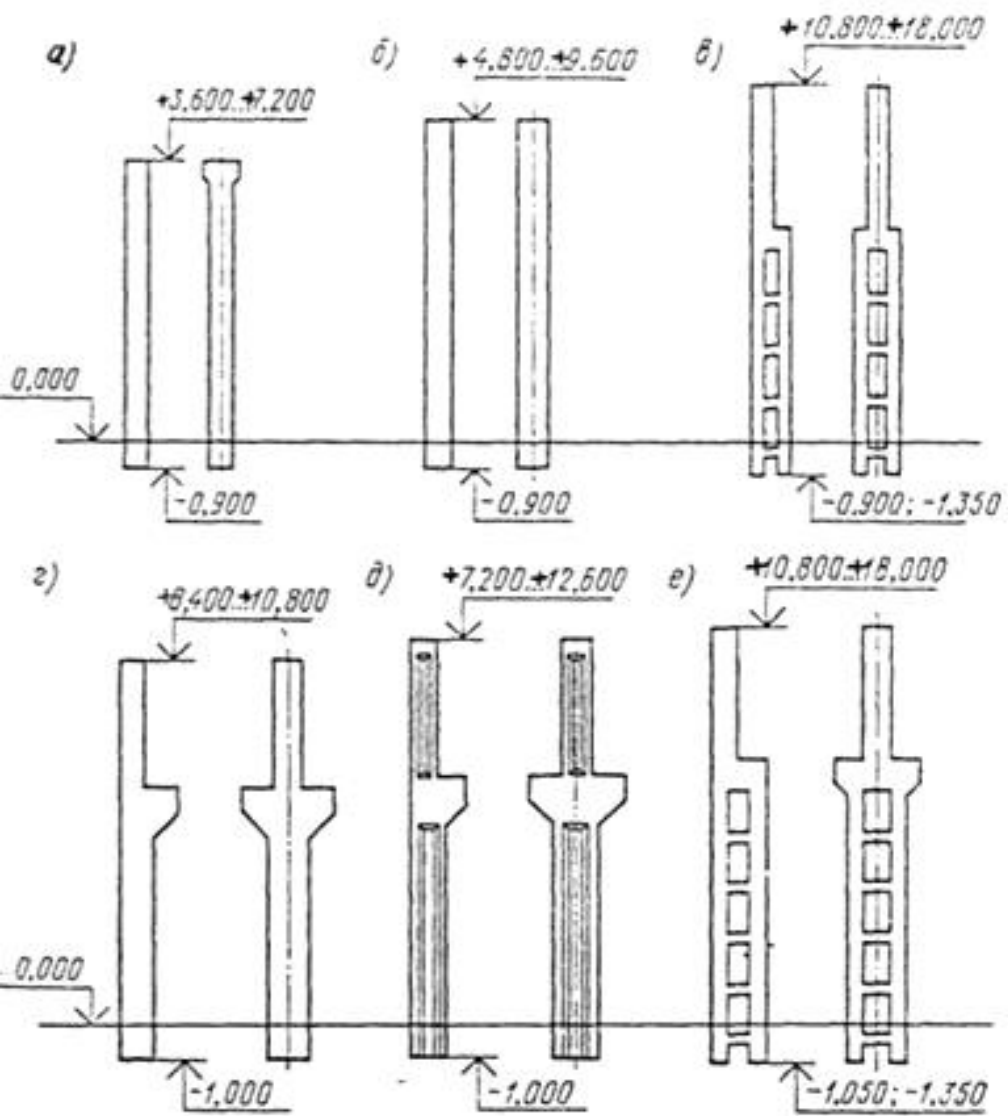


## Колонны каркаса

Вид колонн основного каркаса зависит от выбранного материала каркаса, габаритов пролетов и грузоподъемности мостовых кранов.

По расположению в плане выделяют колонны крайних рядов (а) и средних рядов (б). Различают также колонны для крановых и бескрановых зданий.

Разработаны типовые конструкции сборных железобетонных колонн для зданий без мостовых кранов высотой от 3 до 14,4 м и для зданий с мостовыми кранами (прямоугольного сечения — при высоте от 8,4 до 10,8 м, двухветвевые — при высоте от 10,8 до 18 м).



## Основные типы железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий

- а) прямоугольного сечения для здания без мостовых кранов при шаге 6 м;
- б) то же, при шаге 12 м;
- в) двухветвевые для зданий без мостовых кранов;
- г) прямоугольного сечения для кранов с мостовыми кранами;
- д) то же, двутаврового сечения;
- е) двухветвевые для зданий с мостовыми кранами;
- ж) общий вид колонны;

1 – закладная деталь для крепления несущей конструкции покрытия;  
 2, 3 – то же, подкрановой балки;  
 4 – то же, стеновых панелей

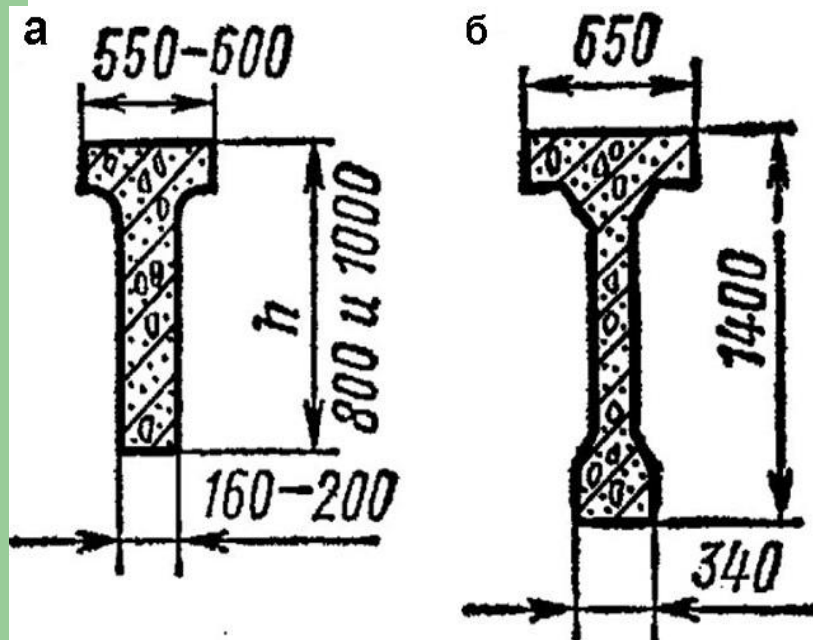


## Подкрановые балки

Предназначены для движения мостовых кранов по уложенным на них рельсам.

Балки выполняют железобетонными или стальными. Форма сечения тавровая или двутавровая.

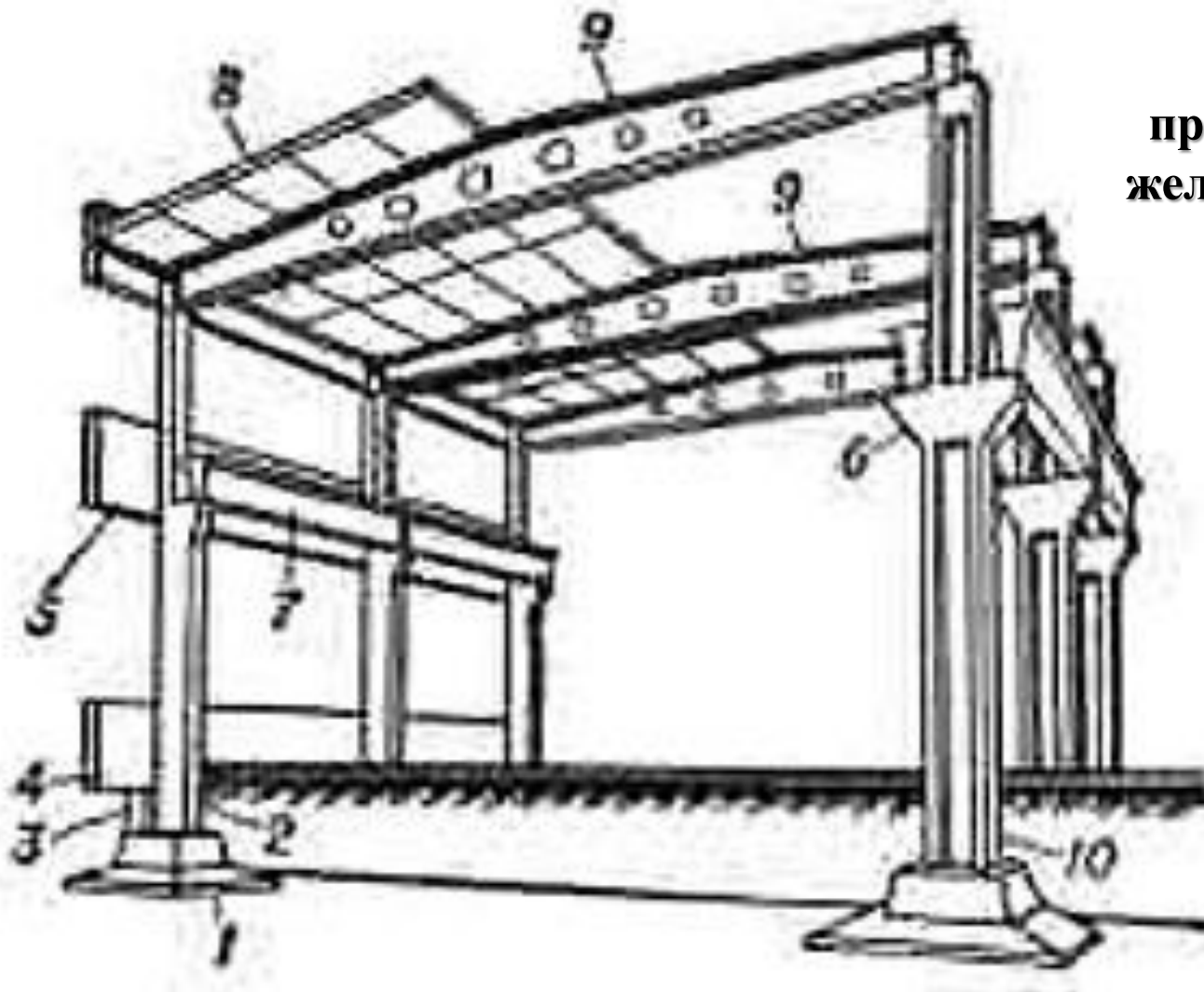
Предпочтительная схема работы – однопролетные разрезные балки.



### Сборные железобетонные подкрановые балки:

- а – таврового сечения длиной 6 м;
- б – двутаврового сечения длиной 12 м;

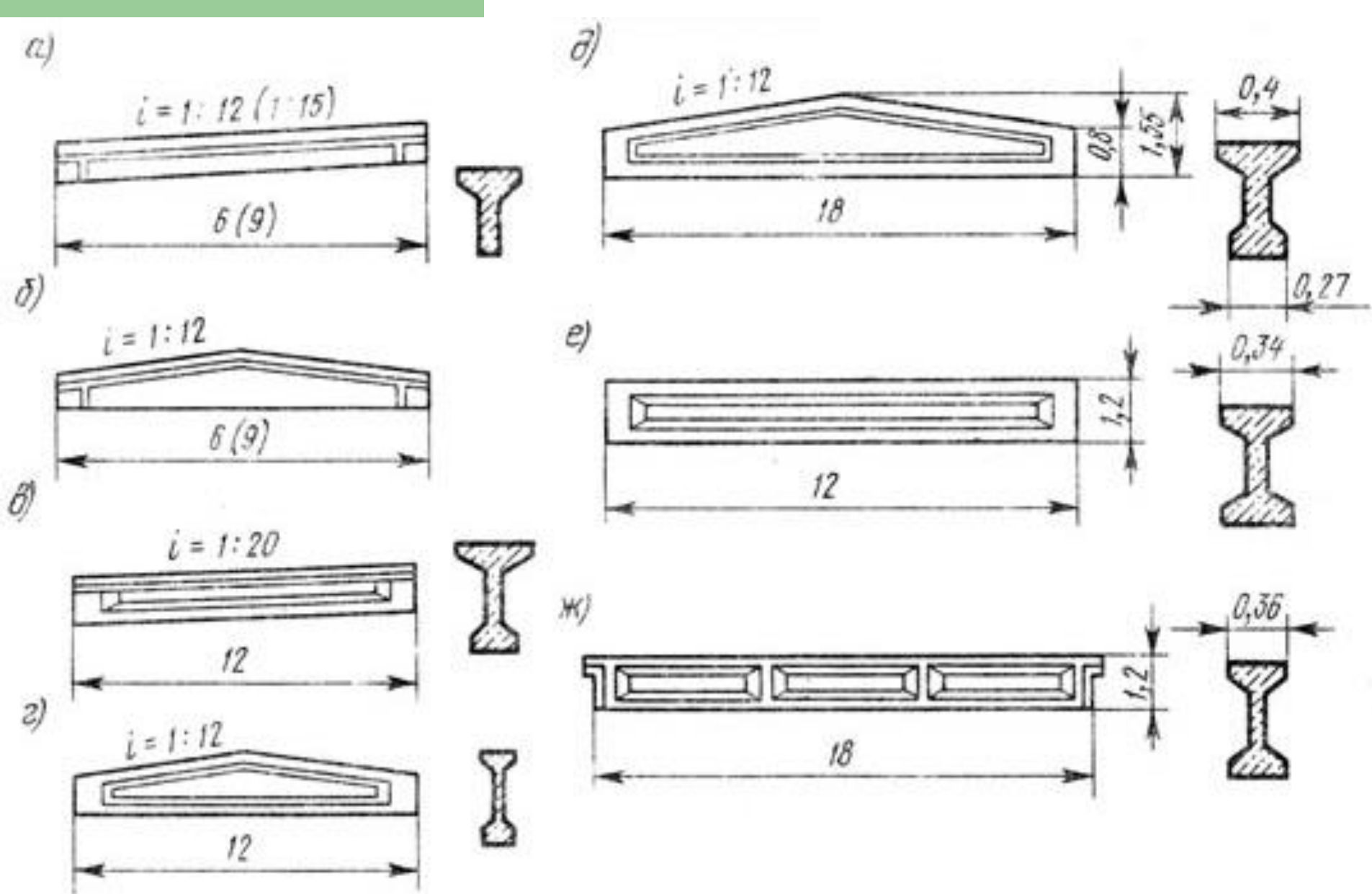
## Схема одноэтажного промышленного здания с железобетонным каркасом:



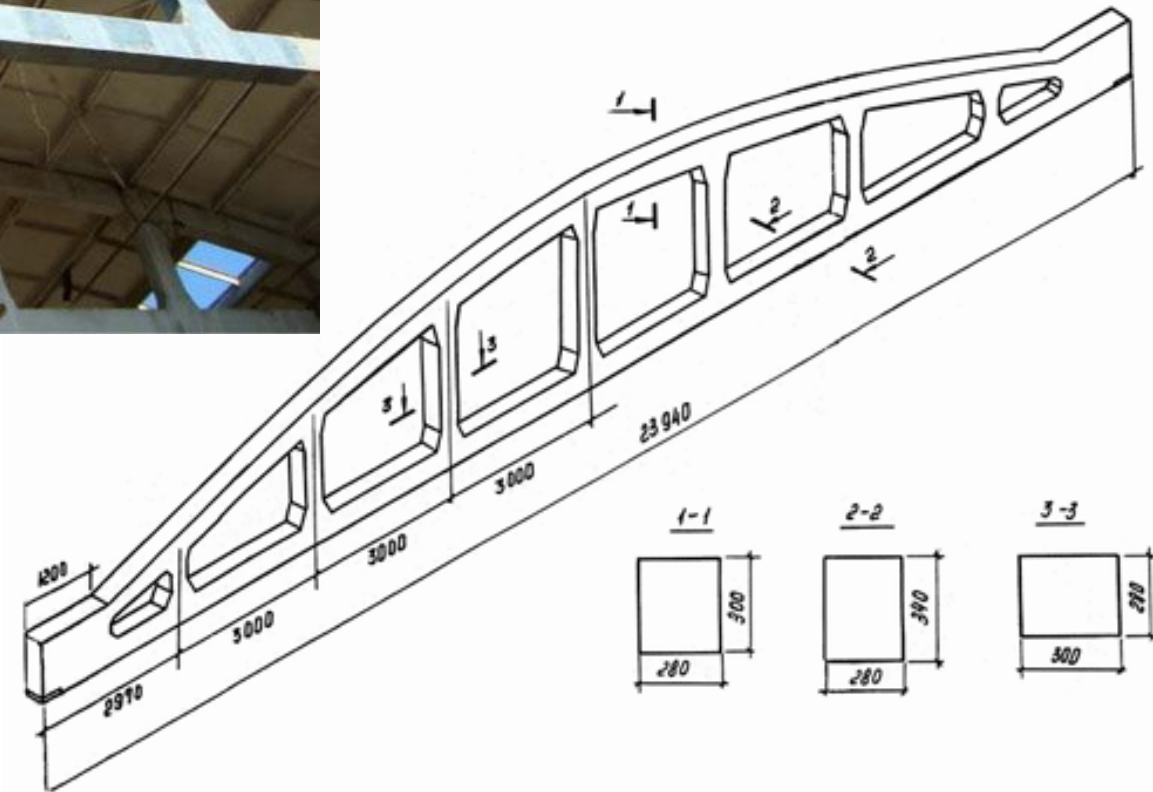
- 1 – фундаменты под внутренние колонны;
- 2 – колонны наружного ряда;
- 3 – подкладка;
- 4 – фундаментная балка;
- 5 – стеновые плиты;
- 6 – консоли колонн;
- 7 – подкрановая балка;
- 8 – плиты покрытия;
- 9 – балки покрытия;
- 10 – внутренние колонны

### Стропильные и подстропильные конструкции

Железобетонные балки пролетом 12 и 18 м применяются для скатных, плоских и малоуклонных покрытий промышленных зданий с фонарями шириной 6 м и без фонарей при шаге балок и колонн 6 м. Конструкции балок допускают крепление подвешенного транспорта.

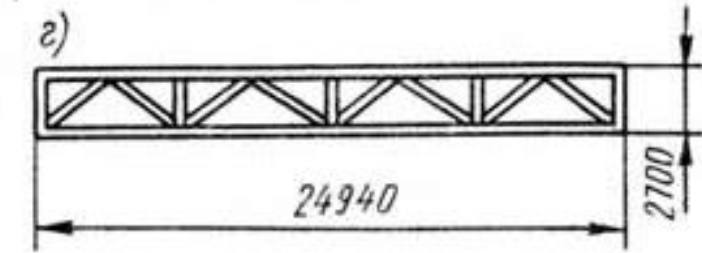
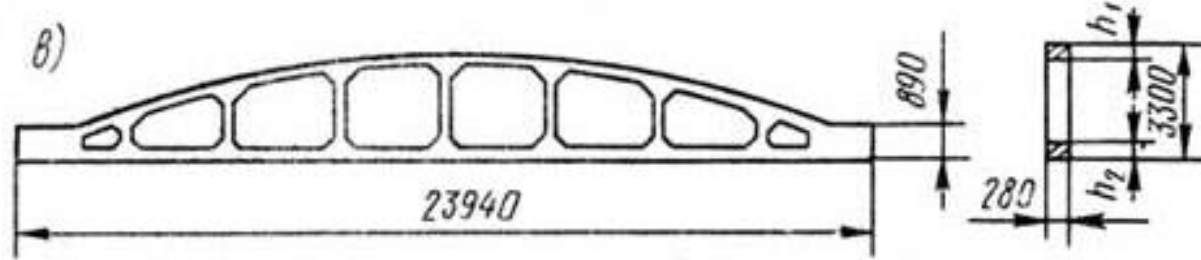
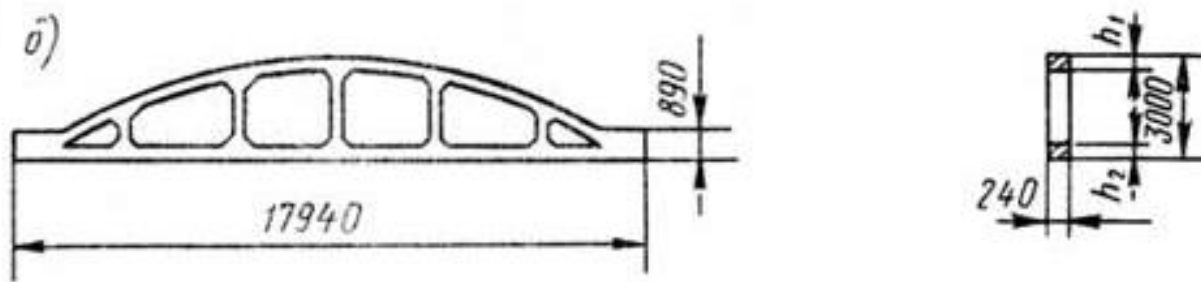
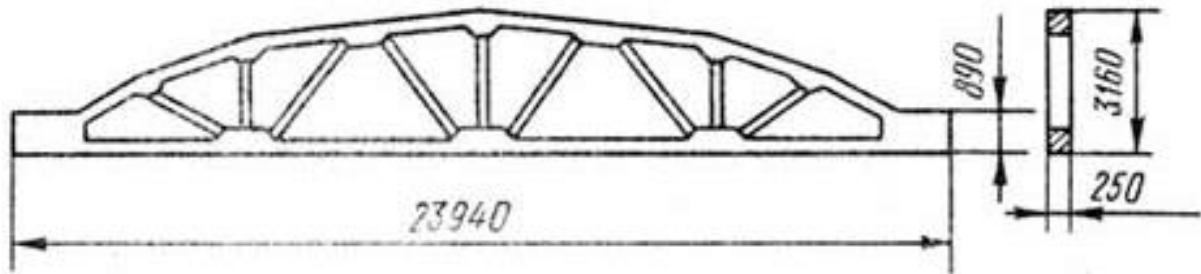
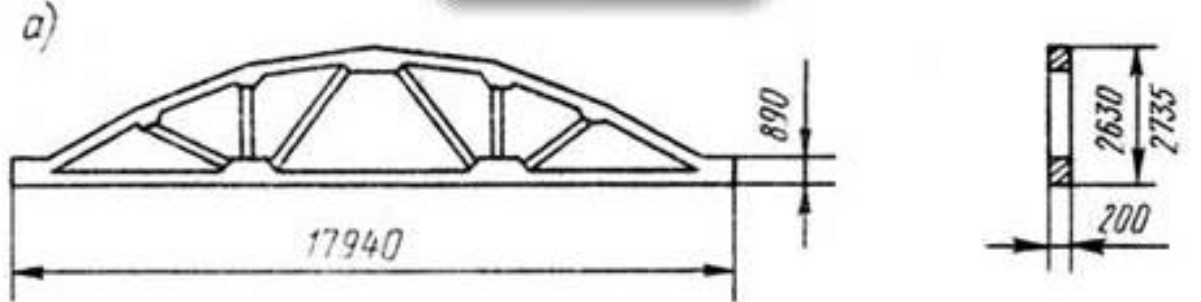


а, в - односкатные балки; б, г, д - двускатные балки; е, ж - балки с параллельными поясами



**Железобетонные фермы** разработаны для применения в скатных и малоуклонных покрытиях одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами и с подвесным транспортом, с фонарями и без фонарей при пролетах 18 и 24 м.



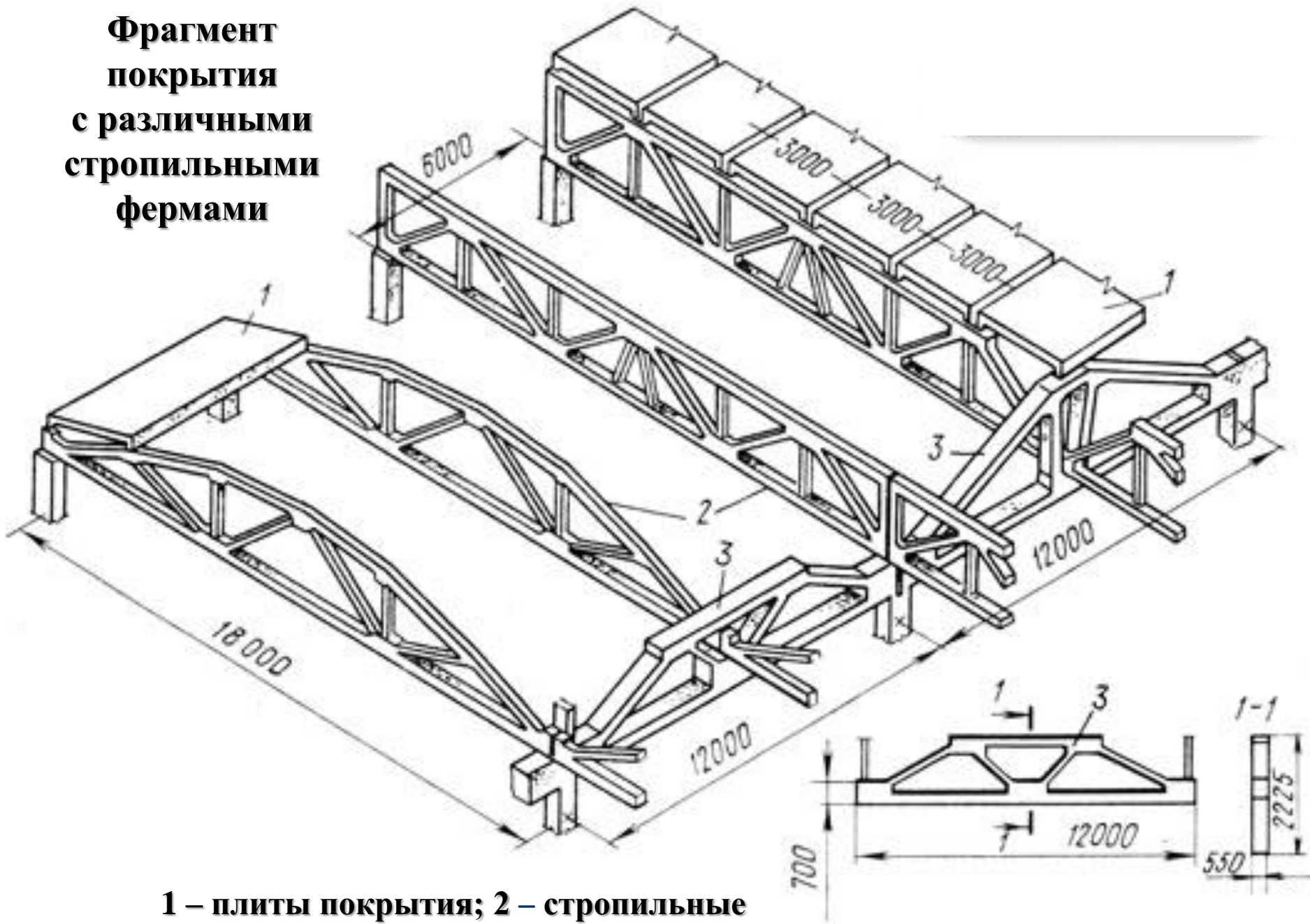


## Стропильные железобетонные фермы:

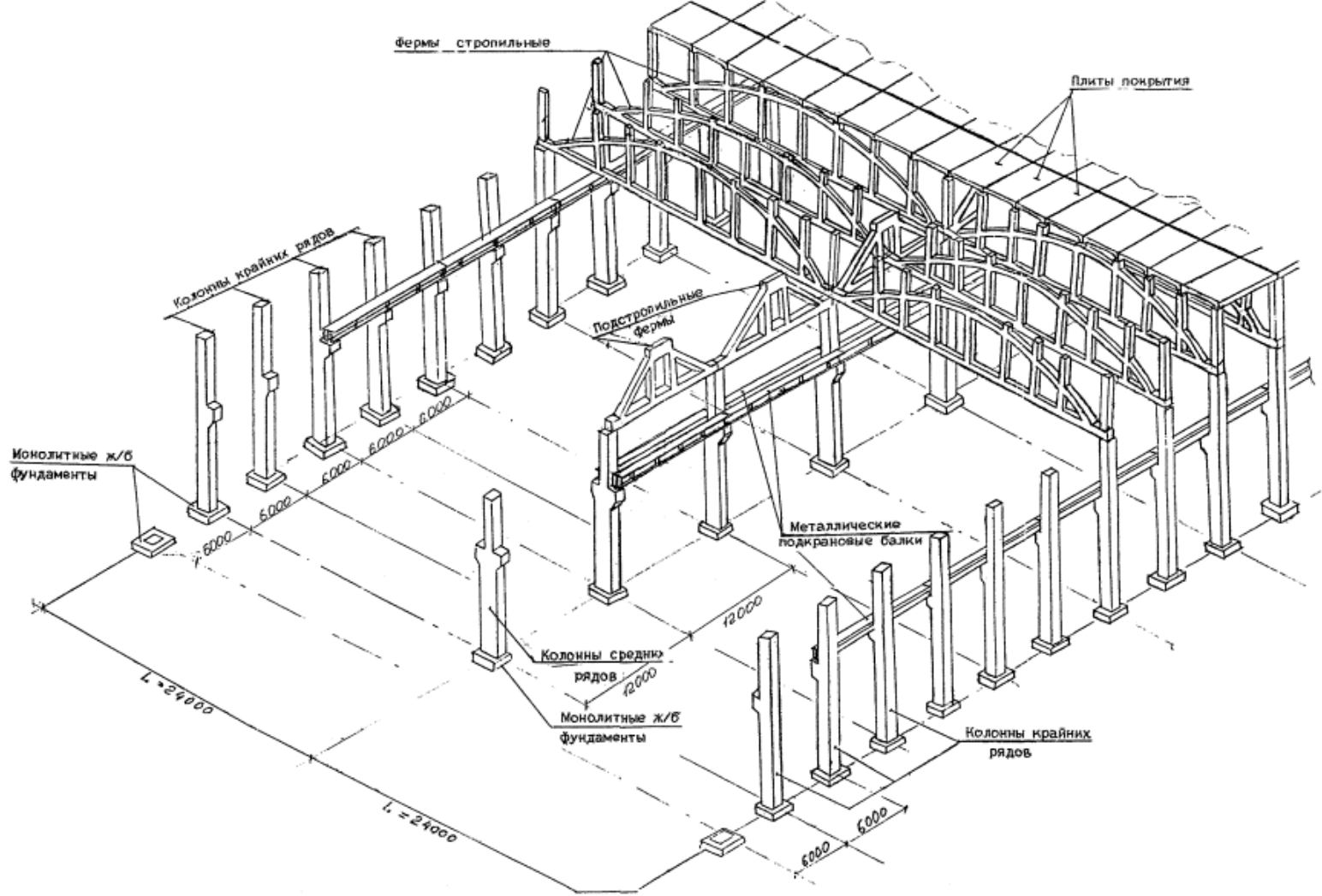
- а – сегментные;
- б, в – безраскосные;
- г – с параллельными поясами



**Фрагмент  
покрытия  
с различными  
стропильными  
фермами**



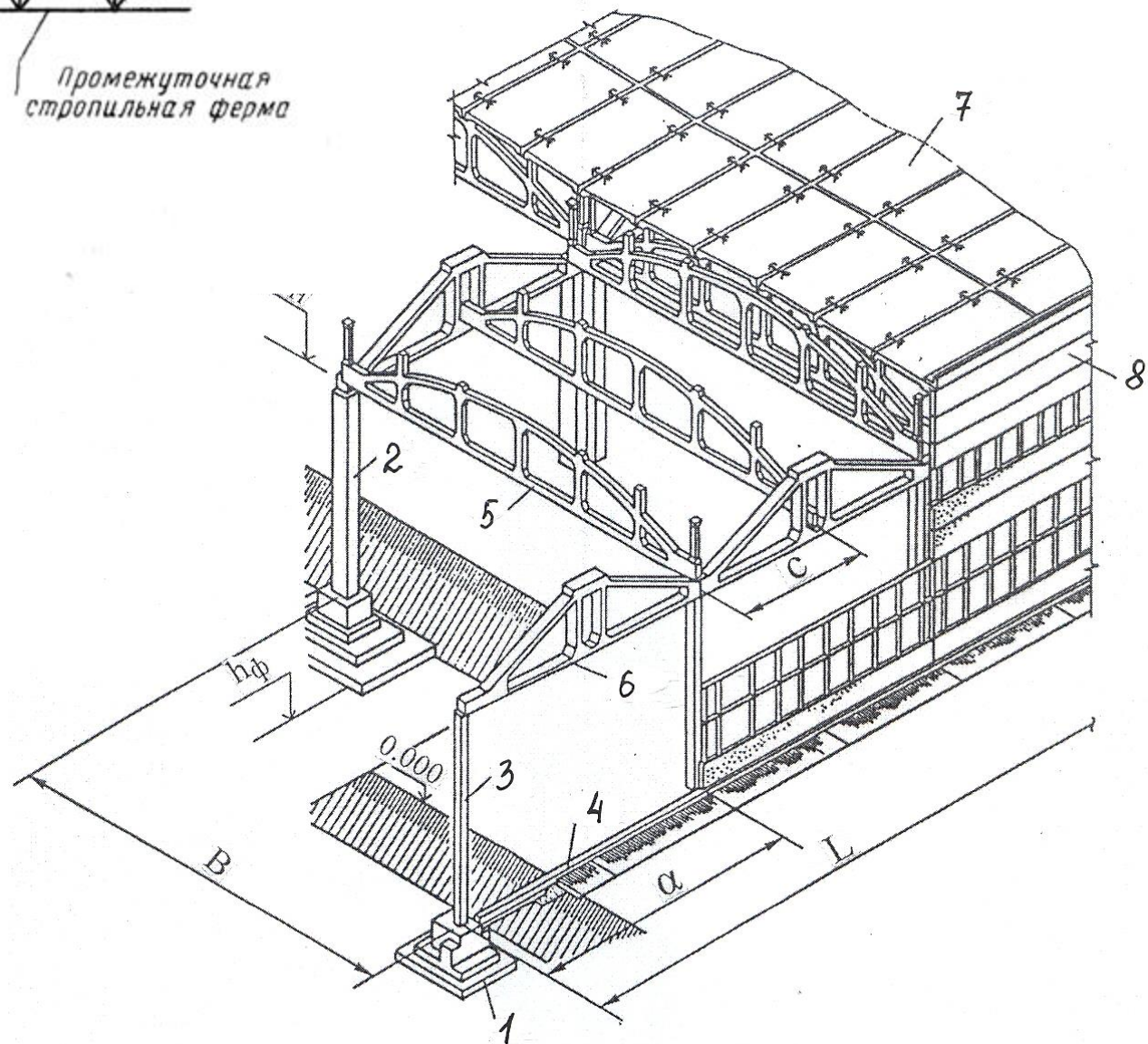
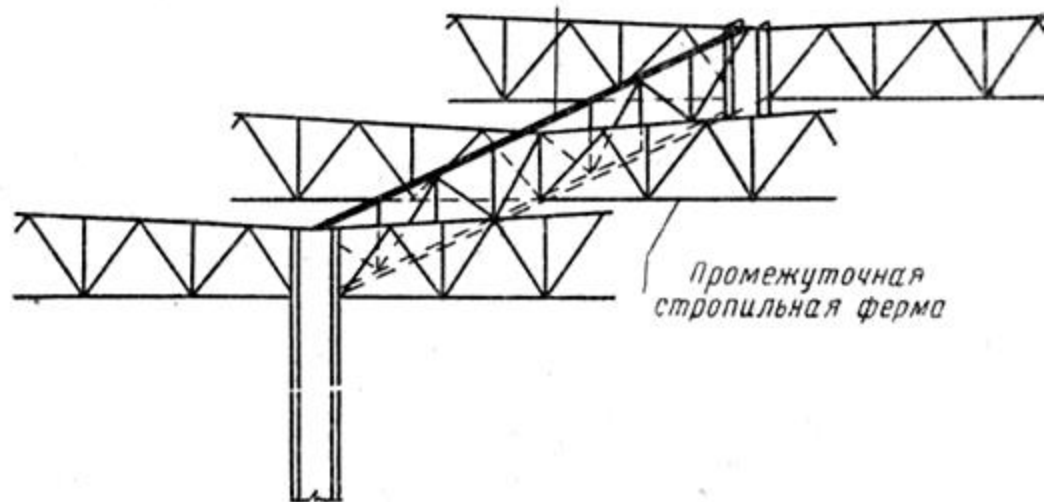
**1 – плиты покрытия; 2 – стропильные  
фермы; 3 – подстропильные фермы**



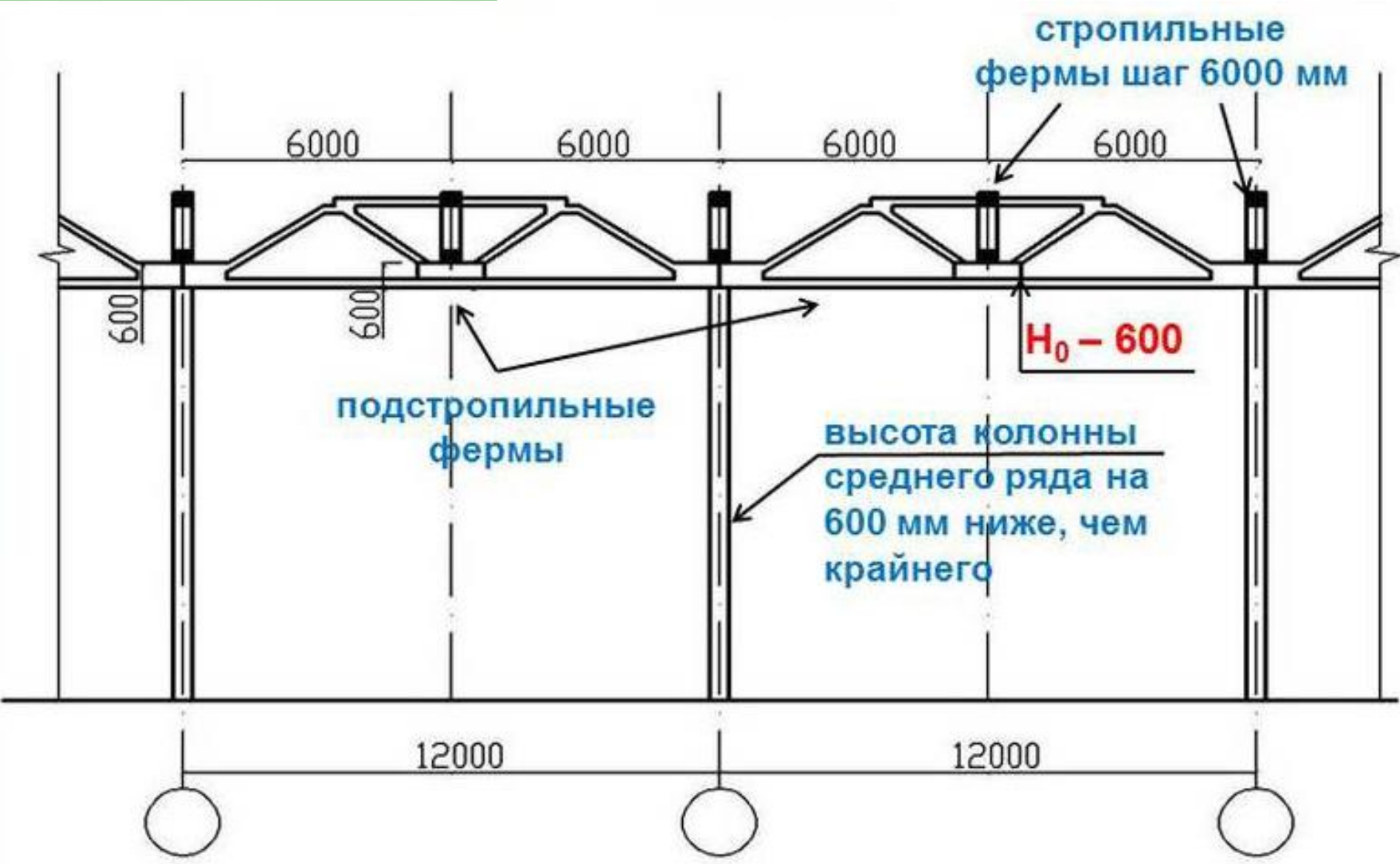
**Подстропильные конструкции** применяют для опирания стропильных конструкций в случаях, когда шаг средних колонн больше шага крайних колонн. Подстропильные конструкции устанавливаются вдоль пролета на средние колонны.

Существуют железобетонные подстропильные фермы при шаге колонн 12 м.

Подстропильная ферма



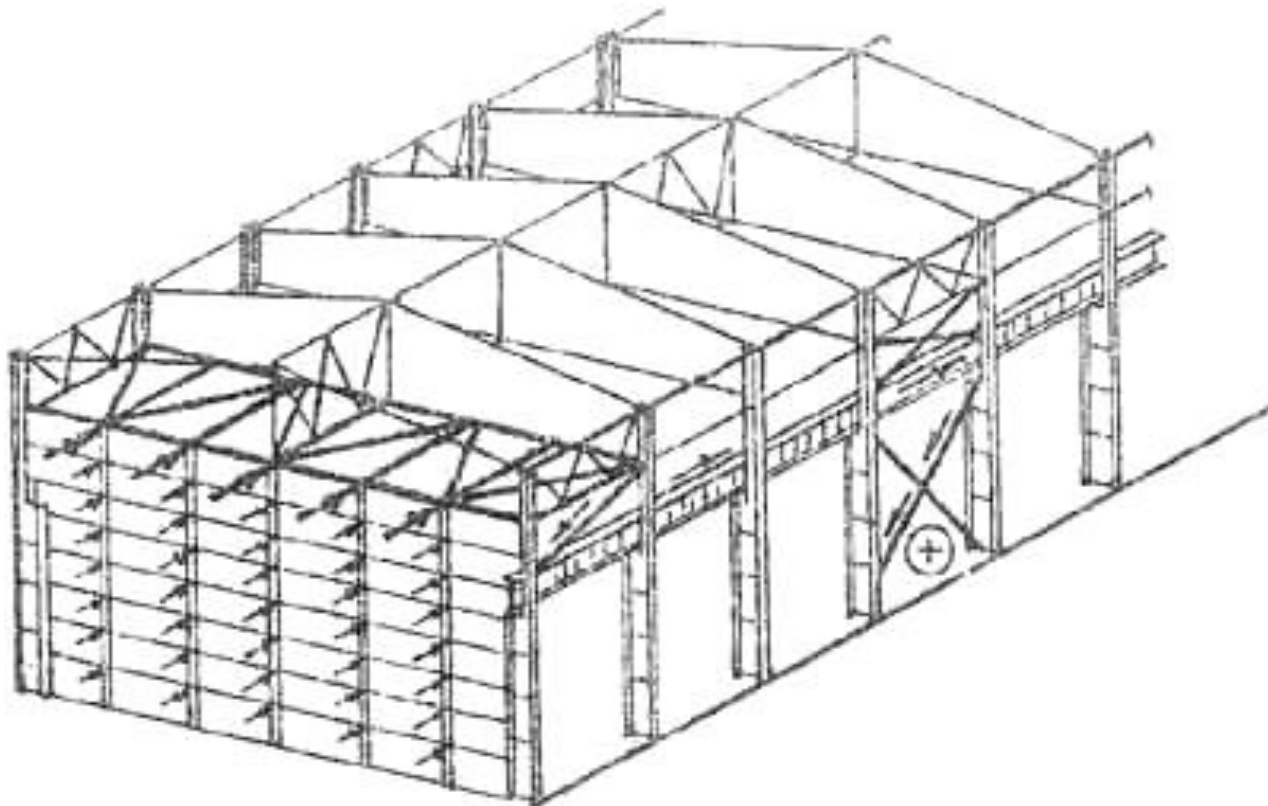




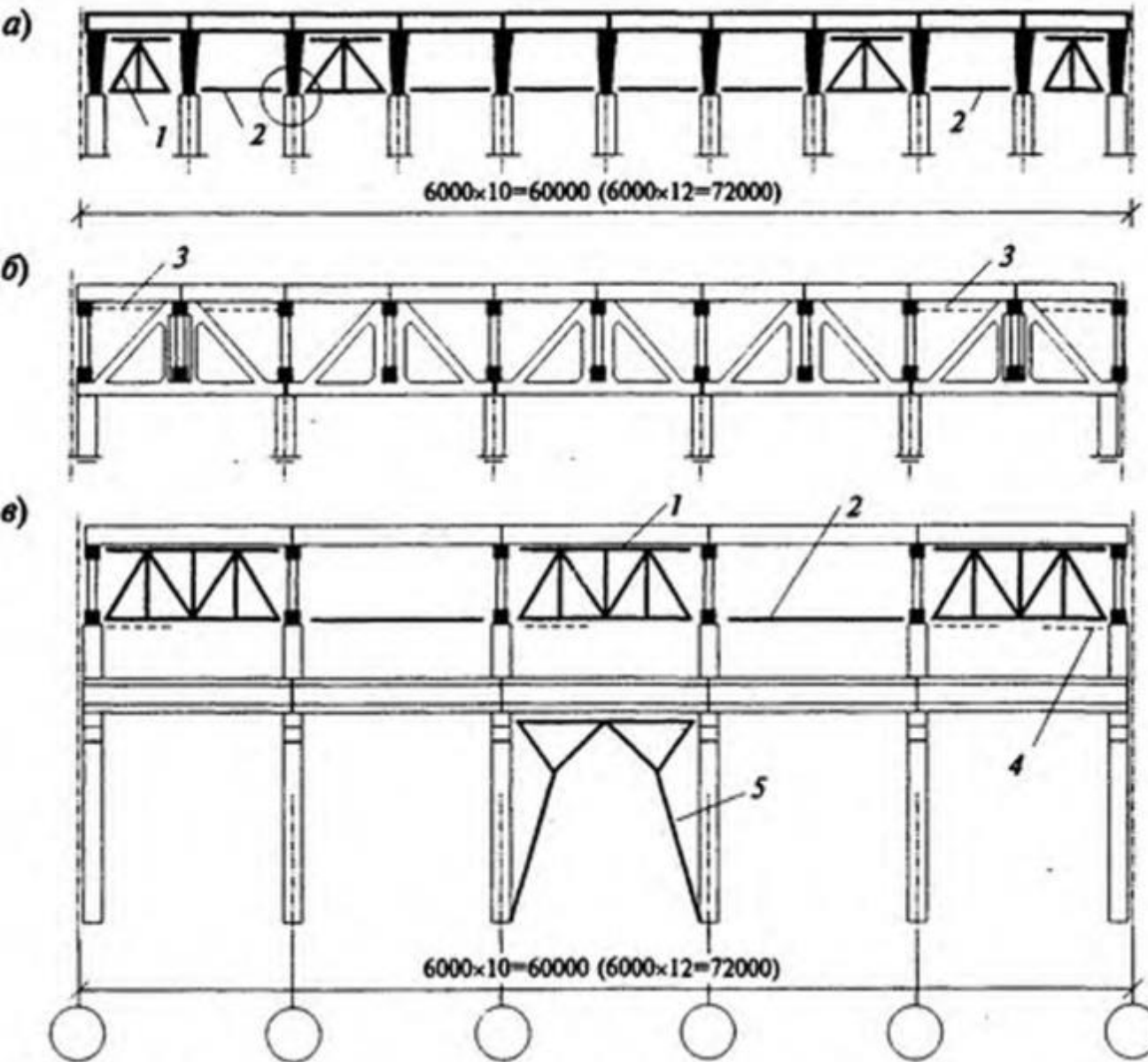
**Связи** предназначены для повышения устойчивости одноэтажных зданий в продольном направлении предусматривают систему вертикальных и горизонтальных связей между колоннами каркаса и в покрытии.

Вертикальные **связи между колоннами** (крестовые или порталные) устанавливаются в среднем шаге колонн в каждом температурно-деформационном блоке. При наличии мостового крана предусматриваются **подкрановые** (ниже подкрановой балки) и **надкрановые** связи.

Вертикальные и горизонтальные **связи в покрытиях** устанавливают в крайних шагах температурно-деформационного блока. Их выбирают с учетом типа покрытия, вида каркаса, вида кранового оборудования.







**Связи в покрытиях при железобетонных стропильных конструкциях:**

**а – при шаге 6 м в бескрайних зданиях без подстропильных конструкций;**

**б – то же, с подстропильными конструкциями;**

**в – при шаге 12 м в зданиях с мостовыми кранами;**

**1 – вертикальная связь по фермам;**

**2 – распорка;**

**3 – горизонтальная распорка по подстропильным фермам;**

**4 – горизонтальная ферма в торцах;**

**5 – связь по колоннам**

**Вертикальные  
связи между  
колоннами**



## **Стены промышленных зданий**

могут выполняться из кирпича или мелких блоков, из крупных блоков, из сборных крупных панелей. Стены из панелей применяются наиболее широко и выполняются как из **железобетонных**, так и из **стальных** элементов.

**Крупные панели на основе тяжелых и легких бетонов** применяются для стен отапливаемых и неотапливаемых производственных зданий. Они могут быть как навесными, так и самонесущими.

По местоположению в стене здания панели подразделяются на:

- рядовые
- угловые
- перемышечные
- парапетные
- карнизные
- простеночные.

### **Размеры панелей:**

- ✓ **высота** 900, 1200, 1500, 1800мм;
- ✓ **длина** 6 и 12м;
- ✓ **толщина** 200, 250, 300 и 350мм.

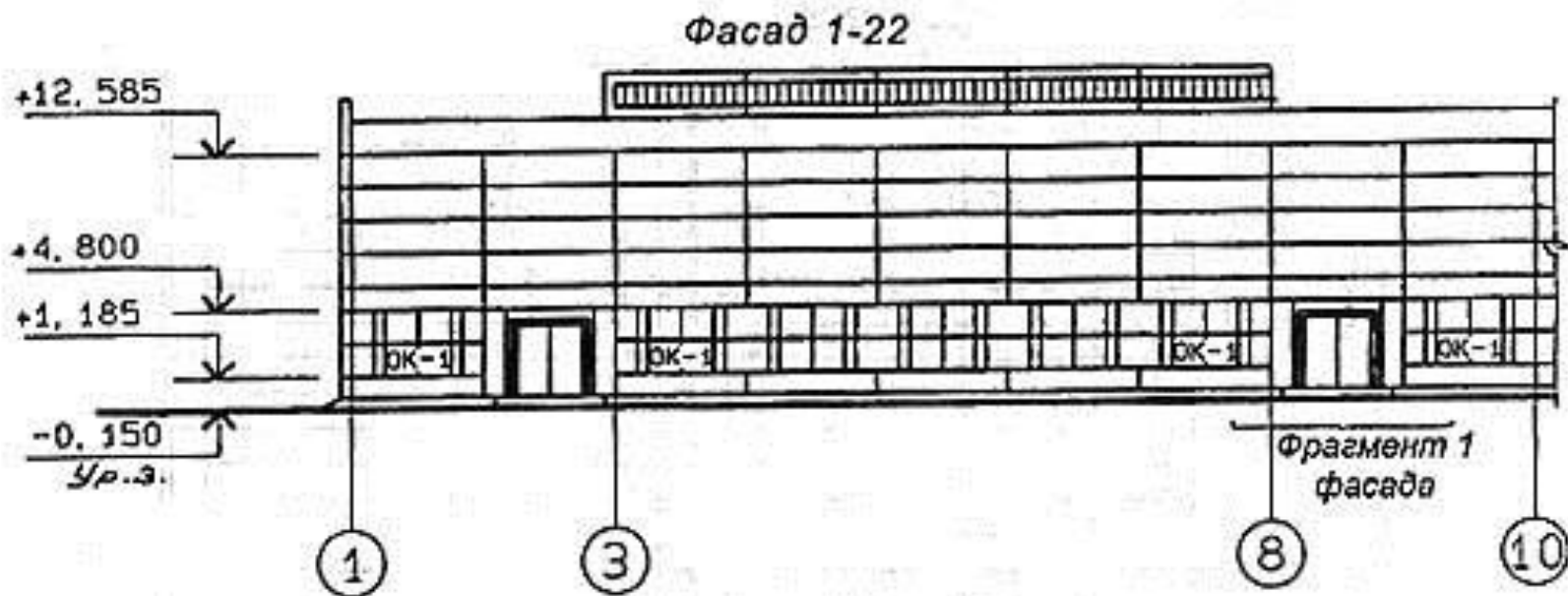




**Стены из крупных панелей** применяются для обеспечения полной сборности промышленного здания. Кроме того, использование крупных панелей ведет к сокращению трудоемкости и уменьшению массы здания.

Крупнопанельные стены могут быть навесными и самонесущими. По местоположению различают панели рядовые, угловые, перемычечные, парапетные, карнизные, простеночные.

Размеры панелей по высоте: 900, 1200, 1500, 1800 мм (размеры кратны модулю 3М – 300 мм). Длина панели равна шагу колонн – 6м, 12 м.

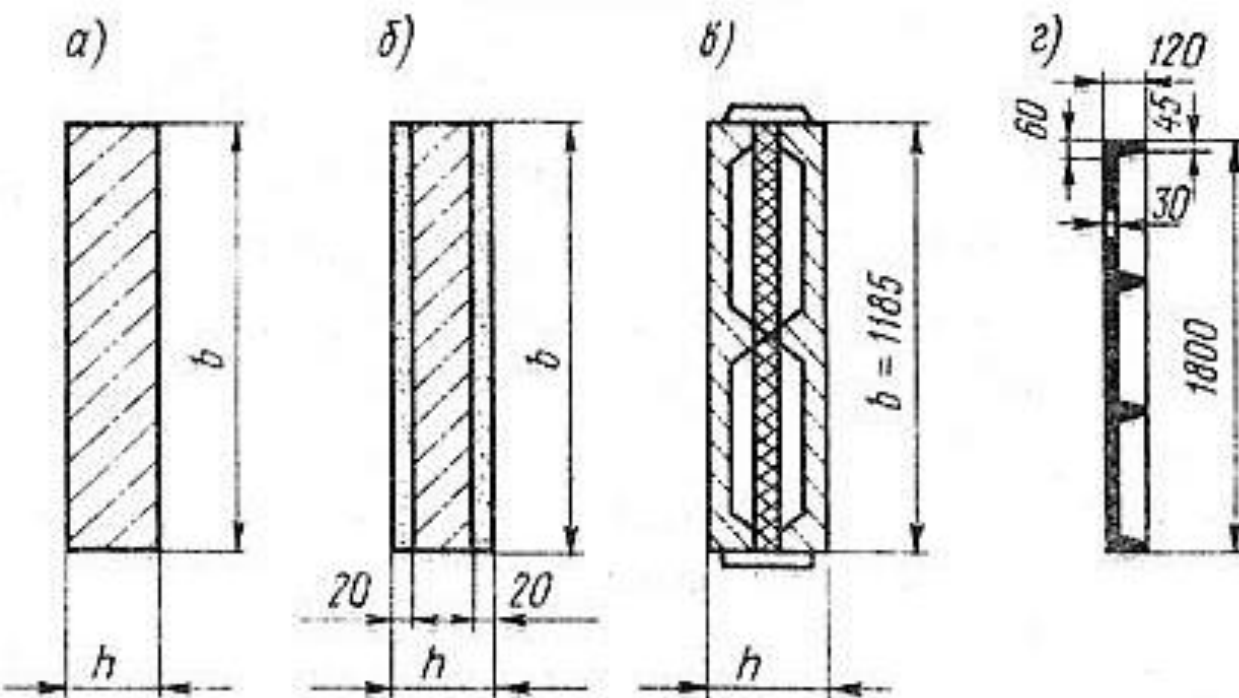




Применяют как **однослойные панели** из легких или тяжелых бетонов, так и **многослойные** с внутренним утеплителем.

Унифицированные размеры стеновых панелей тесно связаны с унификацией основных конструктивных элементов промышленного здания.

Крепление панелей к железобетонному каркасу одноэтажных промышленных зданий осуществляется через опирание их на опорные столики из стальных уголков, а также установкой в швах гибких стержневых связей или сцепов из уголков. Все элементы соединений привариваются как к закладным деталям колонны, так и стеновых панелей.

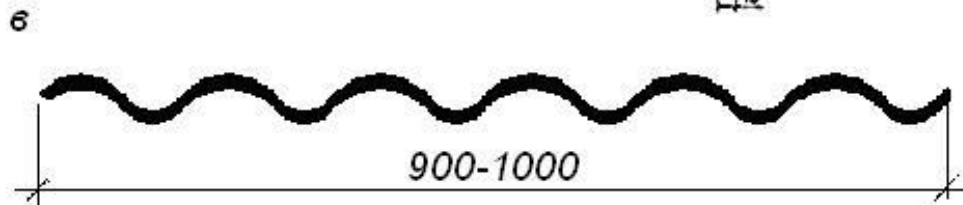
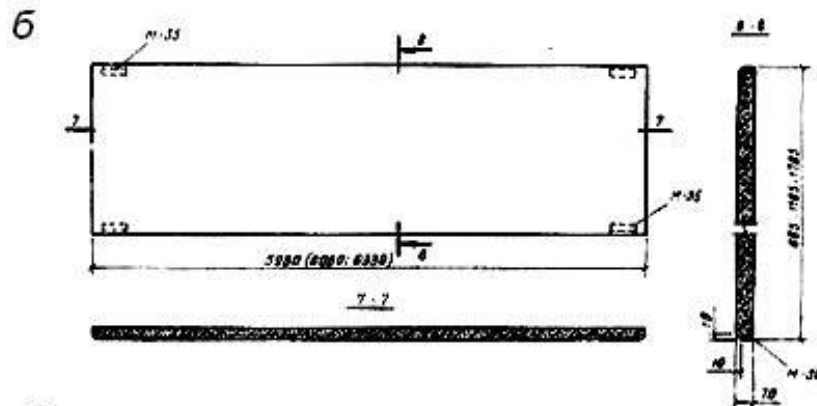
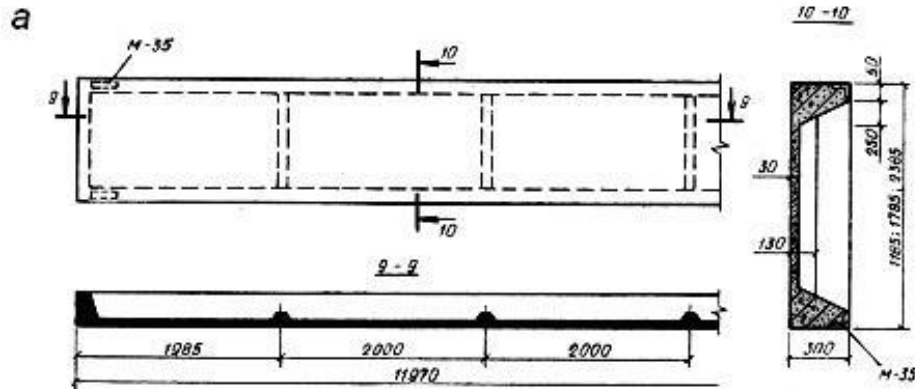


### Стеновые панели для промышленных зданий

- а – из ячеистых бетонов;
  - б – из легких бетонов;
  - в – из тяжелого бетона (трехслойная);
  - г – железобетонная панель для неотпливаемых зданий;
- $h$  – толщина панелей;  
 $b$  – высота

Наружные стены промышленных зданий должны обладать прочностью, стойкостью против атмосферных воздействий и коррозии, долговечностью, индустриальностью и экономичностью.

**Наружные стены неотапливаемых зданий**, как правило, проектируют из легких стеновых ограждений: волнистых асбестоцементных листов или стального профилированного настила.



Такие ограждения имеют вертикальную разрезку, поэтому они навешиваются на горизонтальные ригели из стальных швеллеров, которые крепятся к колоннам с шагом по высоте 1,2-2,4 м.

Цокольная часть стены высотой 900 или 1 200 мм должна быть выполнена из железобетонной панели или кирпичной кладки.

### Стены для неотапливаемых зданий:

- а – ребристые железобетонные;
- б – железобетонные плоские;
- в – асбестоцементные панели

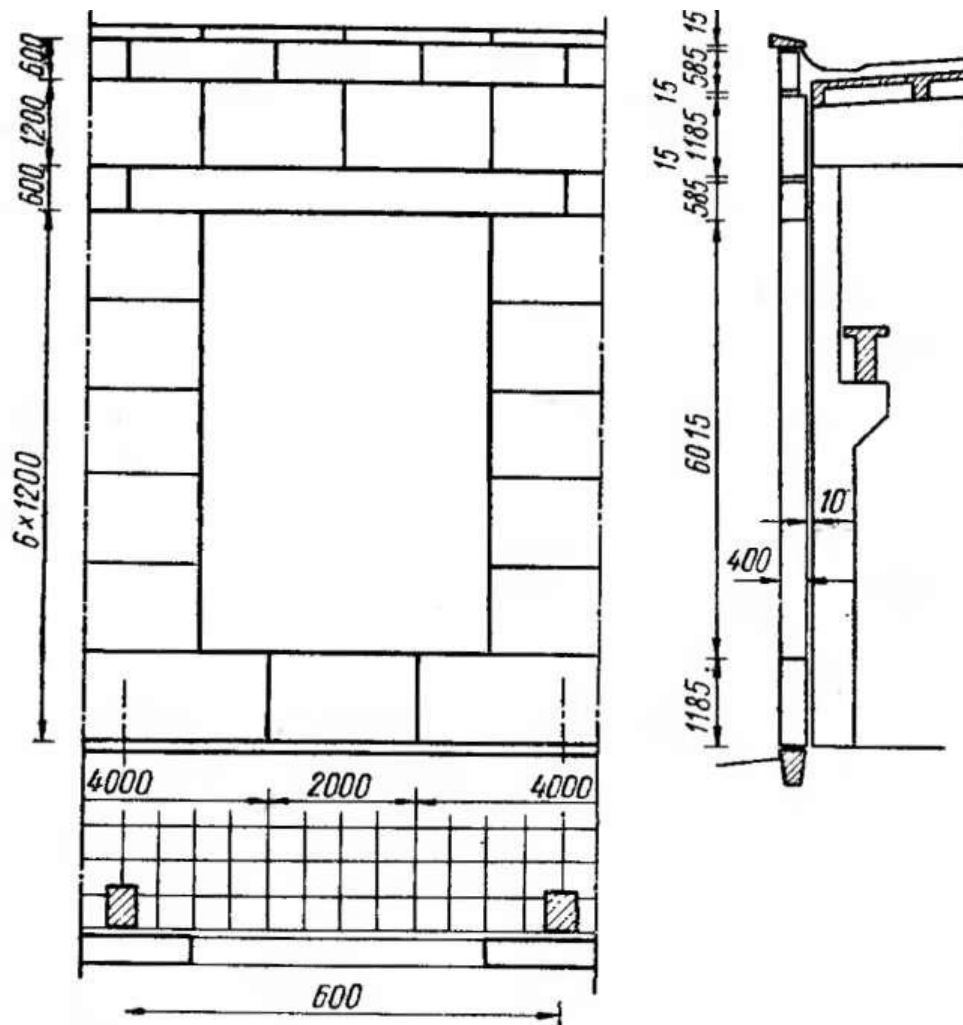
**Трехслойные стеновые панели типа «сэндвич»** имеют ширину 1 м, высоту до 12 м и толщину от 50 до 150 мм, в зависимости от климатических условий района строительства.

В современной практике строительства наибольшее распространение получили трехслойные стеновые панели типа «сэндвич» бескаркасного типа. Каркасные панели со внутренними элементами собственного каркаса применяются реже, т.к. они менее экономичны за счет повышения расхода металла.

В трехслойных панелей наружная и внутренняя выполняется, как правило, из стальных оцинкованных листов толщиной 0,8 мм. Панели имеют боковые кромки в виде гребней и пазов, которые образуют стыки в форме шпунта.

Кроме основного типа рядовых панелей типа «сэндвич» существуют доборные панели меньшей ширины и угловые панели.

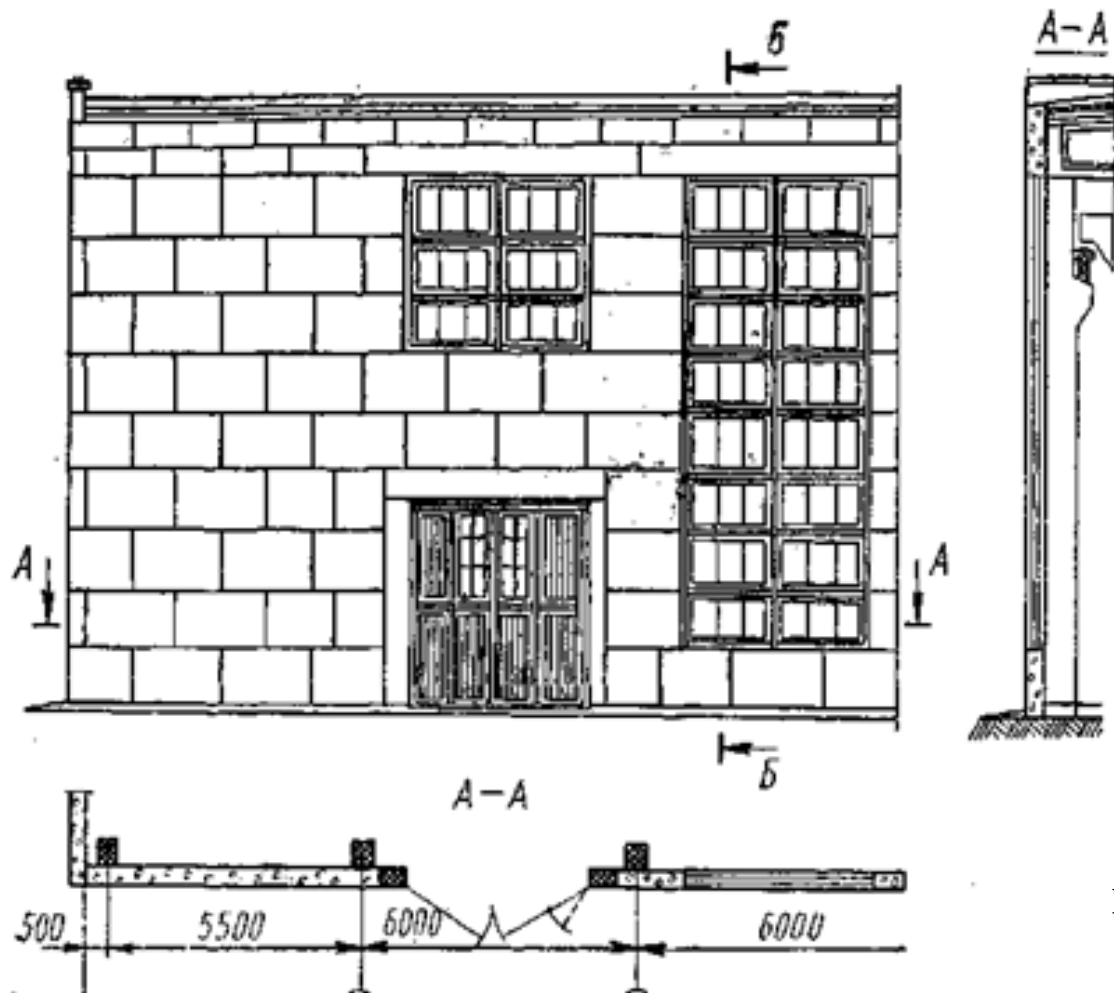
Стены из кирпича и крупных блоков решаются идентично стенам гражданских зданий. Они применяются для небольших отдельно стоящих зданий и для участков стен с большим количеством технологических отверстий, окон, дверей и других проемов. Толщина стены зависит от теплотехнических расчетов.



**Фрагмент стены  
из крупных блоков**

При большой протяженности стен их усиливают пилястрами, которые повышают жесткость конструкции и являются опорами для подкрановых балок и несущих конструкций покрытия.

Крупные блоки изготавливают из легких или ячеистых бетонов (керамзитобетона, бетона на зольном гравии и т.д.). Высота блока составляет 600, 1200 мм, длина – 500 мм. Укладку блоков производят с перевязкой швов.



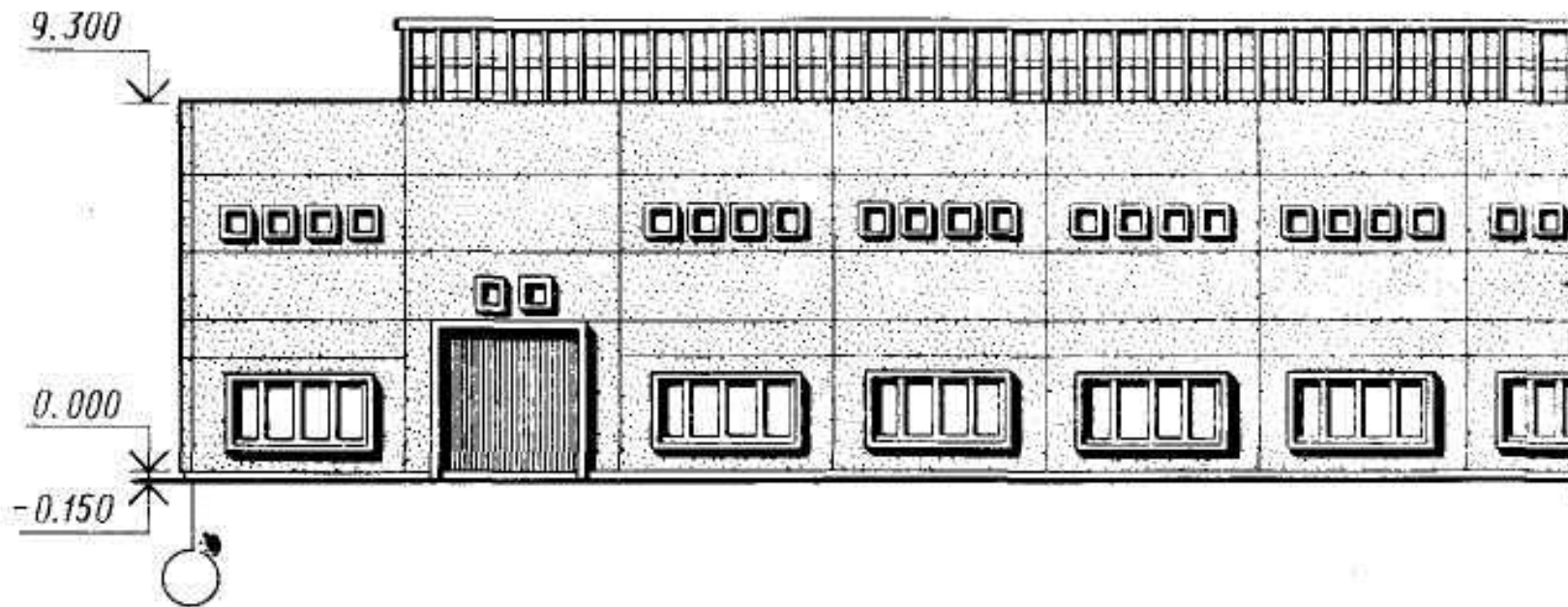
**Фрагмент стены  
из крупных блоков**

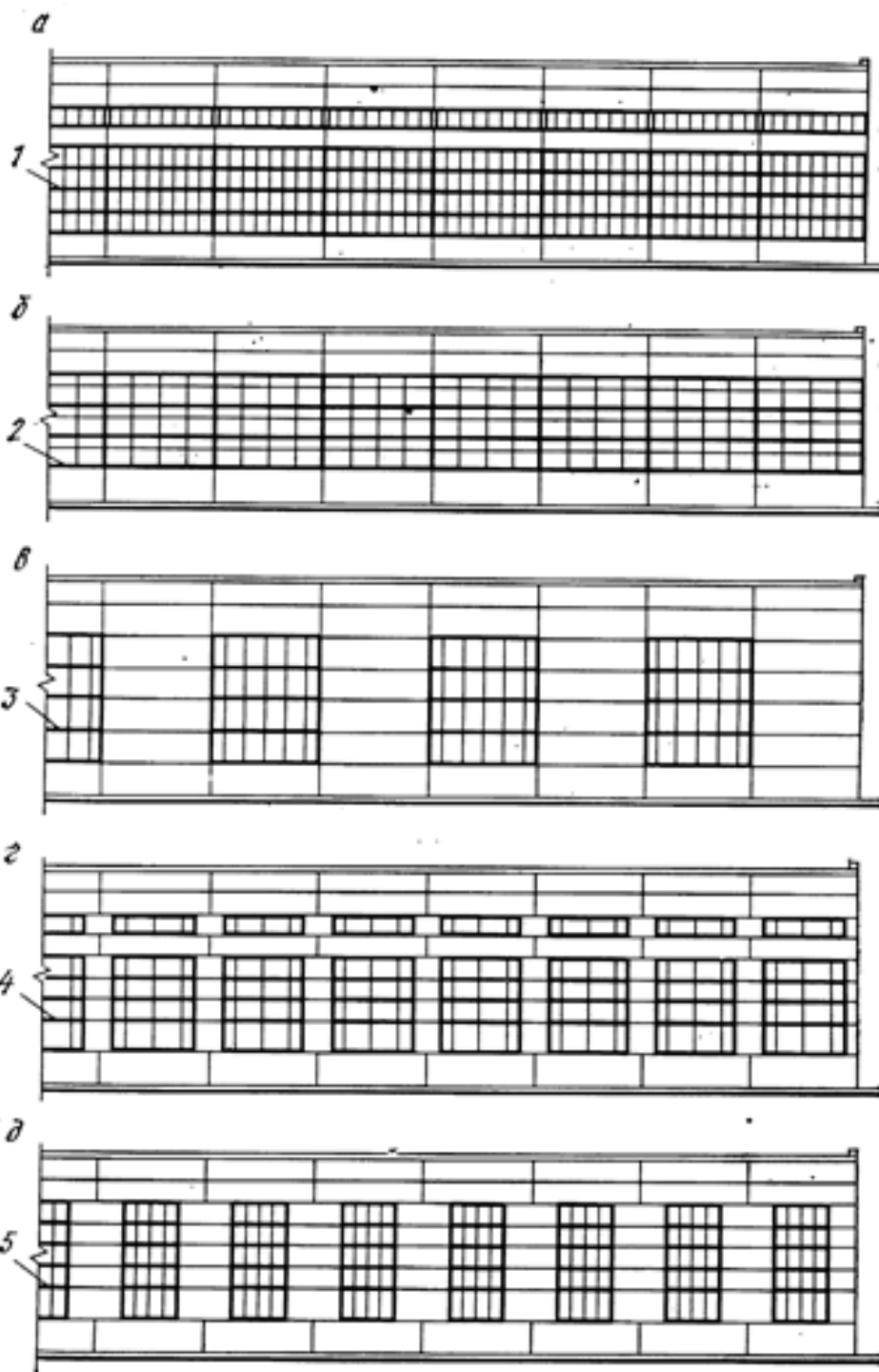


Наиболее индустриальными являются стены из железобетонных и легкобетонных панелей.

Низ первой (цокольной) панели устанавливают на фундаментную балку и совмещают с отметкой пола здания.

Верхний ряд панелей в пределах высоты помещения рекомендуется устанавливать ниже несущих конструкций покрытия на 600 мм, а верхний ряд панелей – в пределах высоты этих конструкций – ниже на 300 мм.





## Варианты разрезки стен одноэтажных зданий:

**а** – при ленточном остеклении;  
**б** – то же, при сплошном;  
**в-д** – при проемах

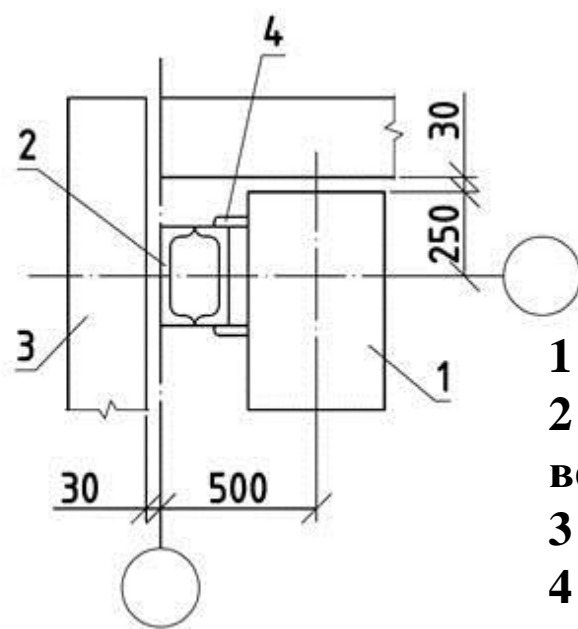
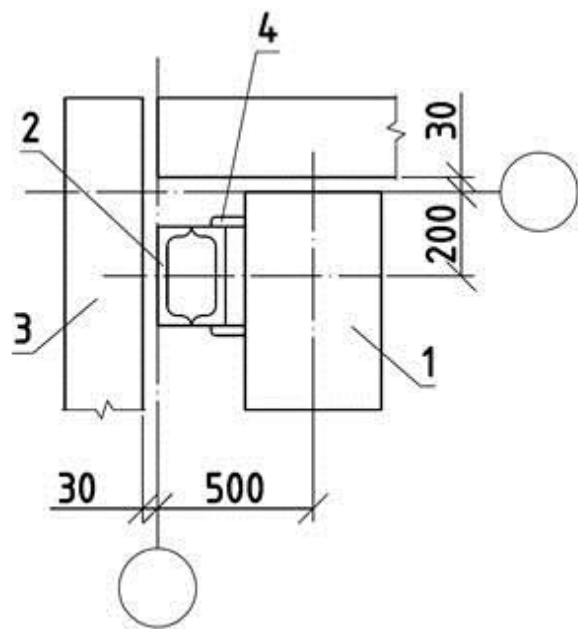
**1** – деревянные или стальные  
 оконные панели размером  $1,2 \times 6$  м;  
**2** – оконные панели из труб  $1,8 \times 6$  м;  
**3** – то же, из гнутых профилей;  
**4, 5** – деревянные оконные панели

**Крепление торцовых стен** производственного здания решаются с применением фахверковых колонн, которые устанавливаются с шагом 6 или 12 м. Крепление торцевых панелей к колоннам фахверка осуществляется аналогично креплениям панелей продольных наружных стен.

При высоте помещений до 4,2 м фахверковые колонны делают из стальных прокатных профилей, а при большей высоте – из железобетона.

Длину торцовых железобетонных фахверковых колонн принимают на 100-150 мм меньше основных колонн, чтобы образовать зазор между их верхом и нижним поясом строительных конструкций покрытий. Фахверковые колонны жестко заделывают в фундаментах и шарнирно крепят к элементам покрытия.

На высоту покрытия фахверковые колонны наращивают **стальной надставкой** – сварными двутаврами высотой сечения 0,25 м. Надставки не доходят на 0,1-0,3 м до подкровельного настила и в пределах высоты парапета продолжают насадками из прокатных уголков. Продольные фахверковые колонны, которые, как правило, имеют ту же длину, что и основные, на высоту опорной части ферм или балок покрытия (с зазором 100 мм), наращивают стальной надставкой.



**Установка приколонных стоек фахверка при привязке колонн «0» и «250»:**

- 1 – колонна каркаса;**
- 2 – приколонная стойка фахверка;**
- 3 – торцевая стеновая панель;**
- 4 – элементы крепления приколонной стойки к колонне**

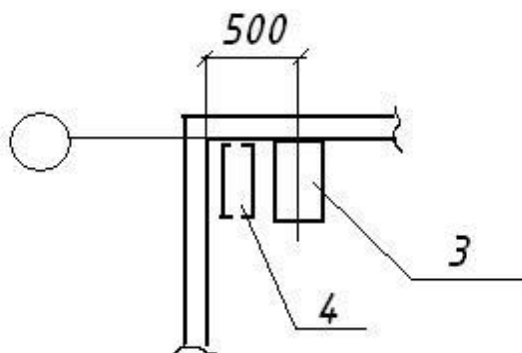
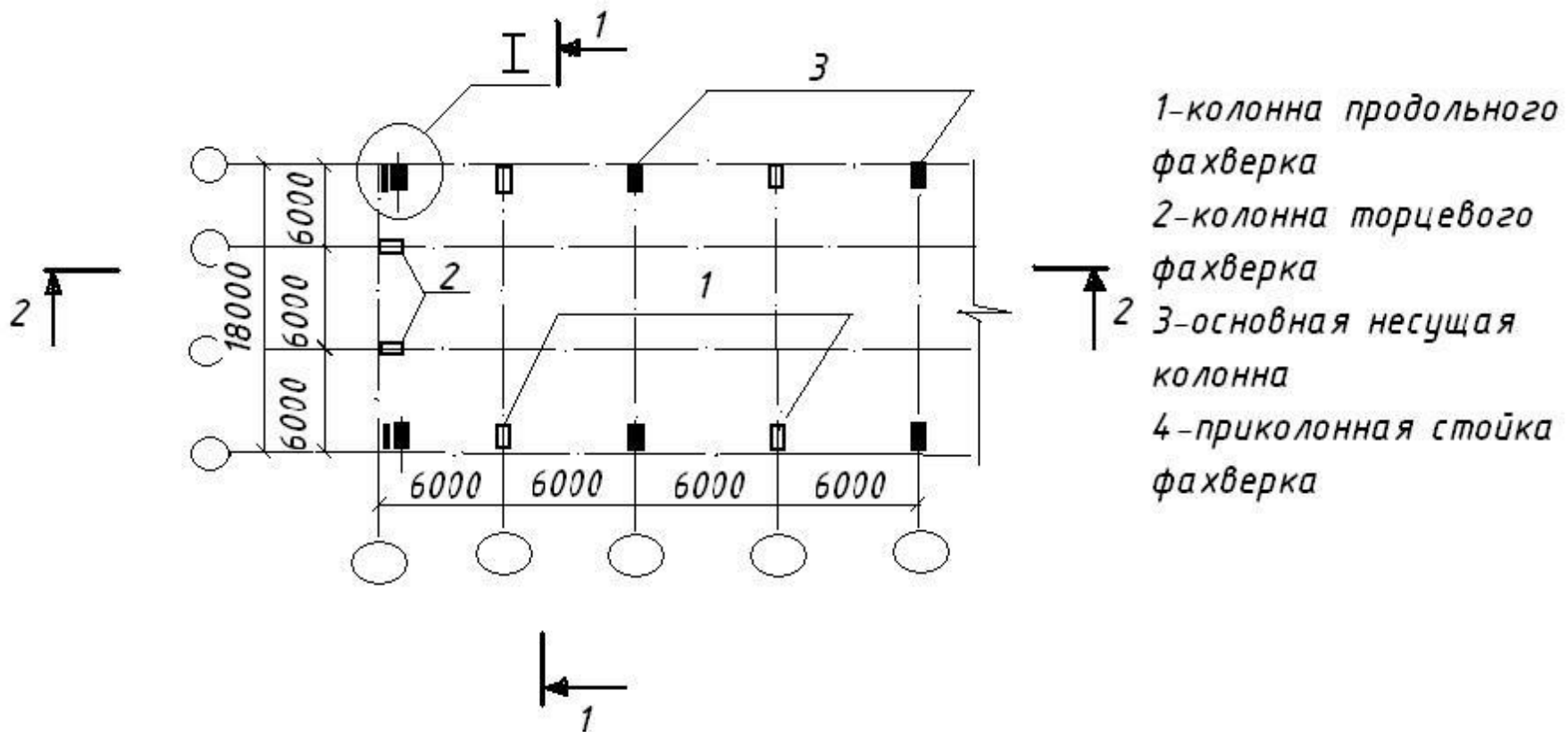
Внутренняя грань панельных стен располагается с зазором 30 мм по отношению к наружной грани колонн.

Фахверковые колонны могут быть высотой 4,2-18 метров. Они предназначены для крепления стен, частично воспринимают массу стен и ветровые нагрузки.

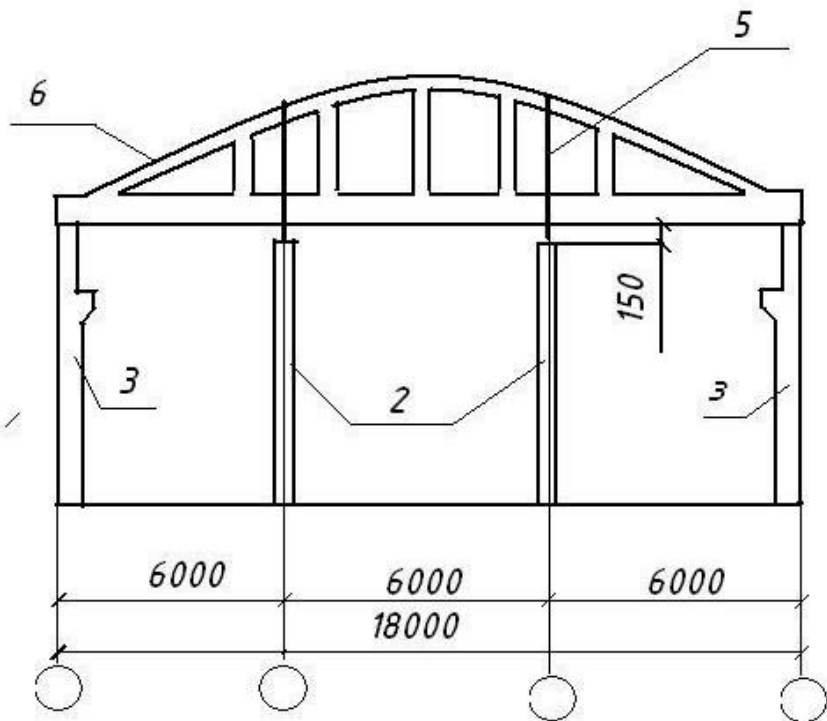
Фахверковые колонны изготавливают **железобетонные и стальные.**

**Привязка** колонн торцевого фахверка нулевая, привязка колонн продольного фахверка определяется привязкой основных колонн каркаса.



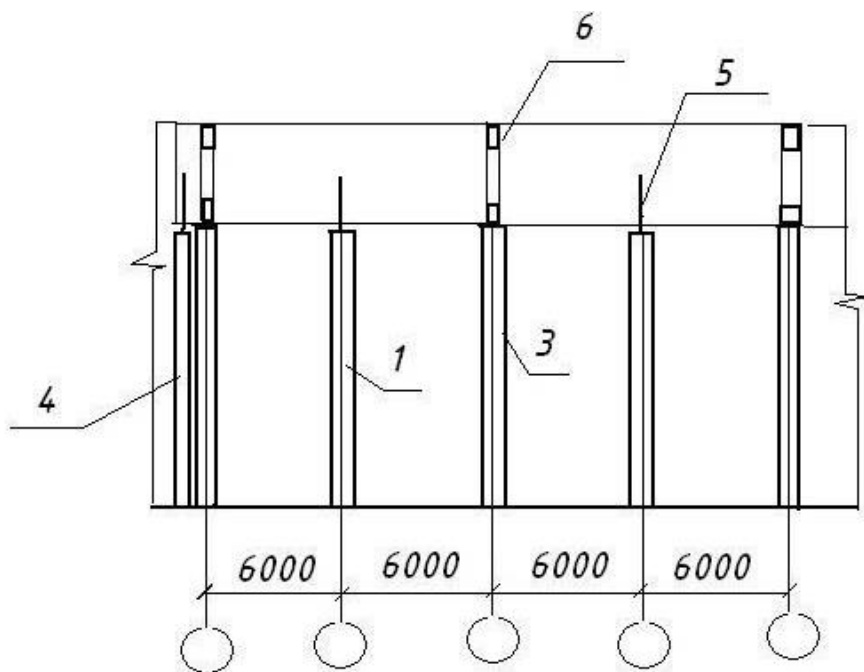


**Схема расположения фахверковых колонн**

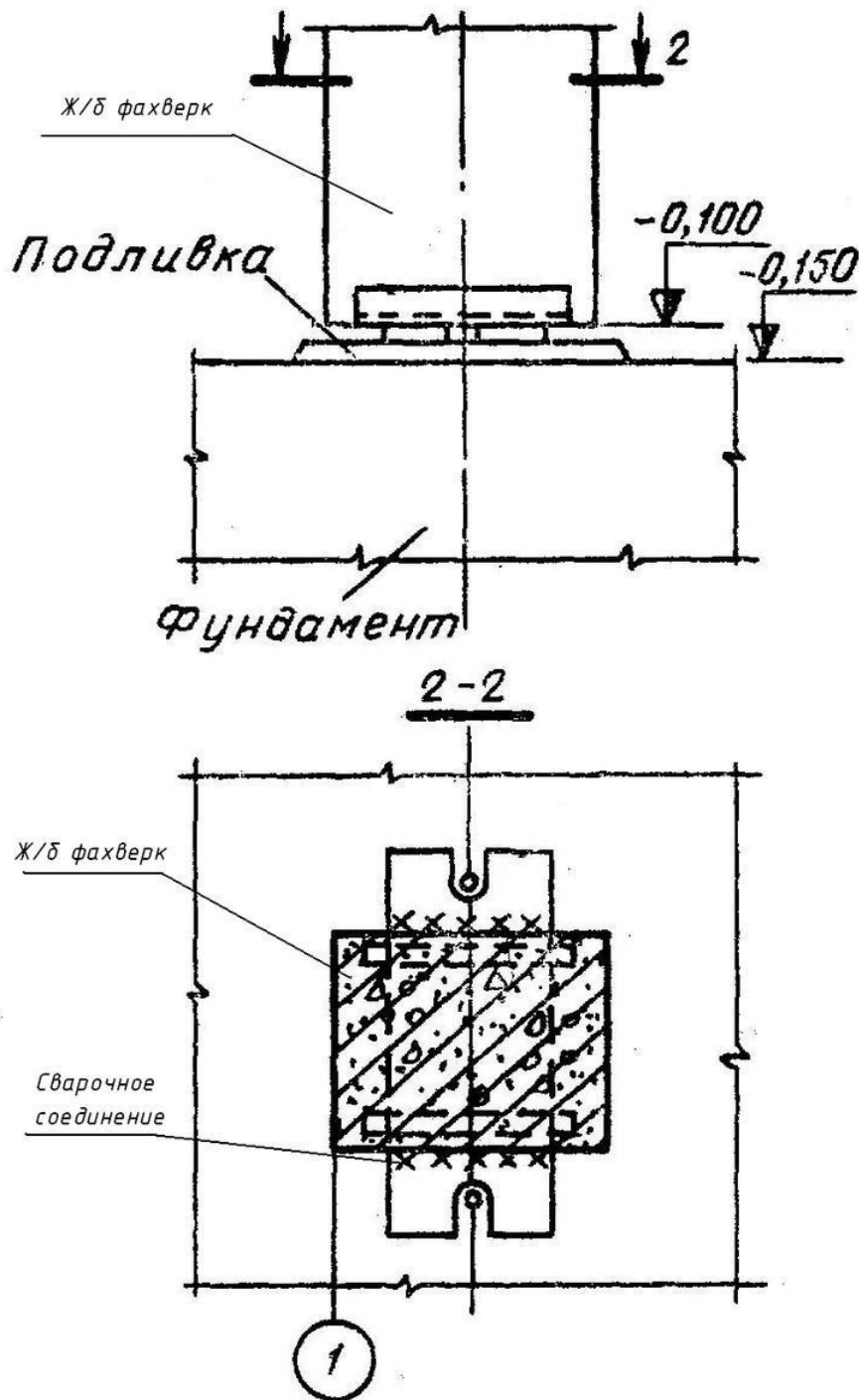


5-стальная надставка  
6-стропильная ферма

**Схема торцевого фахверка 1-1**



**Схема продольного фахверка 2-2**



Нижний конец колонн крепится к фундаменту шарнирно. Для этого поверх фундамента устанавливается строго по осям и по уровню (при помощи анкерных болтов и цементной подливки) стальной лист. Колонна свободно устанавливается на этот лист и приваривается к нему с помощью своих закладных деталей.

Колонны армируются пространственными сварными каркасами. Колонны изготавливаются из бетона марок М 200-М 400. Рабочая арматура – из горячекатаной стали периодического профиля класса А-3.

## Крепление железобетонного фахверка к фундаменту

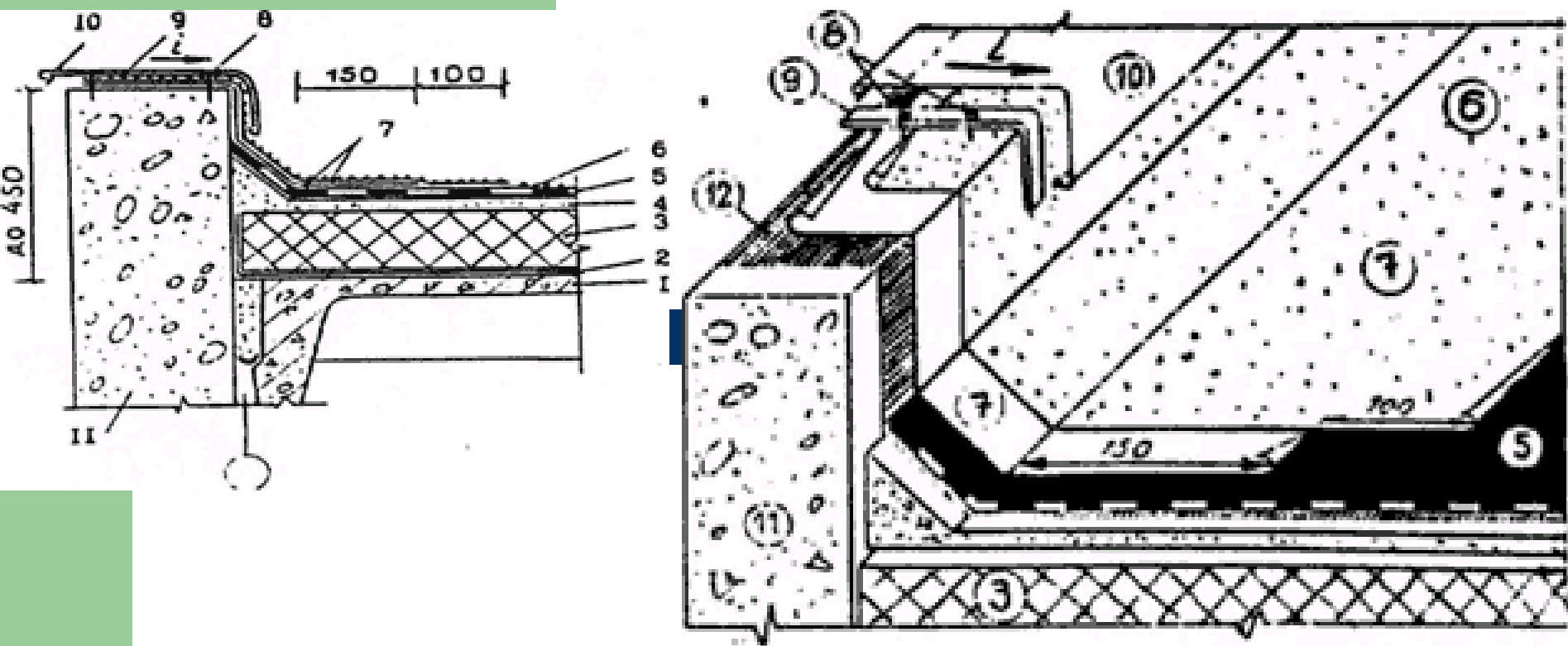
## Покрытия и кровли

Для промышленных зданий чаще всего применяют покрытия с железобетонными плитами и легкие покрытия с использованием стального профилированного настила.

Покрытия **отапливаемых зданий** с рулонной или мастичной кровлей проектируют совмещенными, с уклонами от 1,5 до 12%, с внутренним отводом воды.

Количество слоев рулонного ковра принимается в зависимости от уклона кровли и составляет:

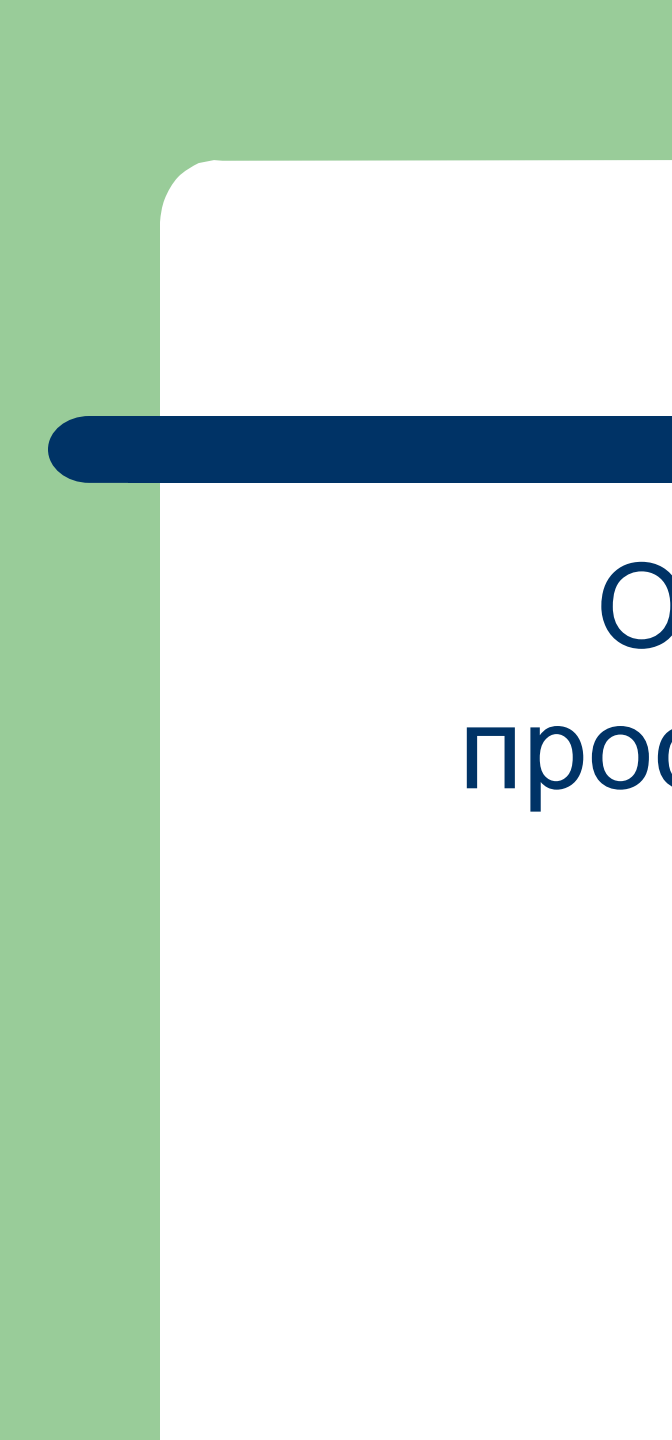
- ❖ при уклоне до 1,5 % - 4 слоя;
- ❖ свыше 1,5% до 2,5 % - 3 слоя;
- ❖ свыше 2,5 % - 3 слоя.



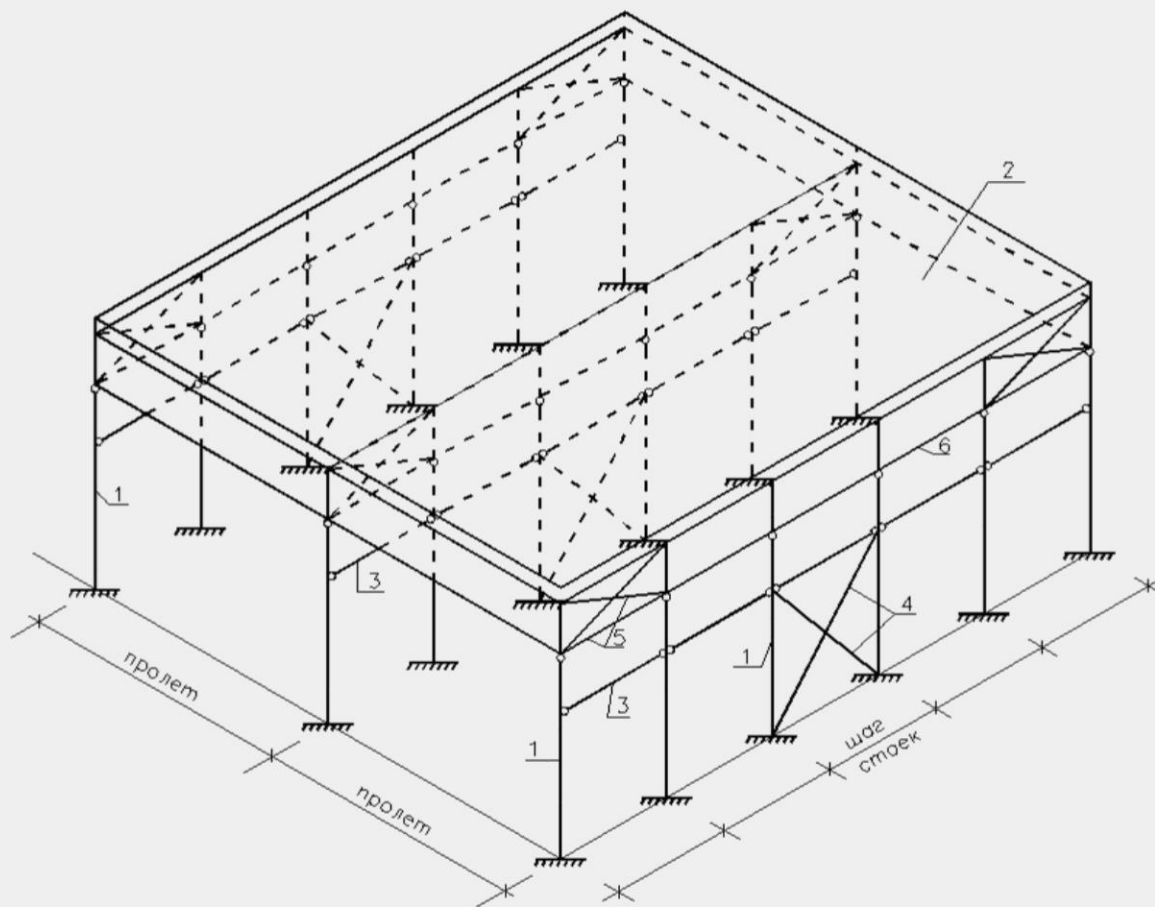
## Покрытия промышленного здания

1 – сборная железобетонная плита покрытия; 2 – пароизоляция (по расчету); 3 – теплоизоляция; 4 – выравнивающая стяжка; 5 – основной кровельный ковер; 6 – крупнозернистая посыпка верхнего слоя наплавленного рулонного материала; 7 – дополнительные слои кровельного материала; 8 – дюбеля; 9 – костыли 40×4 через 600 мм; 10 – оцинкованная кровельная сталь; 11 – стена; 12 – грунтовка



A decorative graphic on the left side of the slide, consisting of a light green vertical bar and a dark blue horizontal bar with rounded ends.

# Обеспечение пространственной жесткости



1 – стойки; 2 – диск покрытия; 3 – подкрановые балки;  
4 – вертикальные связи по колоннам; 5 - вертикальные связи по стропильным  
конструкциям (ригелям); 6 – распорки по колоннам

**Рисунок– Схема каркаса температурного блока**

При разработке конструктивной схемы необходимо обеспечить пространственную жесткость и устойчивость здания. В поперечном направлении жесткость здания обеспечивается поперечными рамами, стойки которых снизу защемлены в фундаментах, а вверху соединены с жестким в той же плоскости ригелем покрытия, а также развитием сечений колонн в этом направлении.

В продольном направлении элементы здания (колонны, подкрановые балки, элементы покрытия) также образуют раму. Для увеличения жесткости здания в продольном направлении и обеспечения устойчивости поперечных рам ставят дополнительные связи.

Основными вертикальными связями являются **связи по колоннам**. Эти связи предусматриваются для восприятия горизонтальных сил, действующих в плоскости продольной рамы здания, а также с целью уменьшения расчетной длины стоек. Вертикальные связи по колоннам обычно выполняют из металлических уголков, которые привариваются к закладным деталям колонн. При шаге колонн 12 м применяют порталные связи, а при шаге 6 м – преимущественно крестовые. Связи по колоннам устанавливают ниже уровня подкрановых балок в середине температурного блока. В уровне верха всех колонн ставятся распорки из металлического проката.

Вертикальные связи между опорами стропильных конструкций устанавливают в крайних секциях температурных блоков в случае, если высота стропильных конструкций на опоре превышает 900 мм, что имеет место при фермах и балках под плоскую кровлю. Эти связи выполняют в виде крестообразных ферм. В остальных секциях устанавливают между нижними поясами стропильных конструкций распорки. Указанные связи и распорки обеспечивают устойчивость стропильных конструкций от опрокидывания и надежную передачу с диска покрытия горизонтальных усилий, действующих в направлении продольных рам, на колонны.