



## Основы проектирования промышленных зданий

Изучаемые вопросы:

1. Классификация промышленных зданий и требования к ним
2. Объемно-планировочные решения
3. Промздания различной этажности, их типы
4. Конструктивные элементы, унификация и типизация
5. Правила привязки конструктивных элементов к разбивочным осям
6. Подъемно-транспортное оборудование
7. Деформационные швы
8. Архитектура промышленных зданий

# Классификация промышленных зданий



# Требования к промышленным зданиям

Долговечность

Огнестойкость

Взрывная и пожарная безопасность

По огнестойкости и долговечности

**I класс зданий** -  
предъявляют max требования

**IV класс зданий** -  
предъявляют min требования

Промышленные здания находятся в более разнообразных, сложных и часто более неблагоприятных условиях, чем гражданские.

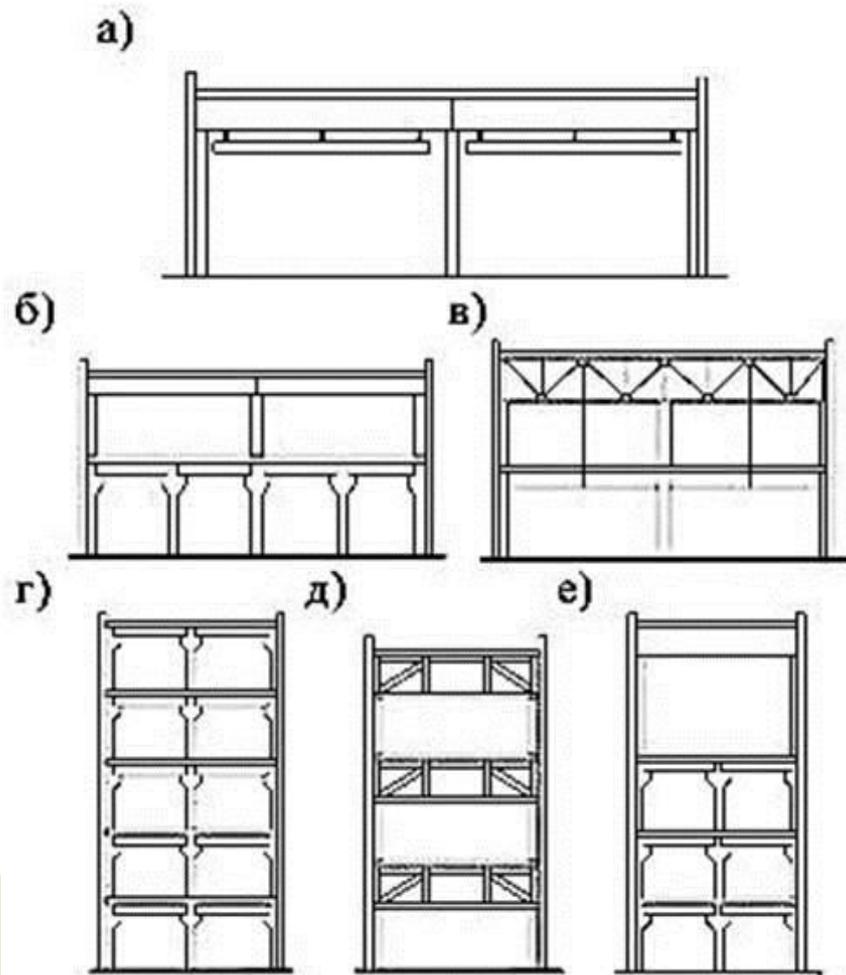
По взрывной и пожарной опасности

производства разделяют на 6 категорий:

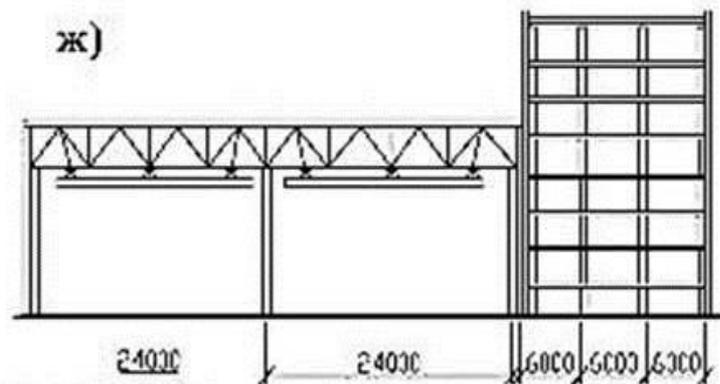
**А, Б, В, Г, Д и Е**

В зависимости от категорий в зданиях проектируют требуемую степень огнестойкости конструкций, этажность и max площадь между противопожарными преградами

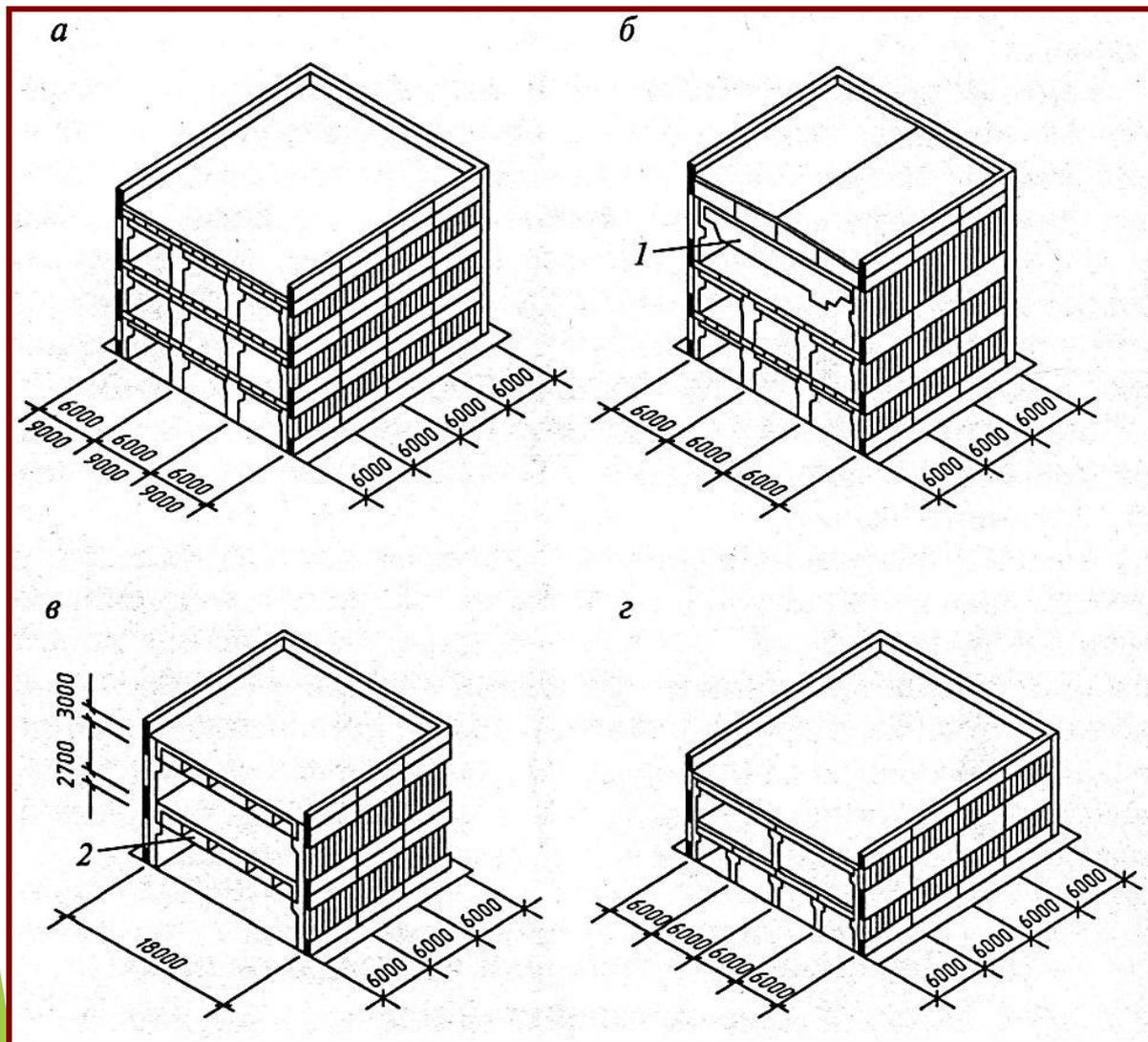
# Производственные здания различной этажности



*а - одноэтажное здание;  
б - двухэтажное здание с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа;  
в - двухэтажное здание с подвеской перекрытия к усиленной стропильной конструкции;  
г - многоэтажное здание с постоянной сеткой колонн на всех этажах;  
д - многоэтажное здание с техническими этажами;  
е - многоэтажное здание с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа;  
ж - здание смешанной этажности.*



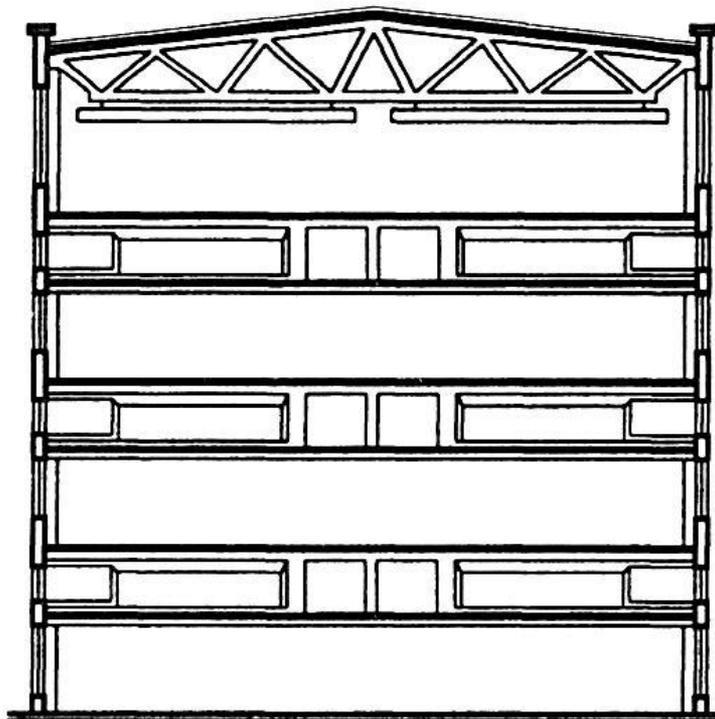
# Типы многоэтажных промышленных зданий



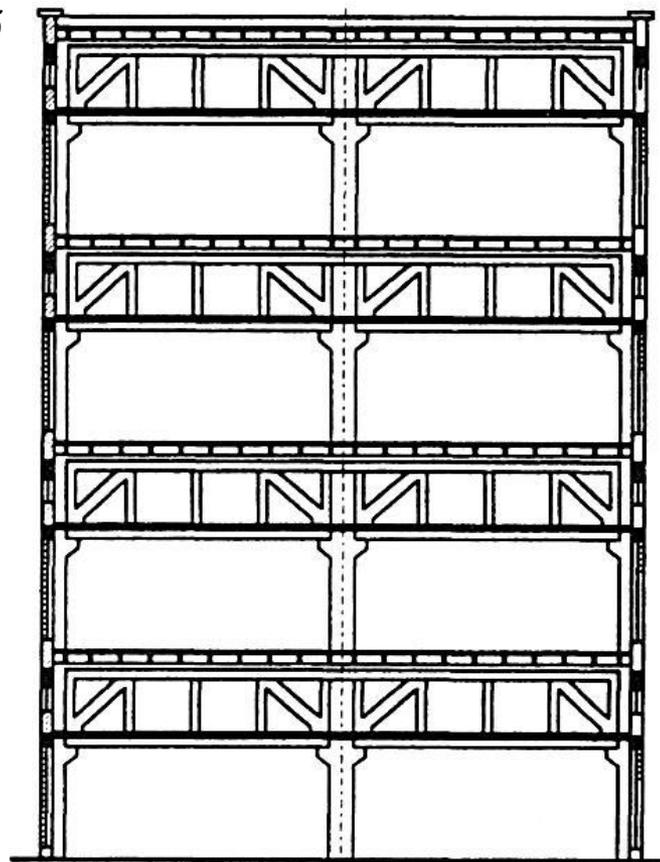
*а - массового типа;  
б - с верхним крановым этажом;  
в - с межферменными этажами;  
г - двухэтажные;  
1 - мостовой кран;  
2 - межферменные этажи*

# Типы многоэтажных промышленных зданий

а



б



**Многоэтажные здания с техническими этажами:**

*а - перекрытия по балкам-стенкам;*

*б - то же, по фермам*

# Объемно-планировочные решения промышленных зданий

## каркасные здания

### ячейковые

*Используется квадратная или близкая к квадрату сетка колонн с небольшим шагом*

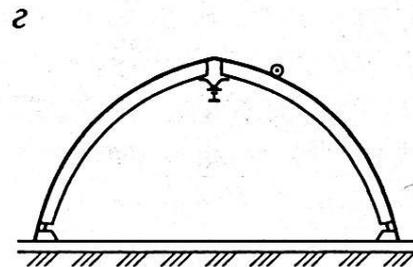
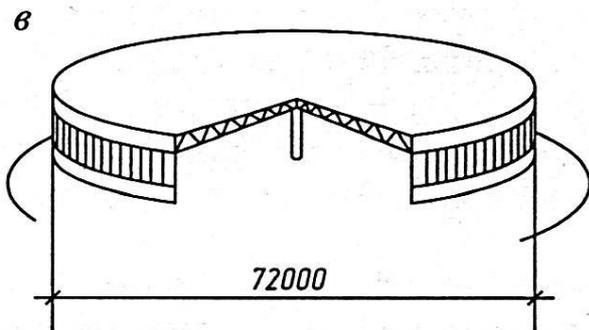
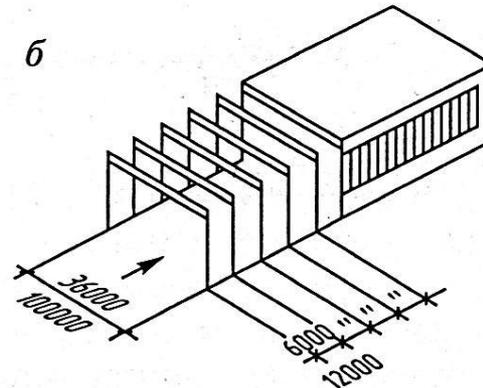
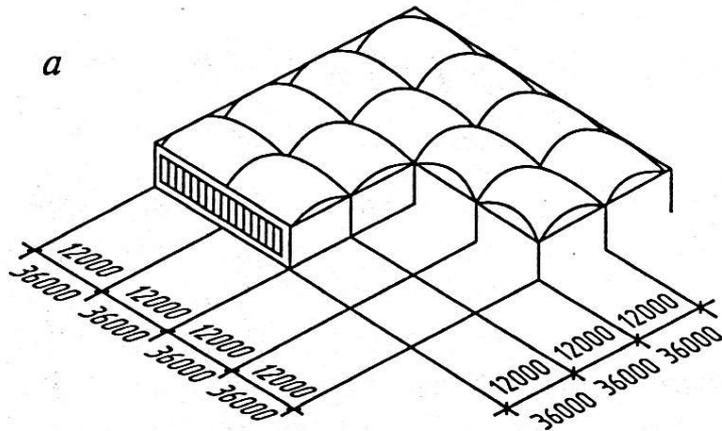
### зальные

*Для производств, требующих значительных свободных площадей без внутренних опор*

### пролетные

*Для производств с горизонтальным процессом.  
Наиболее распространенный тип одноэтажного производственного здания.*

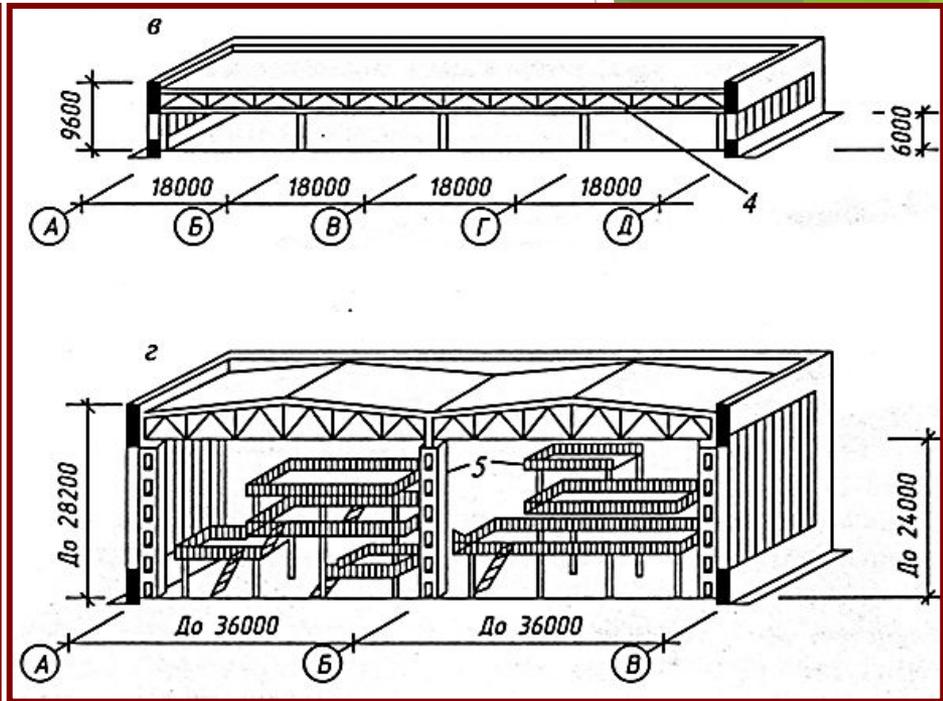
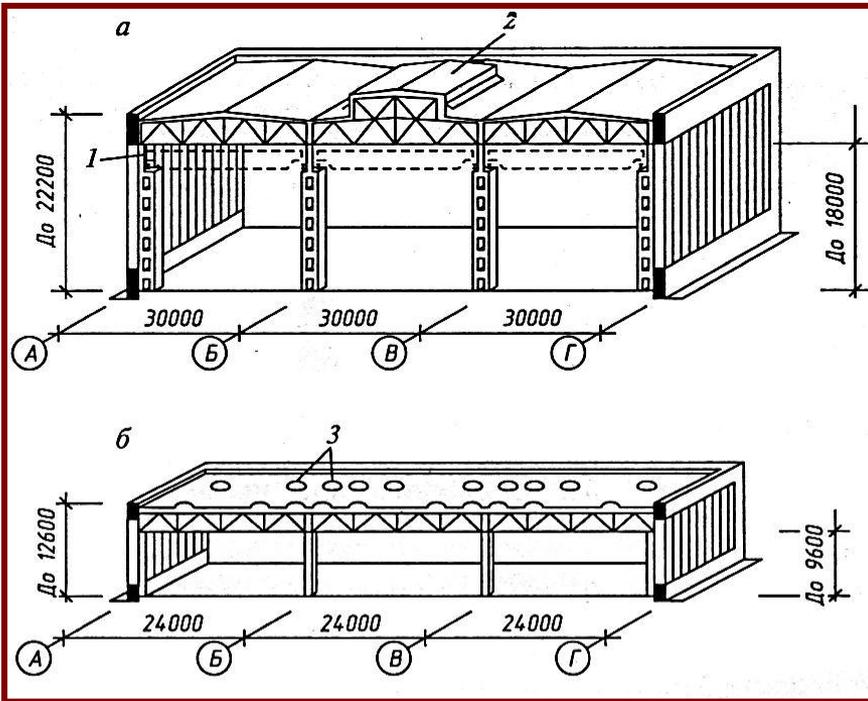
# Ячейковые и зальные промышленные здания



Типы одноэтажных промышленных зданий:

*a* — ячейковые; *б* — зальные без промежуточных опор; *в* — зальные с центральной опорой; *г* — шатровые

# Промышленные здания пролетного типа



*а - с мостовыми кранами и фонарем над средним пролетом;*

*б - бескрановые с зенитным фонарем;*

*в - бесфонарные с техническим этажом в межферменном*

*г - павильонные с этажерками для установки оборудования;*

*1 - мостовой кран;*

*2 - фонарь;*

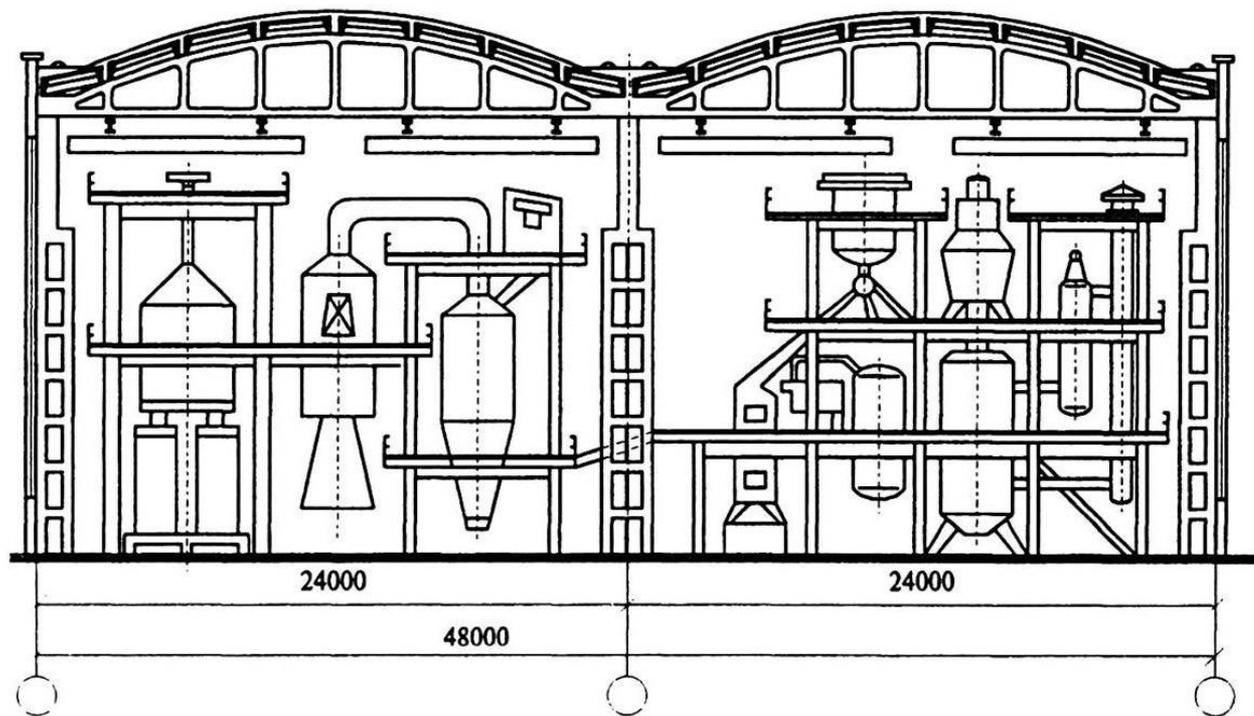
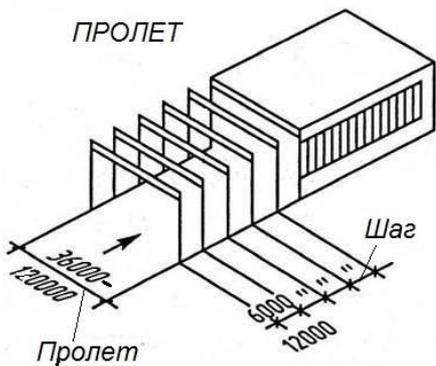
*3 - зенитные фонари;*

*4 - технический этаж;*

# Промышленные здания пролетного типа

Состоят из пролетов

**Пролет** - это объем производственного здания, ограниченный продольными рядами колонн и несущими конструкциями покрытия. Направление пролета соответствует направлению технологического процесса в здании.

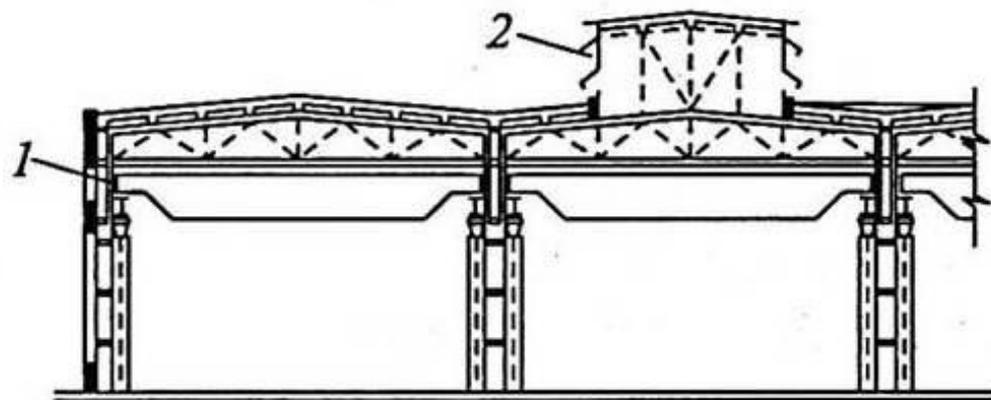
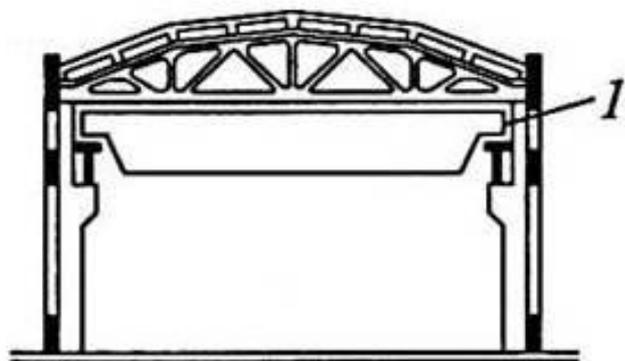


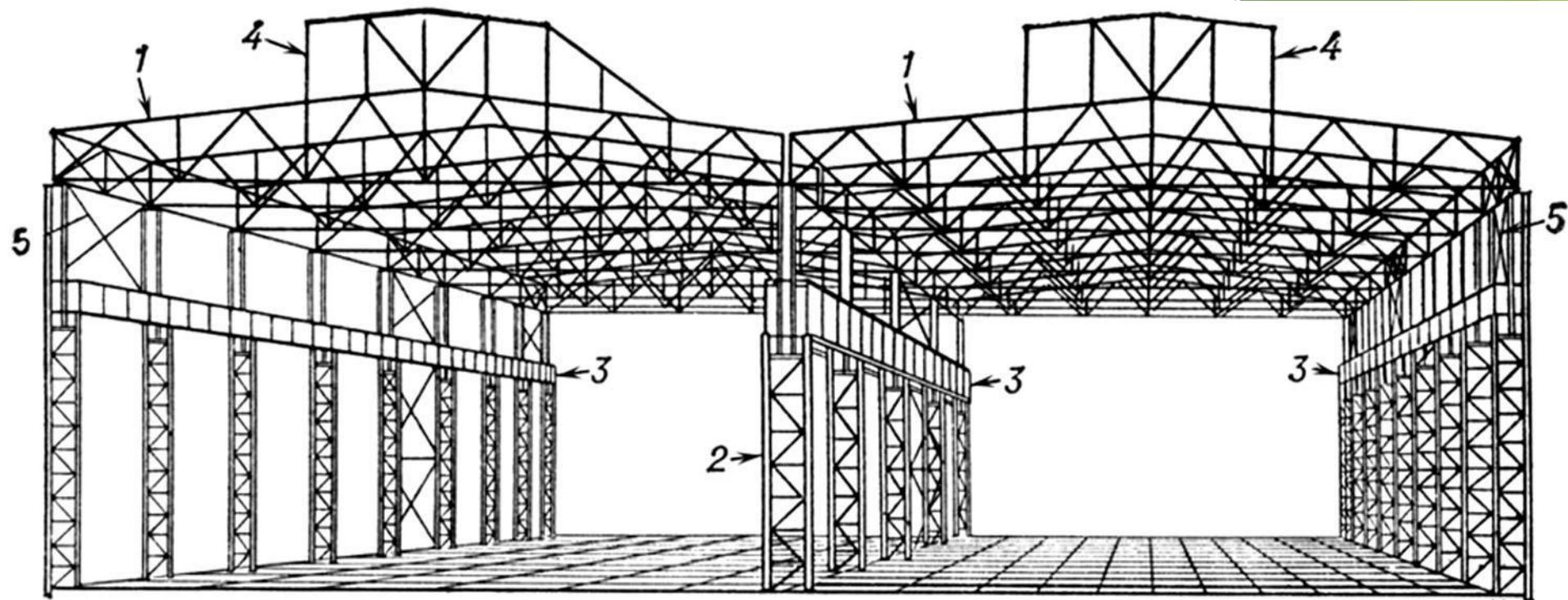
Здания для размещения химических производств

# Промышленные здания пролетного типа

Однопролетные

Многопролетные

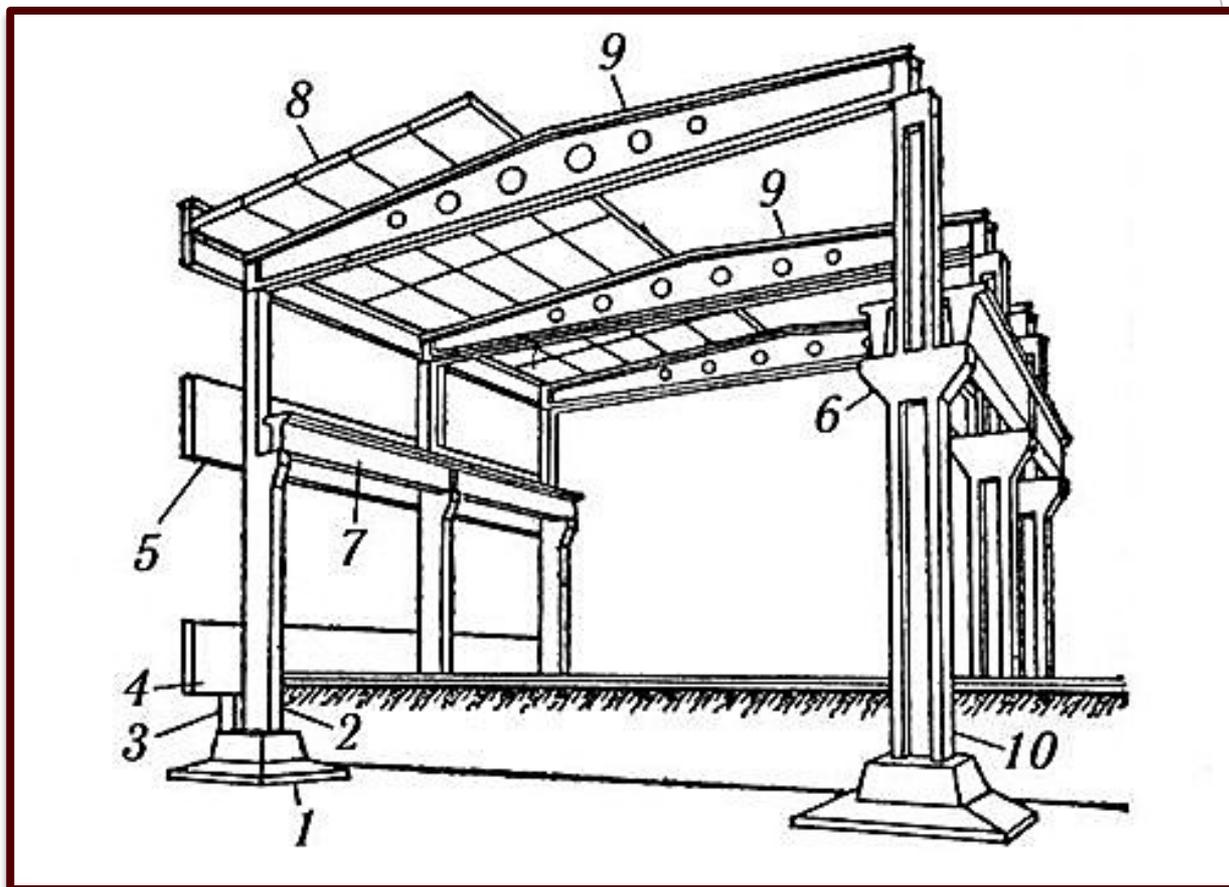




## Стальной каркас промышленного здания

- 1 – стропильная ферма;
- 2 – колонна;
- 3 – подкрановая балка;
- 4 – фонарь;
- 5 – крестовая связь;

## Элементы каркаса здания пролетного типа

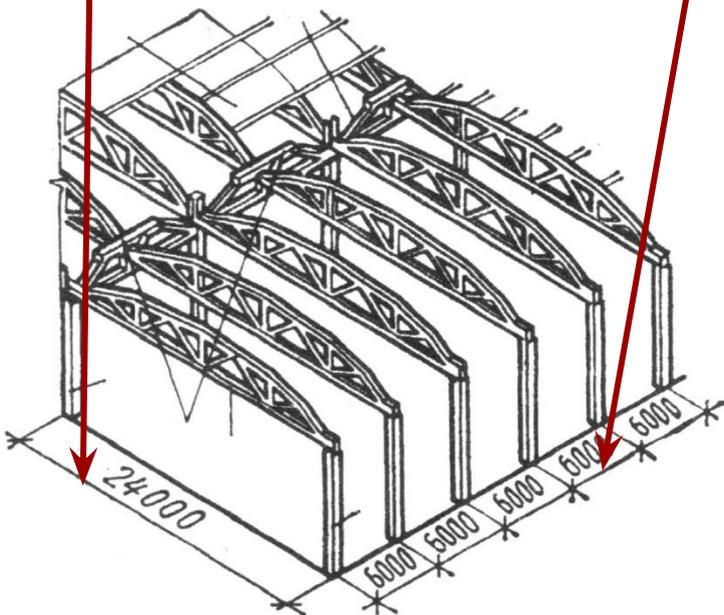


1 — фундаменты под внутренние колонны; 2 — колонны наружного ряда; 3 — бетонный столбик; 4 — фундаментная балка; 5 — стеновые плиты; 6 — консоли колонн; 7 — подкрановая балка; 8 — плиты покрытия; 9 — балки покрытия; 10 — внутренние колонны

# Унифицированные параметры одноэтажных производственных зданий

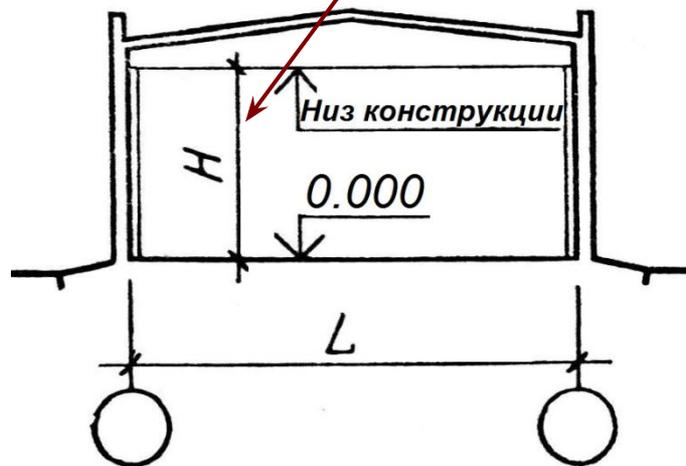
**Пролет**

Расстояние между  
опорами в поперечном  
направлении



**Шаг**

Расстояние между  
опорами в продольном  
направлении



**Высота**

Расстояние от уровня  
пола до низа несущих  
конструкций покрытия

## Унифицированные параметры одноэтажных производственных зданий

Вид здания	Модуль	Пролеты (м)	Шаги (м)
Промышленное	60 М	12, 18, 24, 30, 36	6, 12
С/хозяйственное	30 М	6; 7,5; 9; 12; 18; 21; 27	3, 6

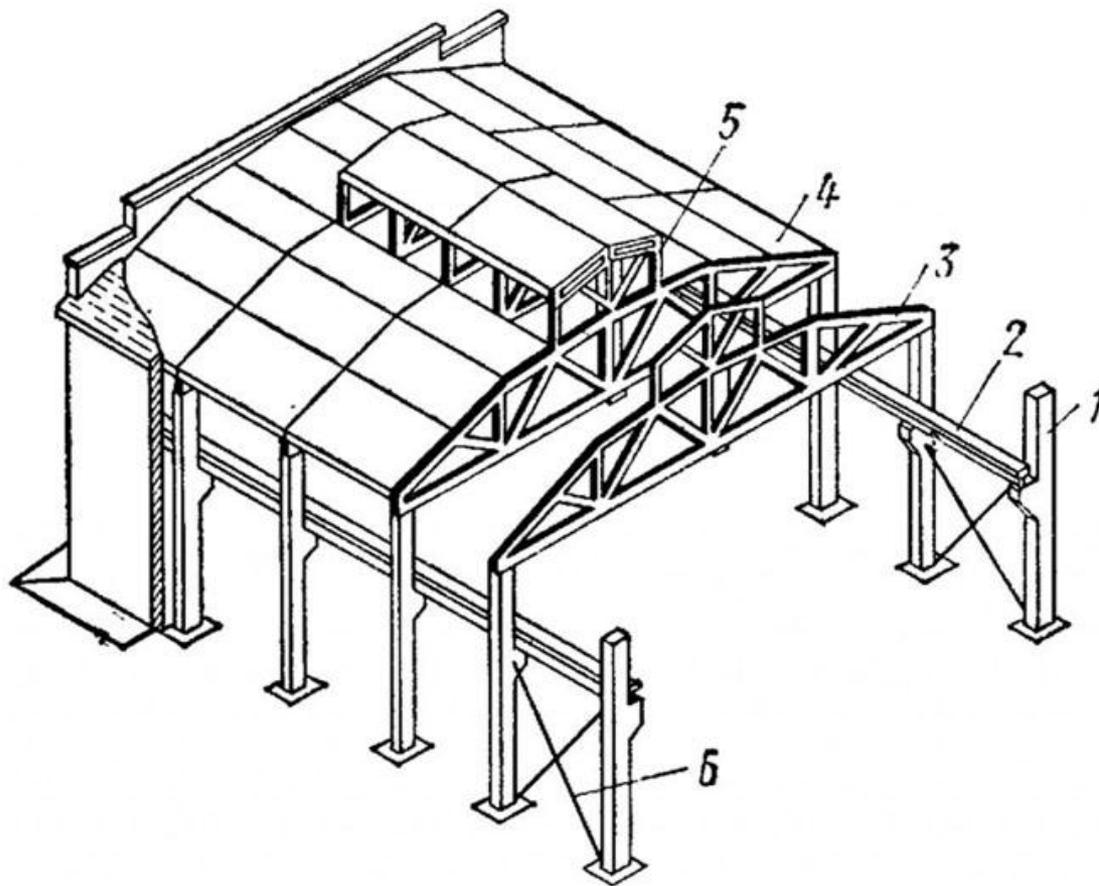
Высота, Н (м)	Модуль	Значение (м)
$H \leq 3,6$	3 М	2,4; 2,7; 3,0; 3,3; 3,6
$3,6 < H \leq 6$	6 М	4,2; 4,8; 5,4; 6,0
$H > 6$	12 М	7,2; 8,4...18,0

## 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.

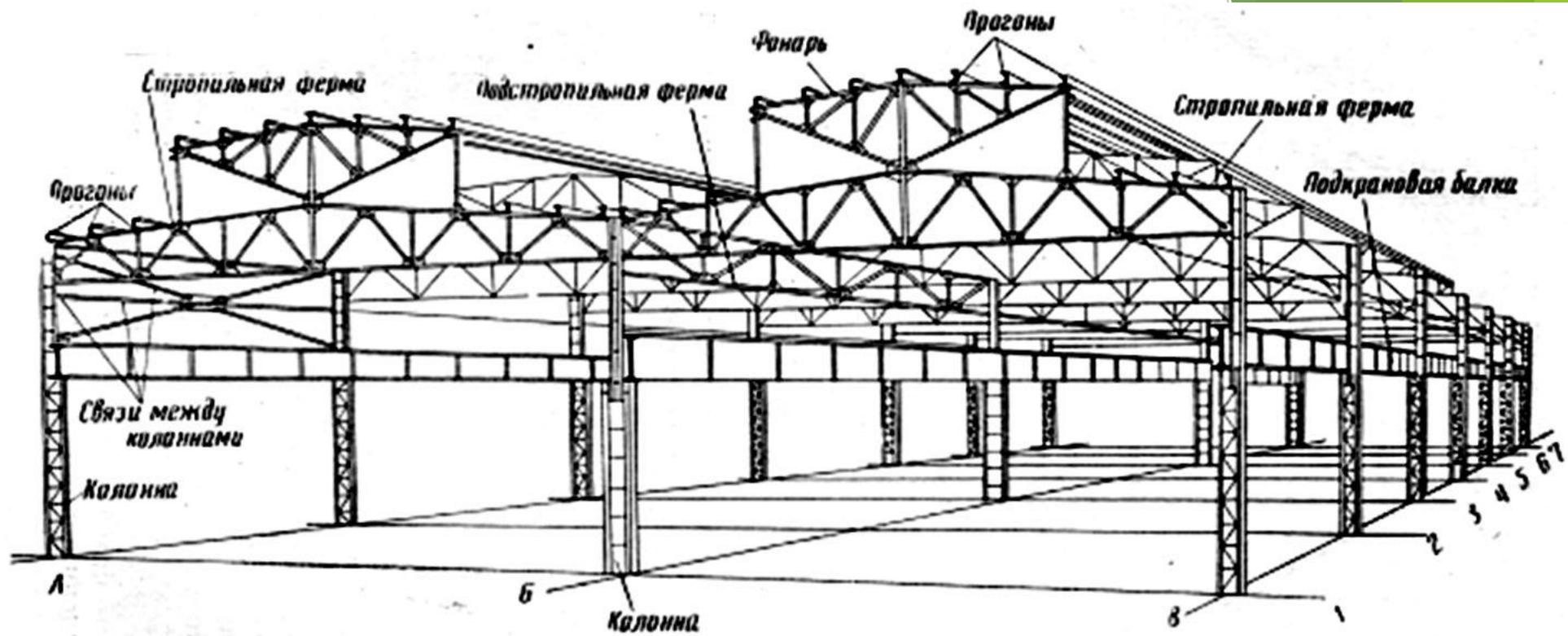
Промышленное здание может быть решено:

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



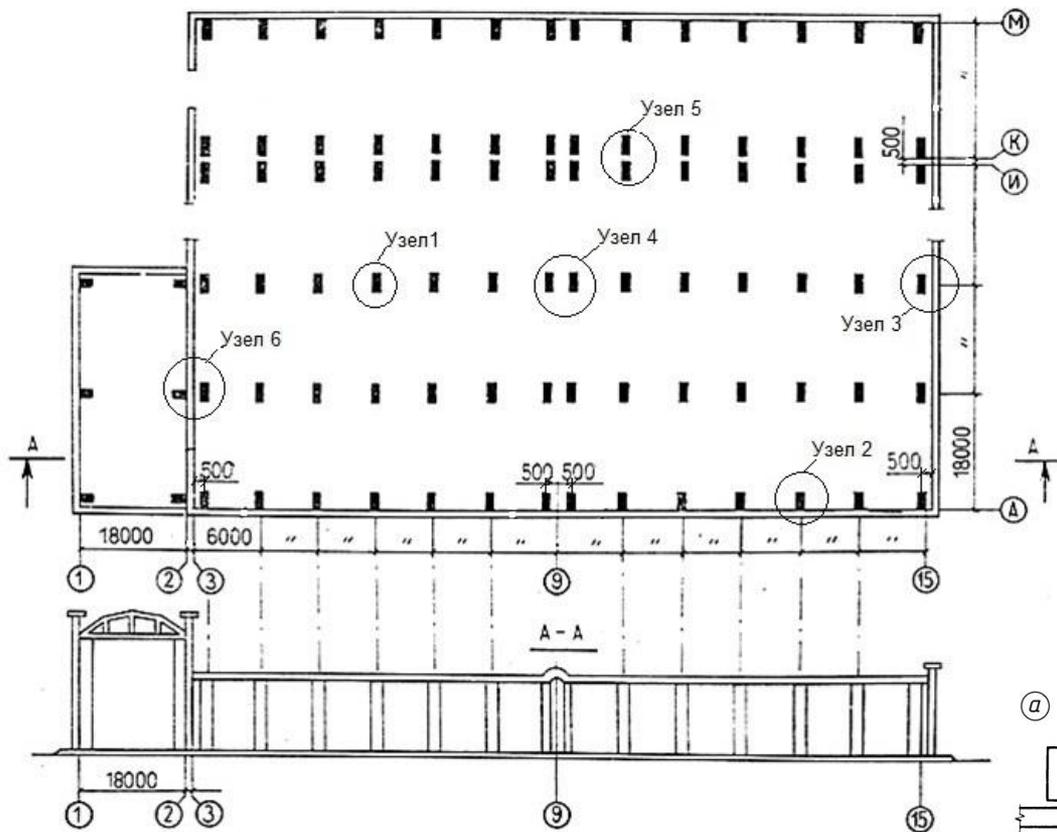
**Общий вид  
железобетонного  
сборного каркаса**

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



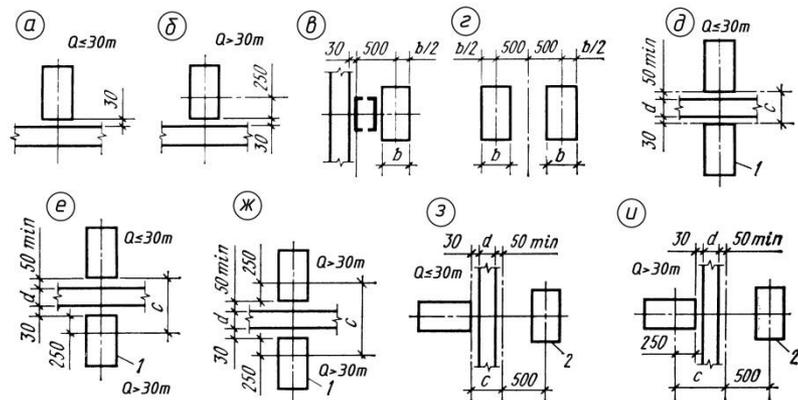
## Стальной каркас промышленного здания

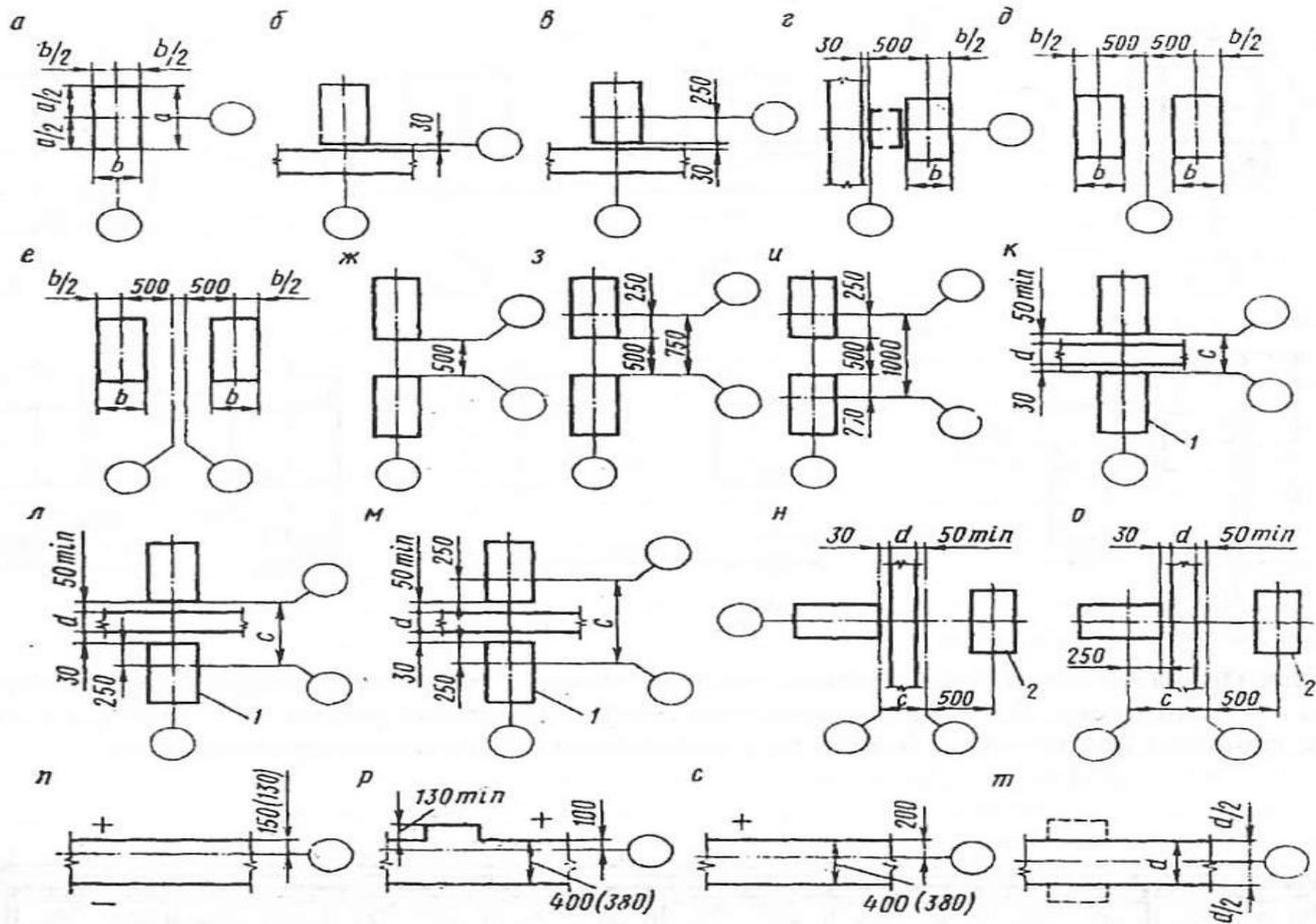
# Правила привязки конструктивных элементов к разбивочным осям



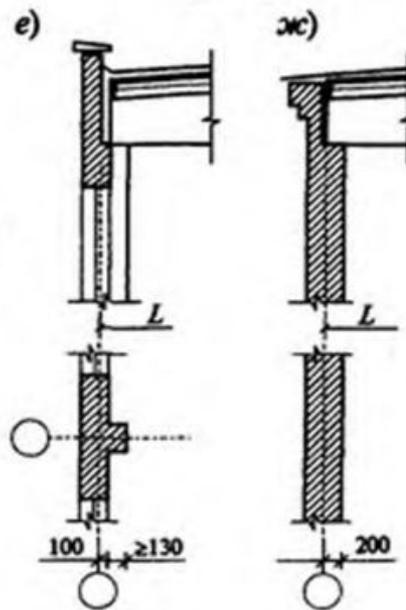
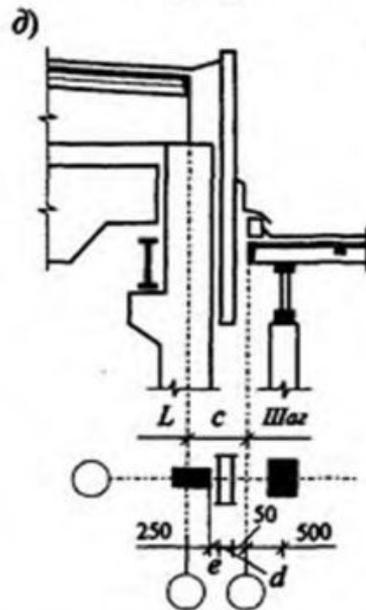
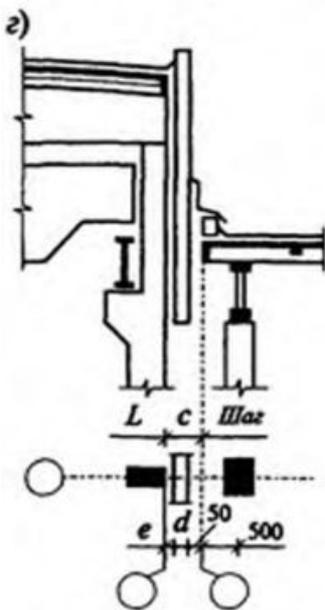
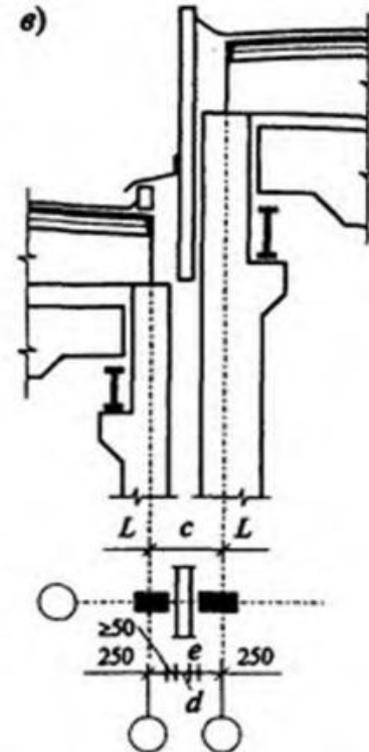
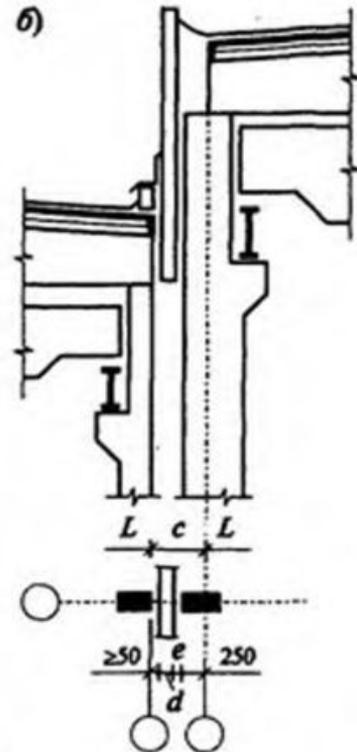
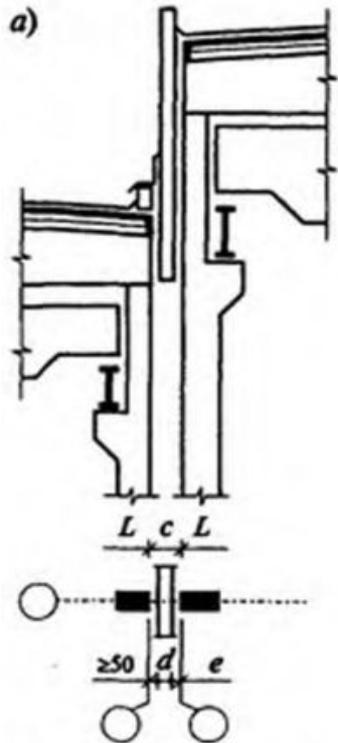
План и разрез здания

*а, б - привязка колонн и стен к крайним продольным осям (узел 2); в-г - то же, к поперечным осям в торцах зданий и местах поперечных температурных швов (узлы 3,4); д-ж - то же, при перепаде высот параллельных пролетов (узел 5); з-и - то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов (узел 6); 1 - колонны повышенных пролетов; 2 - колонны пониженных пролетов, примыкающие торцами к повышенному поперечному пролету*

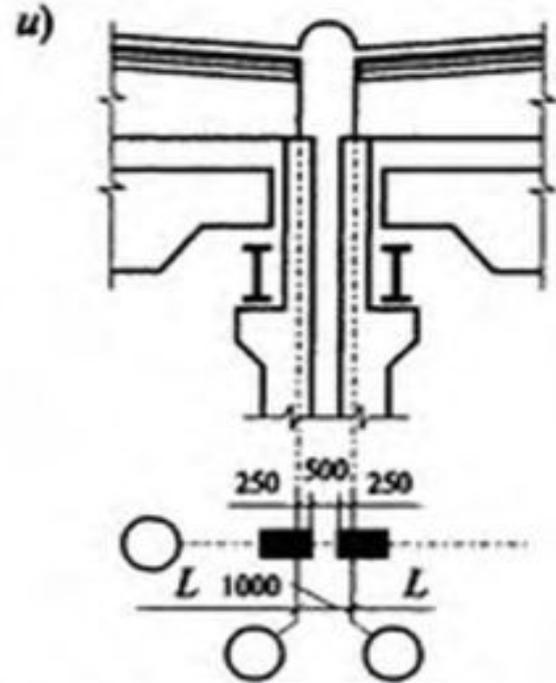
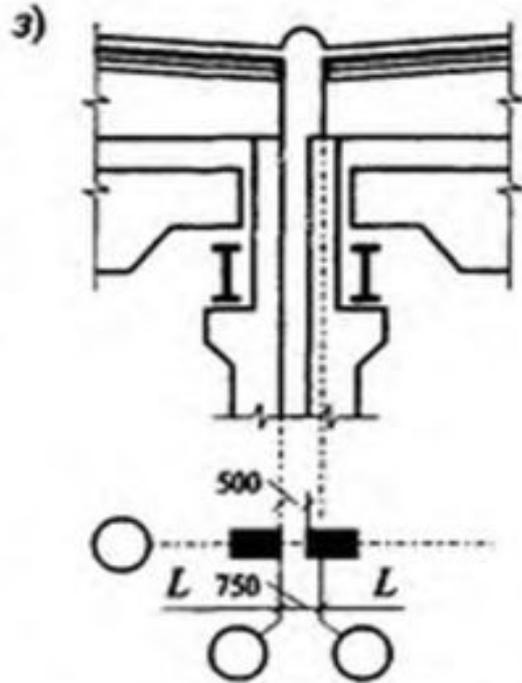
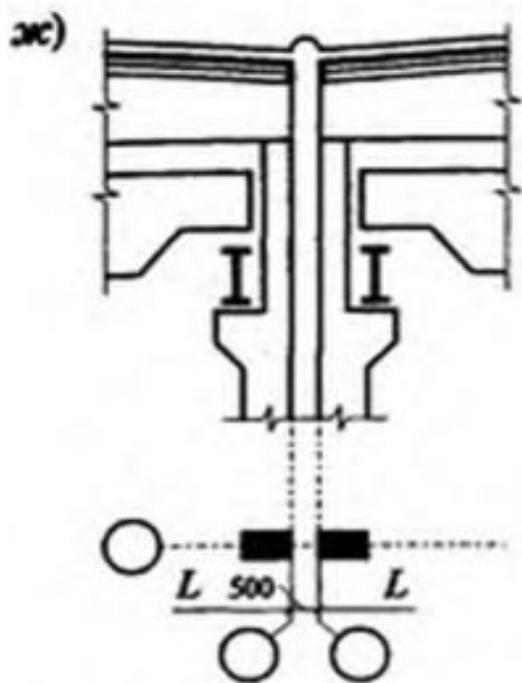
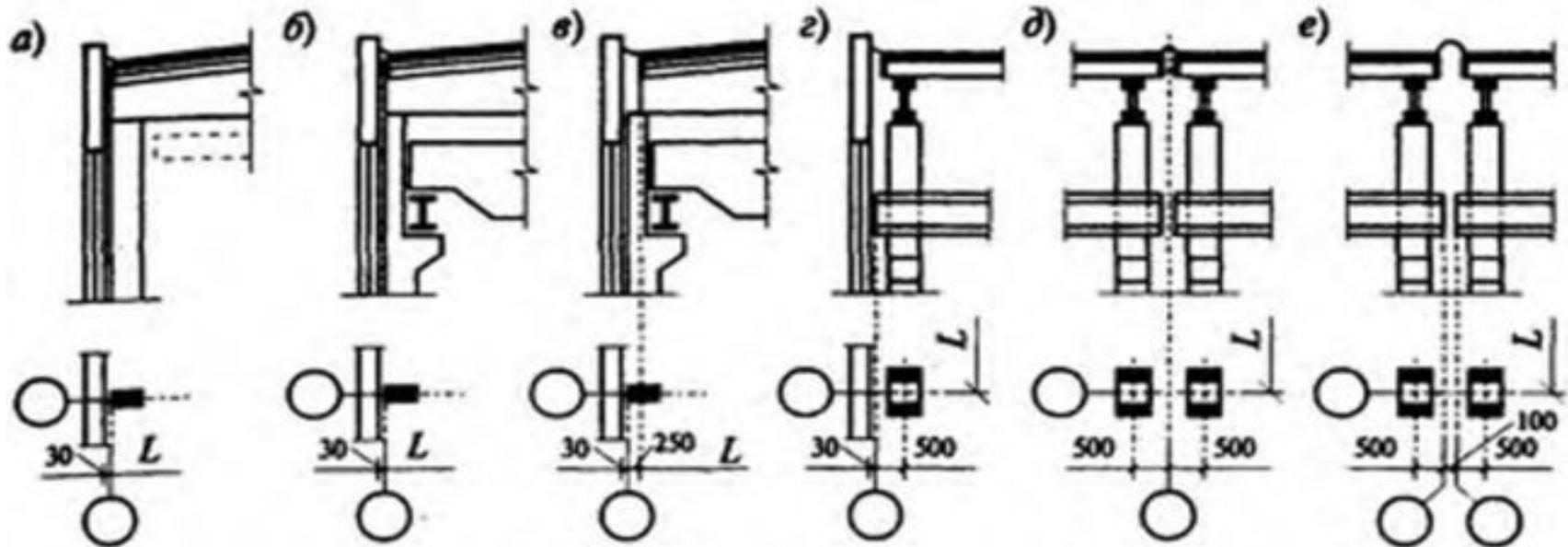




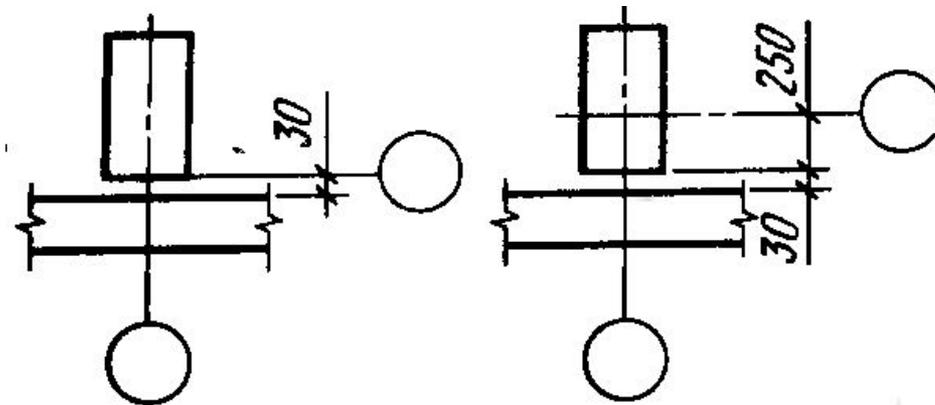
**Рис. 24.7.** Привязка колонн и стен одноэтажных зданий к координационным осям: а – привязка колонн к средним осям; б, в – то же, колонн и стен к крайним продольным осям; г, д, е – то же, к поперечным осям в торцах зданий и местах поперечных температурных швов; ж, з, и – привязка колонн и вставки в продольных температурных швах зданий с пролетами одинаковой высоты; к, л, м – то же, при перепаде высот параллельных пролетов; н, о – то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; п – т – привязка несущих стен к продольным осям; 1 – колонны повышенных пролетов; 2 – колонны пониженных пролетов при их торцовом примыкании к повышенным



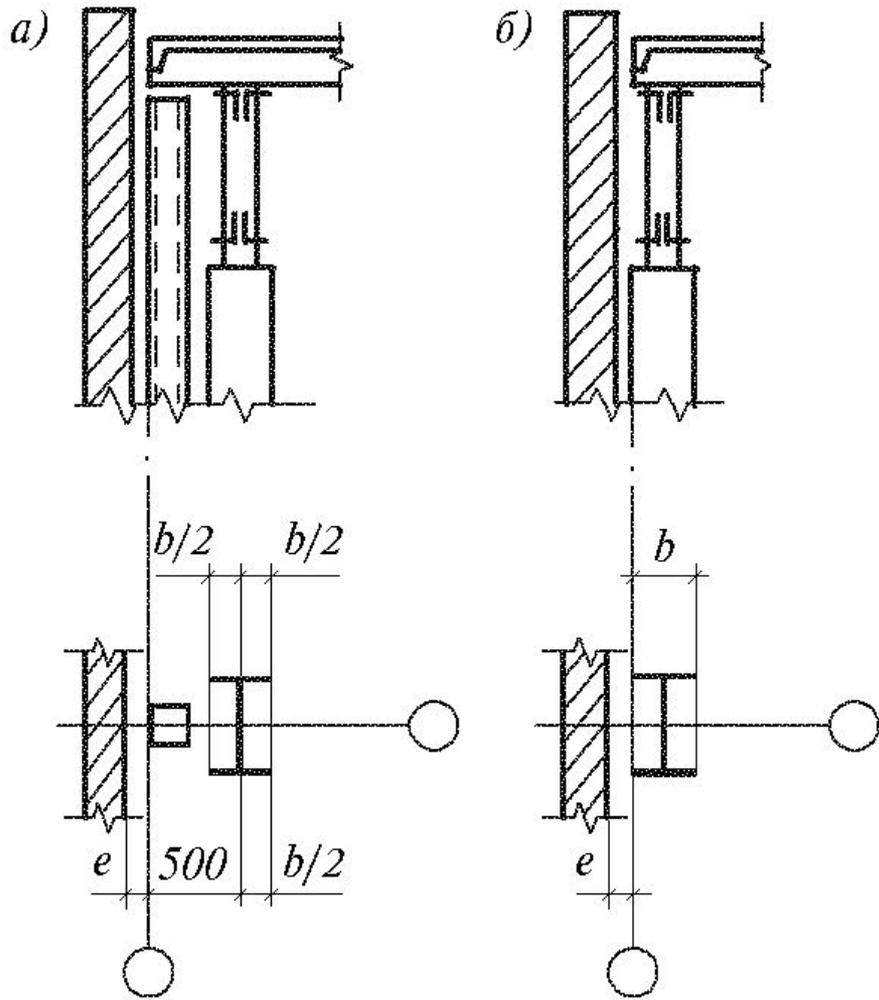
**Привязка элементов  
одноэтажных зданий  
к продольным и  
поперечным  
разбивочным осям**



# *привязка колонн и стен к крайним продольным осям*



# Привязка колонн в торце здания



## Фундаменты под колонны

Фундаменты устраивают **монолитными и сборными**. Сборные железобетонные фундаменты могут быть из одного блока, из блока и плиты или из нескольких блоков и плит. Блоки и плиты укладывают на подготовку толщиной 100 мм - щебеночную при сухих грунтах и бетонную (марки 50) при влажных грунтах.

**Фундаменты** под колонны каркаса применяют сборные железобетонные стаканного типа (**рис. 4**). Размеры подошвы фундаментов и число ступеней подбирают в соответствии с расчетом. Глубина стакана для надежности закрепления колонны должна быть не менее наибольшего размера ее поперечного сечения. Толщина днища стакана рассчитывается на продавливание, но при всех условиях должна быть не менее 200 мм.

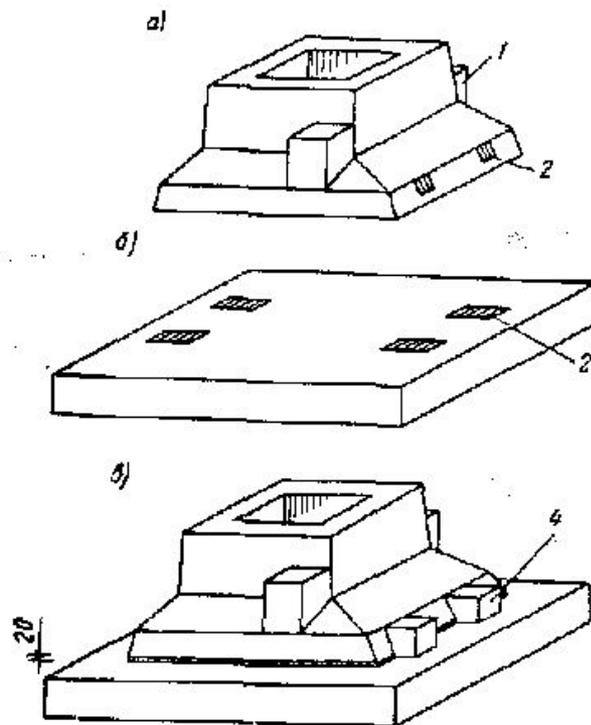
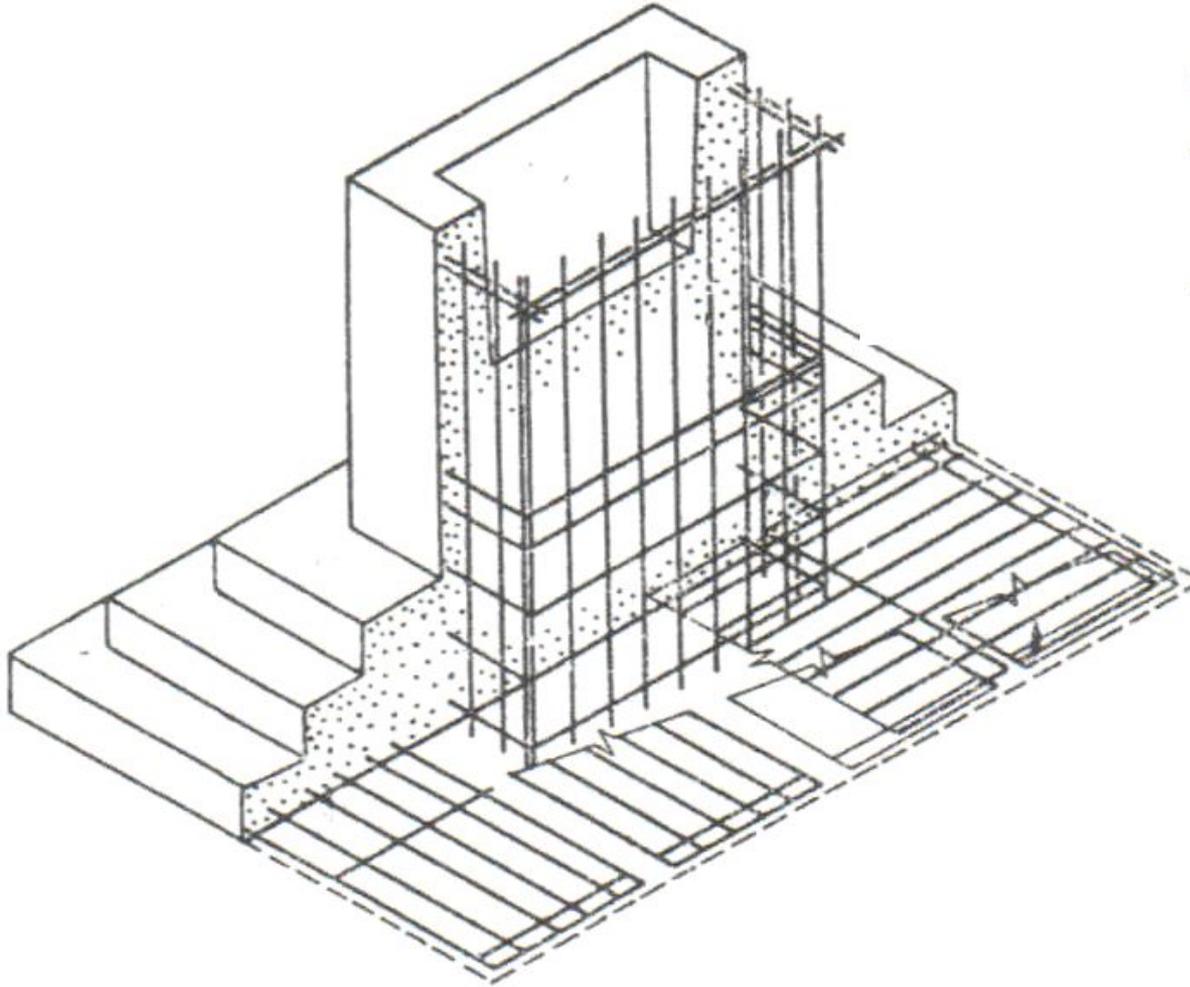


Рисунок 4 - Составной железобетонный фундамент из сборных элементов.  
а- стакан (подколонник); б - нижний блок; в -общий вид  
фундамента; 1- столбик под фундаментную балку; 2- стальные закладные  
детали; 4- обетонировка

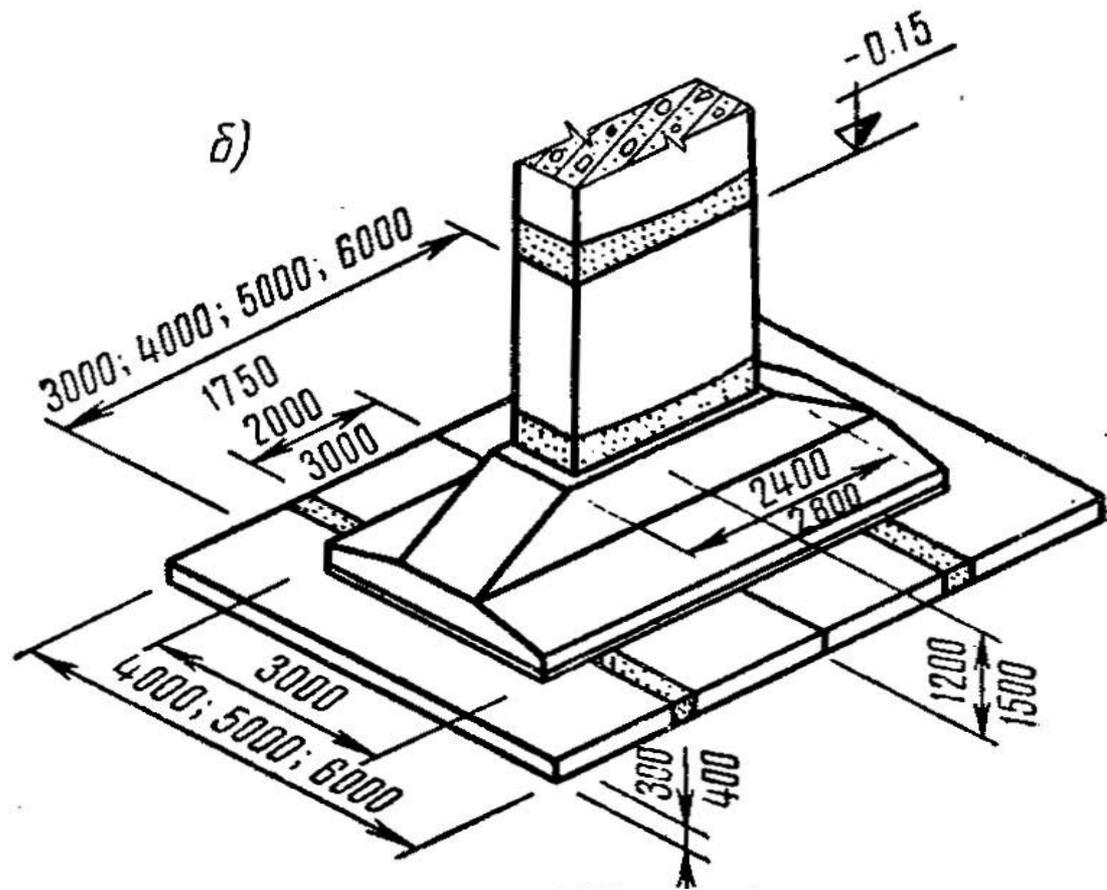


7



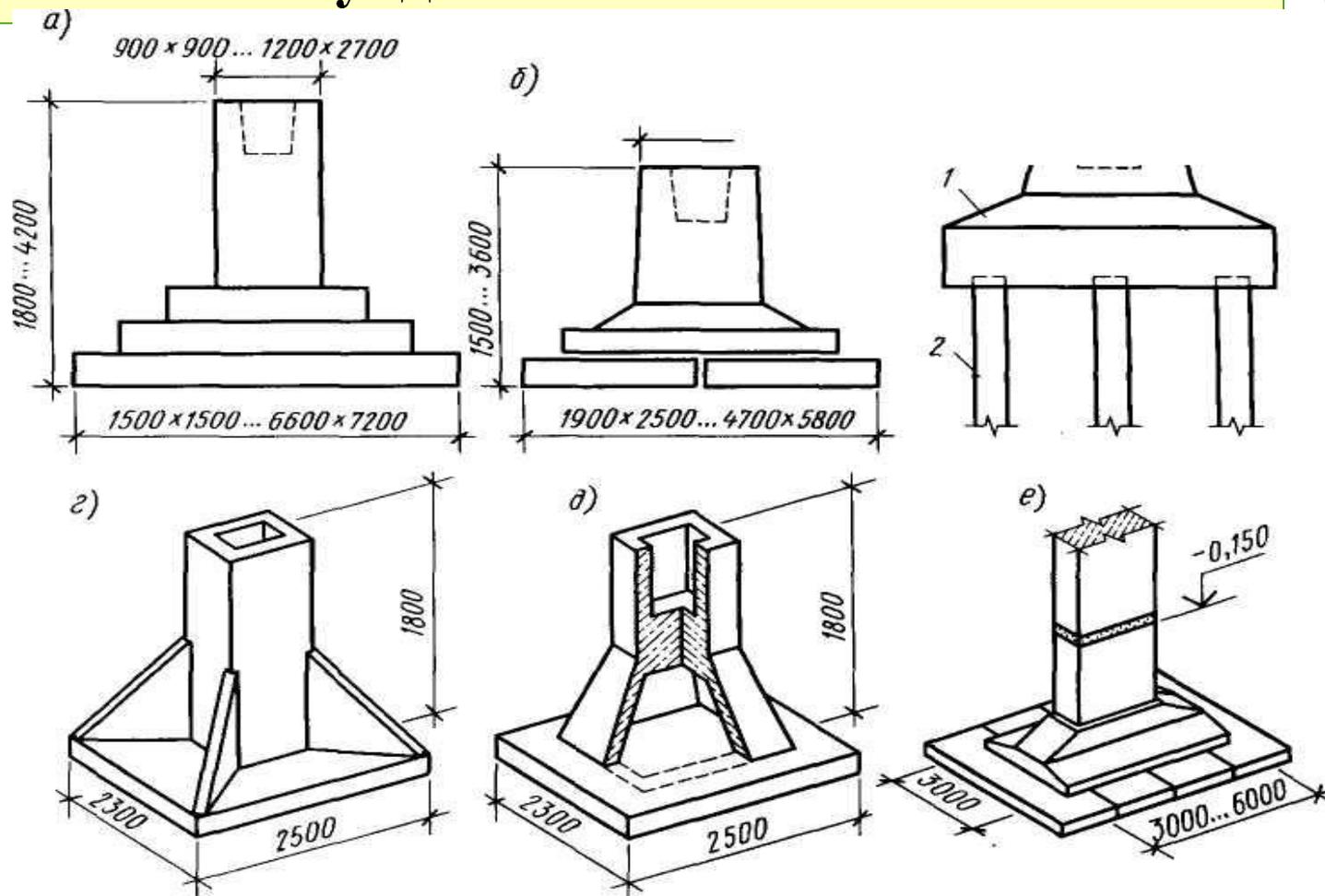
Фундаменты с подколонниками пенькового типа устраивают под железобетонные колонны большого сечения или под стальные колонны (рис. 5, е). Пенек, являющийся элементом колонны, устраивают во время работ нулевого цикла. Пенек с фундаментом и колонну с пеньком соединяют сваркой выпусков арматуры и бетоном, нагнетаемым в швы.

Свайные фундаменты устраивают в случае залегания у поверхности земли слабых грунтов и наличия грунтовых вод (рис. 5, в) Головные части свай связывают монолитным или сборным железобетонным ростверком, который одновременно является и подколонником.



б – с подколонником пенькового типа

# Фундаменты ж/б колонн

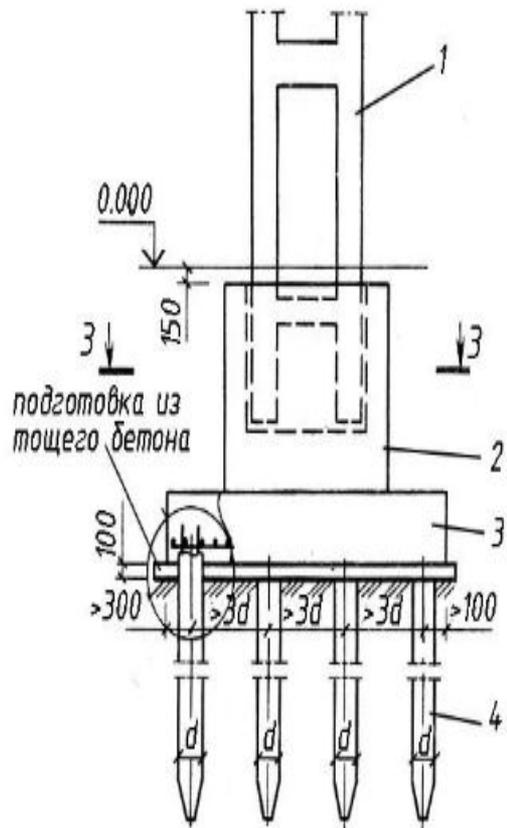


Типы фундаментов промышленных зданий:

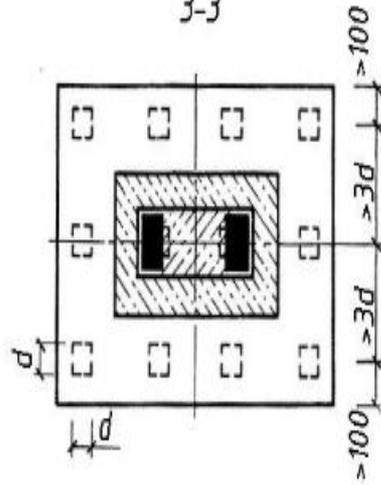
а – монолитный, б – сборный составной, в – свайный, г – сборный ребристый, д – сборный пустотелый, е – с подколнником пенькового типа, 1 – ростверк, 2 – свая

## Свайные фундаменты

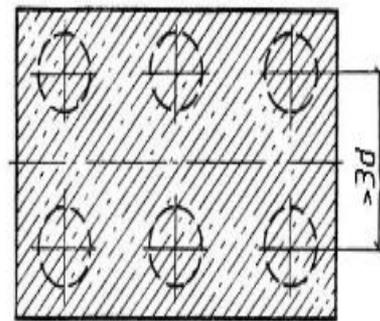
сваи ж.б. забивные  
квадратного сечения



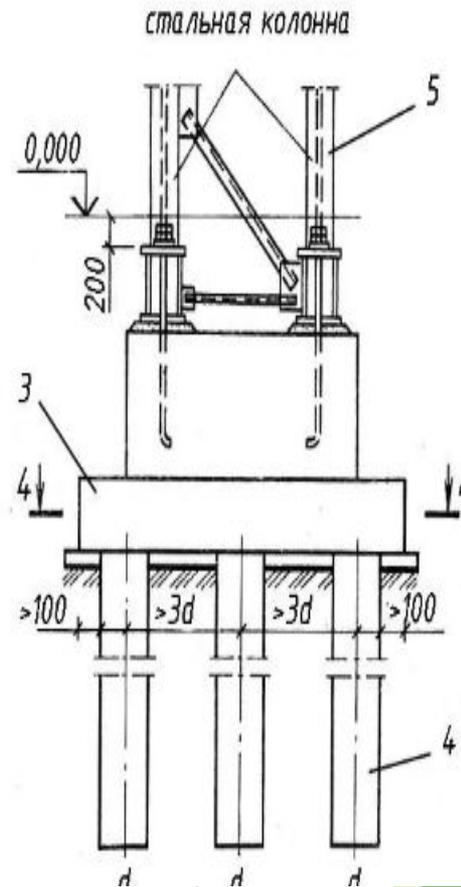
3-3

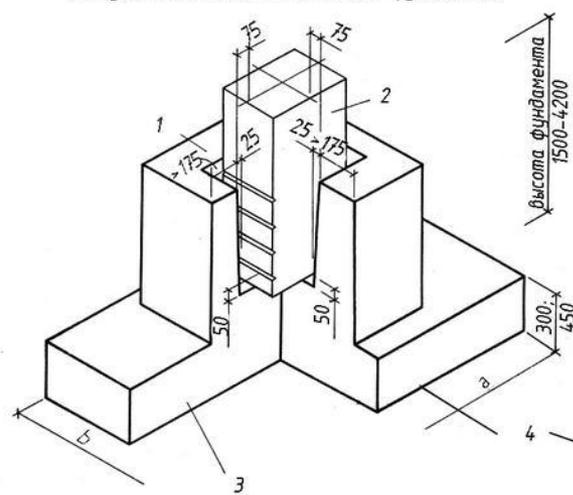


4-4

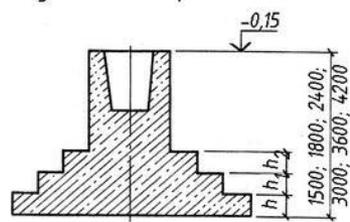


сваи буронабивные

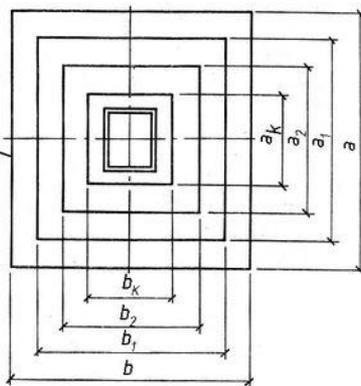




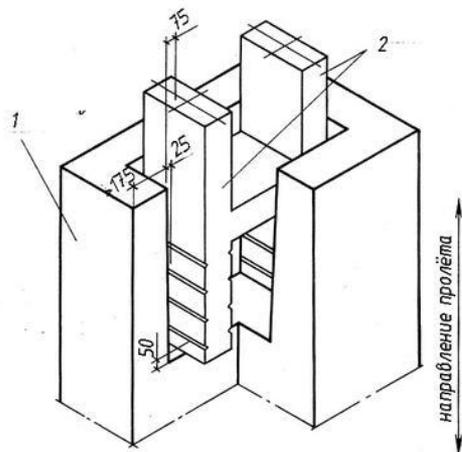
Фундамент под рядовые колонны



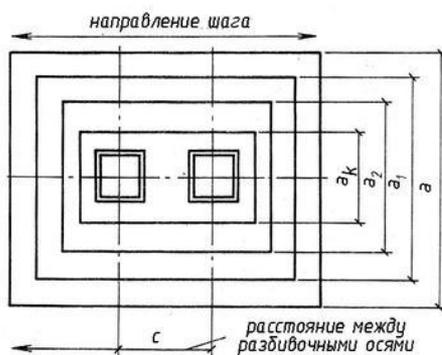
Все размеры в плане кратны 300 мм



Заглубление двухветвевой колонны

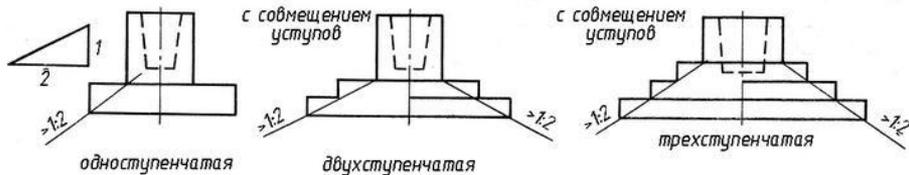


Фундаменты под спаренные колонны по поперечным разбивочным осям



32

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-деформацион-ных швах) принимается общий фунда-мент с отдельным стаканом под каждую колонну.

# Фундаменты

По способу возведения фундаменты делят на монолитные и сборные.

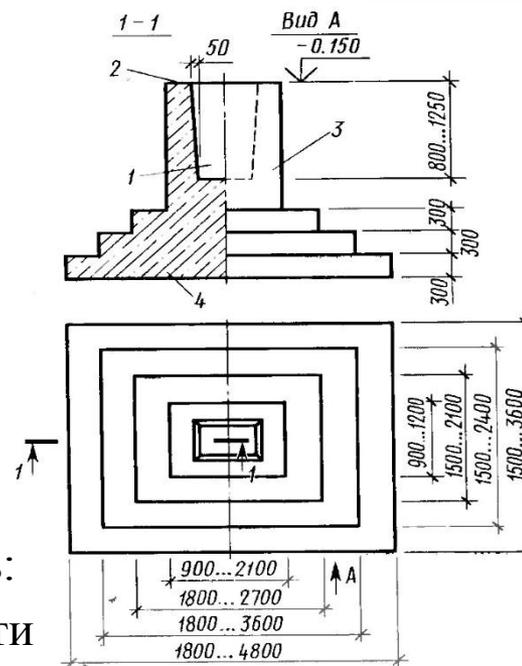
Под колонны каркасного здания устраивают, как правило, столбчатые фундаменты с подколонниками стаканного типа, а стены опирают на фундаментные балки. Ступени плиты всех фундаментов имеют единую унифицированную высоту 300 мм или 450 мм.

В верхней части подколонника устроен стакан для установки в него колонны.

Обрез фундамента под железобетонные колонны располагают на отметке  $-0.15$  м независимо от грунтовых условий. Такое решение дает возможность:

- осуществить монтаж конструкций наземной части котлована,

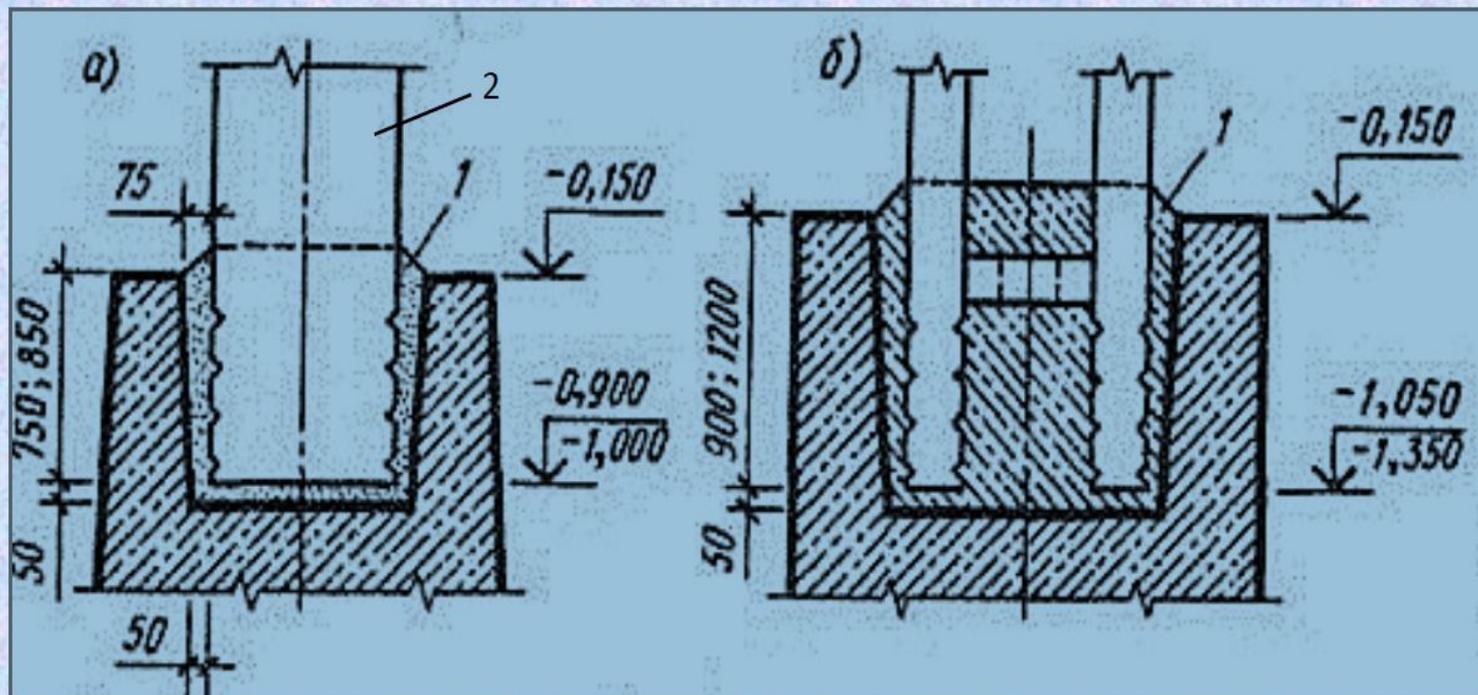
- устроить подготовка под полы,
- проложить все коммуникации,
- предотвратить попадания воды в котлован в условиях просадочных грунтов.



Железобетонный фундамент стаканного типа:

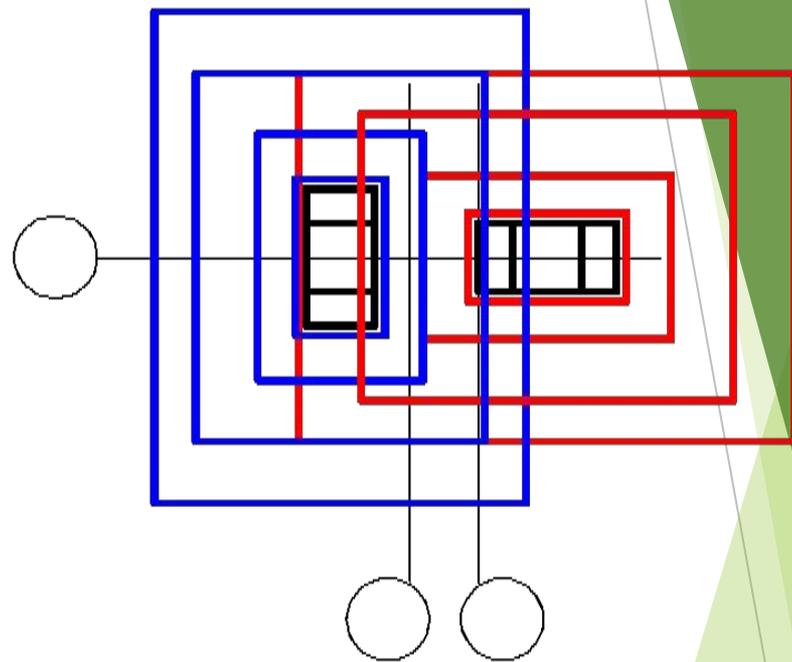
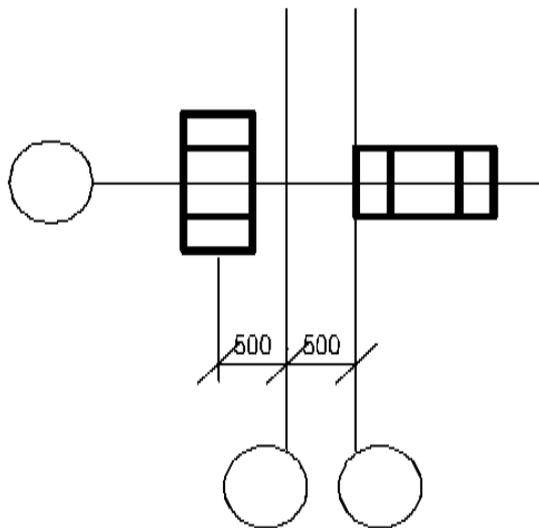
1 — стакан; 2 — обрез фундамента; 3 — подколонник стаканного типа; 4 — плитная часть одно-, двух- или трехступенчатая

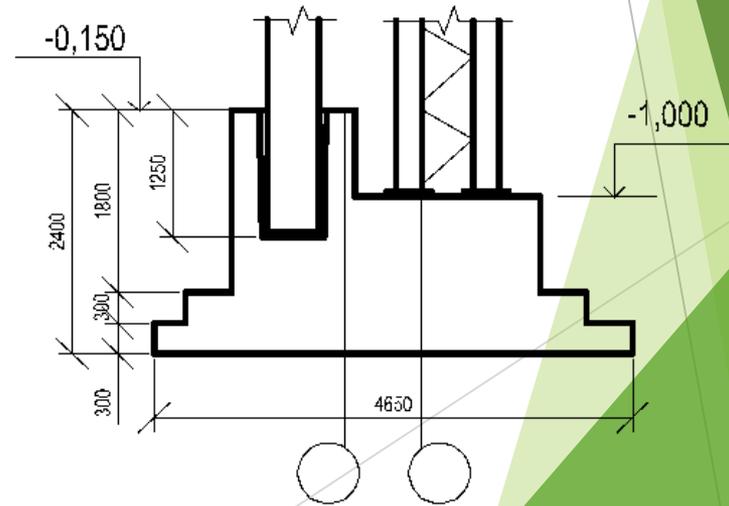
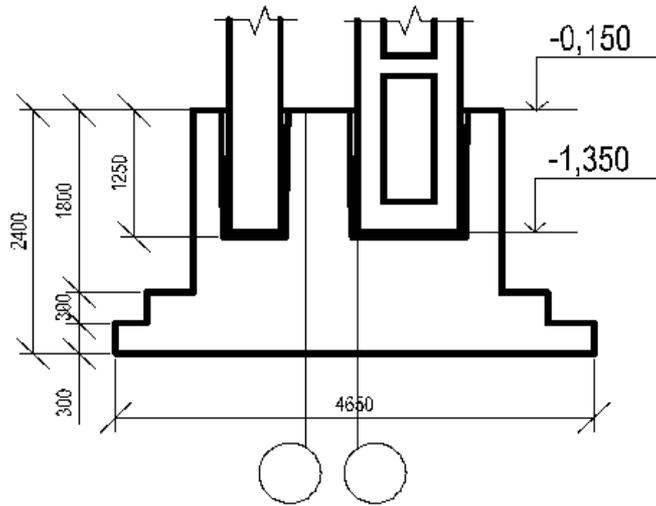
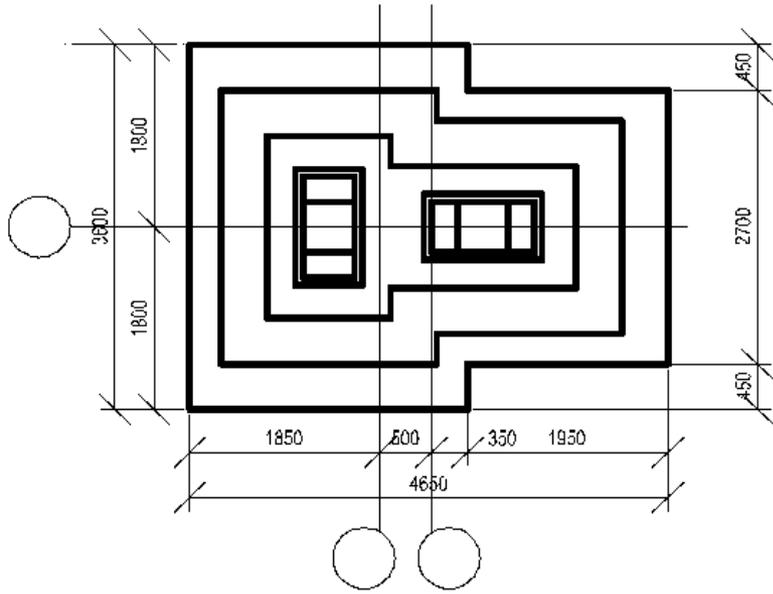
# Заделка колонны в стакан



1- бетон  
2 - колонна

# Нетиповые фундаменты





# Предельные отклонения для фундаментов

Параметр	Предельные отклонения		Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Расположение анкерных болтов	В плане внутри контура опоры	5 мм	Измерительный, каждый фундаментный болт, исполнительная схема
	В плане вне контура опоры	10мм	
	По высоте	20мм	



# Деформационные швы

Здания рассекают деформационными швами на отдельные блоки, которые при этом получают возможность независимых деформаций. Шов решается установкой парных колонн, поддерживающих конструкции смежных участков здания.

## *Температурные*



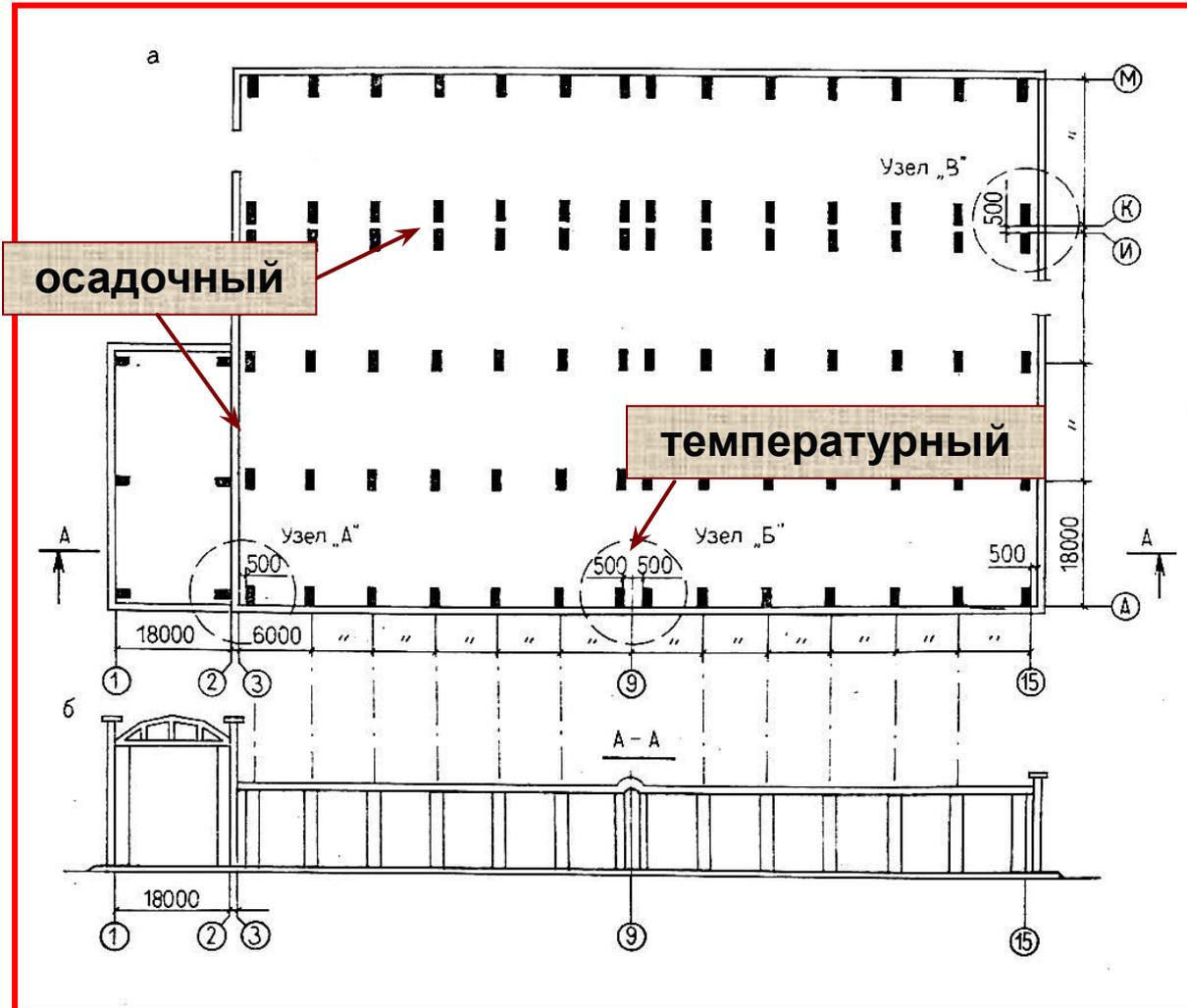
Устраиваются в зданиях большой протяженности во избежание в наружных стенах трещин, вызываемых усилиями от воздействия температур. Длина температурного блока - 60 м в зданиях с мостовыми кранами, и 72 м в зданиях без мостовых кранов.

## *Осадочные*



Устраиваются на границе участков с разной нагрузкой на основание (в местах перепада высот). При этом здание разделяется по всей высоте до подошвы фундаментов.

# Деформационные швы

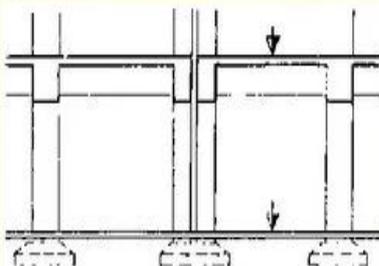
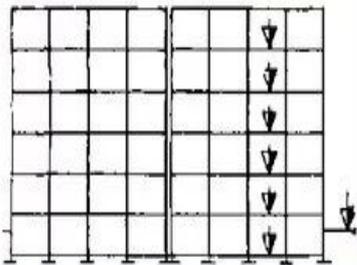


# Деформационные швы в зданиях

## Температурные

Делят здание на отсеки, температурные напряжения в которых не достигают опасных значений

Проходят через все конструкции, кроме фундаментов

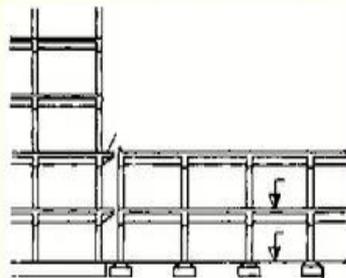
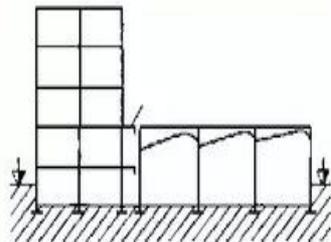


## Осадочные

Делят здание на отсеки, осадка которых различна.

Применяются при значительной разнице нагрузок на фундаменты

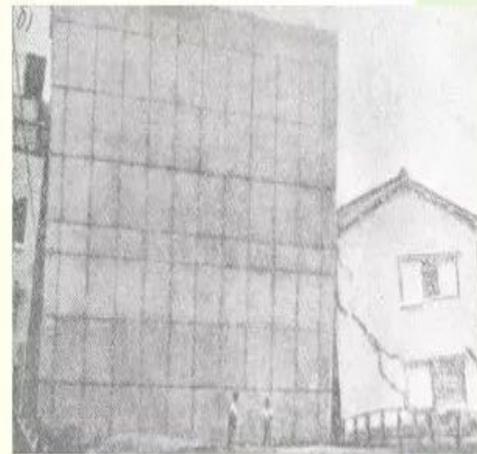
Проходят через все конструкции, включая фундаменты



## Антисейсмические

Делят здание на отсеки, исключая их взаимные удары при землетрясении

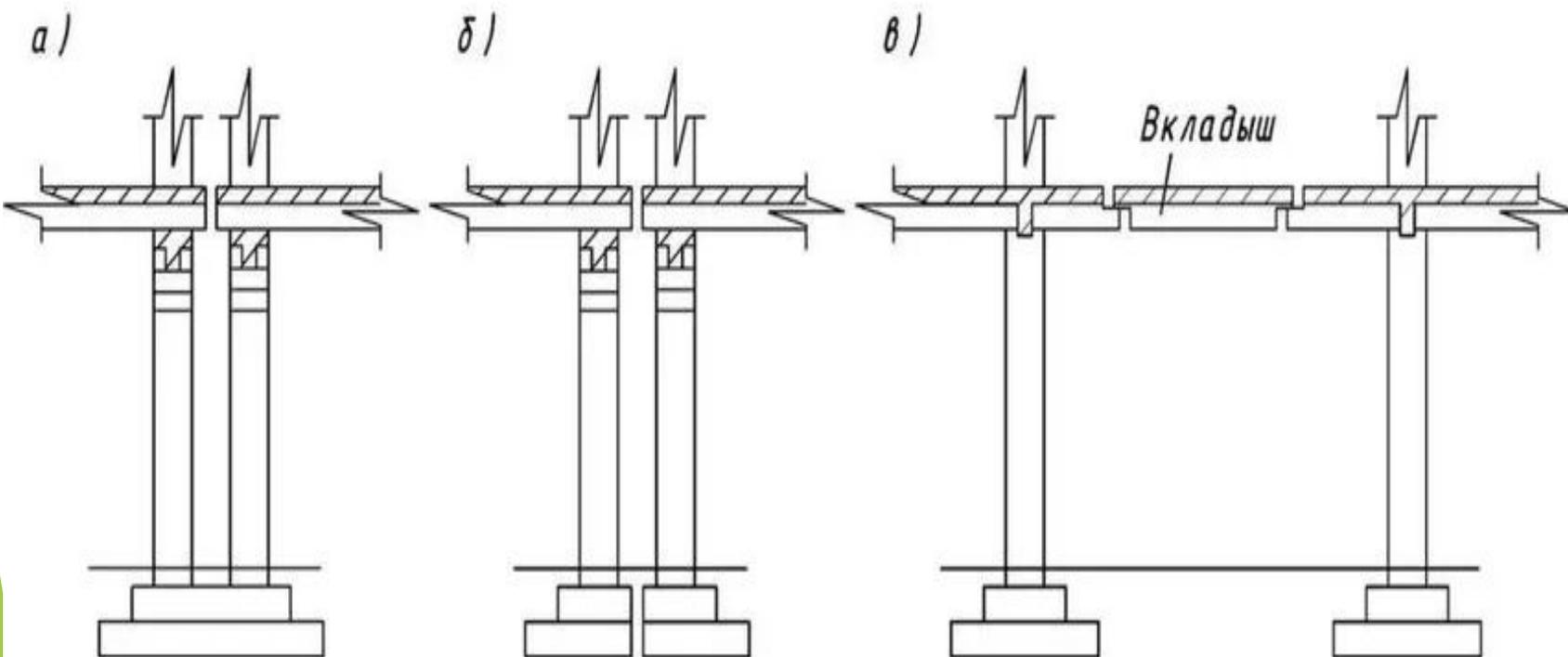
Проходят через все конструкции, кроме фундаментов



## Наибольшие расстояния между температурно-усадочными швами, м

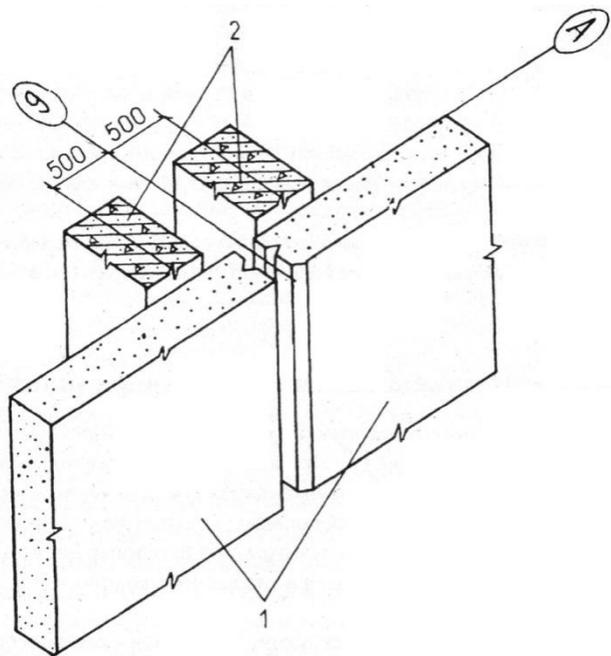
Вид конструкций	В отапливаемых зданиях	В неотапливаемых зданиях	На открытом воздухе
<b>Железобетонные</b>			
сборные каркасные одноэтажные	72	60	48
каркасные и сплошные	60	50	40
монолитные каркасные	50	40	30
сплошные	40	30	25
<b>Каменные</b>			
из глиняного кирпича и крупных блоков	60... 120	40... 80	30... 60
из силикатного кирпича и бетонных камней	40... 60	30... 40	20... 30

- температурно-усадочные
- осадочные

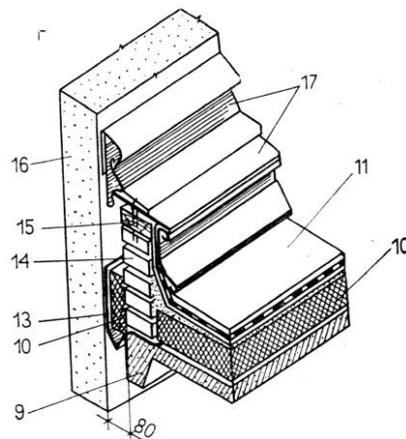
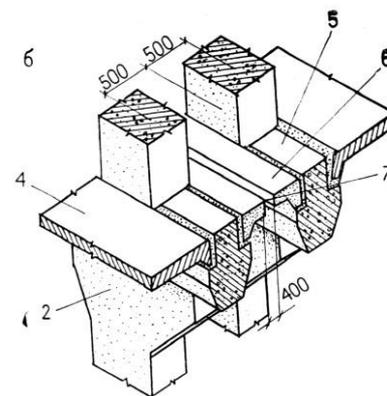
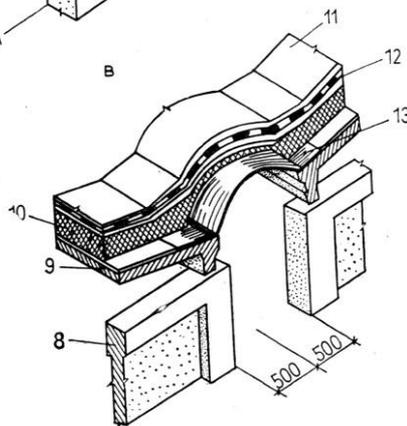
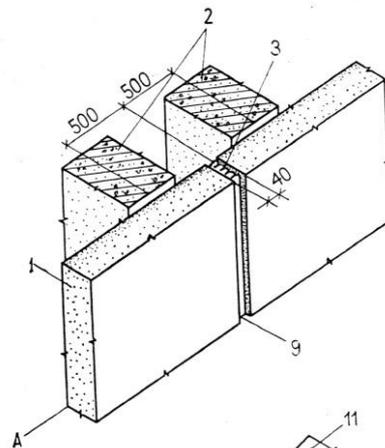


- а – температурно-усадочный шов на общем фундаменте;  
б – осадочный шов,  
в – осадочный шов с вкладным пролетом

# Деформационные швы

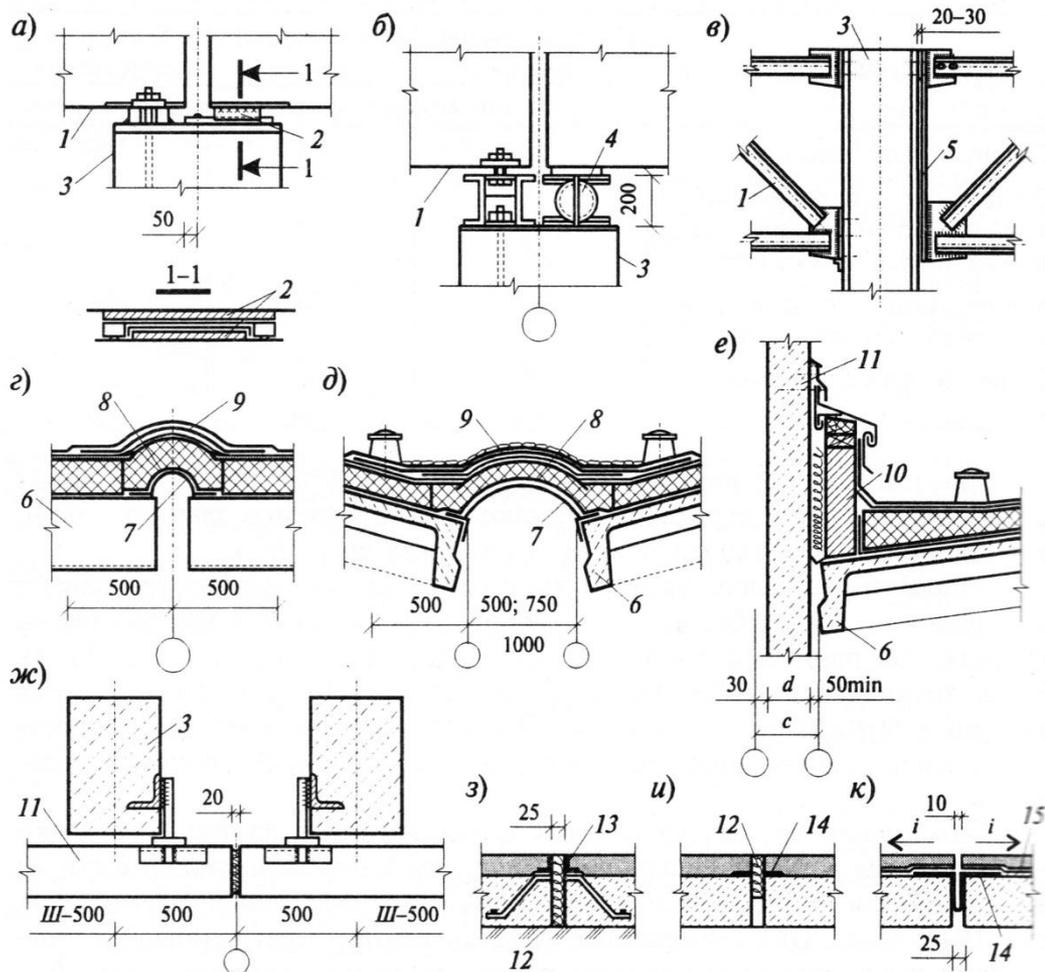


**Температурный шов**  
1 — наружные панели стен;  
2 — колонны каркаса



# Деформационные швы

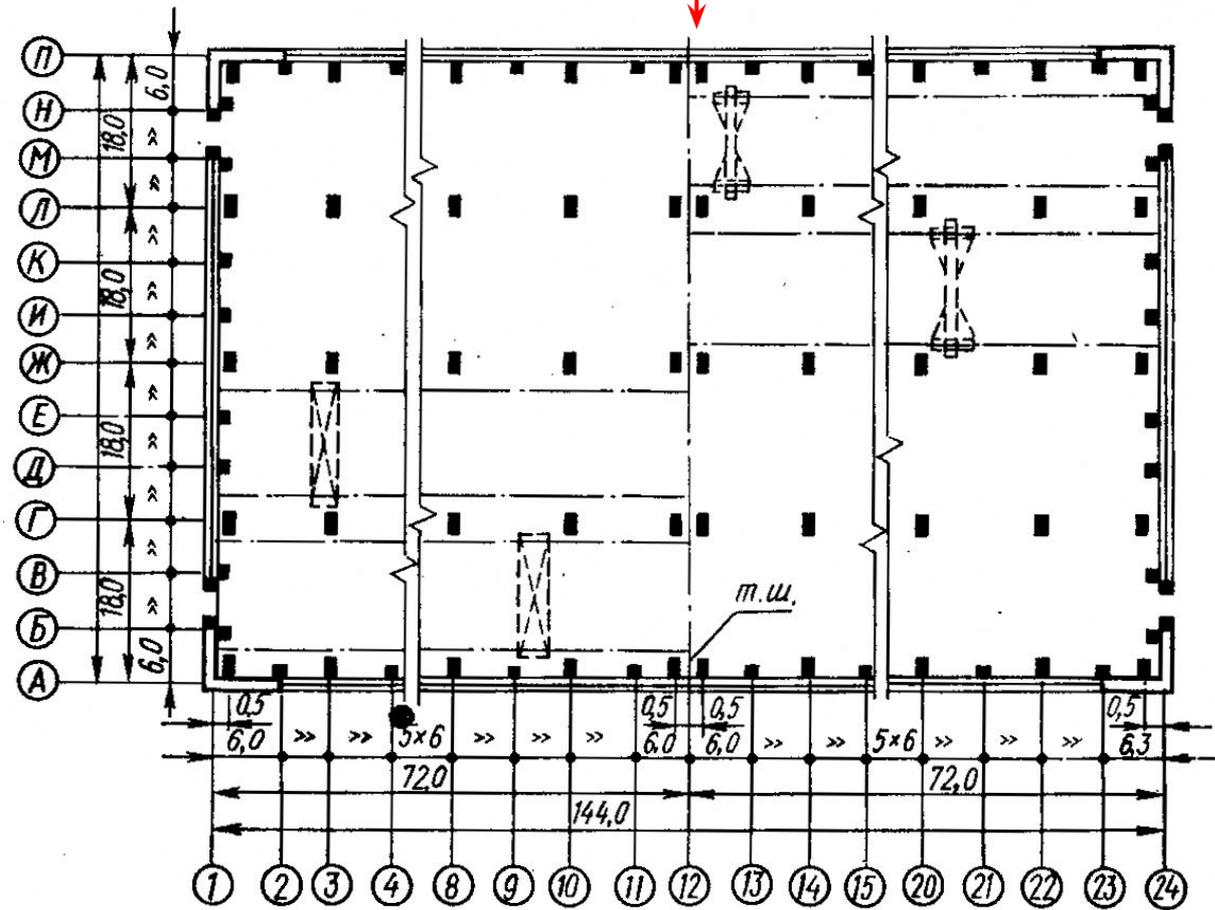
## Температурные



а - на одном ряду колонн при скользящих опорах; б - то же, на катковых опорах; в - то же, на гибкой пластине; г - поперечный шов в покрытии; д - то же продольный; е - шов в месте перепада высот смежных пролетов; ж - шов в стене без вставки; з - в полах на грунте со сплошной одеждой; и - в полах на перекрытиях; к - в полах с оклеенной гидроизоляцией; 1 - несущие конструкции покрытия; 2- стальные пластины с прокладкой пленки; 3 - колонна; 4 - каток; 5 - гибкая пластина; 6 - настилы покрытия; 7 - стальной компенсатор; 8 - кровельная сталь; 9 - стеклоткань; 10 - кирпичная стенка; 11 - стеновая панель; 12 - мастика или пакля; 13 - уголок; 14 - компенсатор; 15 - гидроизоляция

# Деформационные швы

Температурный шов



План одноэтажного промышленного здания



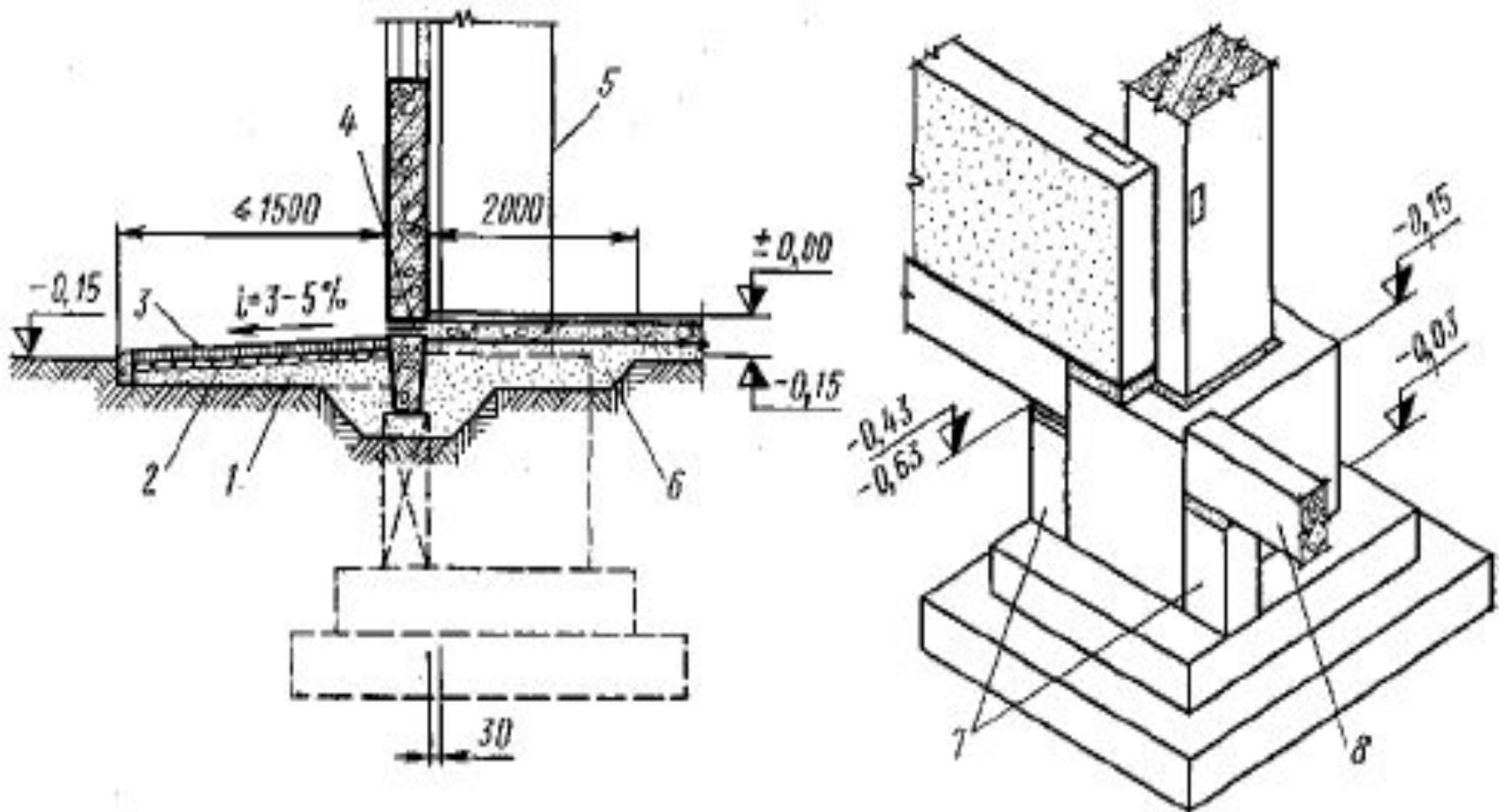


Рисунок. Детали фундаментов крайнего ряда колонн:

1- песок; 2 - щебеночная подготовка; 3 - асфальтовое покрытие толщиной 20-40 мм; 4 - гидроизоляция; 5 - колонна;

6 - шлак или крупнозернистый песок; 7 - ж/б столбики;

8 - фундаментная балка

По положению в здании колонны подразделяются на:

1. крайние
2. средние.

К крайним колоннам с наружной стороны примыкают стеновые ограждения.

Для производственных зданий пролетного типа разработаны типовые колонны:

1. сплошного прямоугольного сечения (одноветвевые)
2. сквозного прямоугольного сечения (двухветвевые).

# Железобетонные колонны

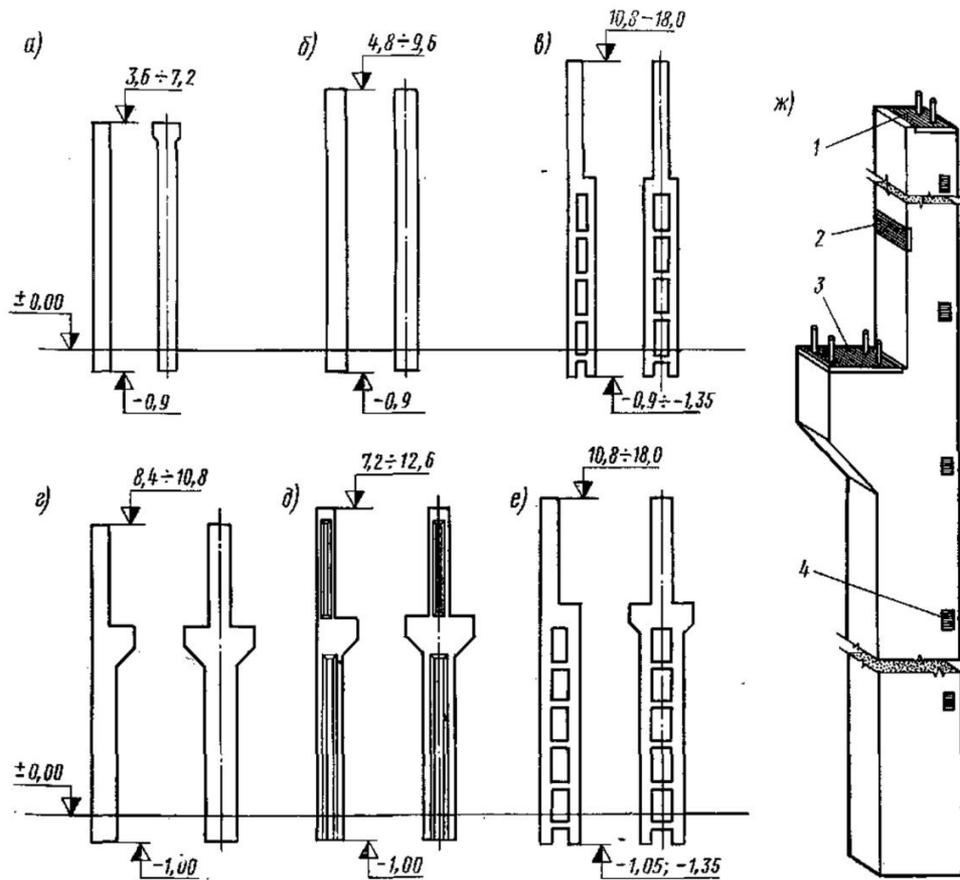
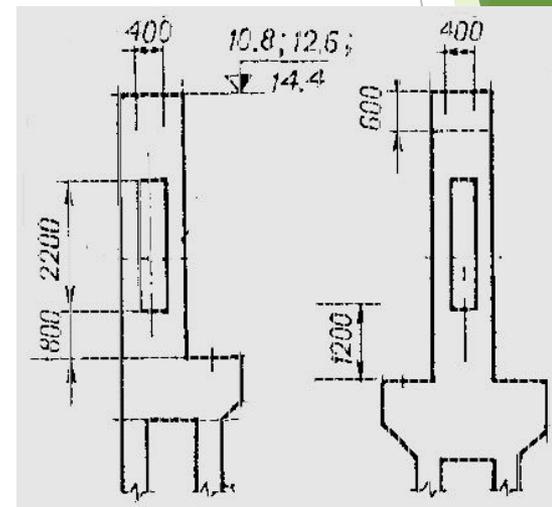
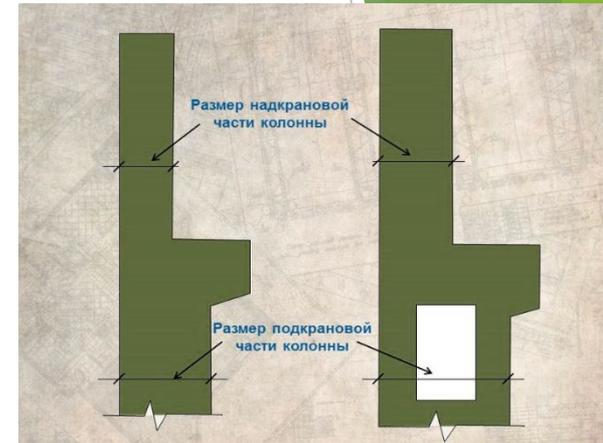


Рис. X-6. Основные типы железобетонных колонн:

а — прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов с шагом колонн 6 м; б — то же, с шагом 12 м; в — двухветвевые для зданий без мостовых кранов с шагом колонн 6 и 12 м; г — прямоугольного сечения для зданий с мостовыми кранами и шагом колонн 6 и 12 м; д — то же, двутаврового сечения; е — двухветвевые для зданий с мостовыми кранами и шагом колонн 6 и 12 м; ж — закладные элементы колонны; 1 — для крепления стропильной конструкции; 2, 3 — то же, подкрановой балки; 4 — то же, стеновых панелей



# Железобетонные колонны

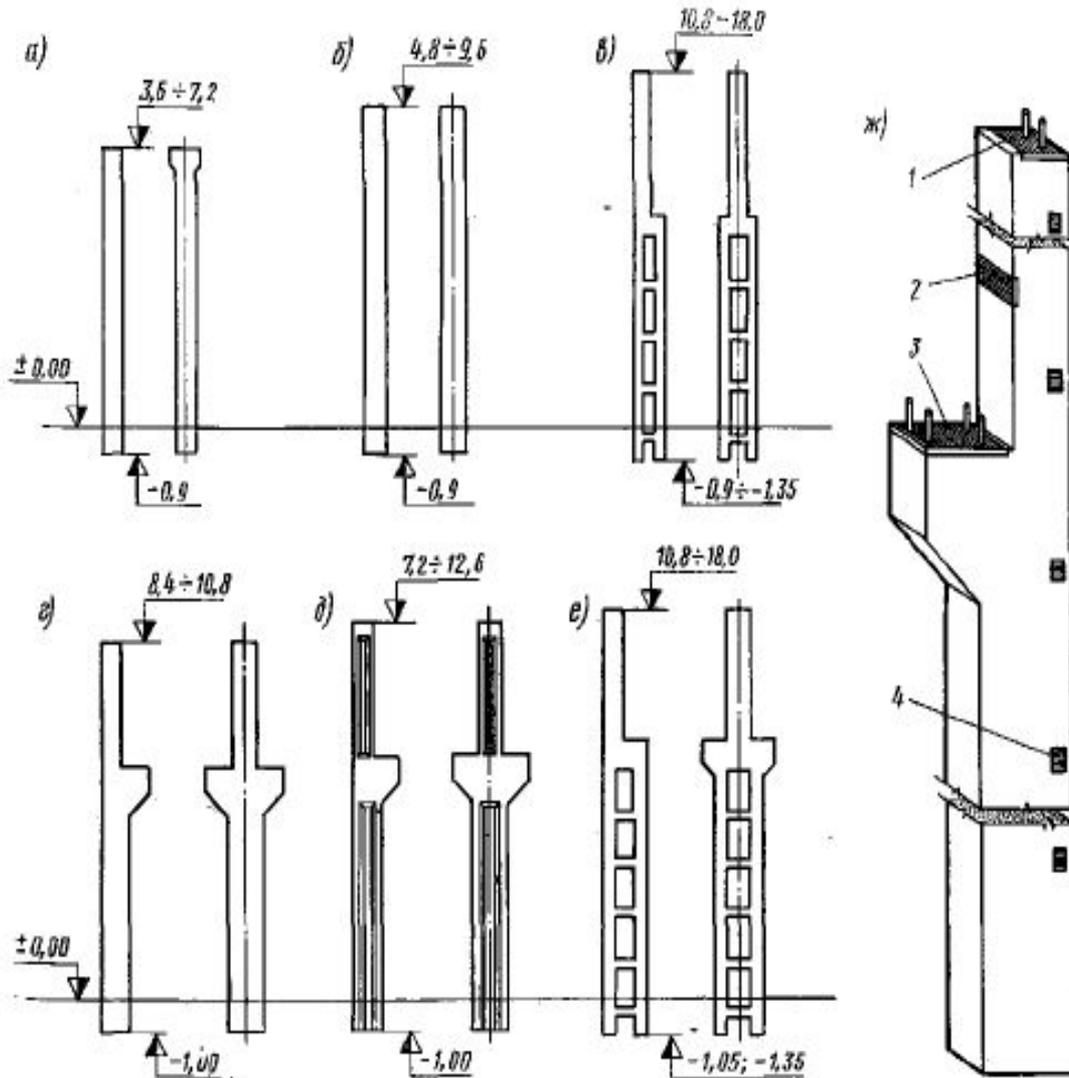
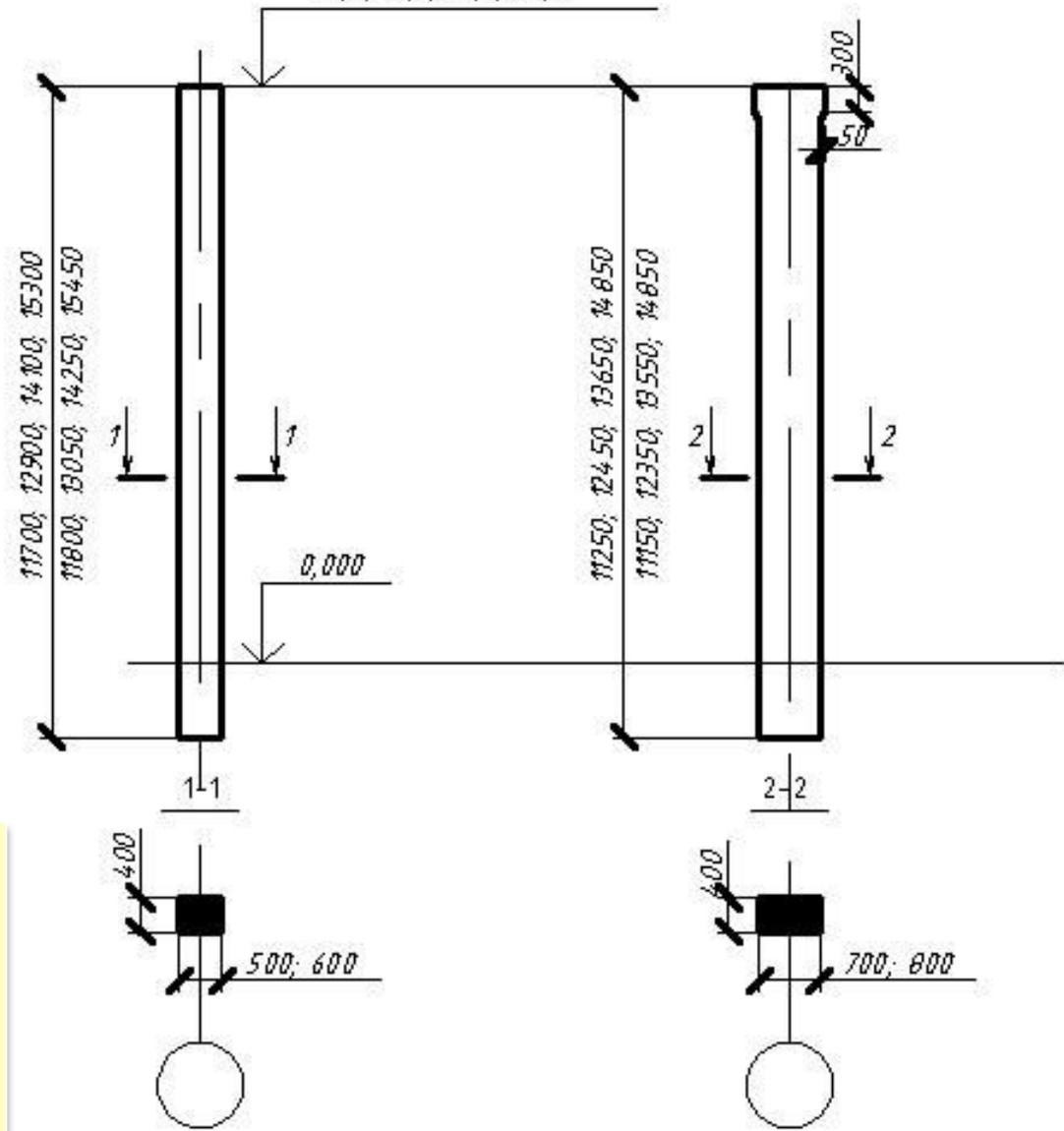


Рисунок. Основные типы железобетонных колонн:

а - прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов с шагом колонн 6 м; б - то же, с шагом 12 м; в - двухветвевые для зданий без мостовых кранов с шагом колонн 6 и 12 м;

г - прямоугольного сечения для зданий с мостовыми кранами и шагом колонн 6 и 12 м; д - то же, двутаврового сечения; ж - закладные элементы колонны: 1 - для крепления стропильной конструкции; 2,3 - то же, подкрановой балки; 4 - то же, стеновых панелей

10,8; 12,0; 13,2; 14,4

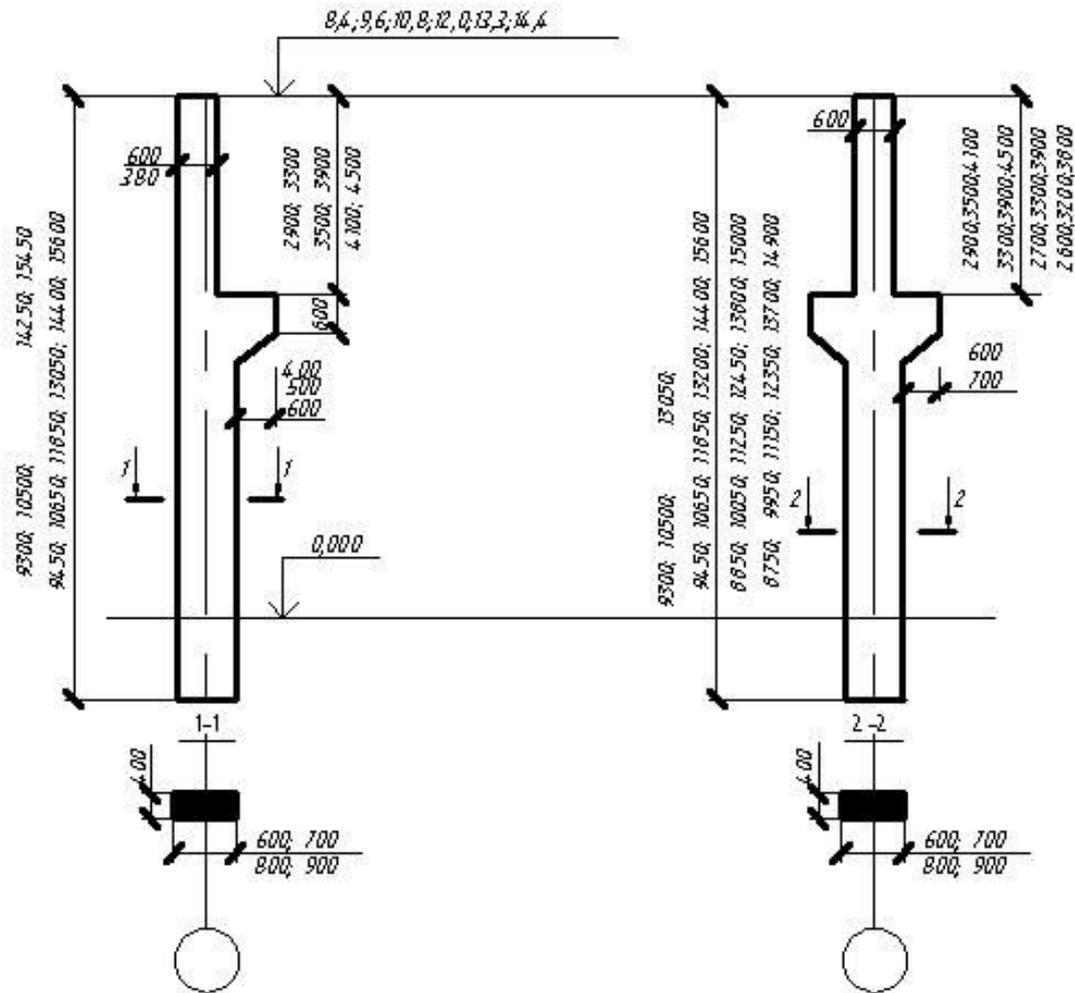


**Железобетонные колонны для здания высотой 10,8 - 14,4 м без опорных кранов:**  
а - крайнего ряда;  
б - среднего ряда

Для соединения с фундаментом колонна заводится в стакан на глубину минус 0,900 м.  
Для крайних колонн принята нулевая привязка к продольной разбивочной оси.

Все колонны имеют прямоугольное, постоянное по высоте сечение.

Железобетонные колонны  
 для зданий высотой 8,4 -  
 14,4 м, оборудованных  
 опорными кранами:  
 а - крайнего ряда;  
 б - среднего ряда



Шаг колонн составляет 6 и 12 м. Колонны имеют консоли для опирания подкрановых балок. Они рассчитаны на нагрузки от покрытия до 700 Н/м<sup>2</sup> мостовых кранов и ветра.

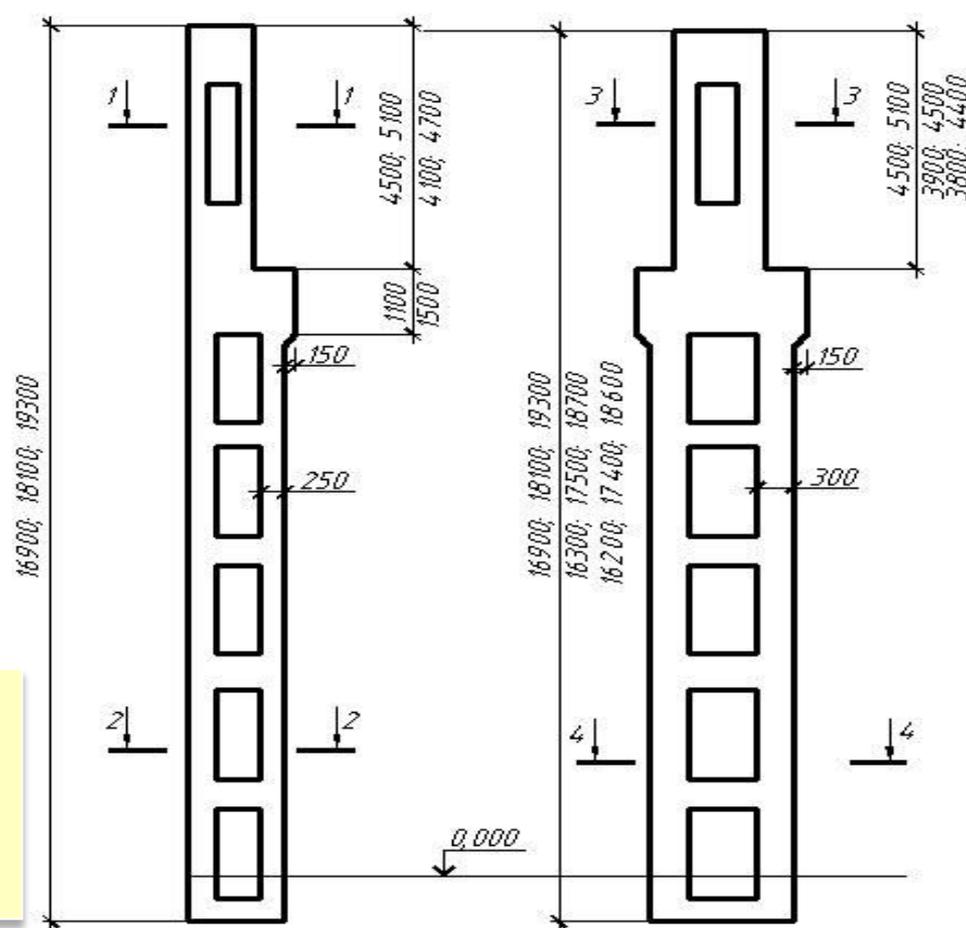
Для колонн наружных рядов с шагом 6 м принята нулевая привязка, при шаге 12 м привязка равна 250 мм.

Все колонны предназначены для использования в условиях, когда верх фундаментов имеет отметку минус 0,150.

Колонны имеют прямоугольное поперечное сечение как в верхней (надкрановой), так и в нижней (подкрановой) части.

Для соединения с фундаментом колонна заводится в стакан на глубину минус 1,000 м.

**Железобетонные  
двухветвевые колонны:  
а - колонна крайнего ряда;  
б - колонна среднего ряда**



Шаг колонн по крайним рядам 6 и 12 м, по средним только 12 м. шаг стропильных конструкций 6 и 12 м.

Для крайних колонн при шаге 6 м;  $H \leq 14,4$  м;  $Q \leq 30$  т принята нулевая привязка, в остальных случаях 250 мм.

Подкрановая часть колонн двухветвевая. Ветви связаны горизонтальными распорками через интервал 1,5-3 м.

Все колонны предназначены для использования в условиях, когда верх фундаментов имеет отметку минус 0,150.

Отметка головки кранового рельса рассчитана, исходя из высоты кранового рельса (с прокладкой) 150 мм и высоты подкрановых балок.

Для соединения с фундаментом колонна заводится в стакан на глубину минус 1,05м.

# Цилиндрические колонны из центрифугированного железобетона

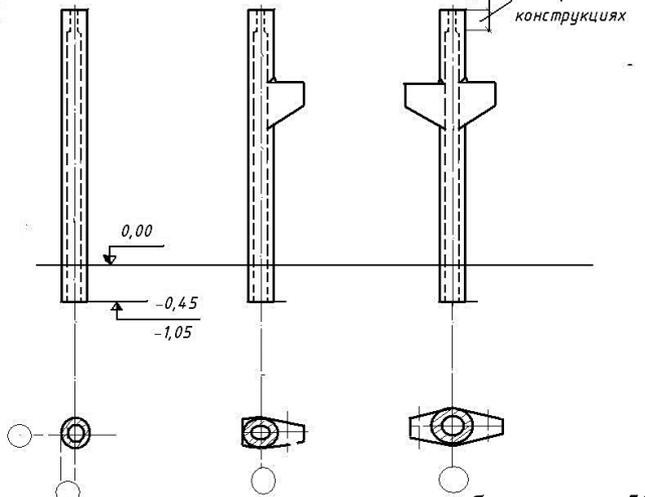
Колонна кольцевого сечения для зданий без мостовых кранов. (без консолей)

Колонна кольцевого сечения для зданий с мостовыми кранами. (с консолями)

Колонна крайнего ряда

Колонна среднего ряда

оголовок при подстропильных конструкциях

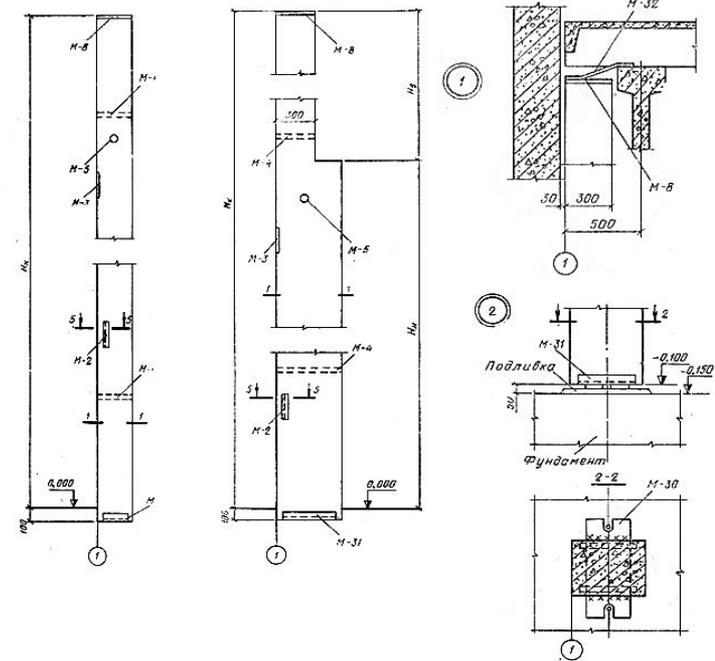


Преимущества: сокращение расхода бетона до 50%, стали - 30%.

Размеры: Бескрановые здания: диаметр 300÷1000 мм, высота 3,6÷18м; крановые гр. до 30т : высота до 14,4м.

Толщина стенок 100÷120мм.

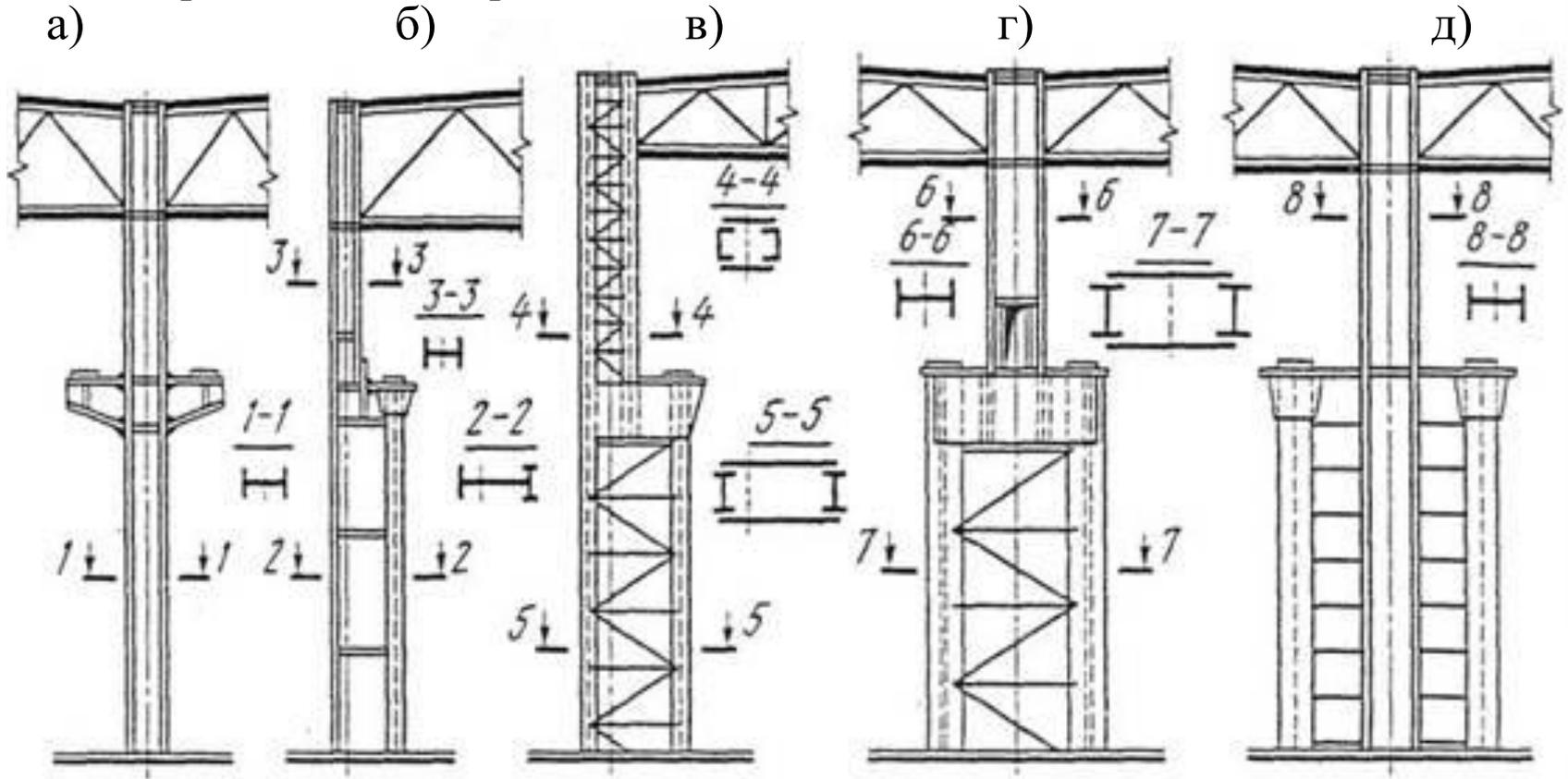
## Колонны фахверка



Сплошные 400x400, или ступенчатые до 400x600.

Сплошные, выше 10,8 ступенчатые, до Н 14,4м.

**Стальные колонны** могут быть сплошного и сквозного типов с постоянным и переменным по высоте сечением. Колонны постоянного сплошного сечения из сварного широкополочного двутавра используют в зданиях без мостовых кранов высотой до 8,4 м, а также в зданиях с мостовыми кранами ( $Q=20$  т) высотой 8,4–9,6 м. В остальных случаях применяют двухветвевые колонны с нижней решетчатой и верхней сплошной частями.



**Основные типы стальных колонн**

**а) постоянного сечения, б - г) переменного сечения, д) раздельная**

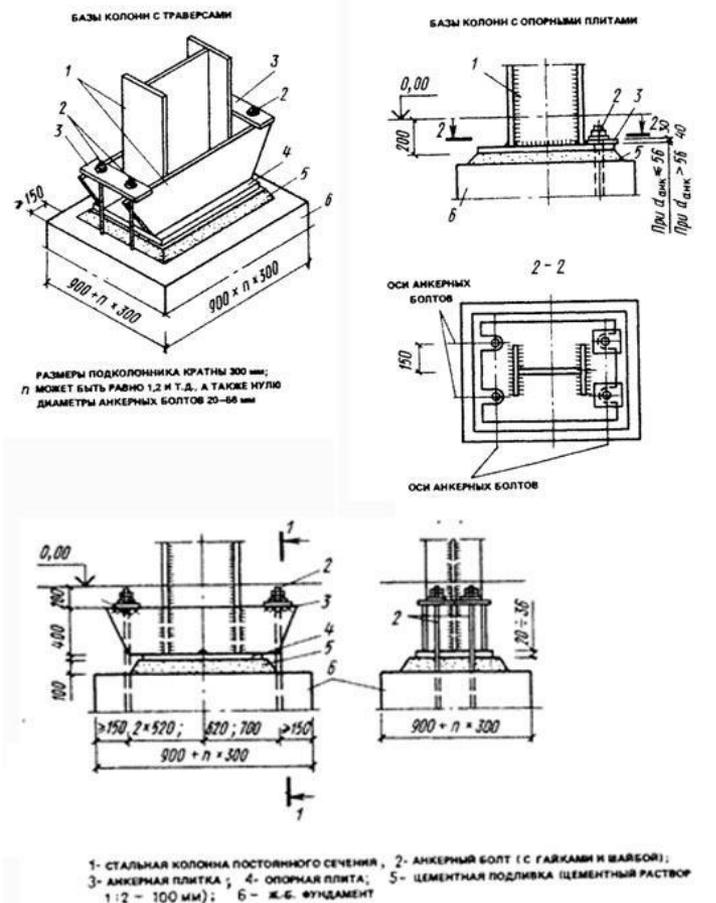
Нагрузки от колонн на фундаменты передают через **башмаки**, которые крепят у фундаментам анкерными болтами.

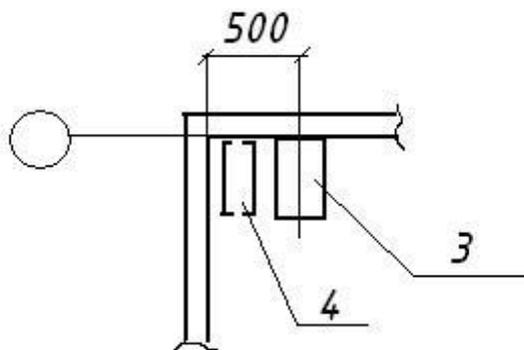
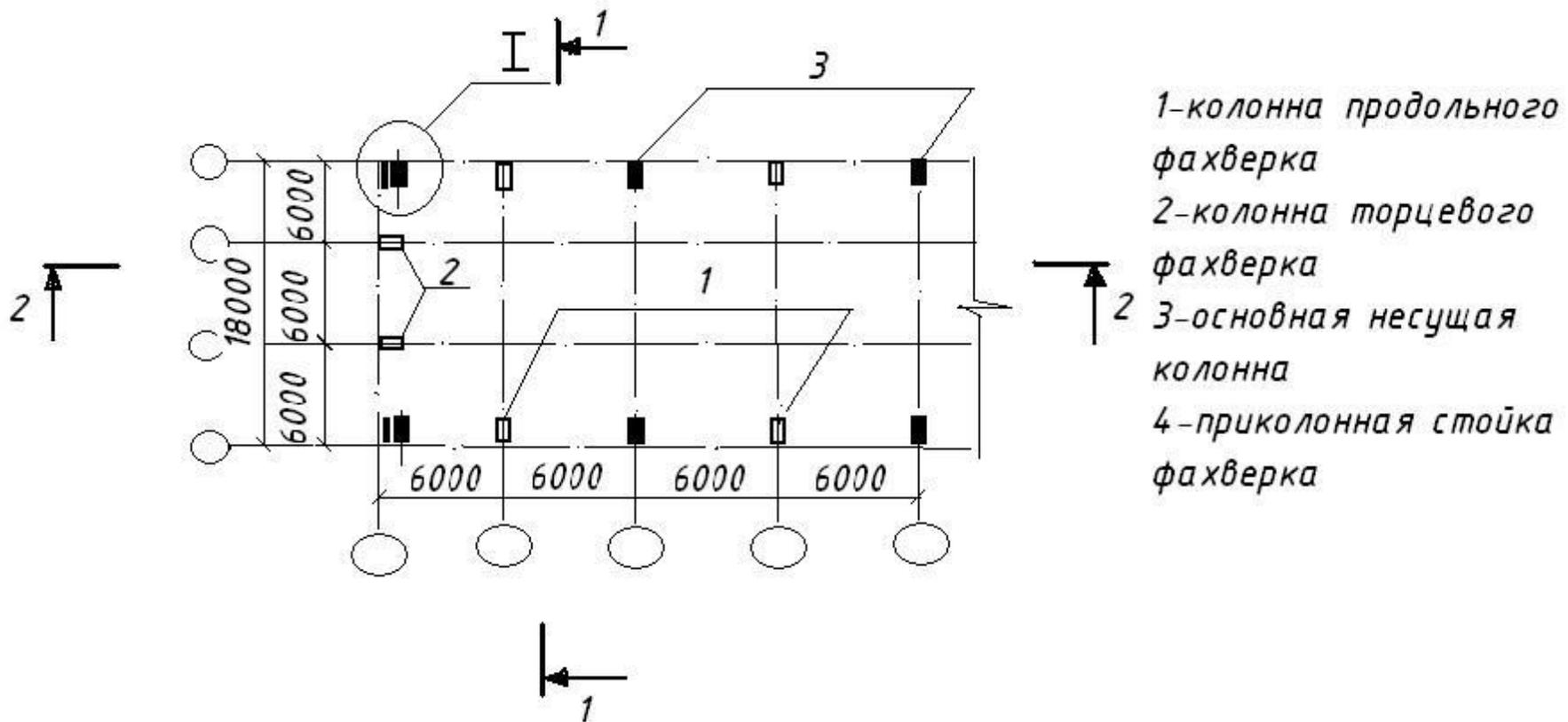
Конструкции базы зависят от способа опирания колонны, сечения колонны, нагрузки.

Сплошного сечения с небольшим опорным моментом, имеют базу из толстых опорных плит, при этом под торец колонны укладывают стальной лист.

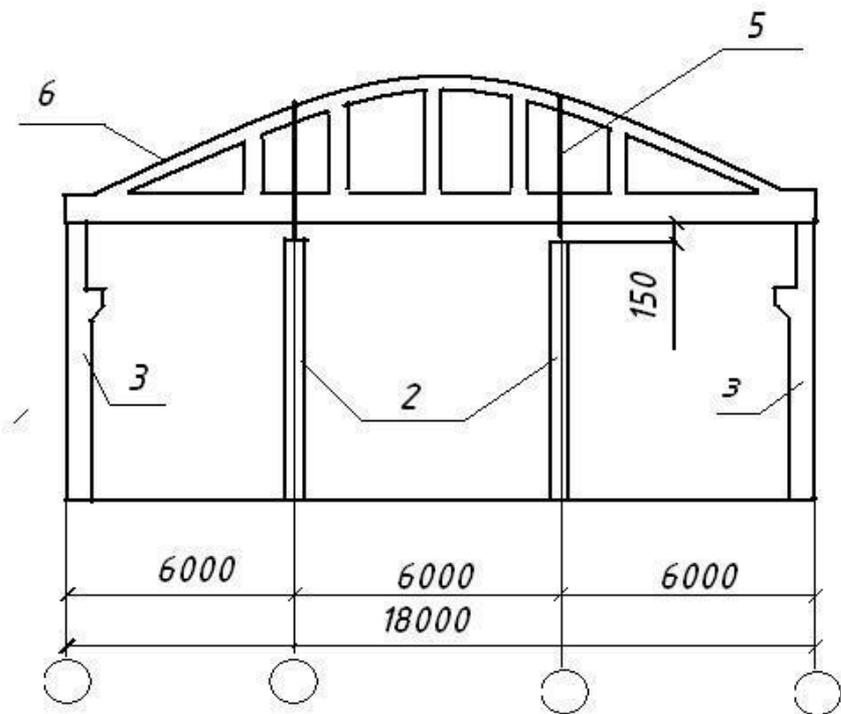
Для обеспечения равномерного давления по всей площади листа и лучшего восприятия опорного момента у колонны с внецентренно сжатые со значительными опорным моментом устраивают опорную базу в виде **траверсы**, размеры которой устанавливают расчетом. Траверсы выполняют сварными из листов или швеллеров

Базы к фундаментам крепят анкерными болтами, закладываемыми в фундамент при их изготовлении. Базу, включая опорный лист и анкерные болты, заглубляют ниже отметки чистого пола и обетонируют. Это освободит пол вокруг колонны и защитит базу от коррозии.



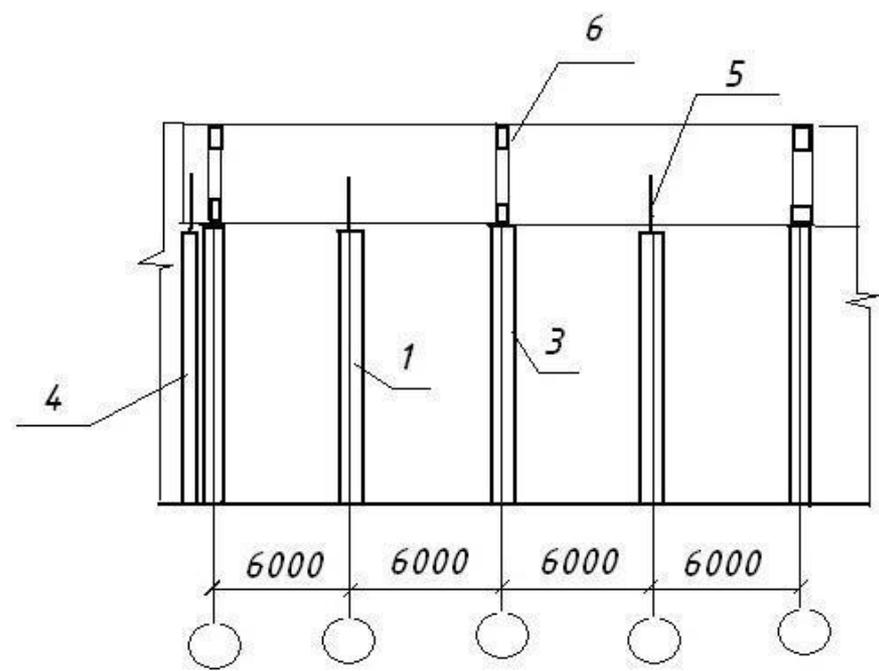


**Схема расположения фахверковых колонн**

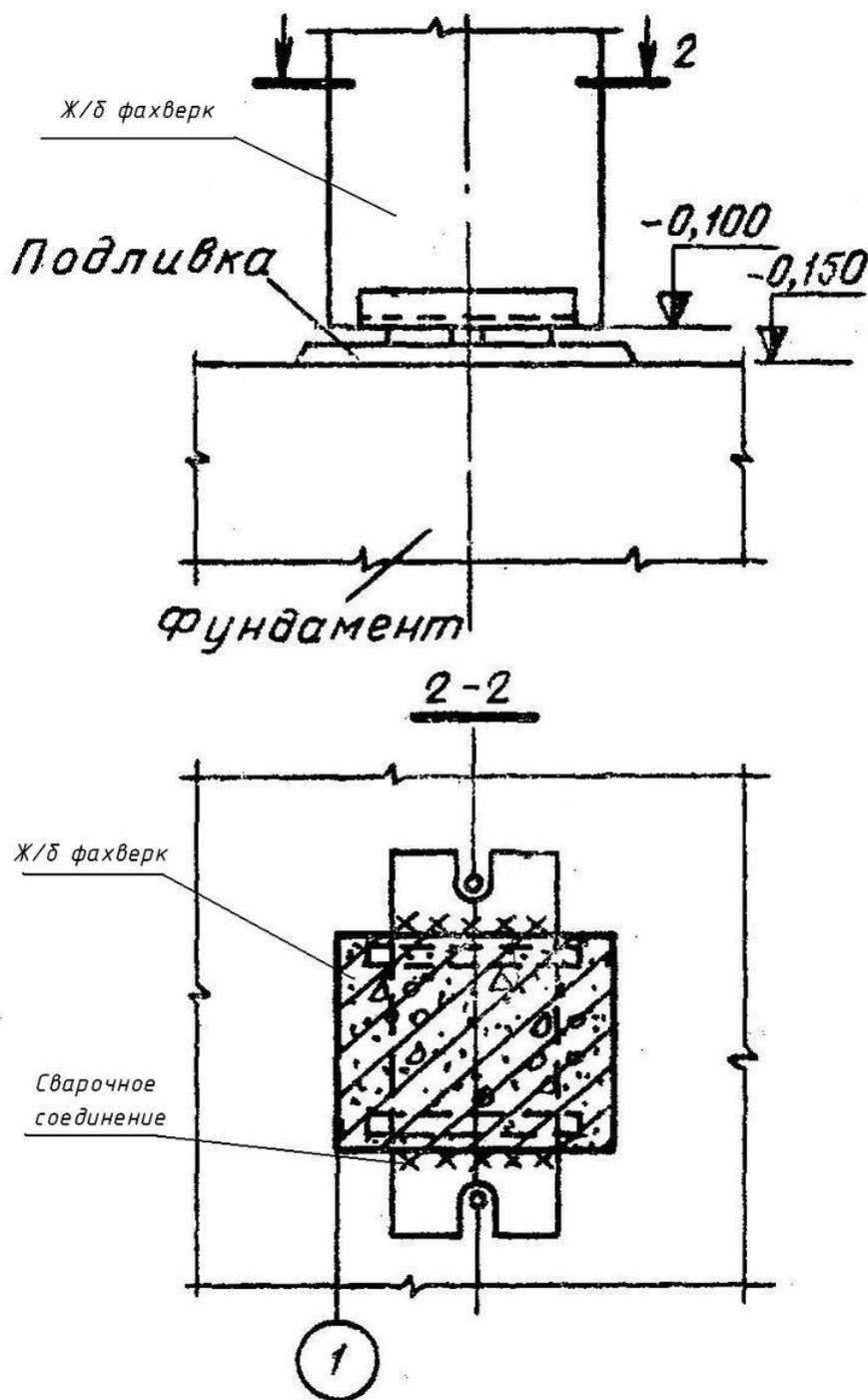


5-стальная надставка  
6-стропильная ферма

**Схема торцевого фахверка 1-1**



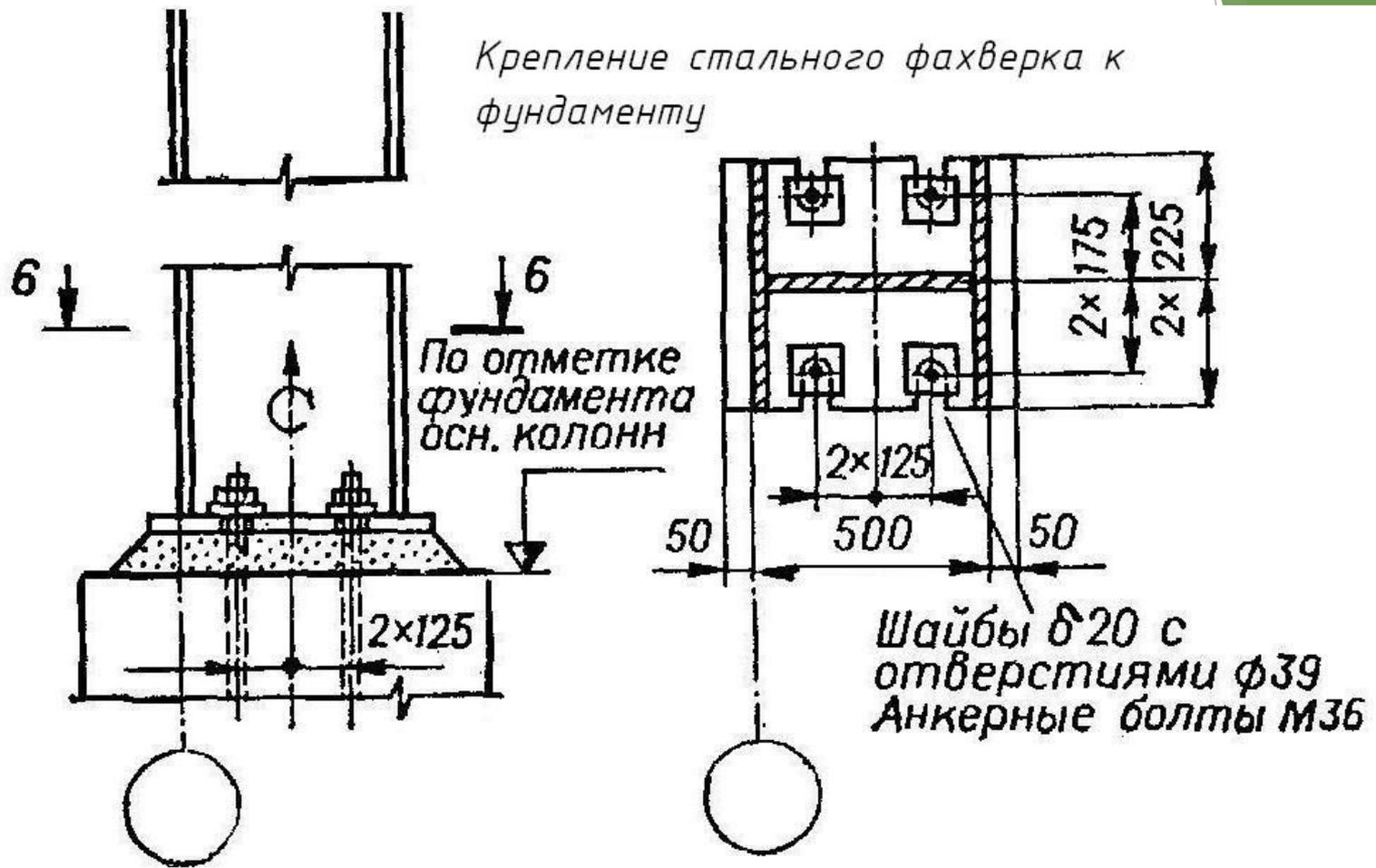
**Схема продольного фахверка 2-2**



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**



**Крепление стального фахверка к фундаменту**

# Система связей

- ▶ Обеспечение жесткости покрытия в целом
- ▶ Устойчивость сжатым поясам ригелей поперечных рам
- ▶ Восприятие ветровых нагрузок на торец здания
- ▶ Восприятие тормозных усилий от мостовых кранов
- ▶ Повышение пространственной жесткости каркаса здания

# СВЯЗИ

## Связи подразделяют:

- на вертикальные, которые устраивают между колоннами и в покрытиях.
- и горизонтальные, которые устраивают только в пределах покрыт

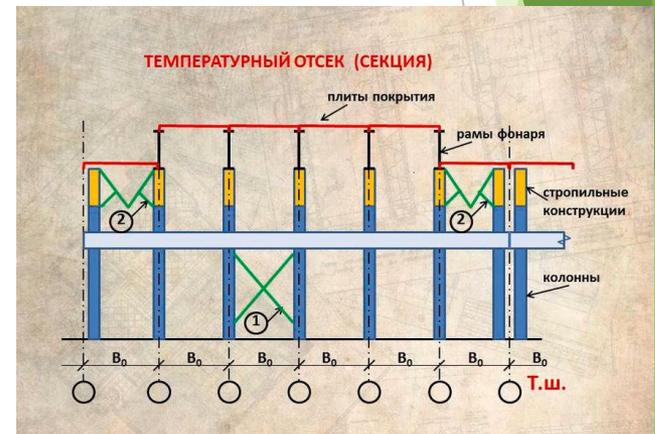
**Вертикальные связи** между колоннами обеспечивают каркасу зданий:

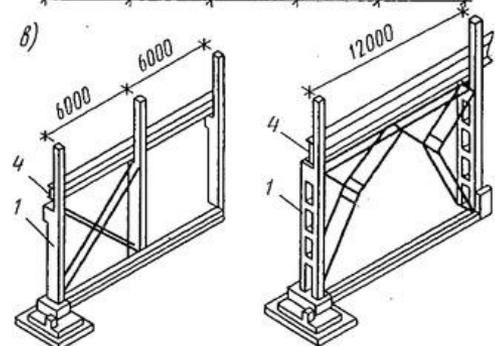
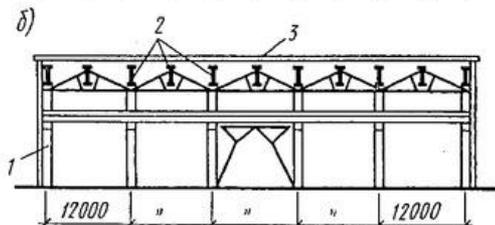
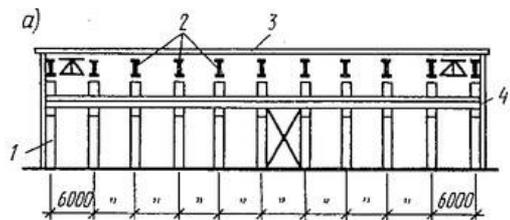
- геометрическую неизменяемость,
- продольную жесткость,
- собирают все горизонтальные усилия с покрытия и продольных рам,
- передают их на фундаменты.

**Устанавливают связи:** по колоннам в каждом ряду посередине температурного блока (в каждом продольном ряду).

По **конструктивному** решению связи могут быть:

- крестовые
- порталные.





а — крестовых; б — порталных; в — конструкции связей; 1 — колонны; 2 — фермы покрытия; 3 — то же, плиты; 4 — подкрановые балки

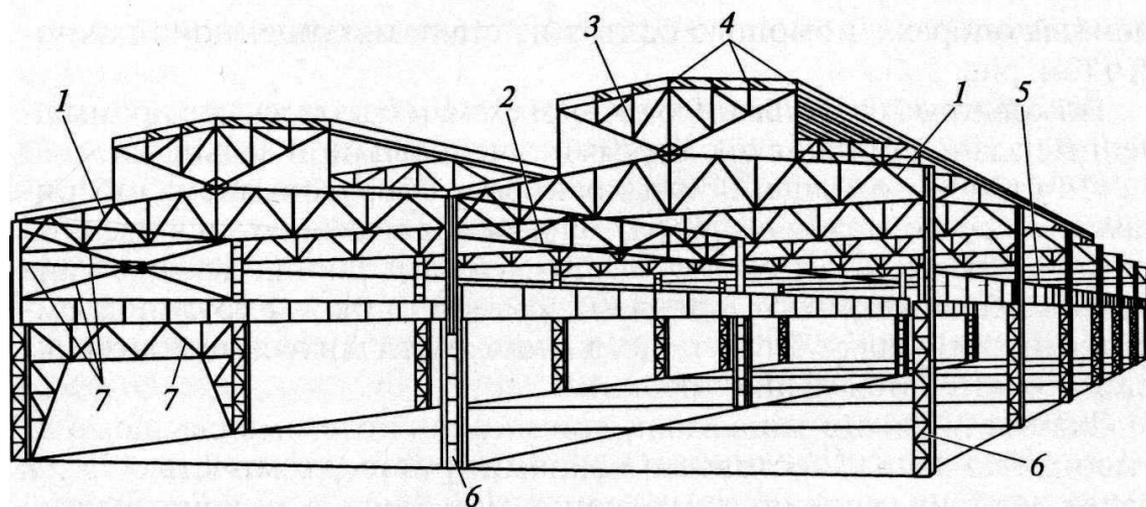
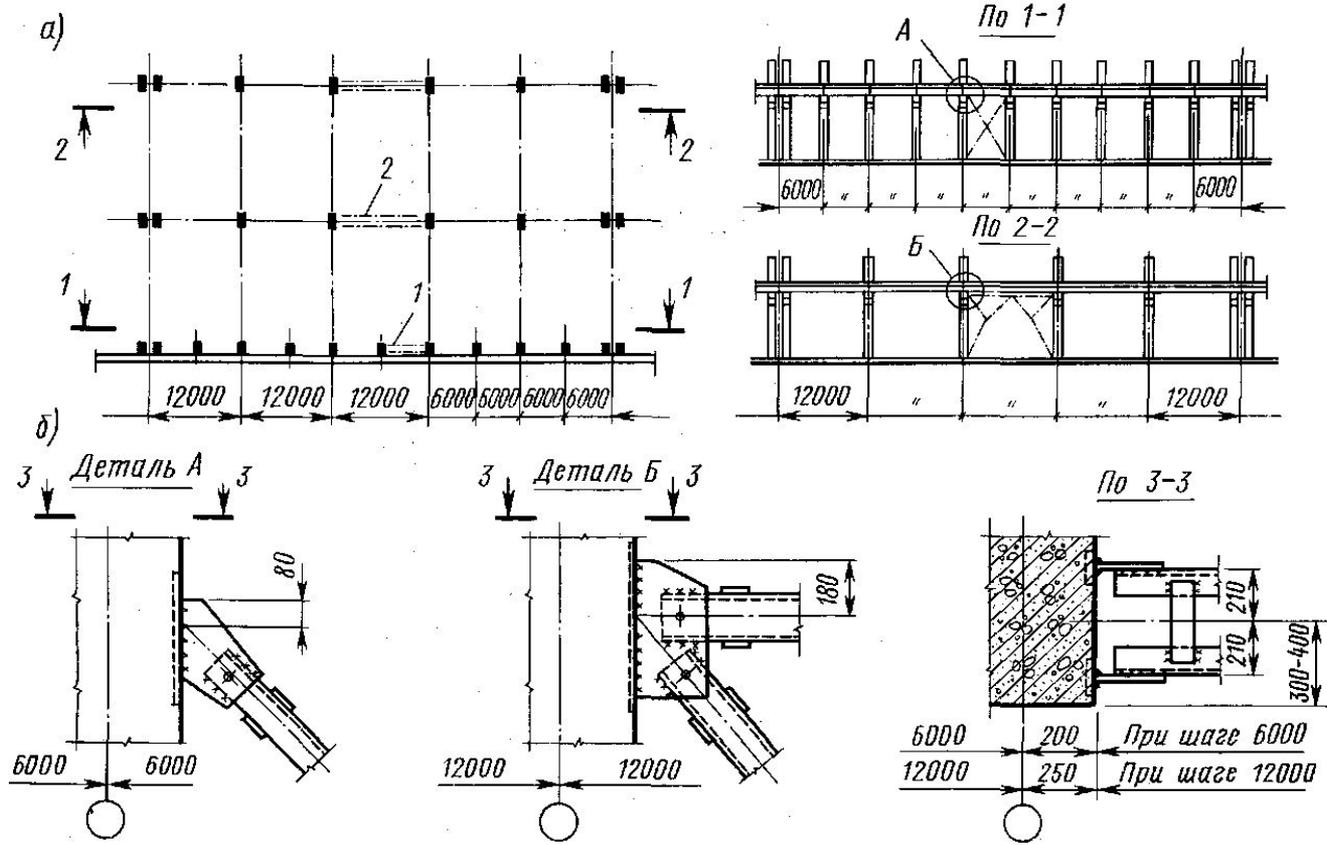


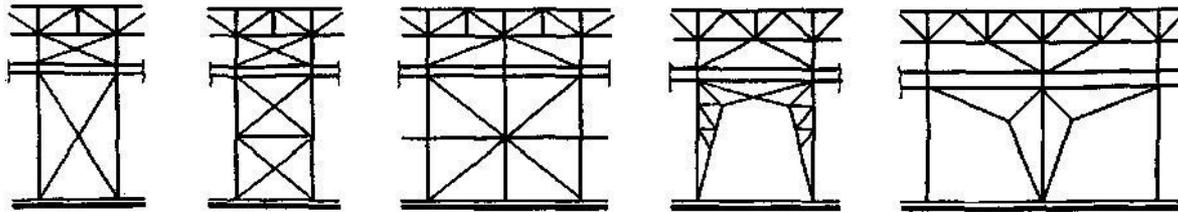
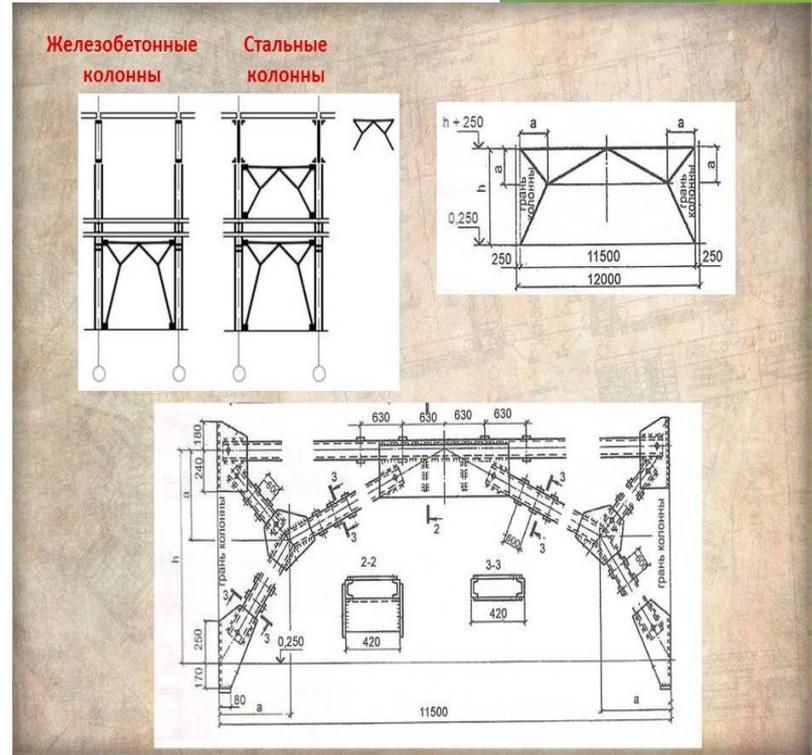
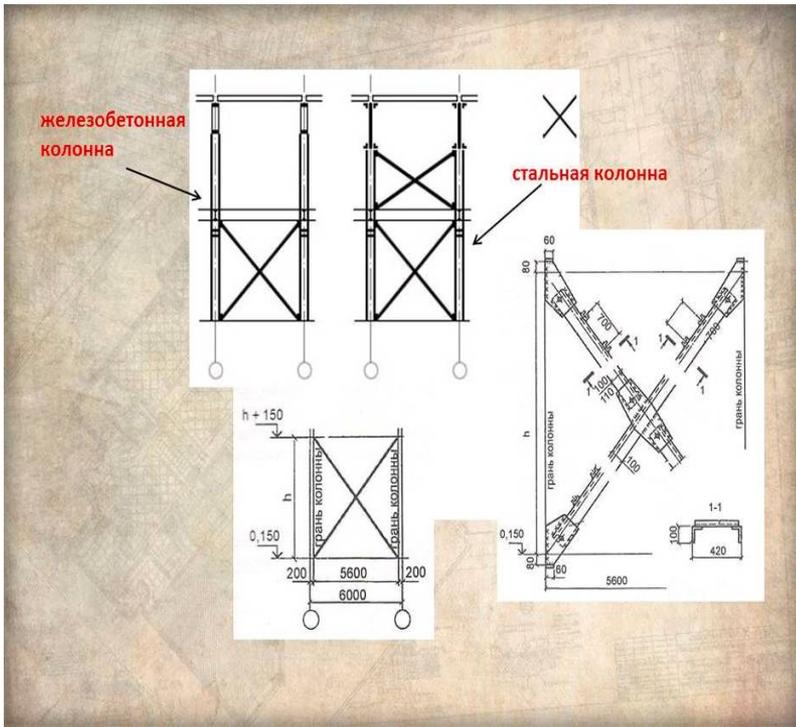
Рис 19.1. Конструкции одноэтажных промышленных зданий:

а — каркасно-рамной системы; б — арочной системы; 1, 2 — фермы стропильная и подстропильная; 3 — фонари; 4 — прогоны; 5 — подкрановые балки; 6 — колонны; 7 — связи; 8 — панели покрытия; 9 — стеновые панели; 10 — полурамы



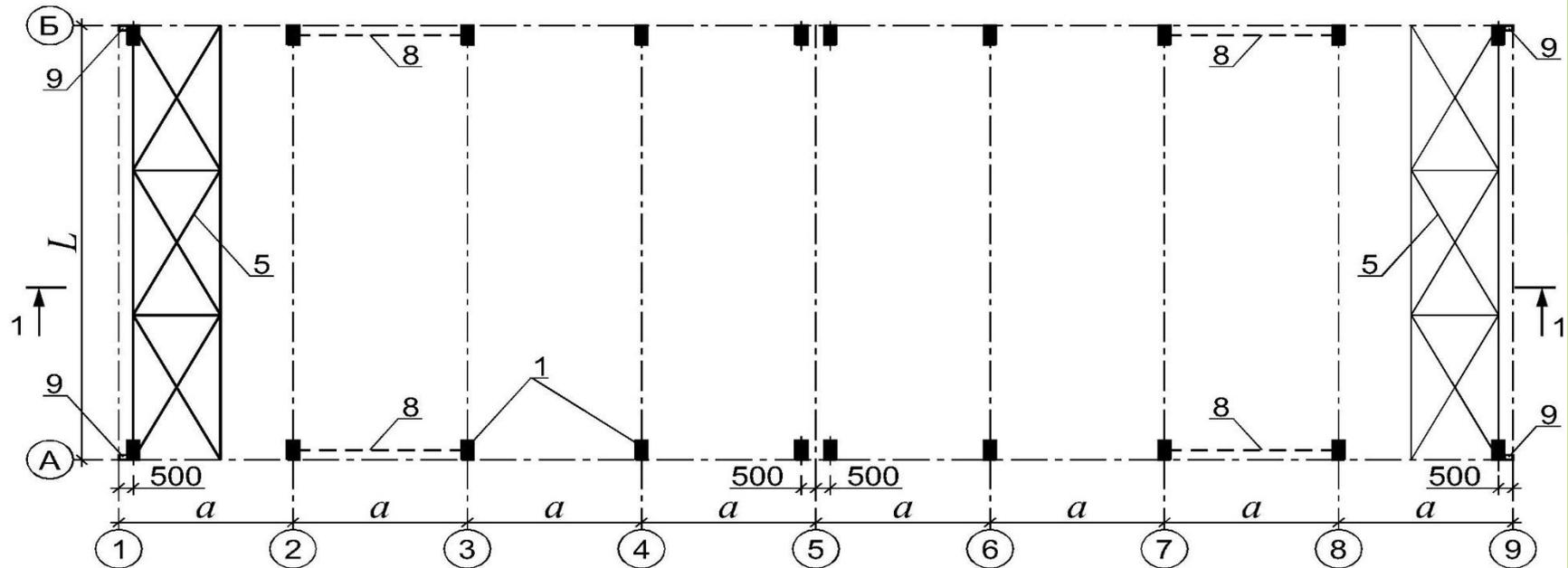
Связи между железобетонными колоннами:

а — общий вид; б — детали крепления связей к колоннам; 1 — крестовые связи; 2 — порталные связи

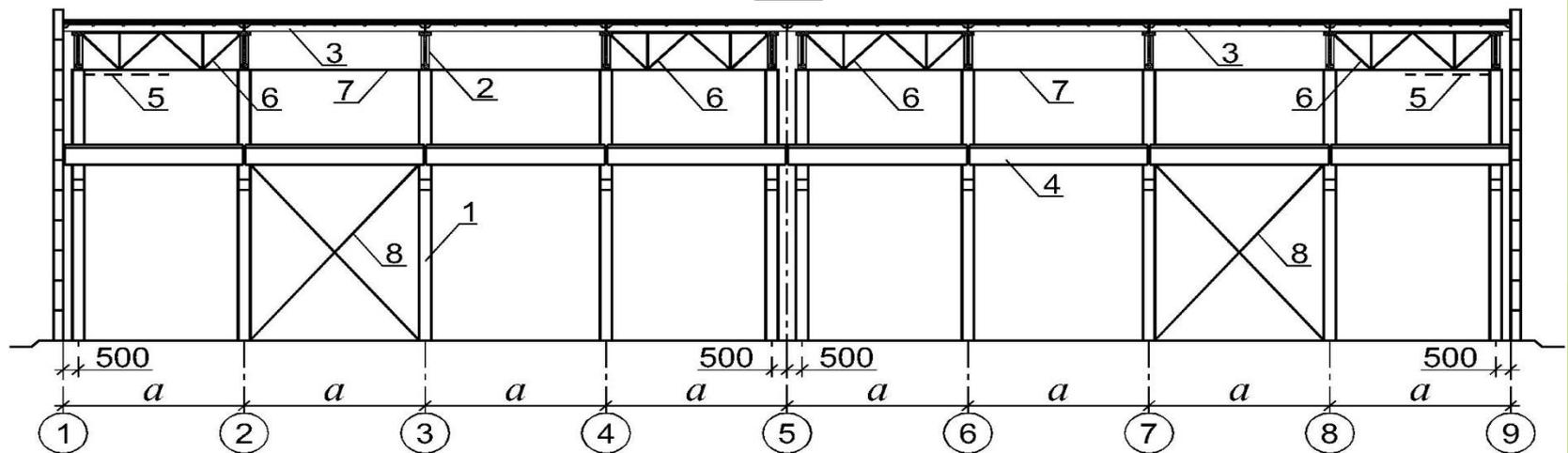


**Стальные Типы вертикальных связей между колоннами**

# Расположение связей в одноэтажном промышленном здании:



1 - 1



# Крестовые связи



# Стык связей



## Узел крепления связи к колонне

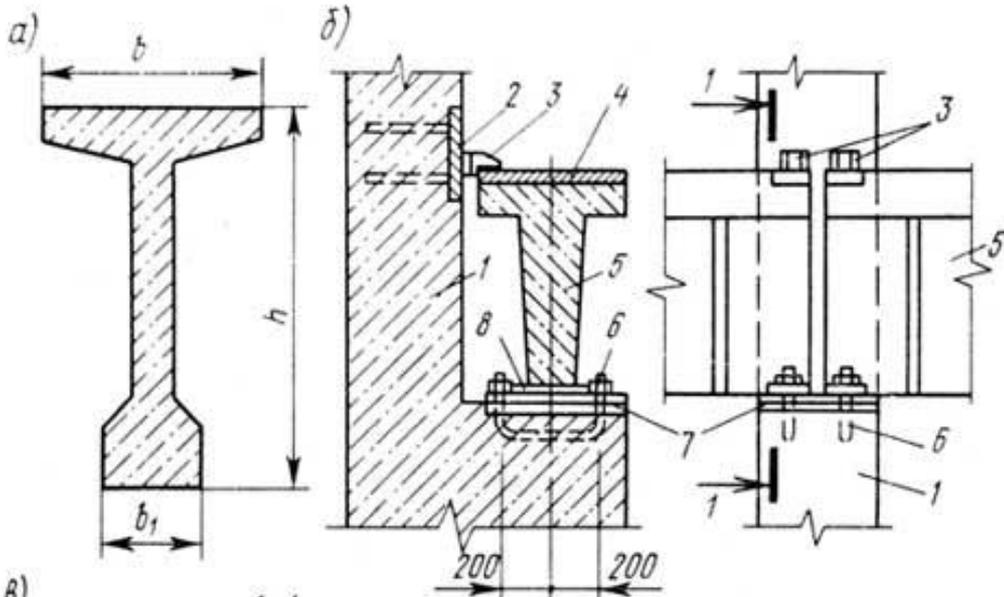


## Крестовые связи (вариант)

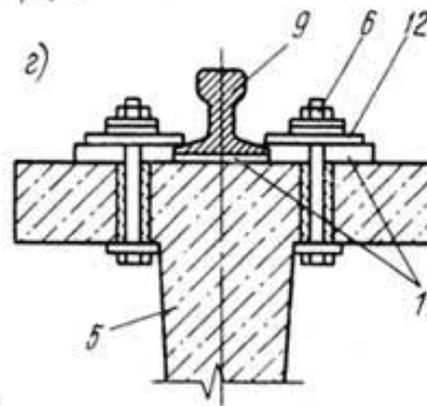
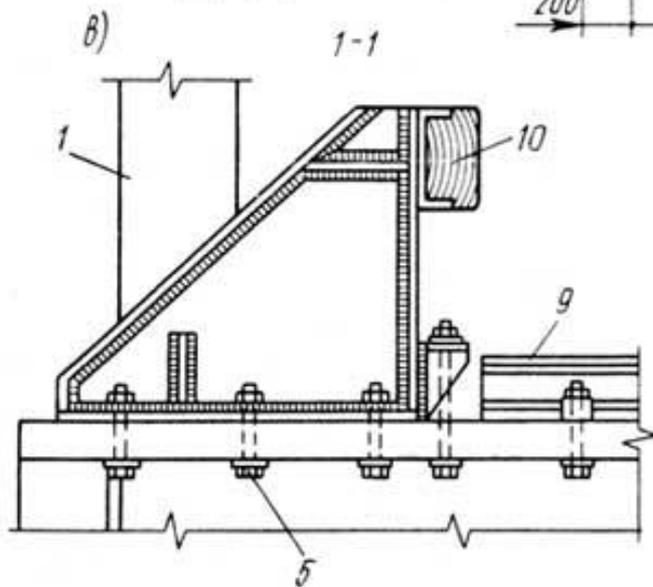




- ◆ Подкрановые балки длиной 6 и 12 м для кранов легкого и среднего режима работы Q до 32 т включительно.



**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**





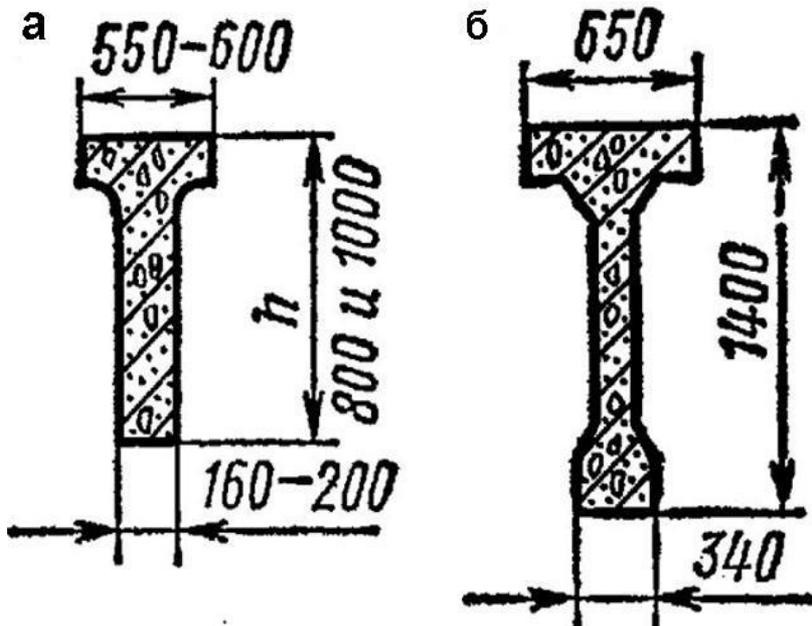
## Подкрановые балки

Предназначены для движения мостовых кранов по уложенным на них рельсам.

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

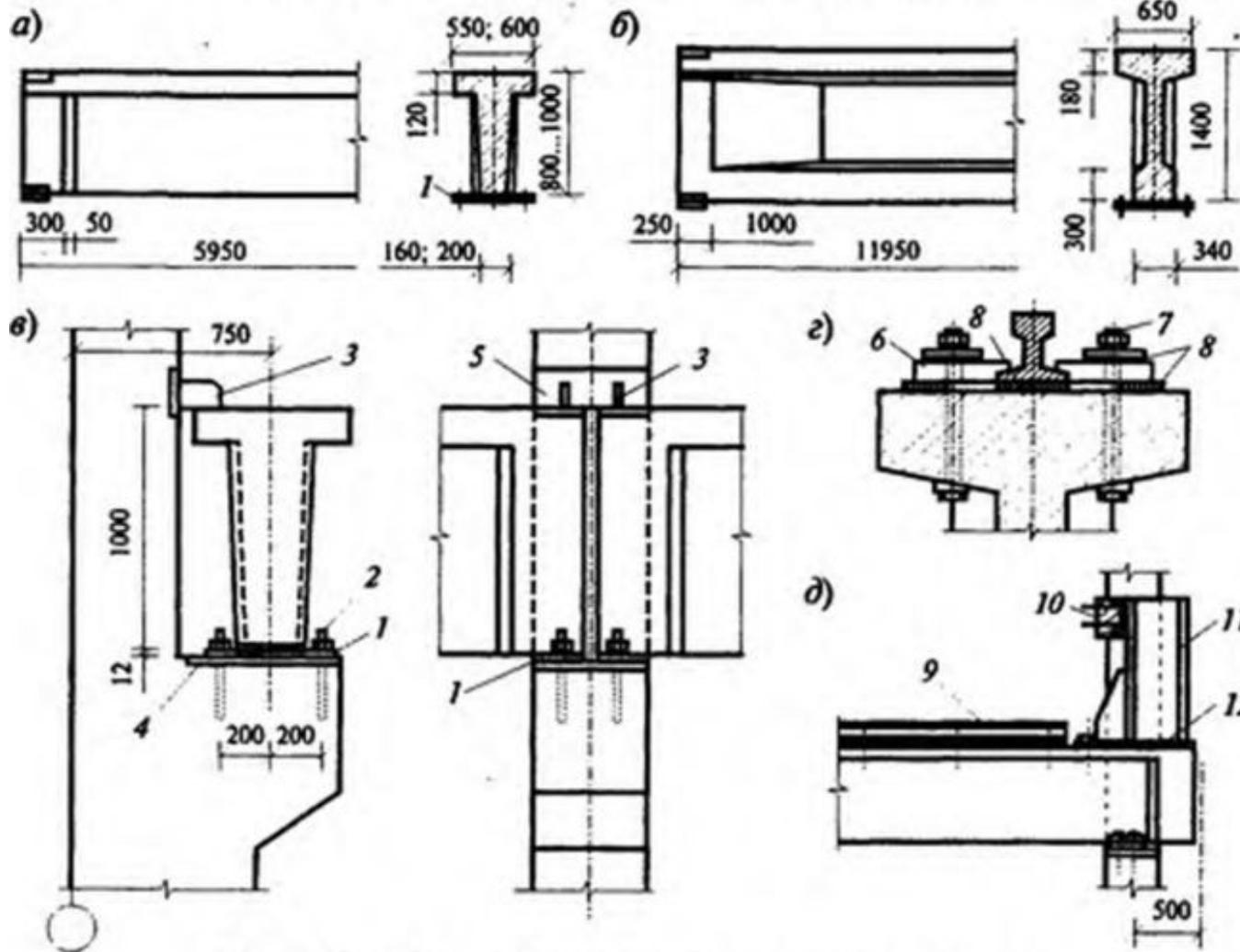
Предпочтительная схема работы — однопролетные разрезные балки.

## Металлические подкрановые балки



## Сборные железобетонные подкрановые балки:

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



### Железобетонные подкрановые балки:

а – при шаге колонн 6 м; б – то же, 12 м; в – крепление балок к колоннам; г – крепление кранового рельса к балке; д – устройство упора для мостового крана; 1 – опорный стальной лист (160×12×500 мм); 2 – анкерный болт; 3 – стальная пластинка (100×12 мм); 4, 5 - закладные элементы колонны; 6 – стальная лапка; 7 – болт; 8 – упругие прокладки толщиной 8 мм; 9 – крановый рельс; 10 – деревянный брус 200×280×360 мм; 11 – швеллер № 45 длиной 1 228 мм; 12 – стальная пластина

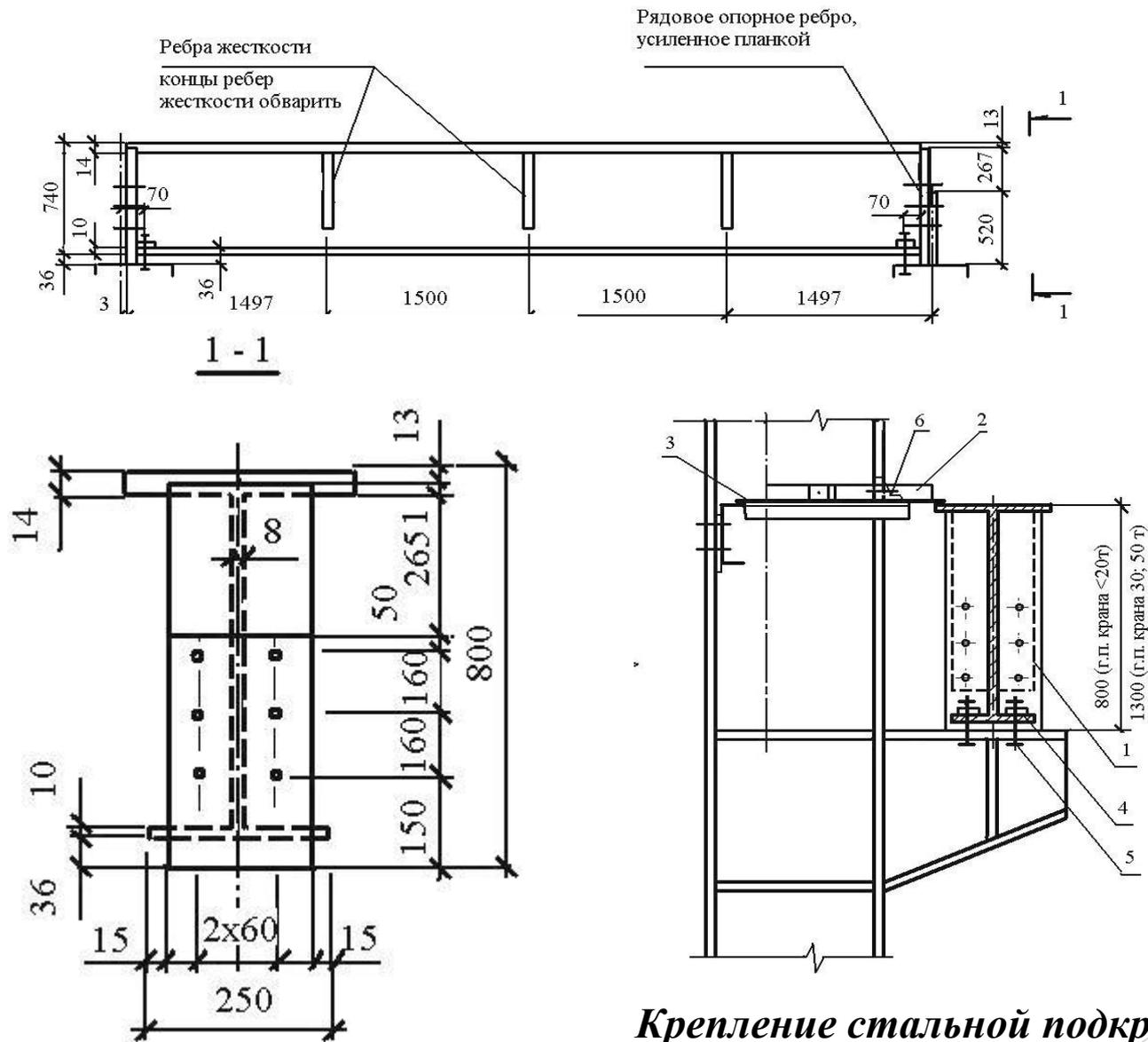
# Стальные подкрановые балки

## По конструкции подкрановые балки бывают:

- разрезные постоянного сечения, стыкуемые на опорах;
- неразрезные, komponуемые из различных сечений, свариваемых между собой заводскими или монтажными стыками в четвертях пролетов.

## Высота унифицированных балок на опоре:

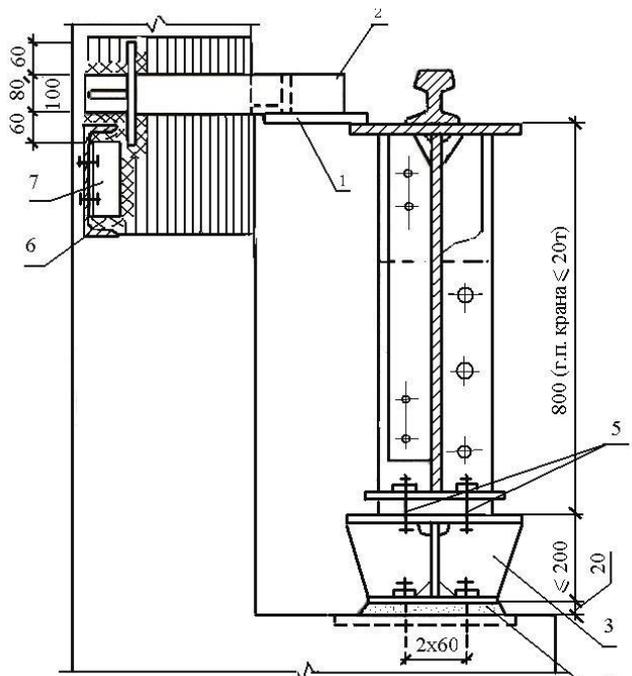
- для шага колонн 6м: при грузоподъемности крана  $Q_{кр} < 20т$  - 800мм; при грузоподъемности крана  $Q_{кр} = 30т, 50т$  - 1300мм.
- для шага колонн 12м: при грузоподъемности крана  $Q_{кр} < 20т$  - 1100мм; при грузоподъемности крана  $Q_{кр} = 30т; Q_{кр} = 50т$  - 1600мм



**Стальные разрезные рядовые подкрановые балки для шага колонн 6 м под мостовые краны г.п. до 50т**

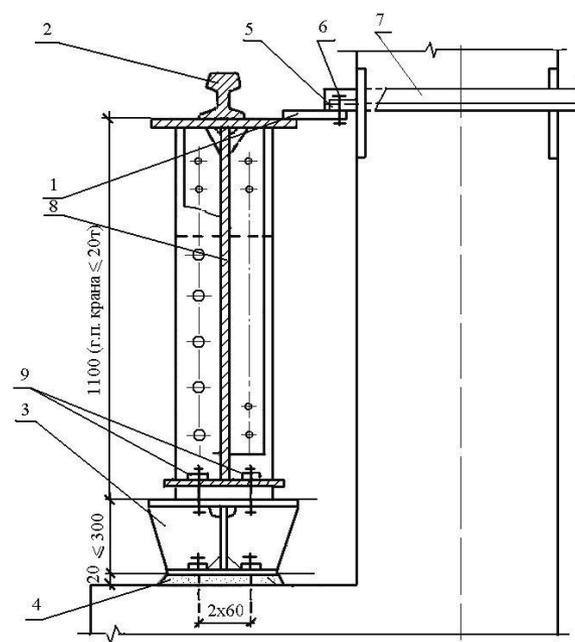
**Крепление стальной подкрановой балки к стальной колонне:**

- 1 - опорное ребро; 2 - крепежная планка;
- 3 - тормозная балка; 4 - шайбы 60x16;
- 5 - болт M20; 6 - упорная планка толщиной 16мм



**Крепление стальной подкрановой балки высотой 800 мм к железобетонной колонне:**

1 - стальная опорная фасонка толщина 10мм; 2 – крепежная гибкая планка 80x60; 3 - упорный уголок (подставка, компенсирующая разность высоты унифицированных стальных и железобетонных балок); 4 – подливка цементным раствором марки 200; 5 – болт М20; 6 – [ №22; 7 – крепление  $\angle$  125x80x7

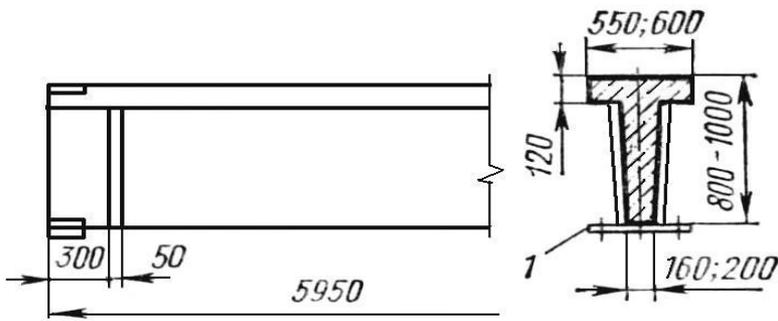


**Крепление стальной подкрановой балки высотой 1100 мм к железобетонной колонне:**

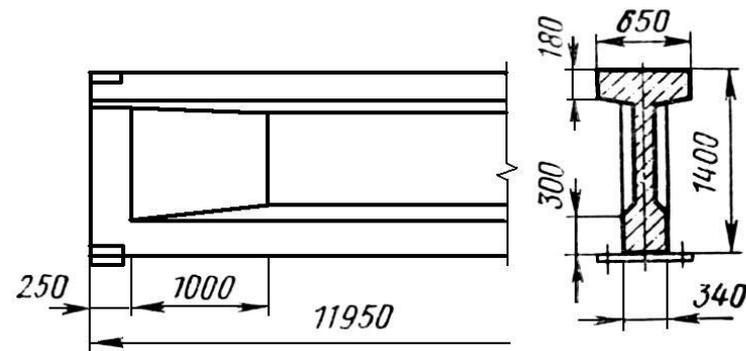
1 - стальная опорная фасонка толщина 10мм; 2 – крановый рельс; 3 - упорный уголок (подставка, компенсирующая разность высоты унифицированных стальных и железобетонных балок); 4 – подливка цементным раствором марки 200; 5 – упорная планка 80x16; 6 – Болт М20; 7 -  $\angle$  75x50x5; 8 – подкрановая балка; 9 – шайбы 60x14

## Железобетонные подкрановые балки

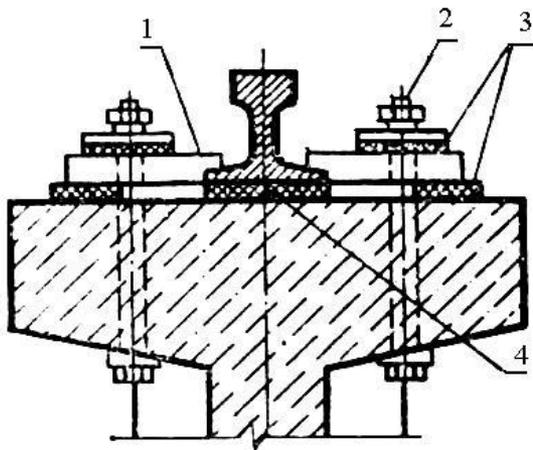
Железобетонные подкрановые балки применяют при железобетонных колоннах с шагом 6 и 12м для кранов грузоподъемностью 20 - 32т включительно. Балки могут иметь тавровое или двутавровое сечение (первые предусматривают при шаге колонн 6м; вторые – при шаге 12м).



*Железобетонные подкрановые балки при шаге колонн 6 м:  
1 – опорный стальной лист  
160x12x500 мм*



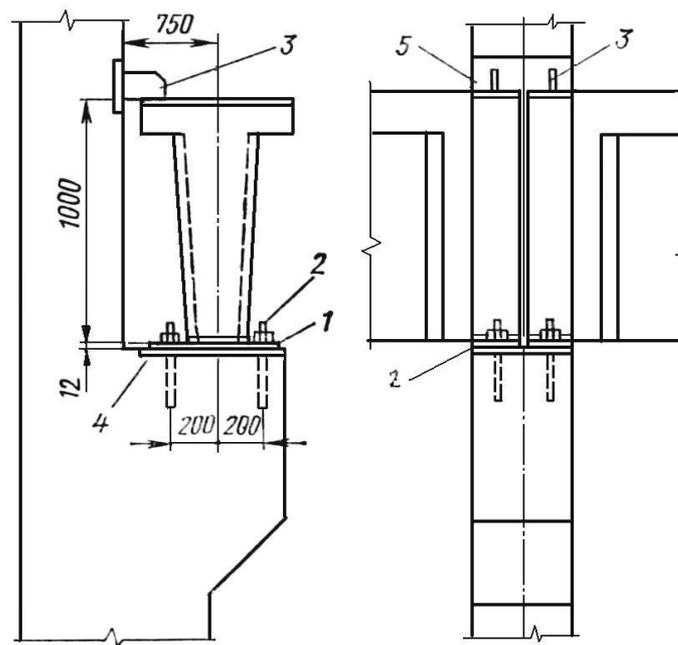
*Железобетонные подкрановые балки при шаге колонн 12 м*



**Крепление кранового рельса к балке:**

1 – стальная лапка; 2 – болт;

3, 4 – упругие прокладки толщиной 8мм;



**Крепление железобетонных подкрановых балок к железобетонным колоннам:**

1 – Опорный стальной лист 160x12x500 мм  
(опора подкрановой балки);

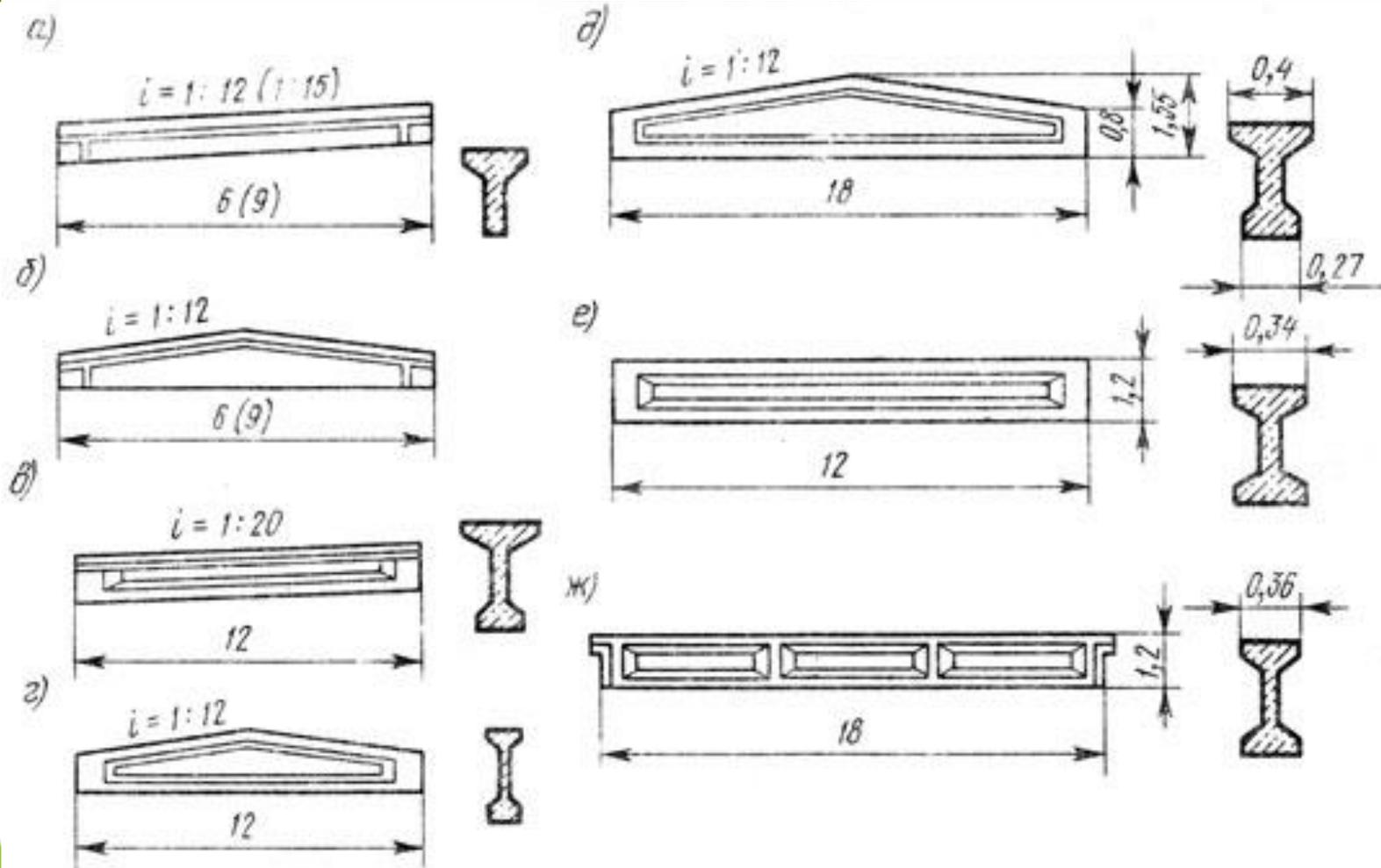
2 – анкерный болт;

3 – Стальная пластинка 100x12мм  
(упор подкрановой балки);

4, 5 – закладные элементы 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 подвешного транспорта



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

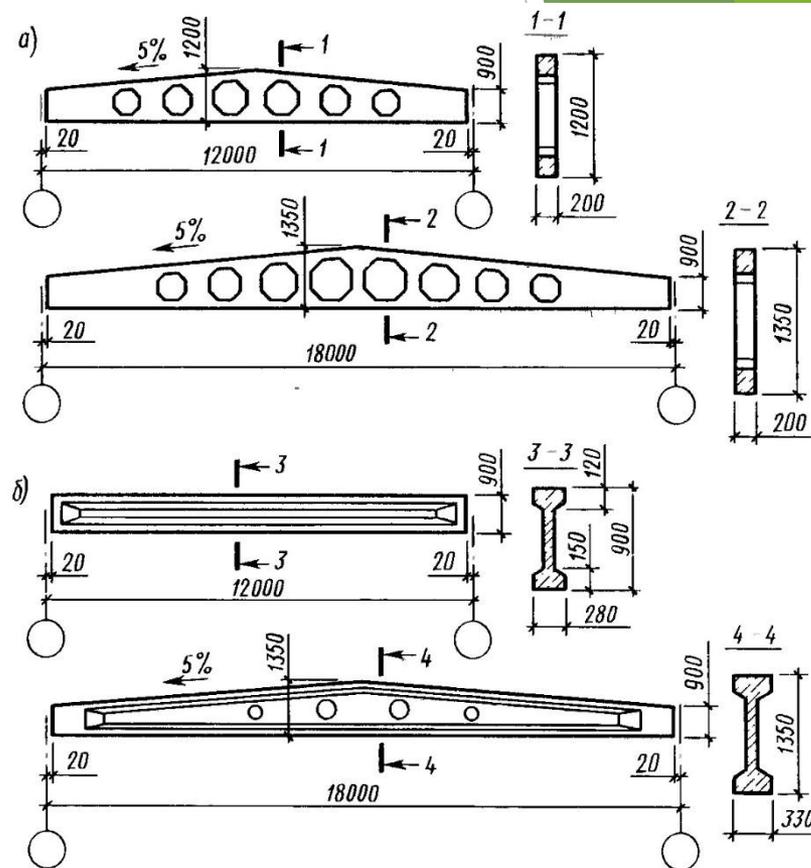
## Несущие конструкции покрытий

Подразделяют на :

- **Стропильные:** плоскостные - балки, фермы, арки и рамы.  
пространственные – оболочки, складки, купола, своды и висячие системы.
- **Подстропильные:** - балки, - фермы.
- **Несущие элементы ограждающей части покрытия:** – в виде:  
крупноразмерных плит.

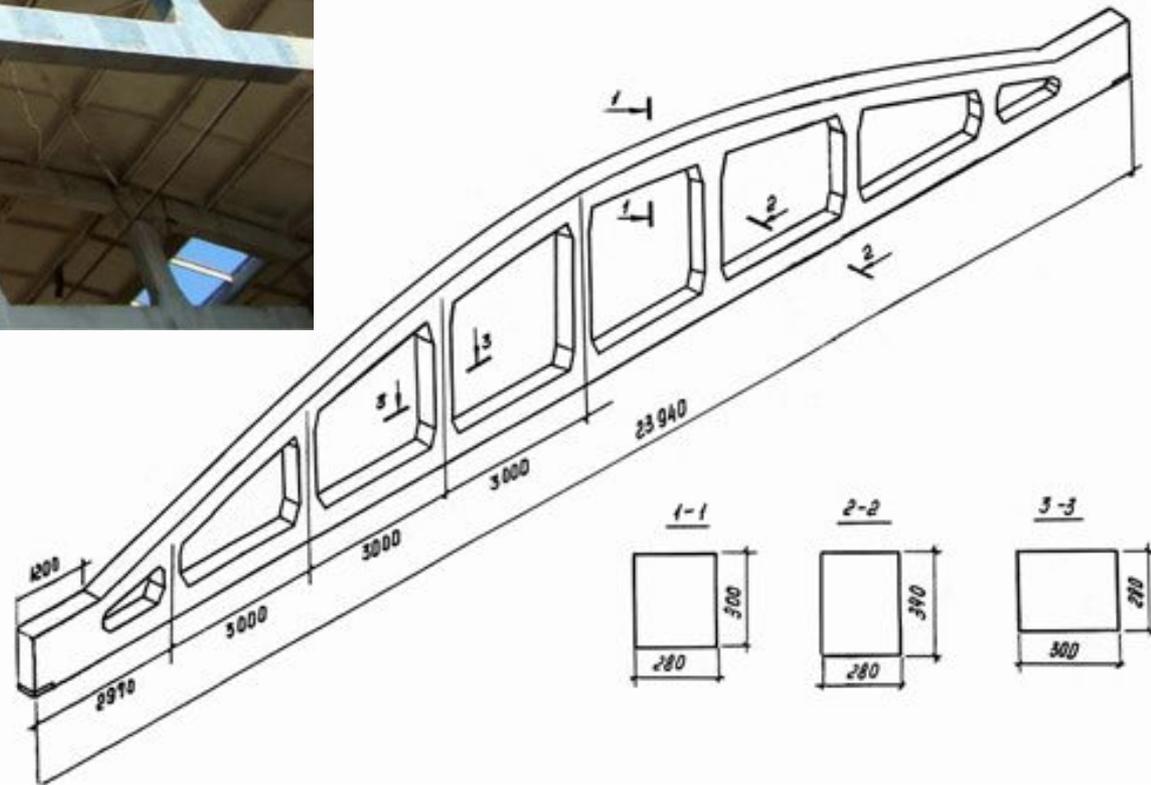
### Железобетонные балки

применяют для устройства покрытия в промышленных зданиях при пролетах 6, 9, 12, 18м.

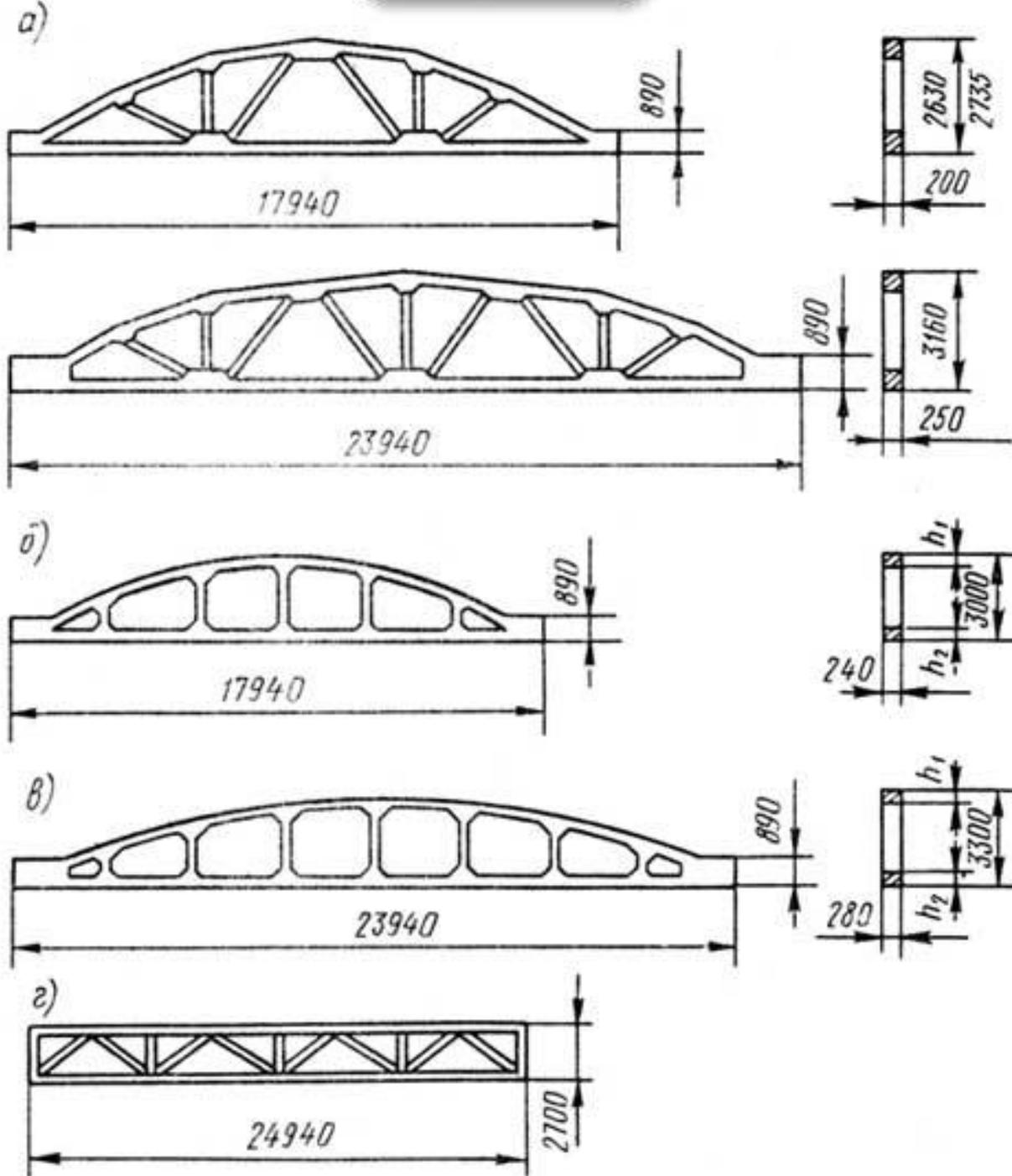


Железобетонные стропильные балки:

а — решетчатые для скатных кровель, б — сплошные для плоской и скатной кровли



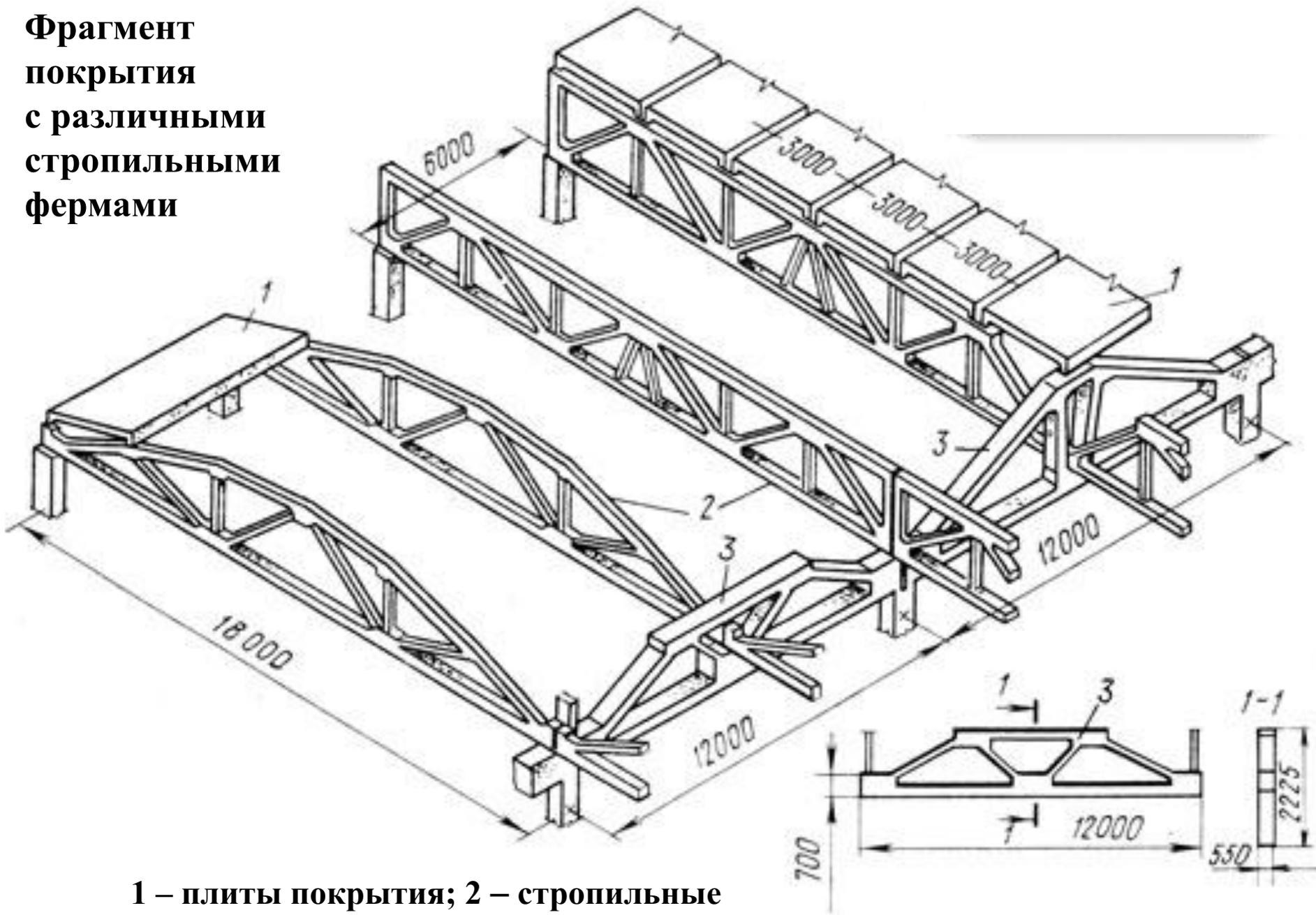
**Железобетонные фермы** разработаны для применения в скатных и малоуклонных покрытиях одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами и с подвесным транспортом, с фонарями и без фонарей при пролетах 18 и 24 м.



## Стропильные железобетонные фермы:

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

**Фрагмент  
покрытия  
с различными  
стропильными  
фермами**

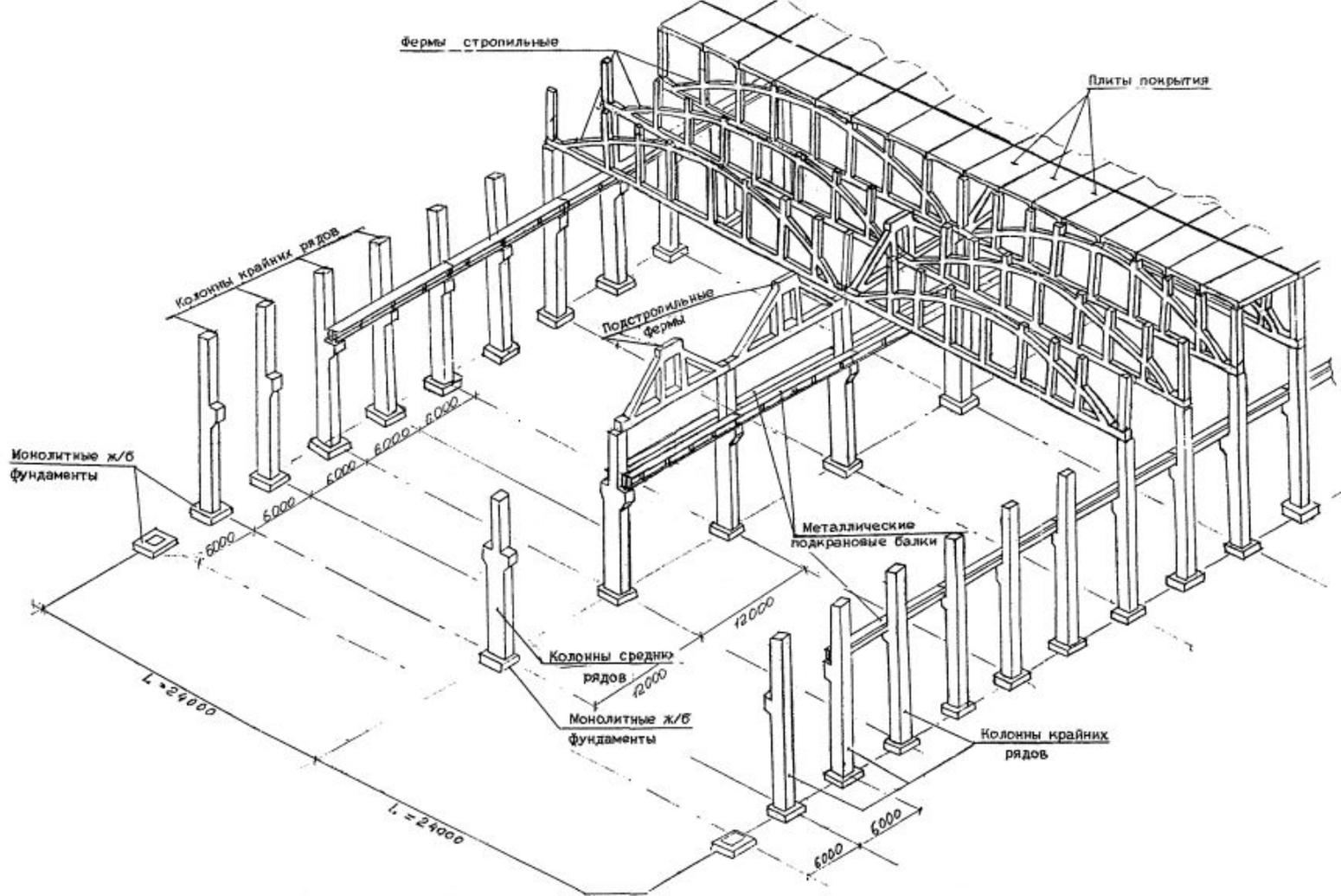


**1 – плиты покрытия; 2 – стропильные  
фермы; 3 – подстропильные фермы**



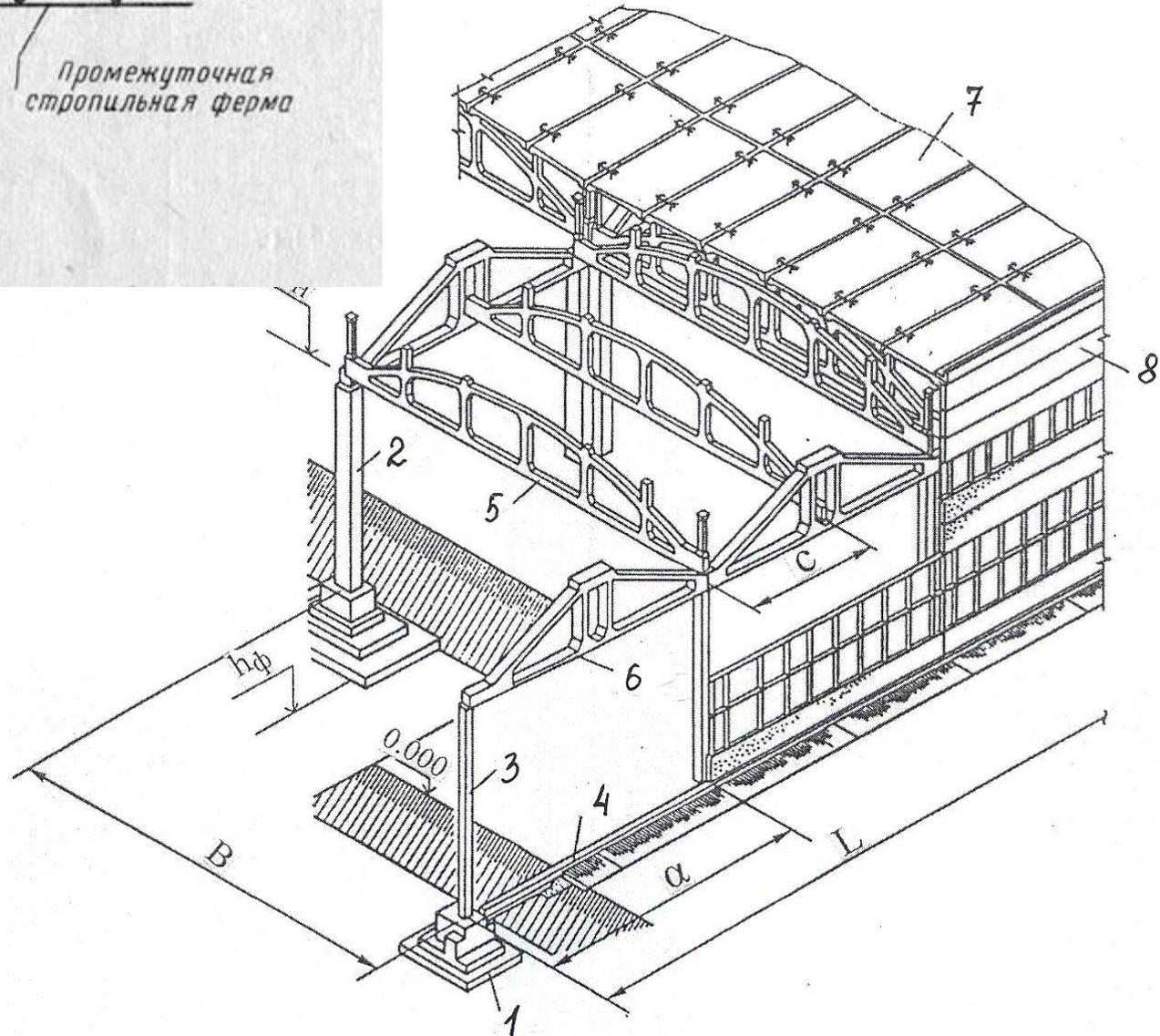
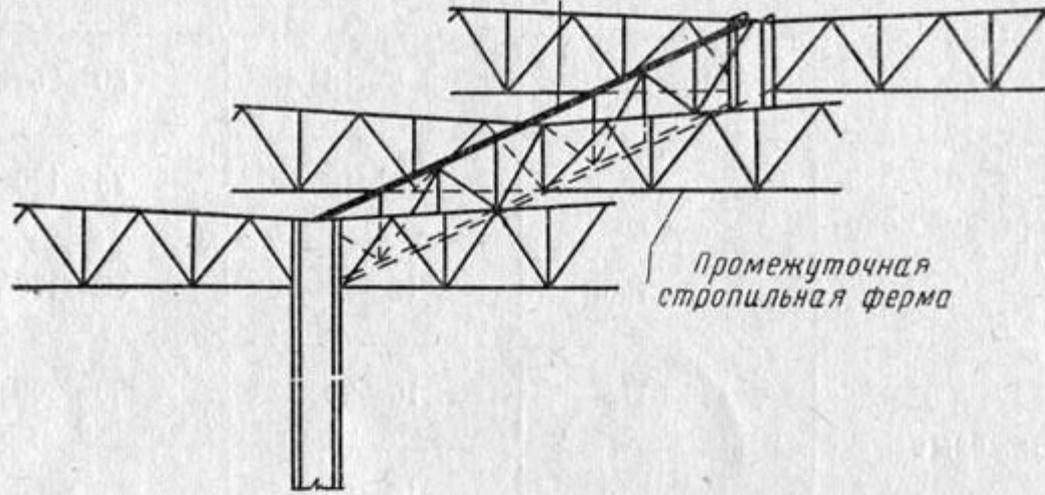
Унифицированные **стальные фермы** разработаны для пролетов от 18 до 36 м.

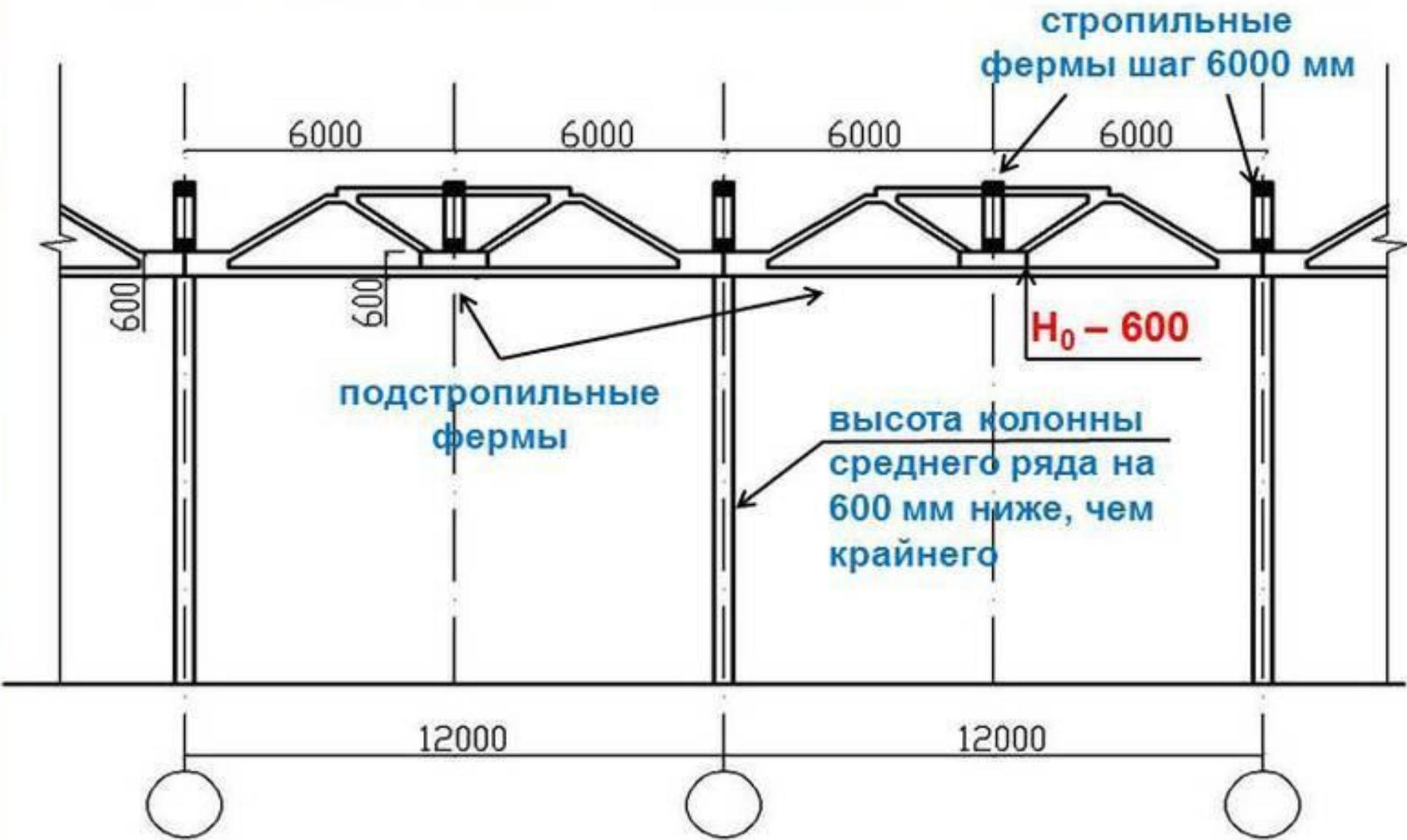




**Подстропильные конструкции** применяют для опирания стропильных конструкций в случаях, когда шаг средних колонн больше шага крайних колонн. Подстропильные конструкции устанавливаются вдоль пролета на средние колонны. Существуют железобетонные подстропильные фермы при шаге колонн 12 м и стальные подстропильные фермы при шаге колонн от 12 до 24 м.

Подстропильная ферма



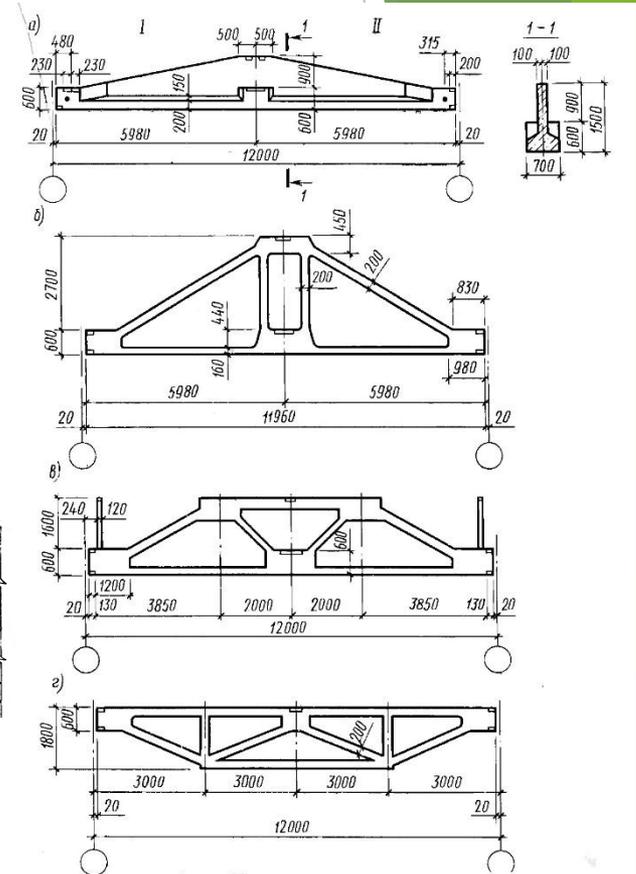
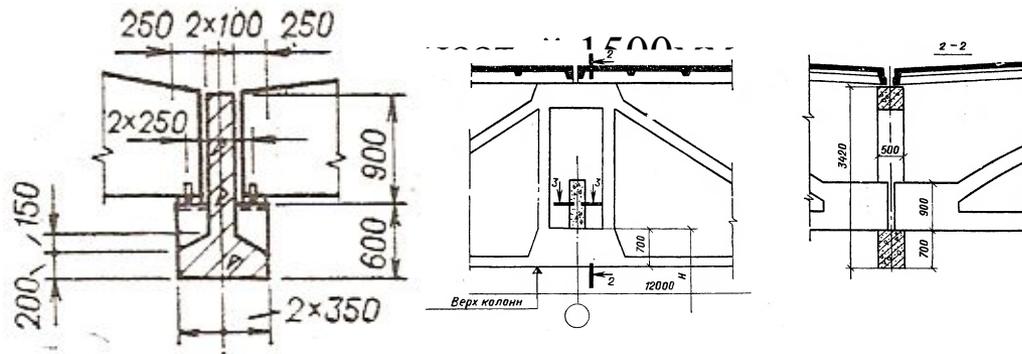


## Подстропильные конструкции

применяют в промышленных зданиях, когда технологический процесс требует широкого шага колонн каркаса, то несущие конструкции покрытия опирают на подстропильные конструкции.

Ж/б подстропильные конструкции

используют:



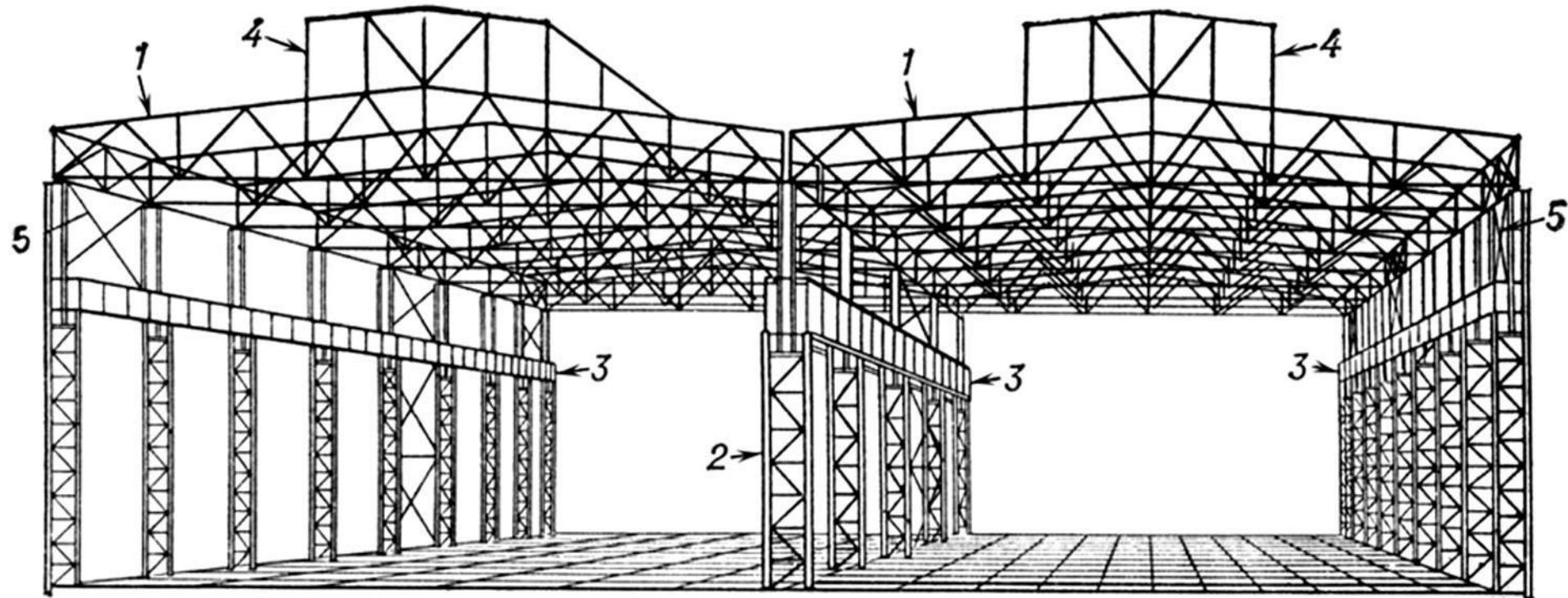
Подстропильные конструкции:

а — подстропильная балка; б — подстропильная ферма для малоуклонных кровель; в — то же, для скатных кровель; г — то же, при длинномерных настилах

◆ **Стропильные и подстропильные конструкции:**

- в отапливаемых зданиях с  $L \geq 30$  м;
- в неотапливаемых зданиях без кран-балок с  $L \geq 24$  м;
- в неотапливаемых зданиях с  $L = 18$  при кран-балках  $Q = 3,2$  т;
- в зданиях с подвесными кран-балками  $Q > 5$  т, что превышает показатели, предусмотренные для типовых железобетонных конструкций;
- в зданиях с большими динамическими нагрузками (копровые цехи, взрывные отделения и т.п.);
- над горячими участками цехов с интенсивным теплоизлучением при температуре нагрева поверхностей конструкций более  $100^\circ\text{C}$  (холодильники прокатных цехов, отделения нагревательных колодцев, печные и разливочные пролеты и т.п.).





## Стальной каркас промышленного здания

- 1 – стропильная ферма;
- 2 – колонна;
- 3 – подкрановая балка;
- 4 – фонарь;
- 5 – крестовая связь;

# Стальные несущие конструкций покрытий

В состав стальных несущих конструкций покрытий входят прогоны, стропильные и при необходимости подстропильные фермы, опорные стойки, горизонтальные и вертикальные связи. Шаг стропильных ферм принимают 6 или 12 м.

**Стальные фермы** применяют:

- с параллельными поясами
- полигональные
- треугольные

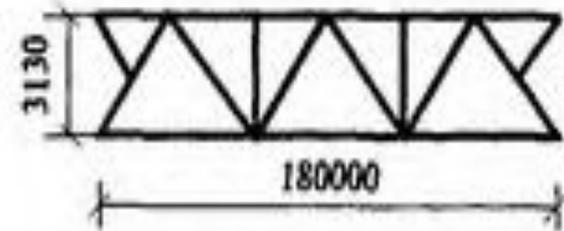
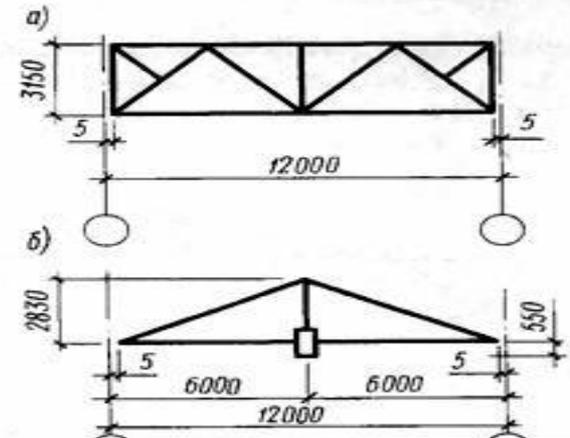
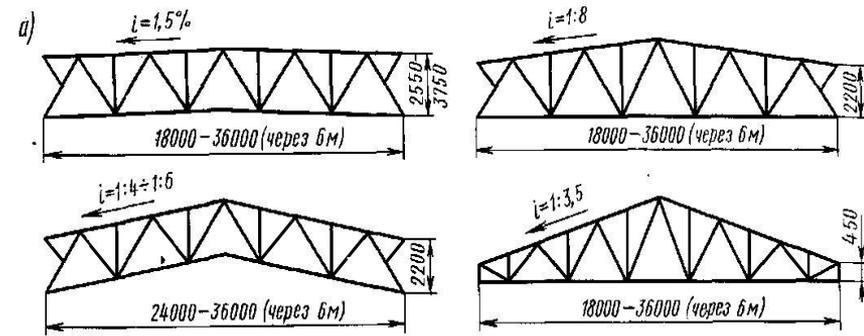
**Типы решеток:**

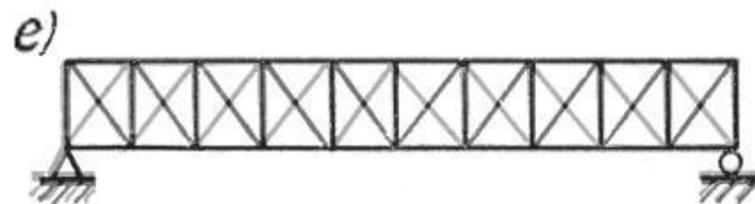
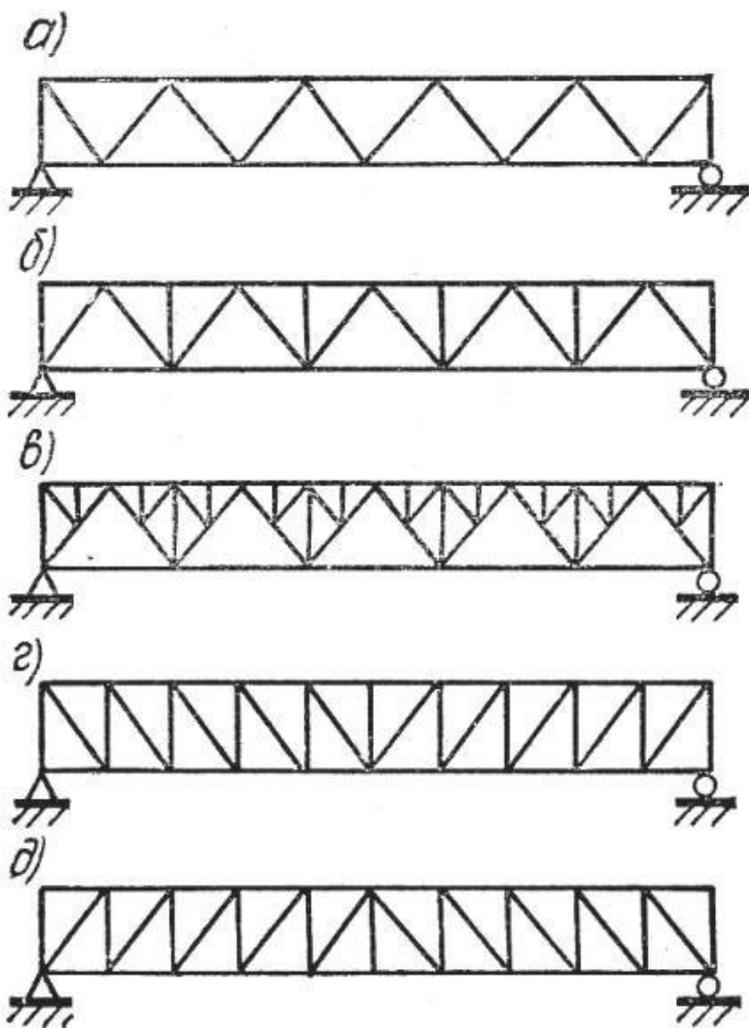
- треугольная
- треугольная с дополнительной стойкой
- раскосные решетки: входящие раскосы, нисходящий, крестовые решетки

Расстояние между узлами верхнего пояса ферм равно

При необходимости расстояние может быть меньше 1,5 м., благодаря установке дополнительных шпренгелев стоек.

Стропильные конструкции выполняются без боковых стоек, т.к. они уже смонтированы на колоннах. Крепление к стойке осуществляется с помощью накладных деталей.





Типы решетки: *a* — треугольная; *б*, — треугольная с дополнительными стойками; *в* — треугольная со шпренгелями; *г* — раскосная с нисходящими (к середине пролета) раскосами; *д* — раскосная с восходящими раскосами  
*e* - крестовые решетки

# Покрытия и кровли

В промышленном строительстве чаще всего в качестве **несущих конструкций покрытия** используют стальные, железобетонные фермы или балки, а в качестве **несущего настила** – **сборные железобетонные плиты** или **стальные оцинкованные профилированные листы**.

Наиболее часто в качестве несущих элементов покрытий применяют предварительно напряженные **железобетонные ребристые плиты** размером 1500×6000 и 3000×6000 мм, реже 1500×12000 и 3000×12000 мм.

Плиты укладывают на фермы или балки покрытия и скрепляют с ними путем сварки стальных закладных деталей в плитах и фермах (балках). Швы между плитами заполняют цементным раствором марки не ниже М 200.

## Конструктивное решение ограждающей части покрытия

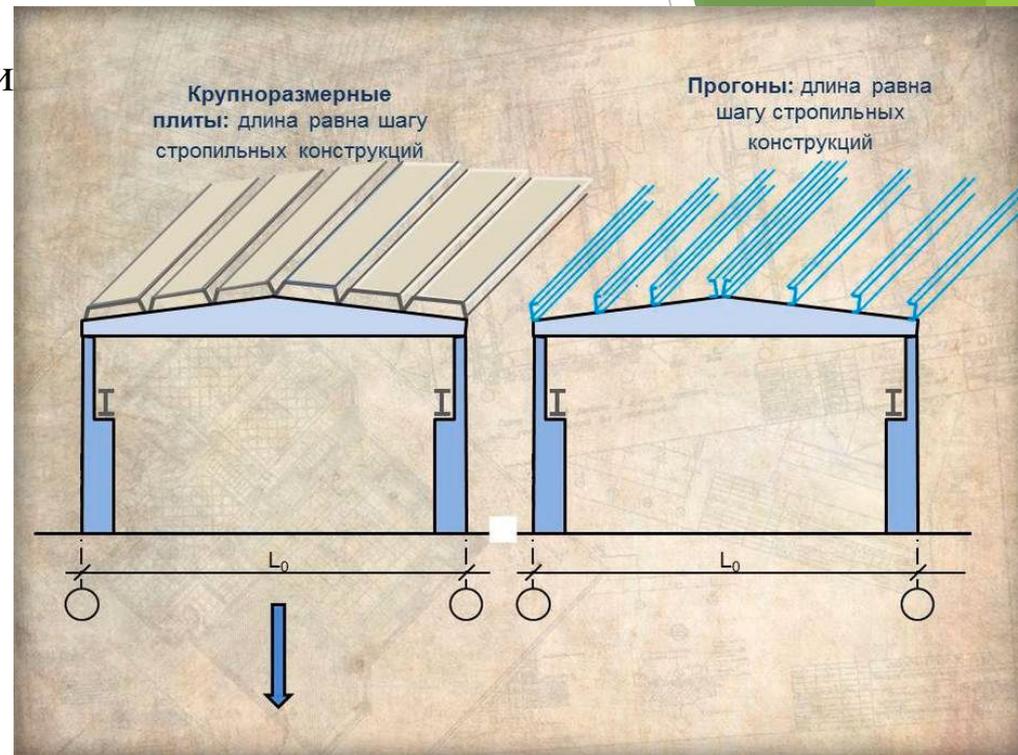
Покрытия промышленных зданий состоят из

**несущей и ограждающей частей.**

Несущие элементы ограждающей части покрытия.

При плоских и скатных несущих конструкциях покрытия промышленных зданий, несущие элементы ограждающей части покрытий могут быть выполнены с применением

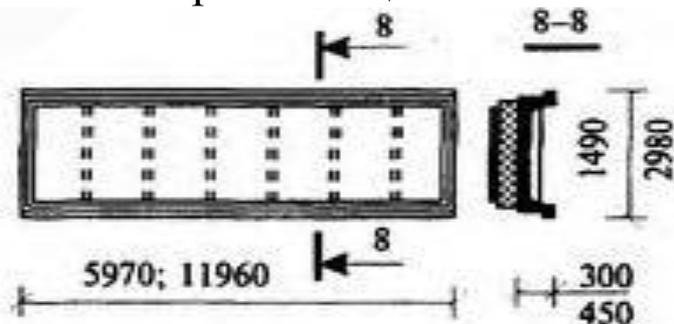
**прогонов**, по которым укладывают мелкоштучные плиты, и в виде **крупноразмерных плит**.



## Беспрогонные покрытия

Для устройства беспрогонных покрытий используют крупноразмерные панели, которые опирают непосредственно на несущие конструкции покрытия.

Крупноразмерные плиты служат не только ограждающей частью покрытия, но и обеспечивают пространственную жесткость покрытия в целом.



Комплексная панель покрытия

Длину панелей принимают равной шагу стропильных конструкций покрытия (6 и 12 м). Ширину панелей увязывают с размерами несущей конструкции покрытия и с учетом нагрузки, действующей на покрытие.

Ширина ребристых плит 3 м, доборных – 1,5 м.

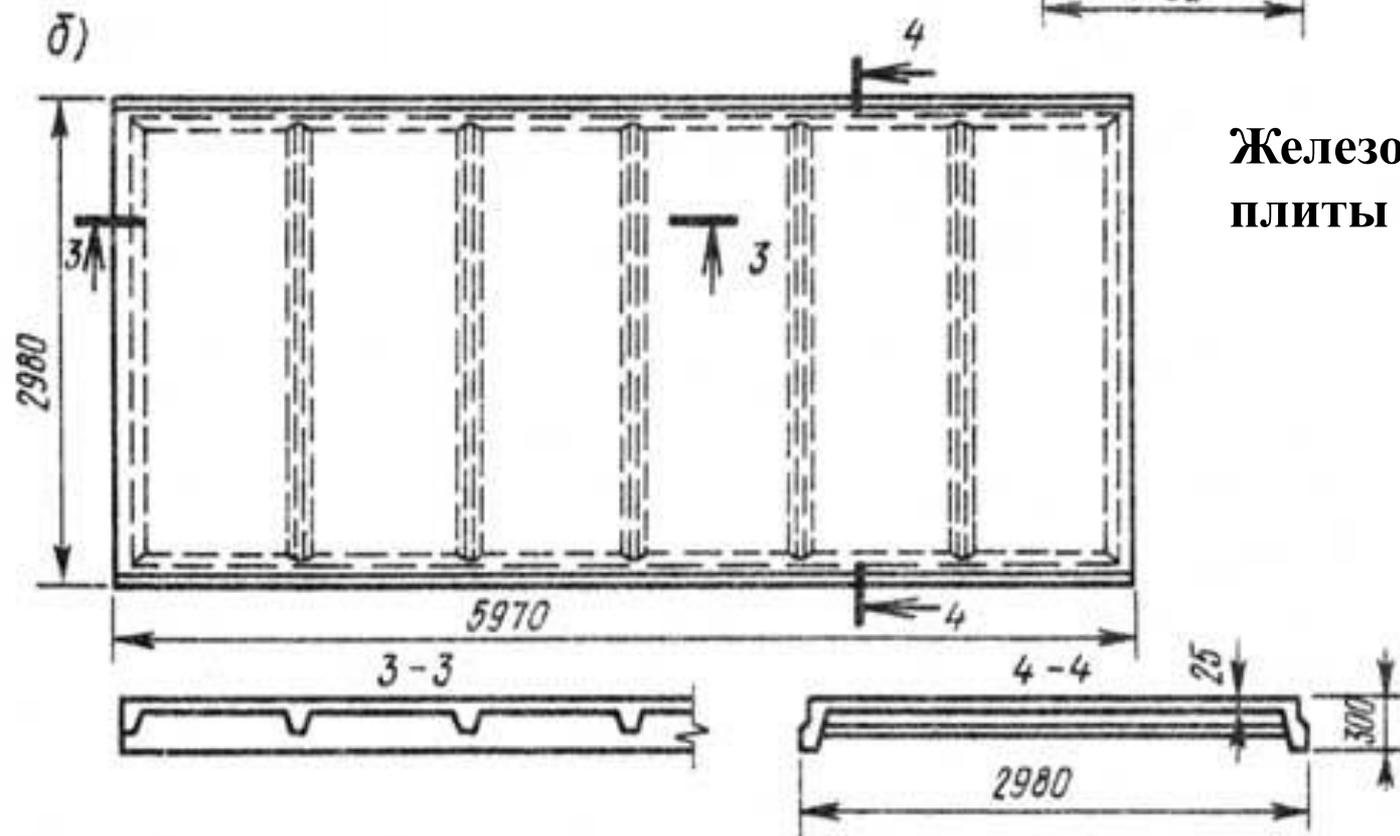
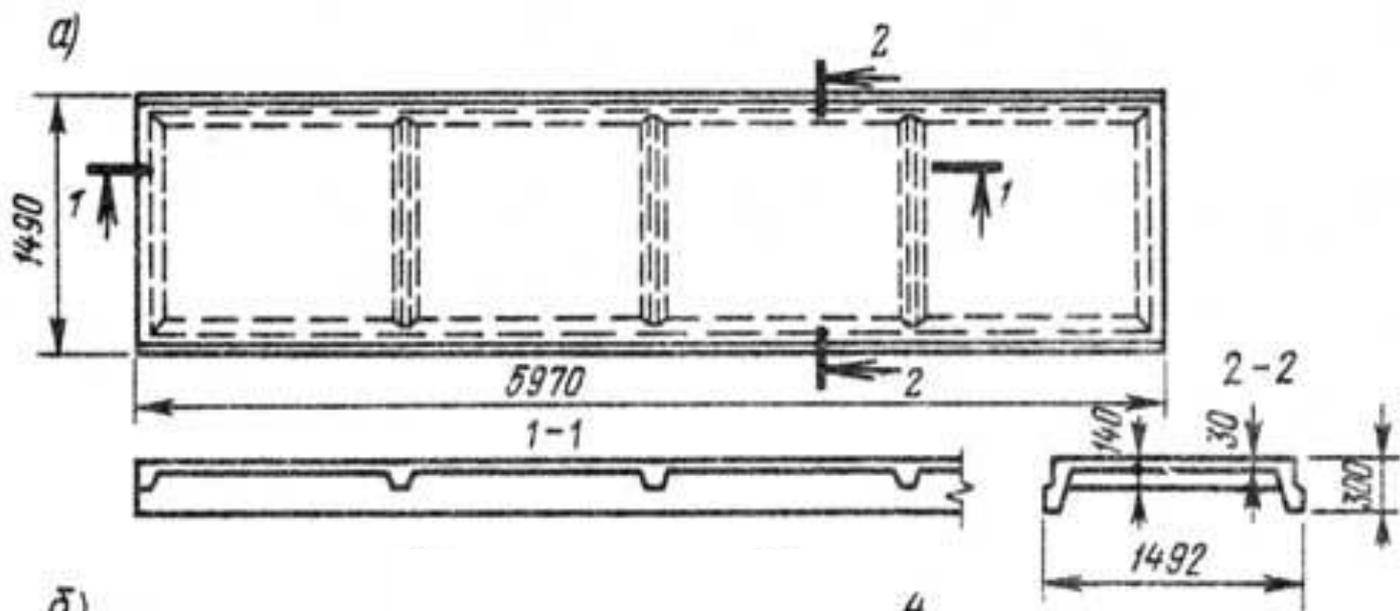
**Ребристые плиты** выполняют из **тяжелого железобетона**,

- с основными продольными ребрами расположенными по краям,
- с поперечными ребрами
- и армированной полкой.

Эти плиты наиболее универсальны их применяют в утепленных и холодных покрытиях неотапливаемых зданий.

**Плиты из легкого бетона** (керамзитобетонные ...) применяют для устройства теплых покрытий. Плиты из армопенобетона и из легкого армированного бетона, размером: 1.5 х бм.

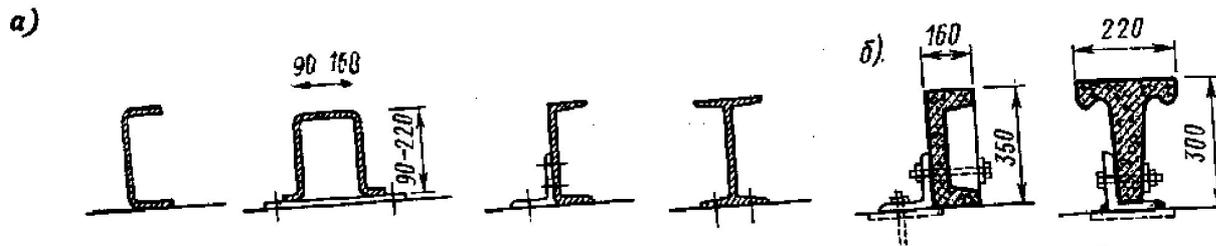
Они одновременно и несущие и теплоизоляционные элементы. В зависимости от теплотехнических требований толщину плит назначают различной. Эти плиты применяют в зданиях с нормальным температурно-



Железобетонные  
плиты покрытий

## Покрытия по прогонам.

Прогоны воспринимают нагрузку от кровли и передают ее на стропильные конструкции. Прогоны выполняют сплошного сечения и решетчатые.

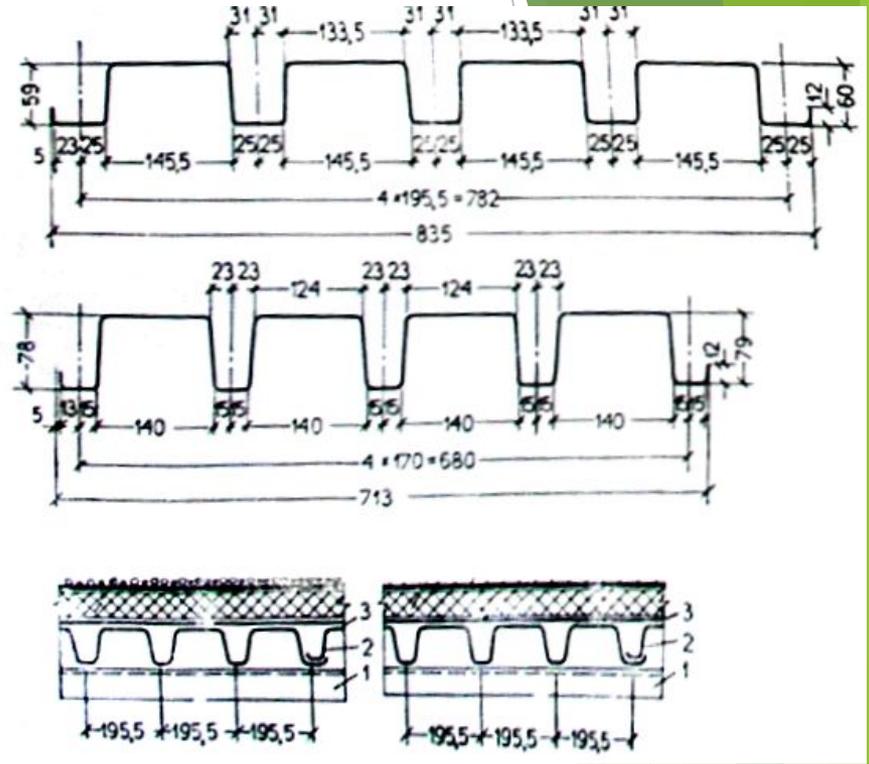
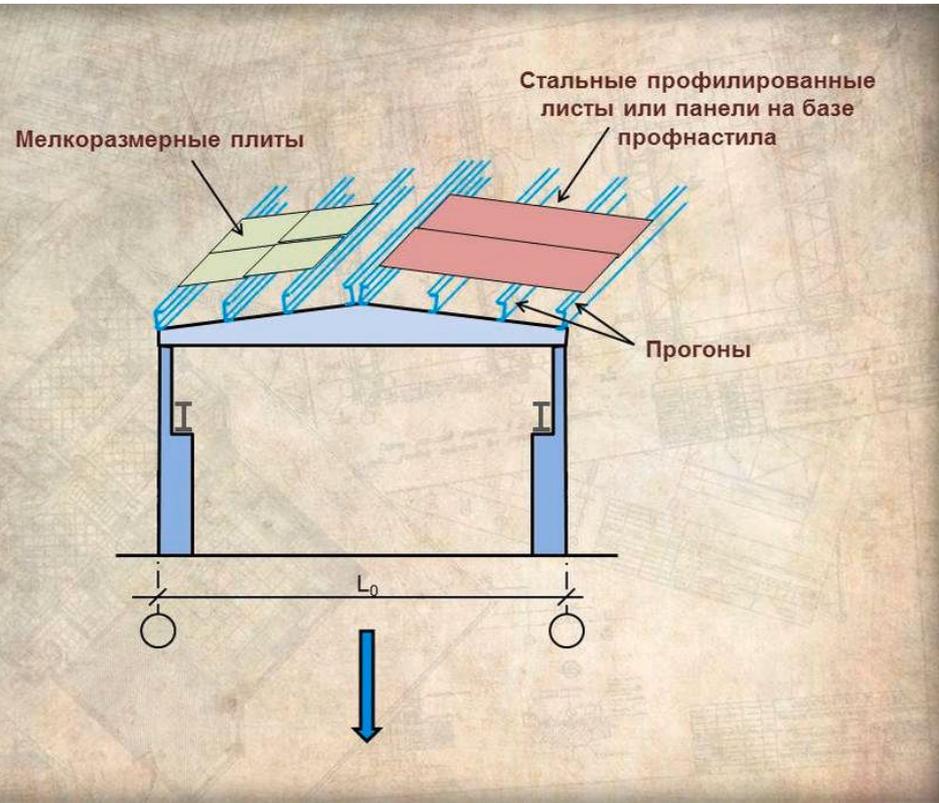


А) – стальные прогоны из гнутых и прокатных профилей.

Б) – железобетонные прогоны.

При прогонной схеме покрытия применяют легкие эффективные крупногабаритные панели, плиты, настилы и листовые конструкции. Двухслойные панели (монопанели) представляют собой конструкцию, состоящую из профилированного стального листа (настила), утеплителя и покровного слоя.

Ширина 1м, длина 12м.



- 1 – стальной прогон,
- 2 – стальной профилированный настил,
- 3 – слой кровельного материала насухо, жесткие минераловатные плиты, кровля.

## Покрытия и кровли

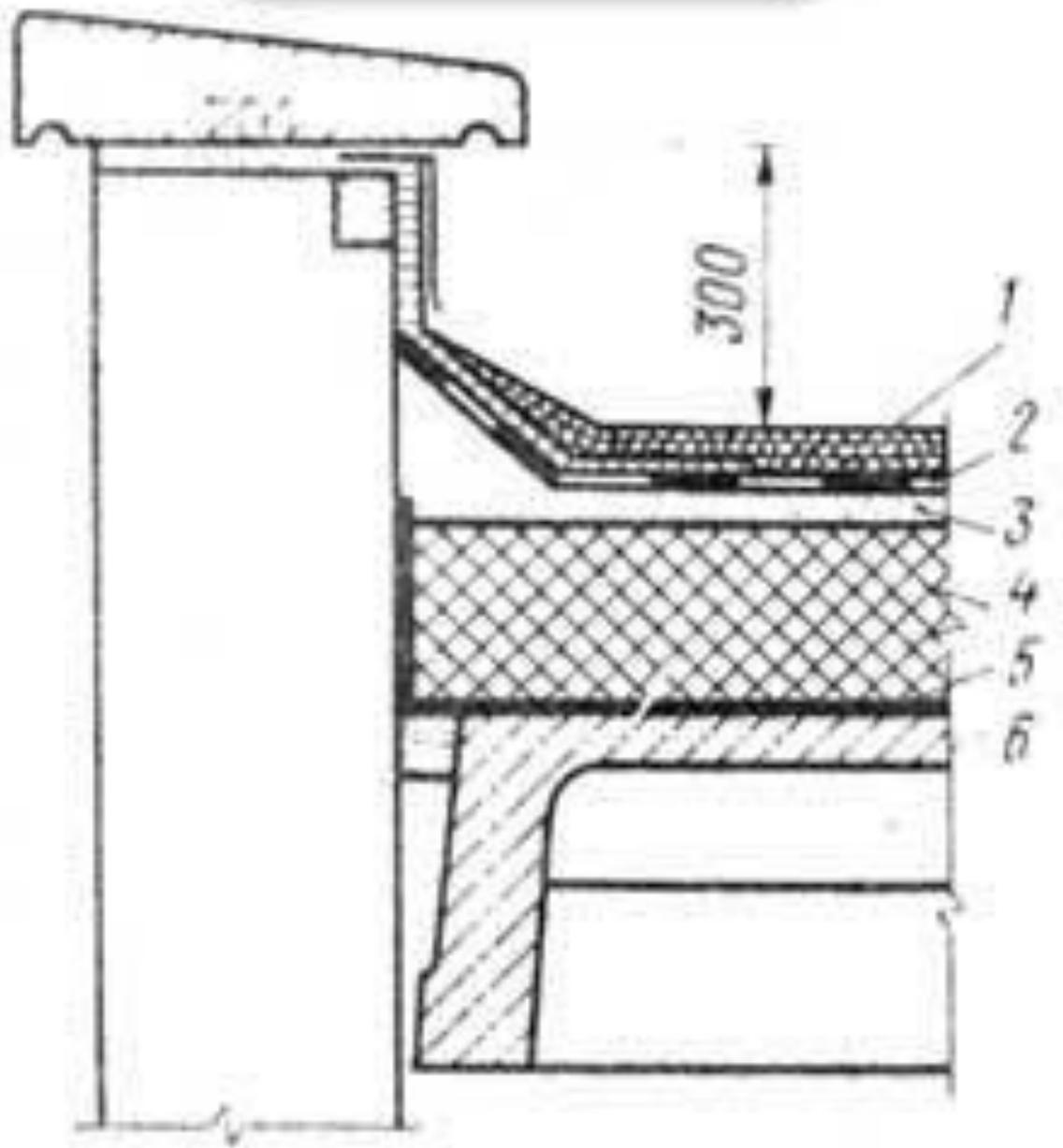
**Количество слоев рулонного ковра** принимается в зависимости от уклона кровли и составляет:

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

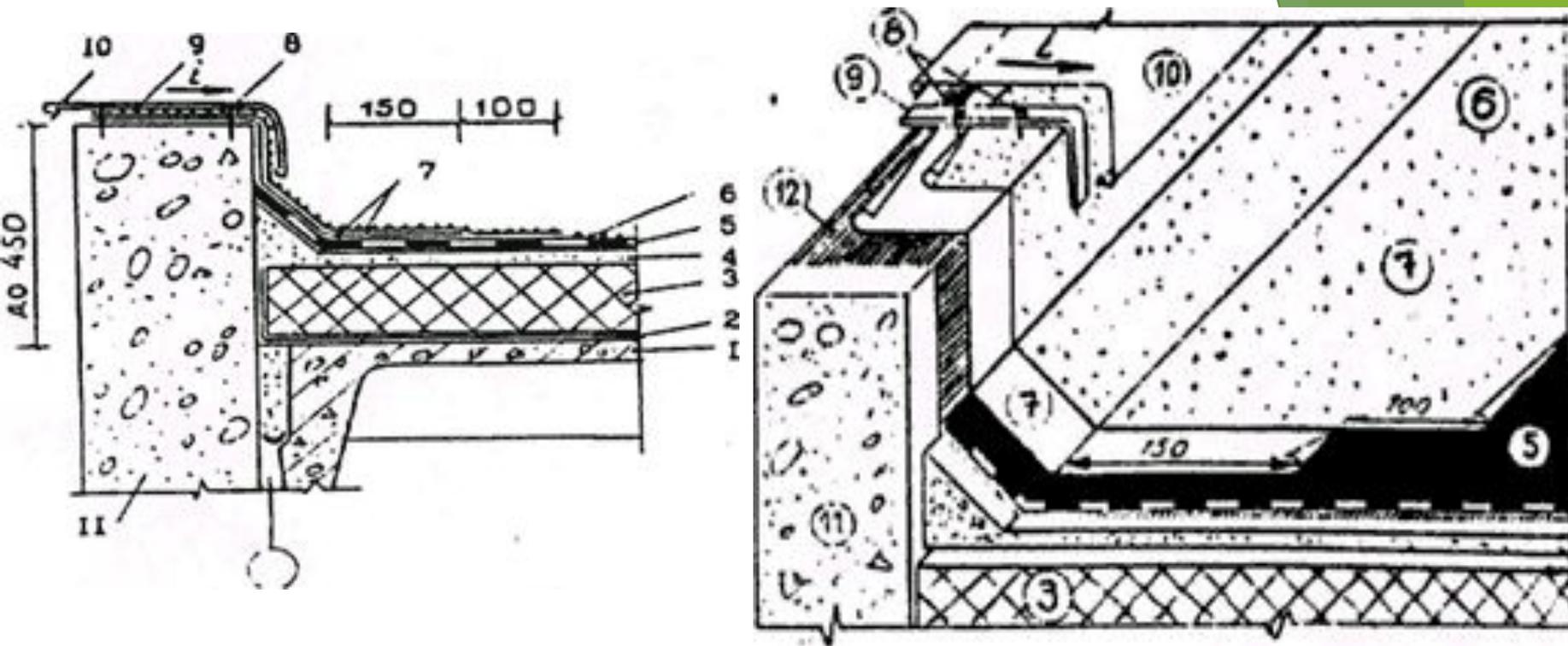
**Карнизные свесы** отклеивают дополнительными слоями рулонного материала и обделывают оцинкованной кровельной сталью. Места примыкания ковра к парапетам, бортам фонарей, а также к температурным швам оклеивают на высоту не менее 250 мм отдельными полотнищами длиной не более 2 м с сопряжением их со слоями примыкающего ковра внахлестку.

Верхние концы ковра в месте примыкания к вертикальной стенке закрывают фартуком из оцинкованной стали, а щели над фартуком в стене заделывают цементным раствором.

По верхнему слою кровель, как правило, устраивают **защитный слой** из мелкого гравия, втопленного в битумную мастику.



- 1 - защитный слой;**
- 2 - водоизоляционный ковер;**
- 3 - стяжка;**
- 4 - теплоизоляция;**
- 5 - пароизоляция;**
- 6 - плита покрытия.**



## 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** – дюбели; **9** – костыли 40×4  
 через 600 мм; **10** – оцинкованная кровельная сталь; **11** – стена; **12** – грунтовка

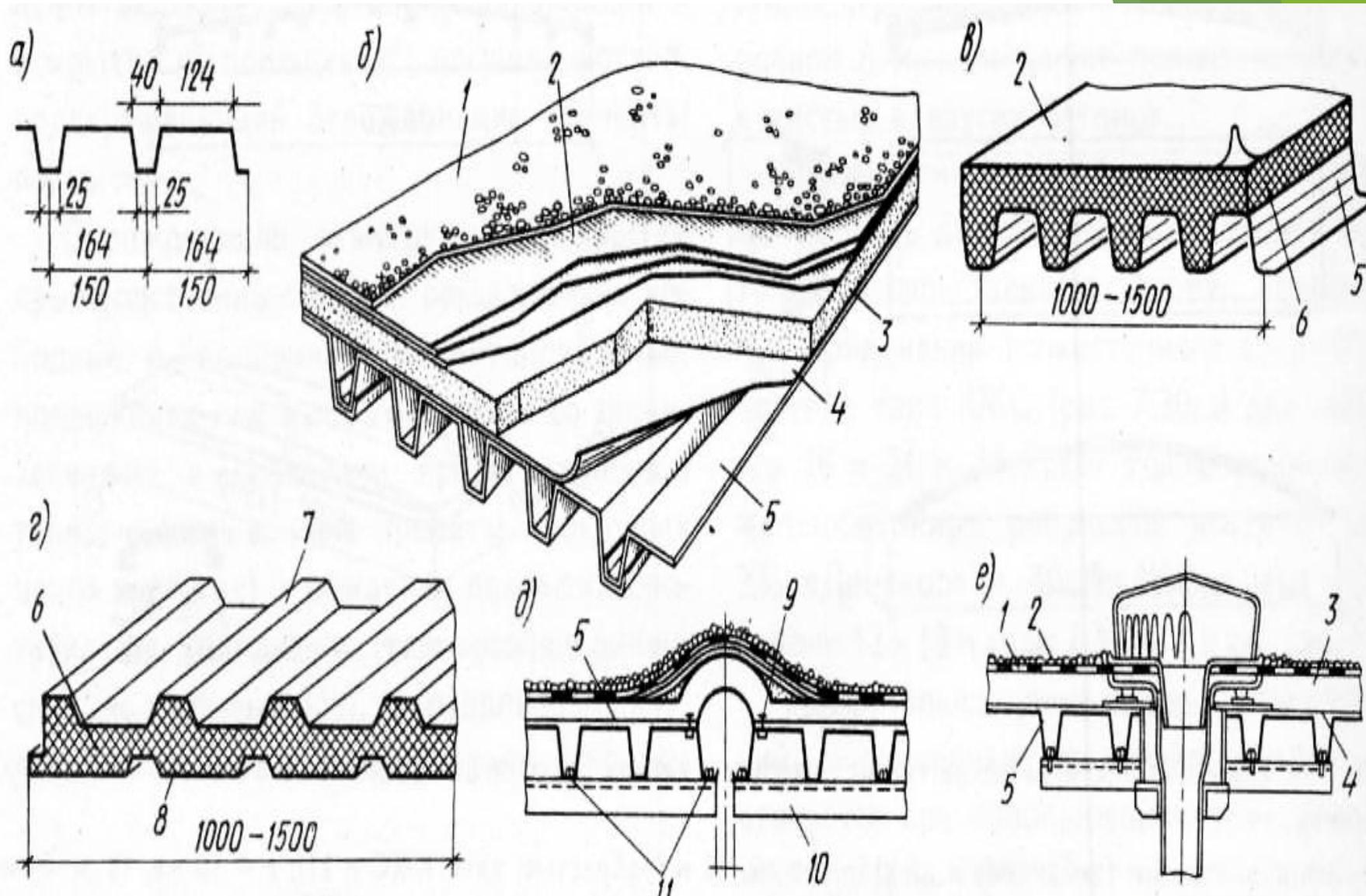


Рис. 2. Индустриальная конструкция комплексной панели:  
 1 — гидроизоляция; 2 — стяжка; 3 — теплоизоляция 4 —  
 пароизоляция; 5 — железобетонная или легковесная плита

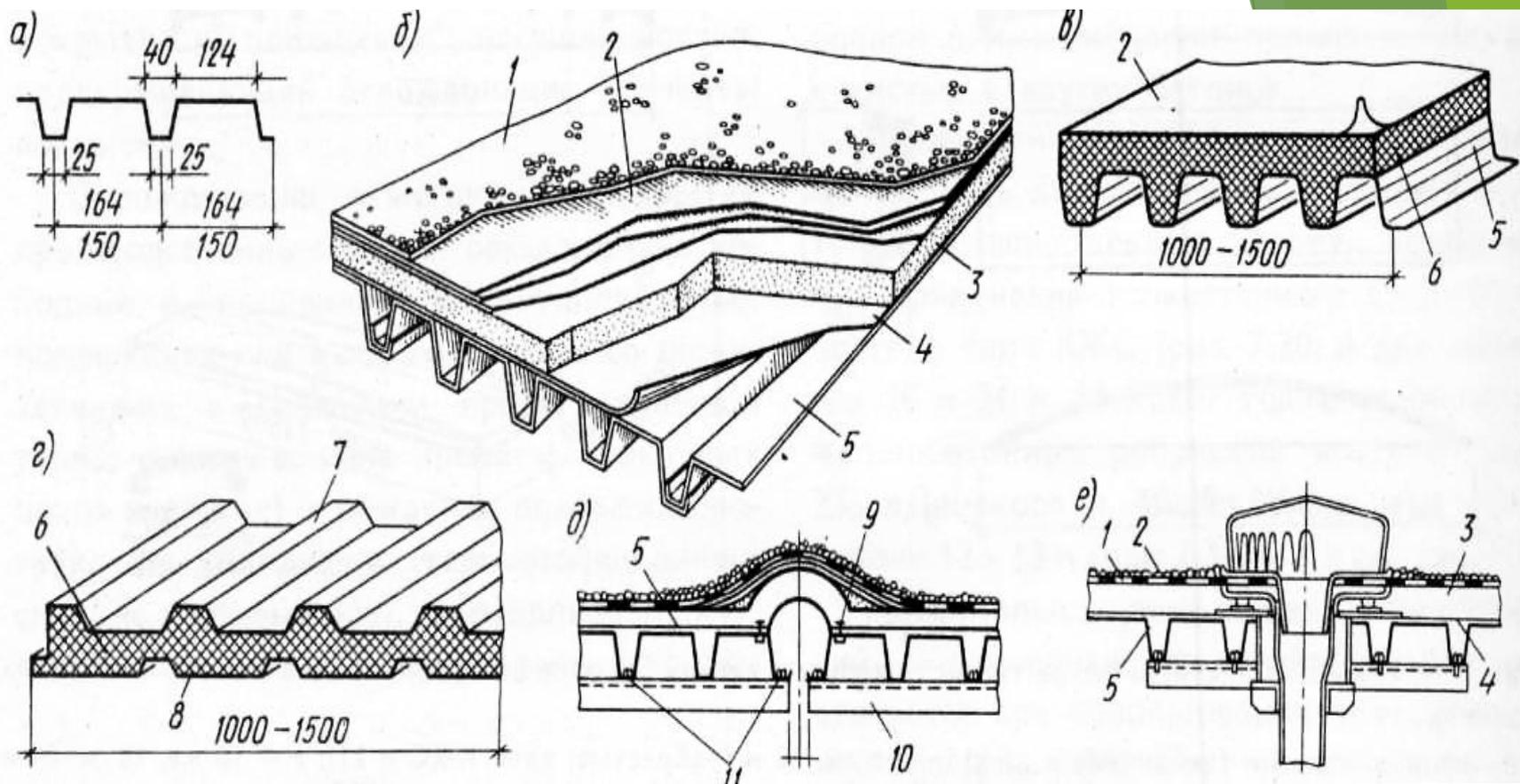
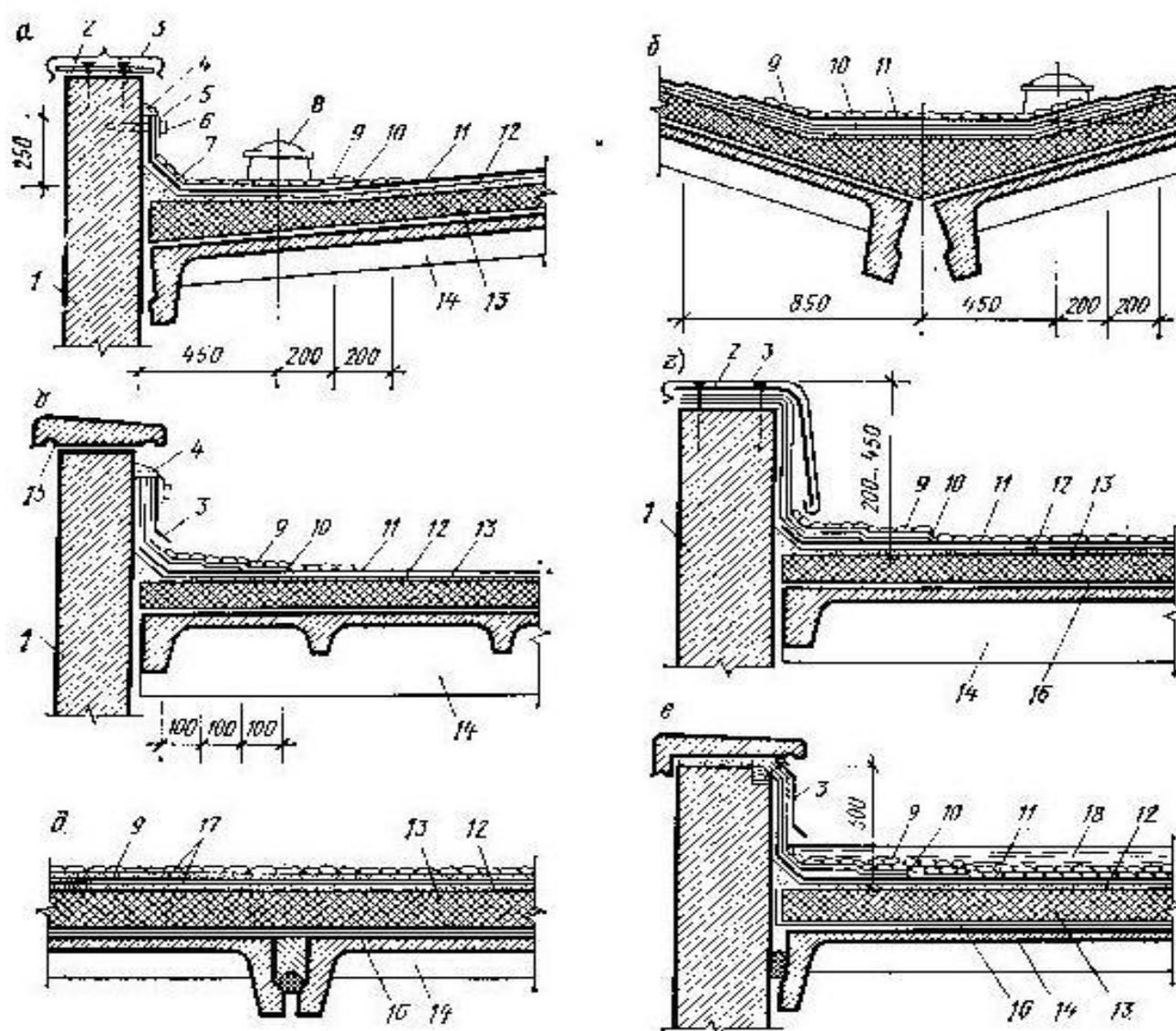
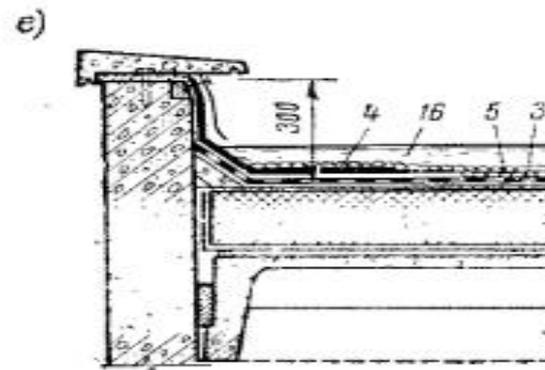
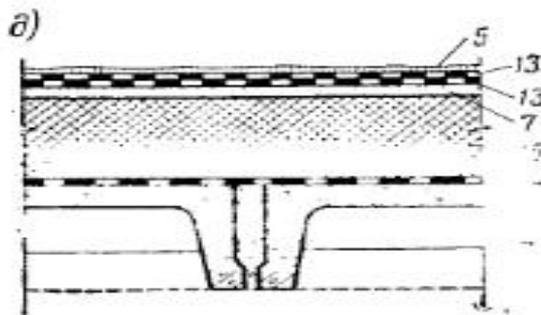
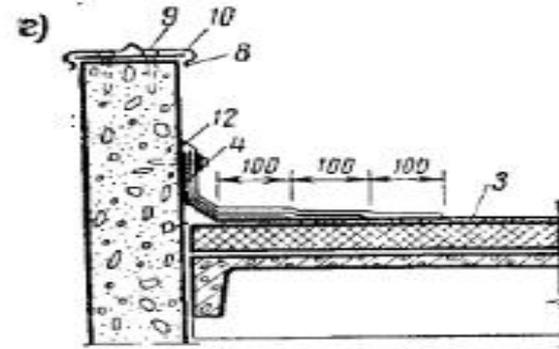
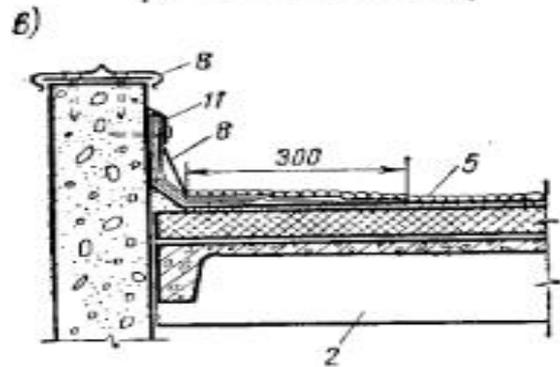
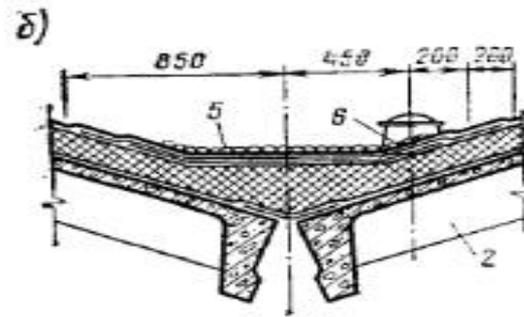
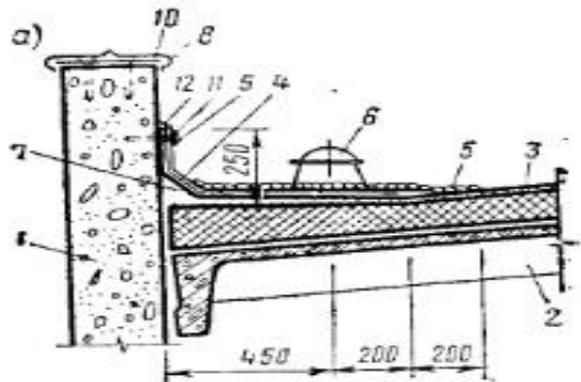


Рис. 3. Индустриальные конструкции покрытия по стальному настилу: а — вид одного из вариантов настила; б — деталь покрытия; в — панель двухслойная (монопанель); г — то же, трехслойная (типа «сэндвич»); д — деформационный шов; е — установка водоприемной воронки; 1 — защитный слой; 2 — водоизоляционный ковер; 3 — жесткий плитный утеплитель; 4 — слой рубероида; 5 — стальной профилированный настил; 6 — вспенивающийся пенопласт; 7 — верхняя стальная обшивка; 8 — то же, нижняя; 9 — заклепки комбинированные; 10 — прогон; 11 — самонарезающиеся болты



Детали покрытий с различными видами кровли:

а-г - рулонной; д - мастиковой; е - водонаполненной; 1 - стена; 2 - костыли через 0,5 м; 3 - оцинкованная сталь; 4 - мастика; 5 - стальная лента 40x3 мм; б - дюбель; 7 - раствор; 8 - воронка; 9 - защитный слой; 10 - дополнительные слои кровли; 11 - основной ковер; 12 - выравнивающий слой; 13 - утеплитель; 14 - плита; 15 - парапетная плита; 16 - пароизоляция; 17 - мастичные слои; 18 - слой воды



80. Детали покрытий с рулонной (а—г), асфальтовой (д) и водонаполненной (е) кровлями:

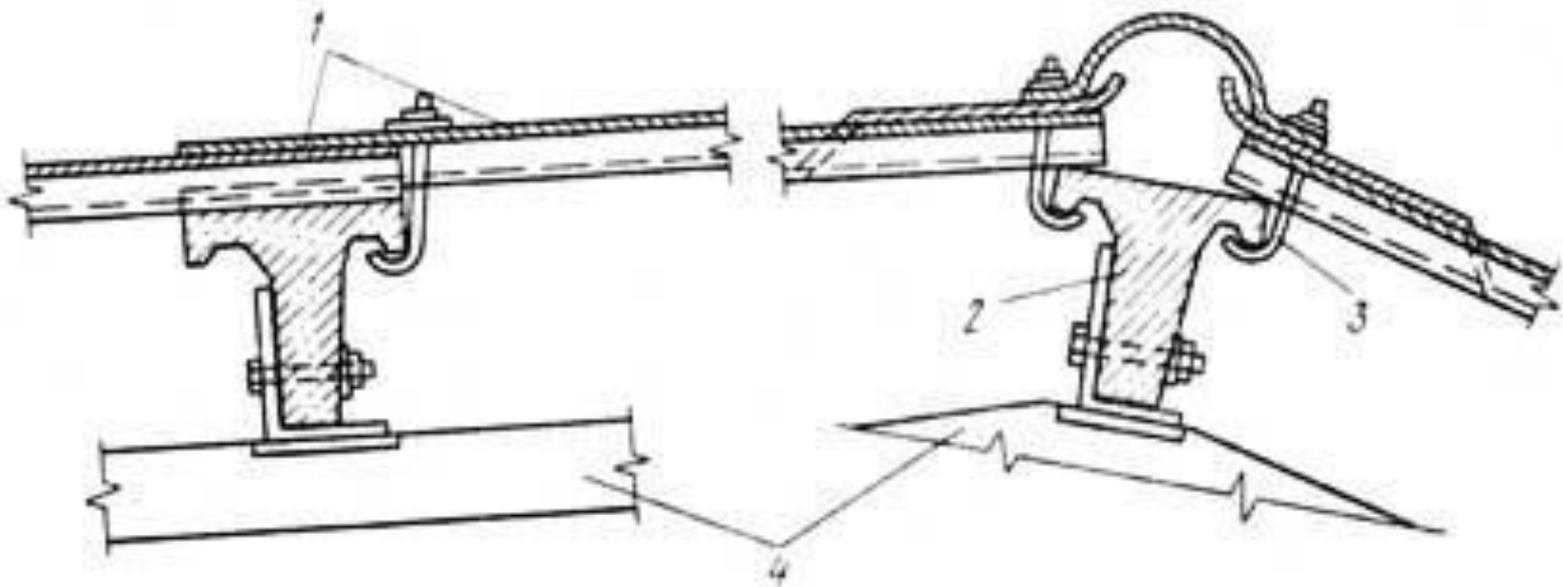
а — примыкание кровли к парапету; б — средняя ендова; в — примыкание кровли к фронтому при плоской кровле; г — то же, при скатной; д — утепленная асфальтовая кровля; е — водонаполненная кровля: 1 — стена; 2 — плита; 3 — основной ковер; 4 — дополнительные слои; 5 — защитный слой; 6 — воронка; 7 — цементный раствор; 8 — оцинкованная сталь; 9 — дюбели через 500; 10 — костыли через 500; 11 — стальная полоска 40×3; 12 — мастика изол; 13 — мастичные слои; 14 — пароизоляция; 15 — утеплитель; 16 — слой воды

## Конструкции покрытия из асбестоцементных листов

Кровли из **асбестоцементных материалов** применяют в скатных как неутепленных, так и утепленных покрытиях промышленных зданий и сооружений. В неутепленных покрытиях обычно используют волнистые листы усиленного профиля размером  $2800 \times 1200 \times 8$  мм.

Их укладывают **по стальным или железобетонным прогонам**, по двухпролетной схеме, т. е. каждый лист опирается на три прогона.

Листы располагают рядами параллельно коньку и соединяют между собой внахлестку. В коньковой и карнизной частях покрытия применяют листы специального профиля.



**Конструкции неутепленного покрытия из асбестоцементных волнистых листов:**

- 1 - асбестоцементный лист; 2 - прогон;  
3 - кляммеры; 4 - верхний пояс фермы балки**

## ПЛАН КРОВЛИ

Выполняется в масштабах 1: 400 или 1 : 500. Масштаб изображения не должен вызывать затруднения при его просмотре.

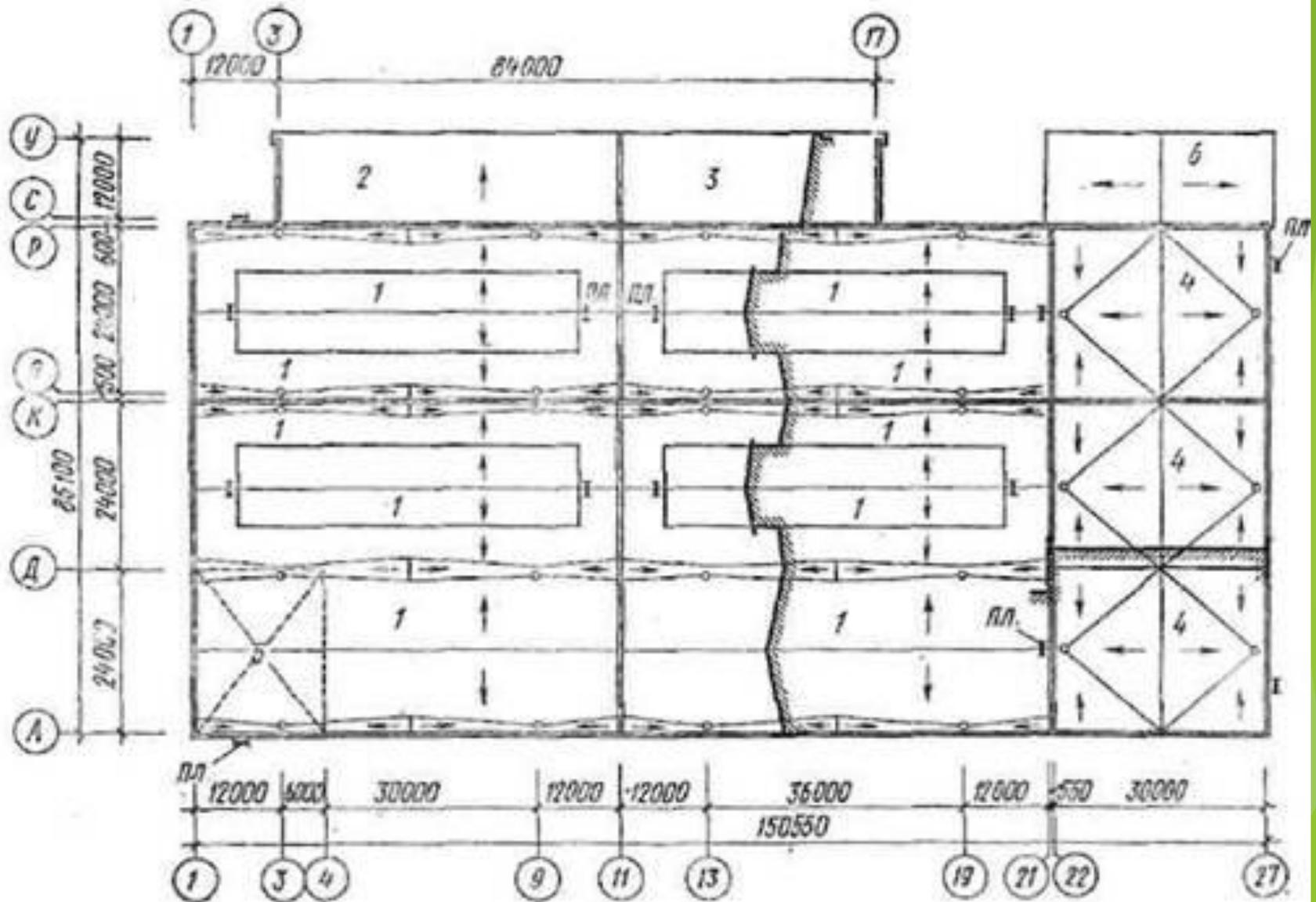
На **плане кровли** показываются:

- рамные и зенитные фонари и другие надстройки,
- линии водораздела,
- водосточные воронки,
- парапеты,
- металлические ограждения,
- температурные и деформационные швы,
- участки с легкобрасываемой кровлей ( если категория пожарной опасности технологического процесса А или Б),
- пожарные лестницы.

Должны быть указаны осевые размеры здания, размеры и привязка участков с лёгкобрасываемой кровлей, привязка воронок, а также схематический профиль кровли.

На **чертеже плана кровли** указываются:

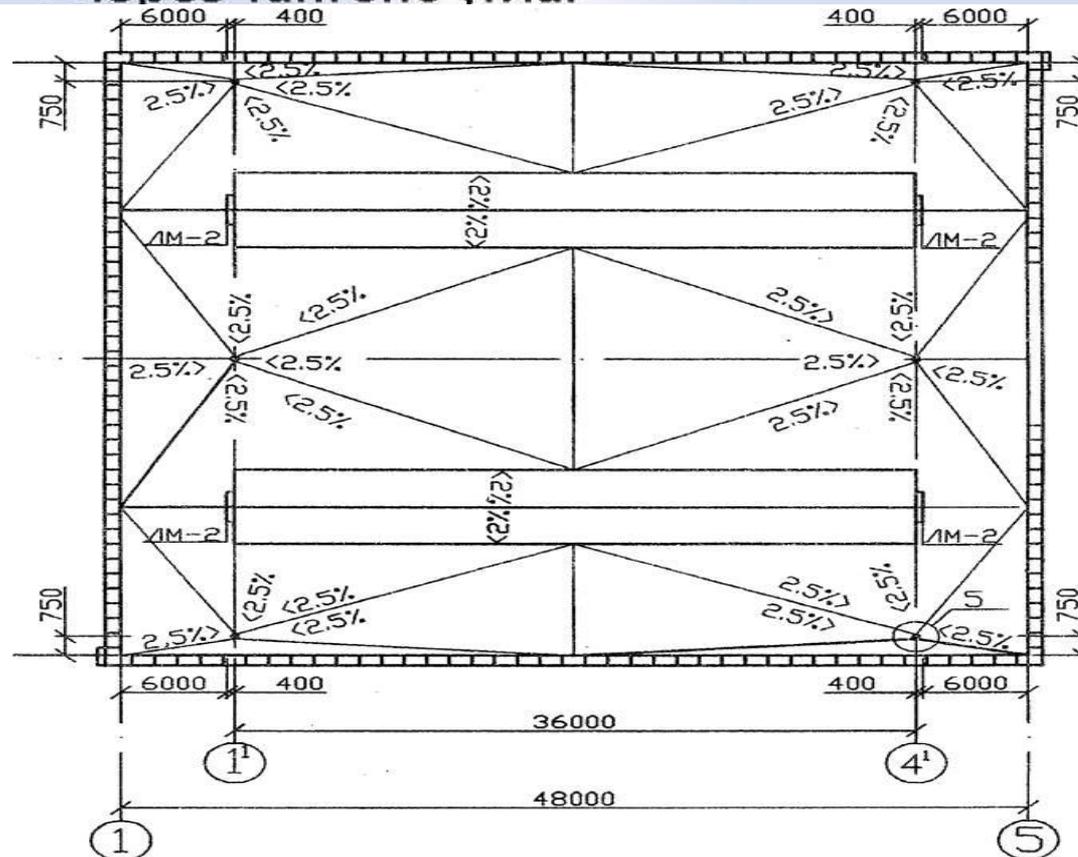
- координационные оси с их маркировкой – габаритные оси здания и пролётов, оси температурных швов, оси около водосточных воронок, оси по торцам рамных фонарей, оси привязок зенитных фонарей;
- генеральные размеры здания в осях;
- величины корректирующих вставок между осями в местах деформационных осадочных швов;
- участки с лёгкосбрасываемой кровлей, их размеры и их привязки к модульным осям;
- схематический профиль крыши с указанием направления и величины уклонов;
- водосборные воронки и их привязки к продольным и поперечным координационным осям;
- пожарные лестницы у торцов фонарей, в перепадах высот и с земли ( через 200 м по периметру);
- эвакуационные лестницы;
- маркировка этих лестниц.



# Уклон для стока воды с крыши.

Уклон выражается:

- в градусах ( угол между скатом и горизонтальной плоскостью)
- в процентах;
- в виде дроби (простой и десятичной);
- через тангенс угла.



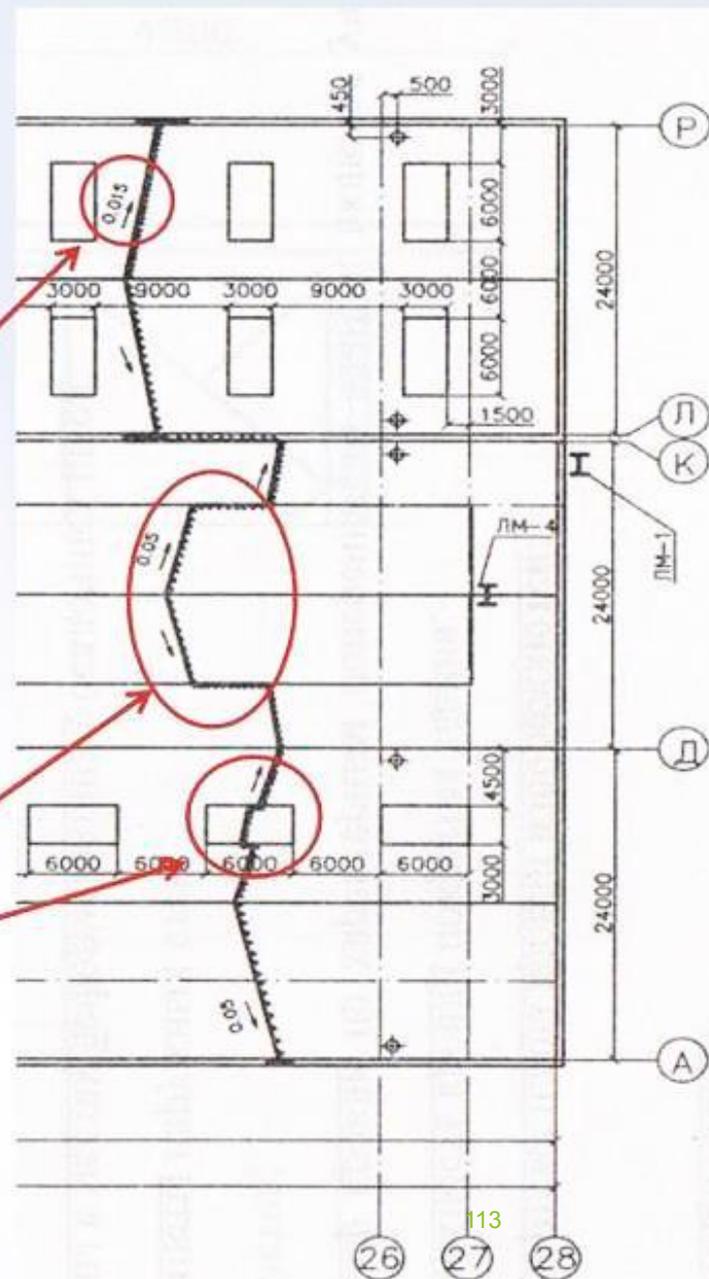
На данном рисунке  
представлен профиль кровли  
многопролетного здания,  
включающий:

- Скаты малоуклонной кровли с  
обозначением уклона;

- Парапеты фасадных стен;

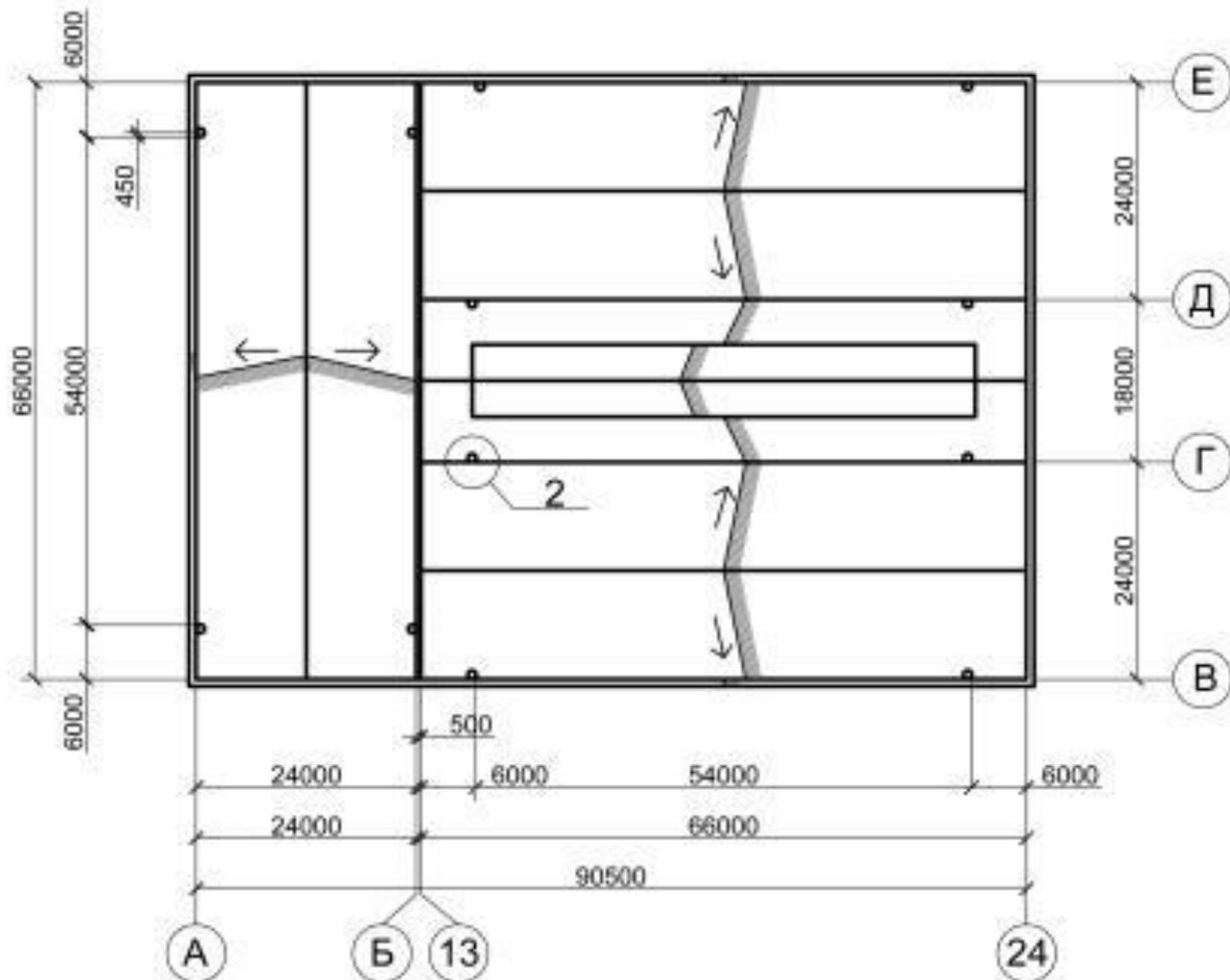
- Профиль рамных фонарей;

- Профиль зенитных фонарей;



## Система водоотвода

должна обеспечивать сбор и отведение воды, образующейся от дождевых осадков и от таяния снега



# СИСТЕМЫ ВОДООТВОДА С ПОКРЫТИЯ



**Внутренний водоотвод**

**Наружный водоотвод**

Тип водоотвода зависит от системы отопления

Отапливаемые здания

Неотапливаемые здания

1. При наружном водоотводе вода в воронках замерзает

требуется постоянный подогрев воронки

большие затраты электроэнергии

2. В ряде производств внутренний водоотвод недопустим из-за возможности аварии при протечке кровли вследствие засорения воронки (мартеновский цех)

Таблица 1

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ПЛОЩАДЬ ВОДОСБОРА  
НА ОДНУ ВОДОСТОЧНУЮ ВОРОНКУ, М<sup>2</sup>

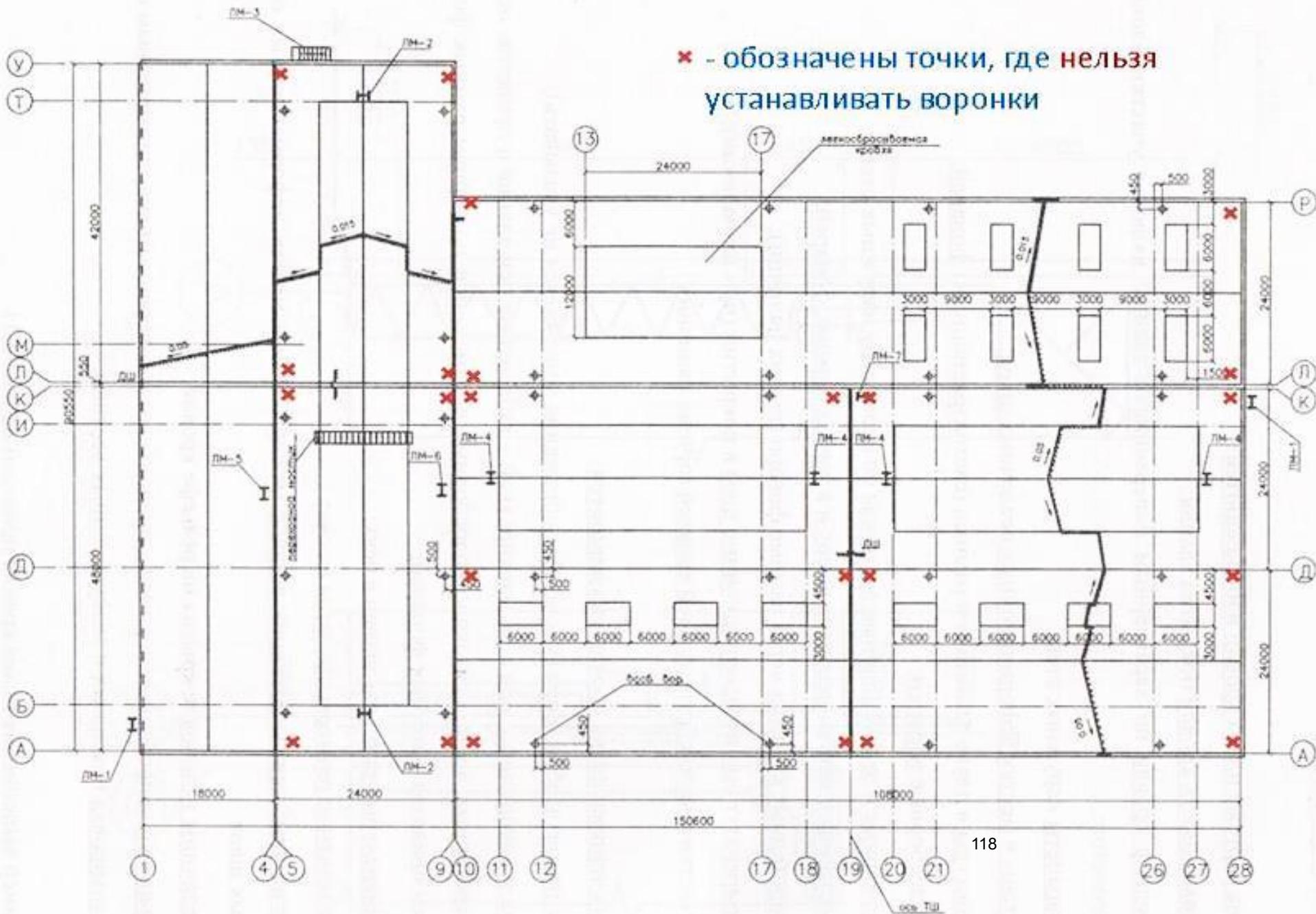
Тип кровли	Интенсивность дождя, л/с на		
	>120	120-100	<100
	Площадь водосбора, м <sup>2</sup>		
Скатная (более 2,5%)	600	800	1200
Плоская (1,5- 2,5%)	900	1200	1800
Плоская, заполняемая водой	750	1000	1500

## Привязка воронки:

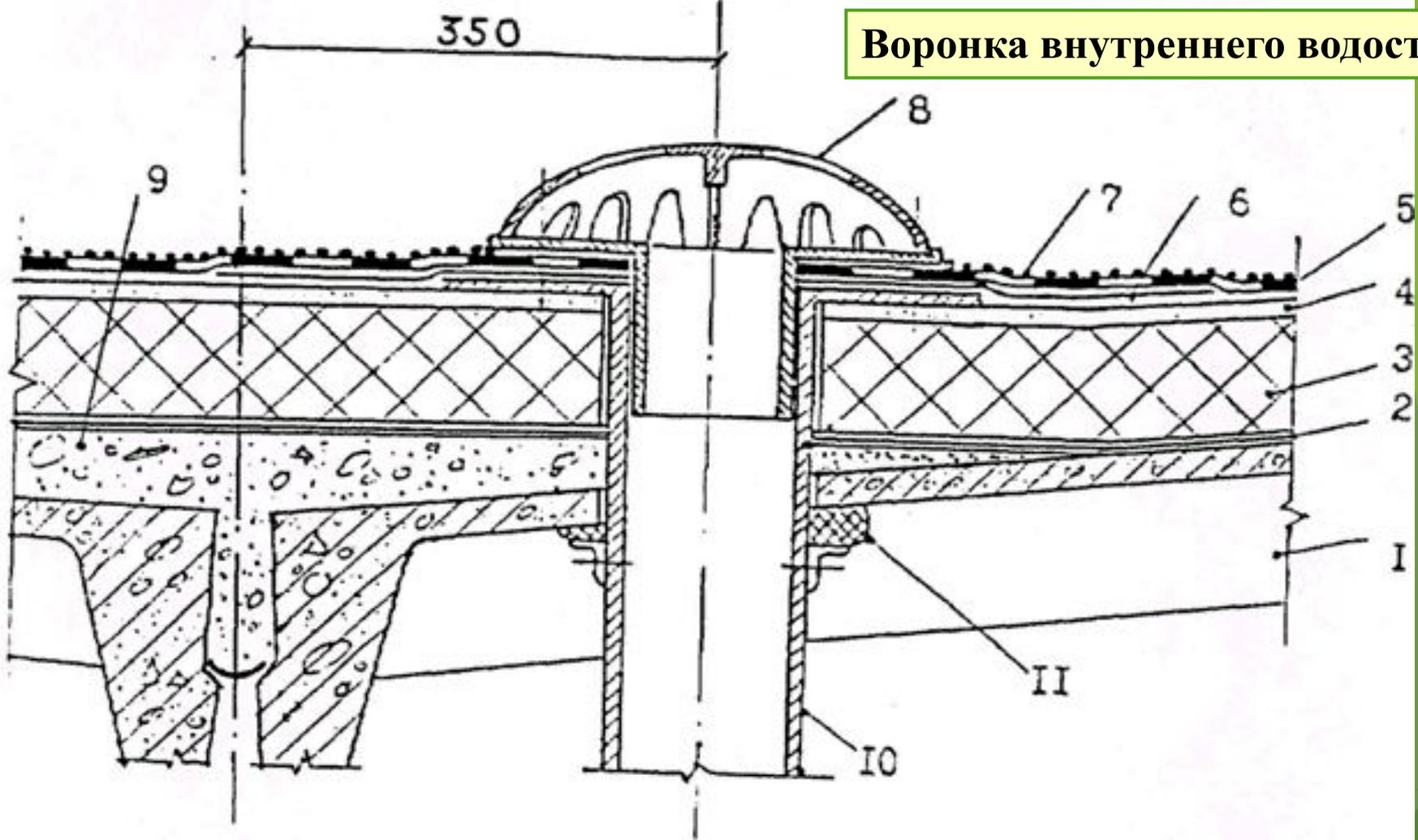
- К осям ряда – 450 мм;
- К поперечным осям – 500 мм



✗ - обозначены точки, где нельзя устанавливать воронки

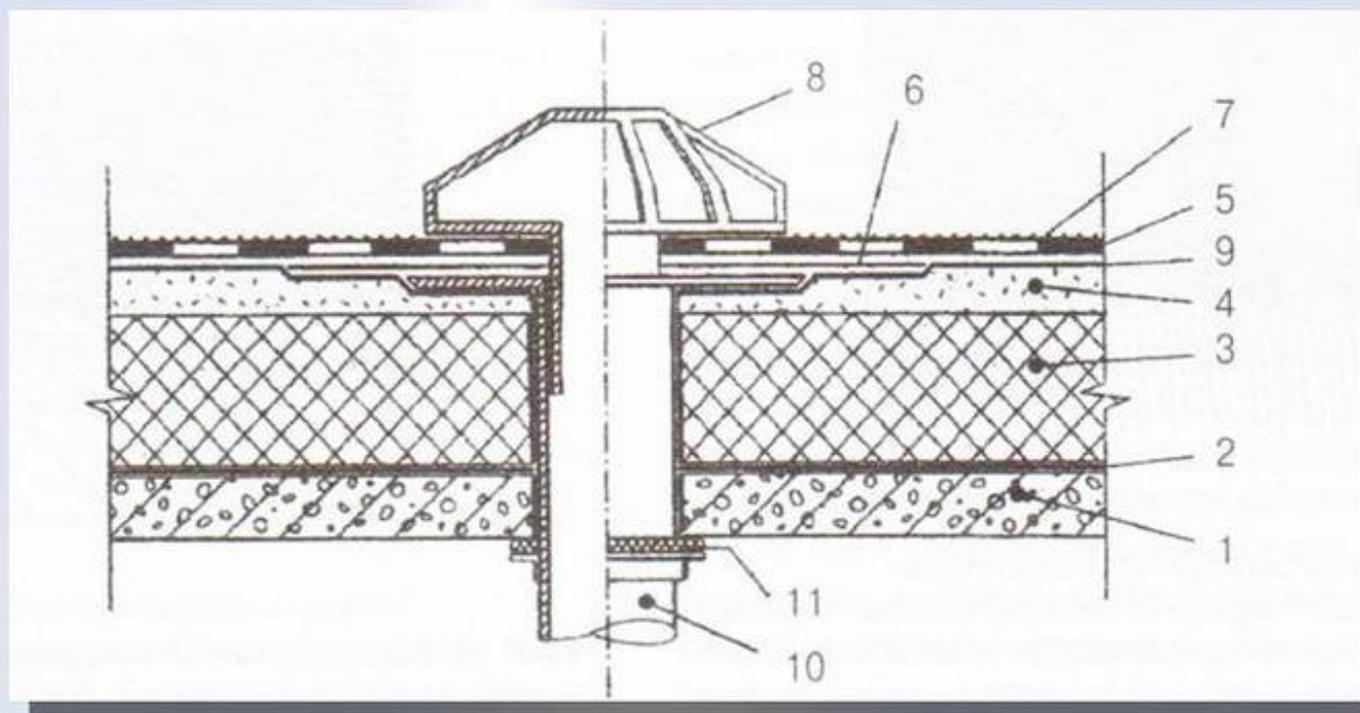


## Воронка внутреннего водостока



1 – сборная железобетонная плита покрытия; 2 – пароизоляция (по расчету); 3 – теплоизоляция; 4 – выравнивающая стяжка; 5 – основной кровельный ковер; 6 – дополнительный слой кровельного ковра; 7 – крупнозернистая посыпка верхнего слоя наплавляемого рулонного материала; 8 – колпак водоприемной воронки; 9 – легкий бетон выравнивающего слоя ендовы; 10 – водоприемная чаша; 11 – уплотнитель

## Установка воронки внутреннего водостока для малоуклонной кровли



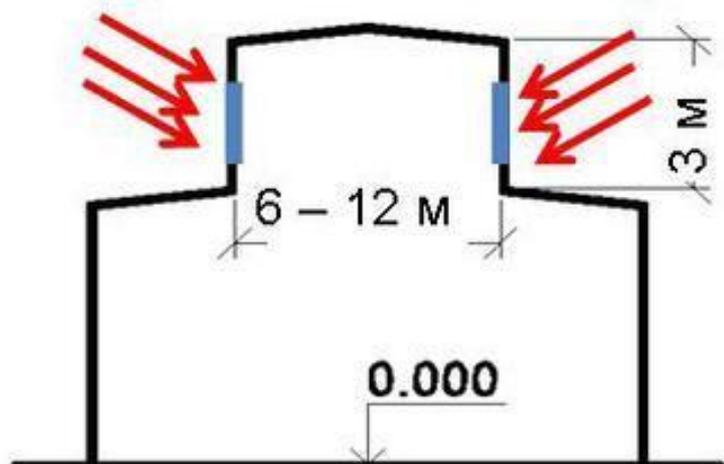
1 – плита перекрытия; 2 – пароизоляция; 3 – теплоизоляция; 4 – выравнивающая стяжка; 5 – основной кровельный ковёр; 6 – дополнительный слой кровли; 7 - крупнозернистая посыпка верхнего слоя покрытия; 8 – колпак водоприёмной воронки; 9 – грунтовка; 10 – водоприёмная труба; 11 - уплотнитель

# Фонари

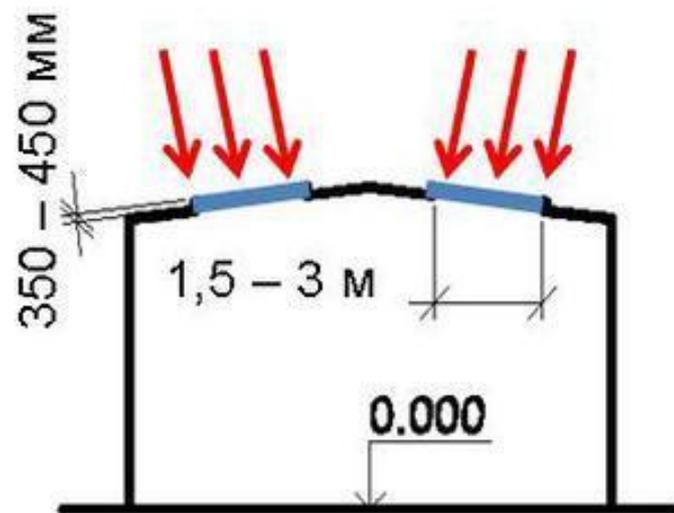
**Фонарями** называются проемы в покрытиях зданий, предназначенных для организации верхнего освещения и (или) воздухообмена.

## Над этими проемами устанавливаются фонарные конструкции двух видов

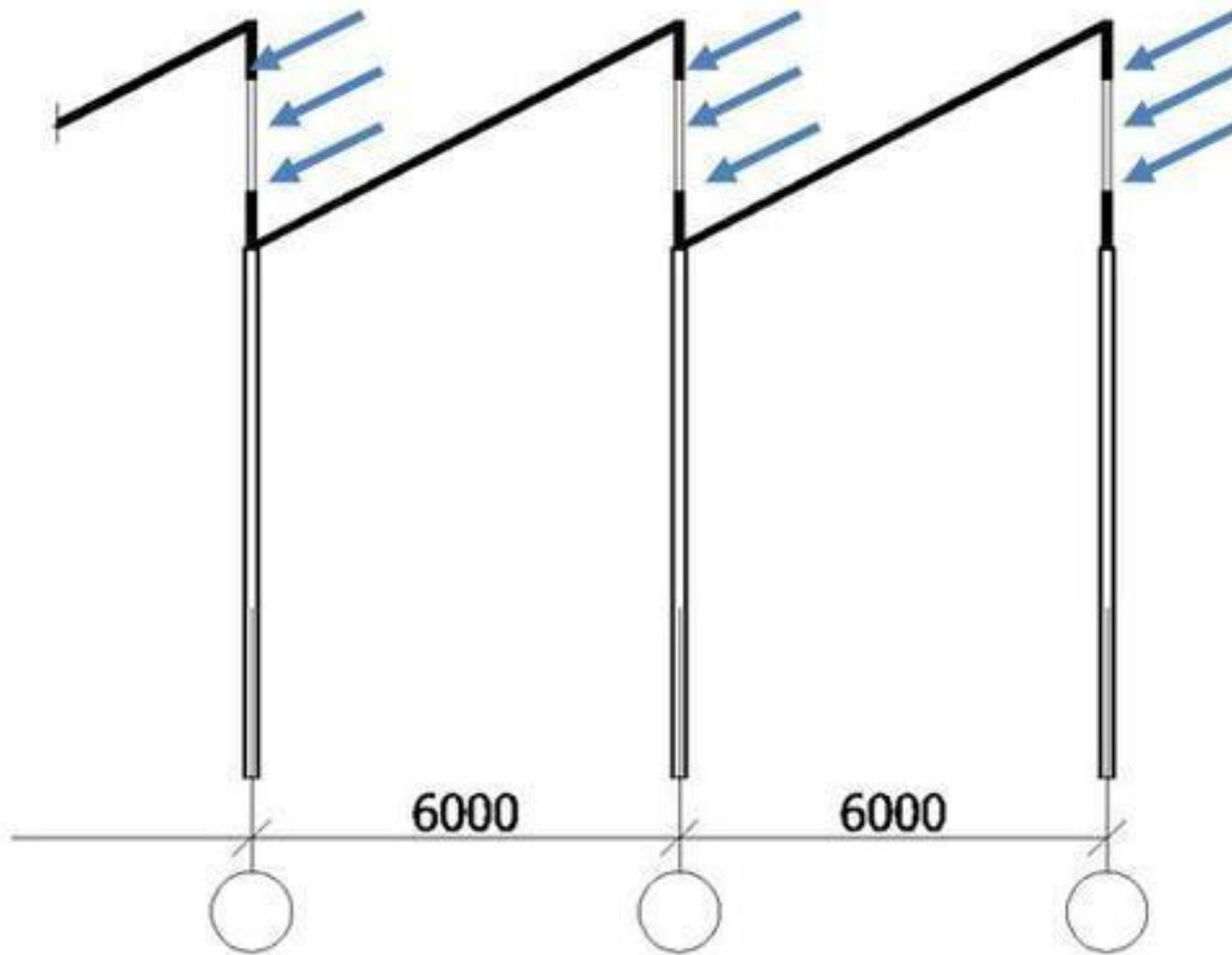
### Рамные фонари



### Зенитные фонари



## Шедовые фонари



**По назначению**  
фонари подразделяются на:

**СВЕТОВЫЕ**

**АЭРАЦИОННЫЕ**

**СВЕТОАЭРАЦИОННЫЕ**

## Фонари

Тип фонаря следует назначать в соответствии с технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями и климатическими условиями района строительства. **Светоаэрационные фонари** допускается применять в зданиях с избытками явного тепла. В зданиях, где процессы сопровождаются избытками явного тепла и выделением пыли и газов, предусматривают функциональное разделение проемов на световые и светоаэрационные.

**Светоаэрационные фонари** проектируют преимущественно с вертикальным остеклением и наружным водостоком. Ширина фонаря для пролетов 12 и 18 м составляет 6 м, для пролетов 24 и 30 м – 12 м.

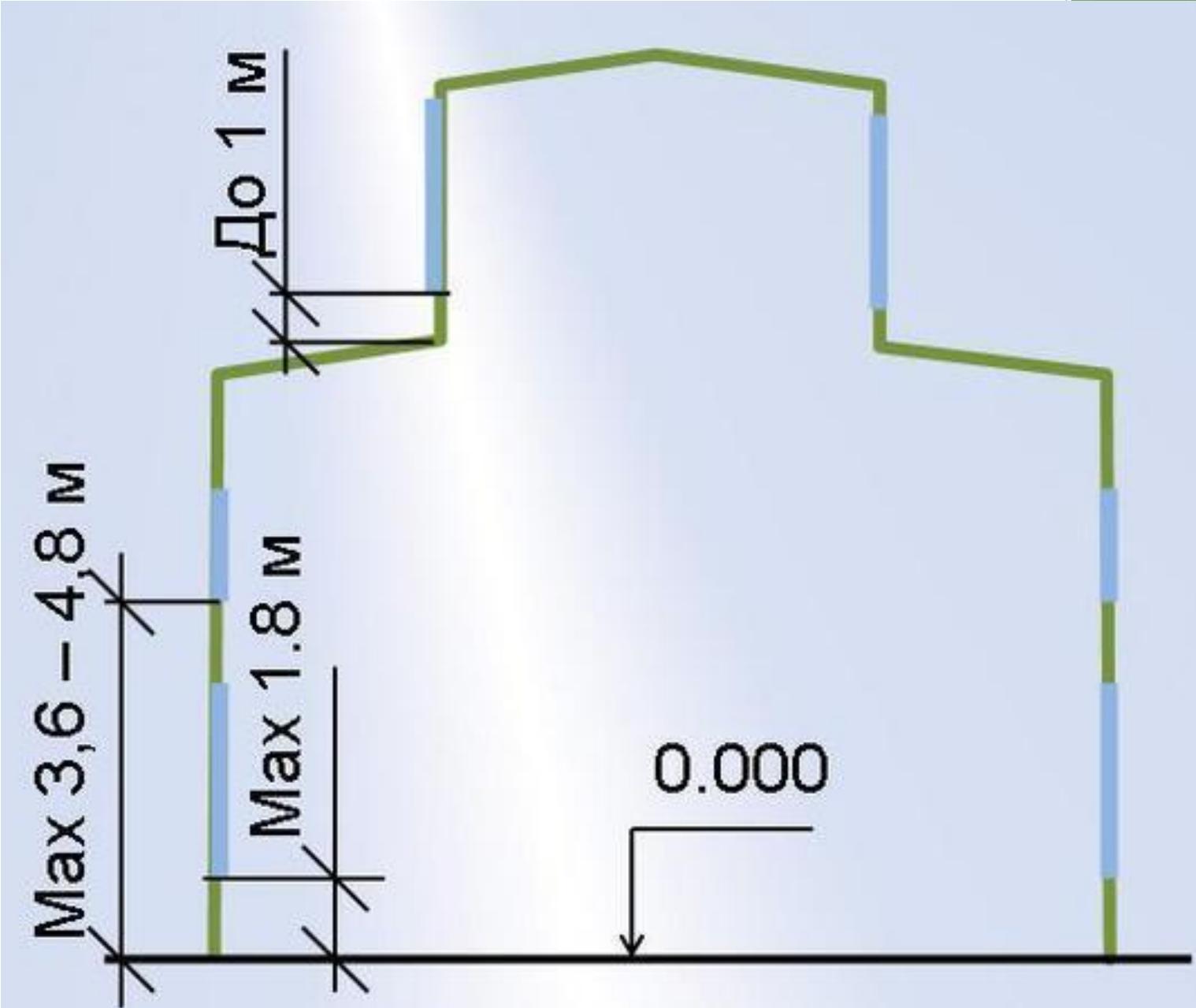
Для зданий и сооружений с сухим и нормальным влажностным режимом и незначительными избытками явного тепла следует применять **зенитные фонари**.

Max 3,6 – 4,8 м

До 1 м

Max 1.8 м

0.000



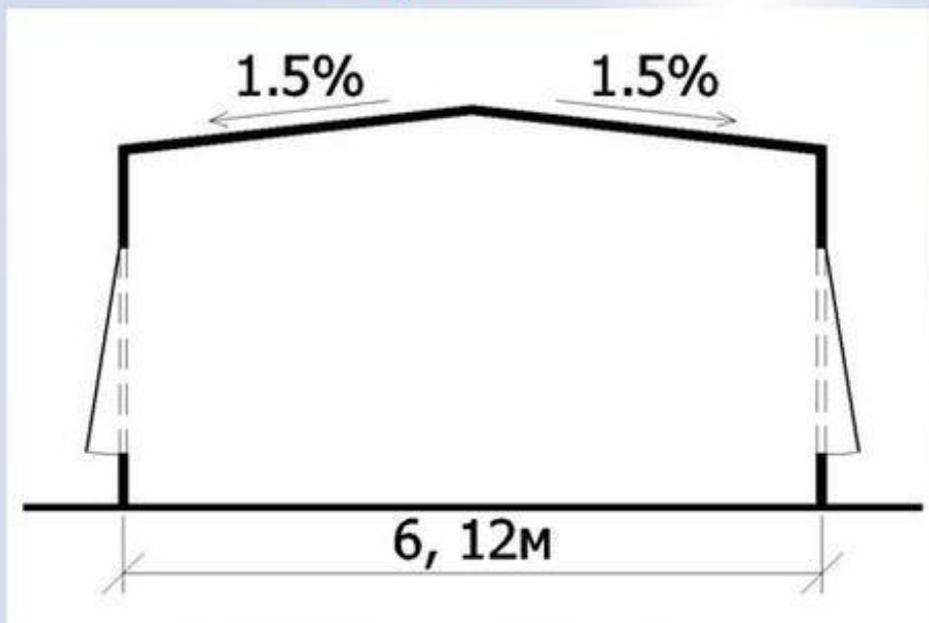


**Свето-аэрационные**

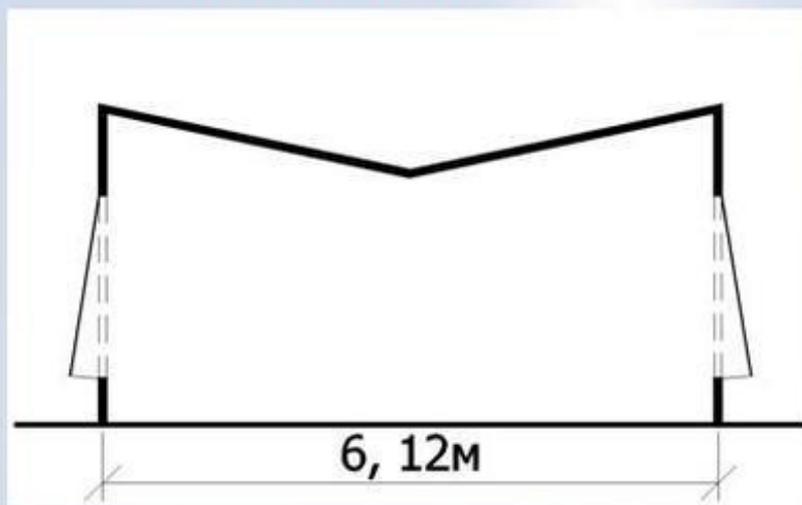


**Аэрационные**

**Прямоугольные  
П-образные**

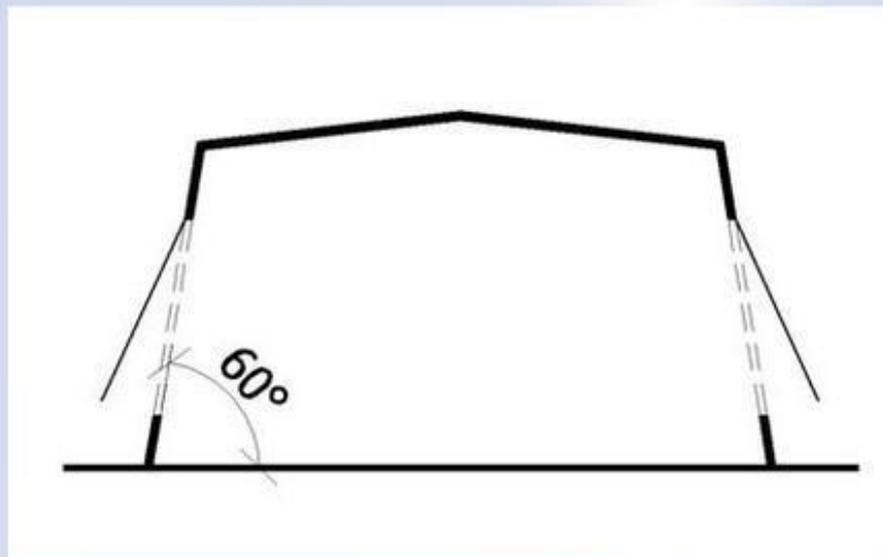


## Прямоугольные М-образные



Преимущества:  
большая, чем у П-образных  
активность вытяжки

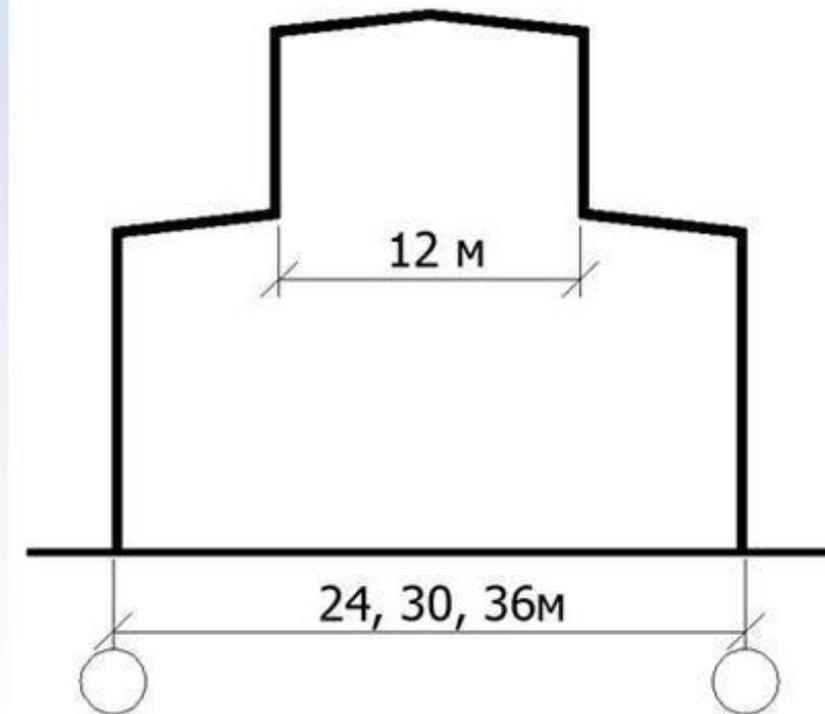
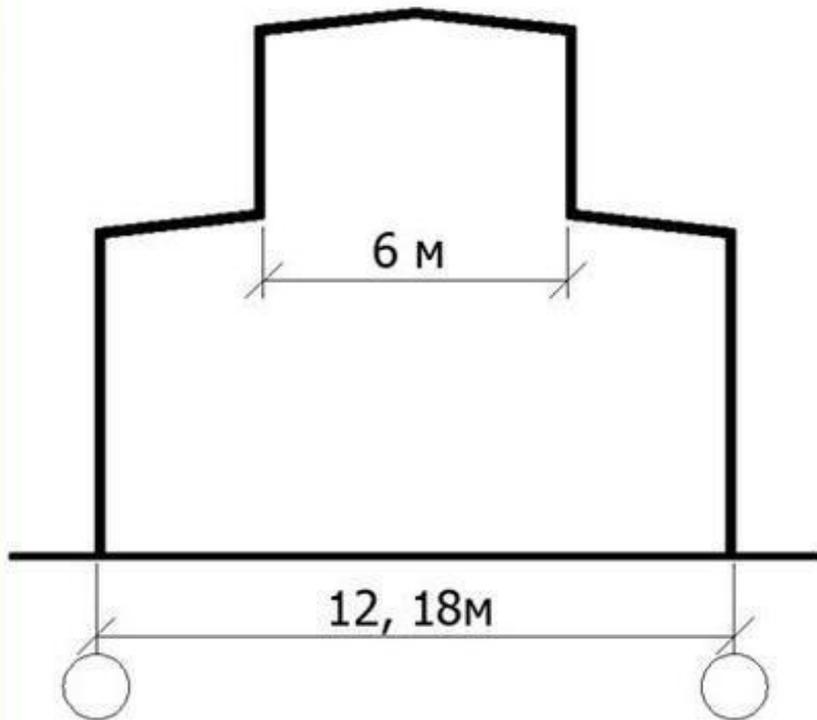
## Трапецеидальные

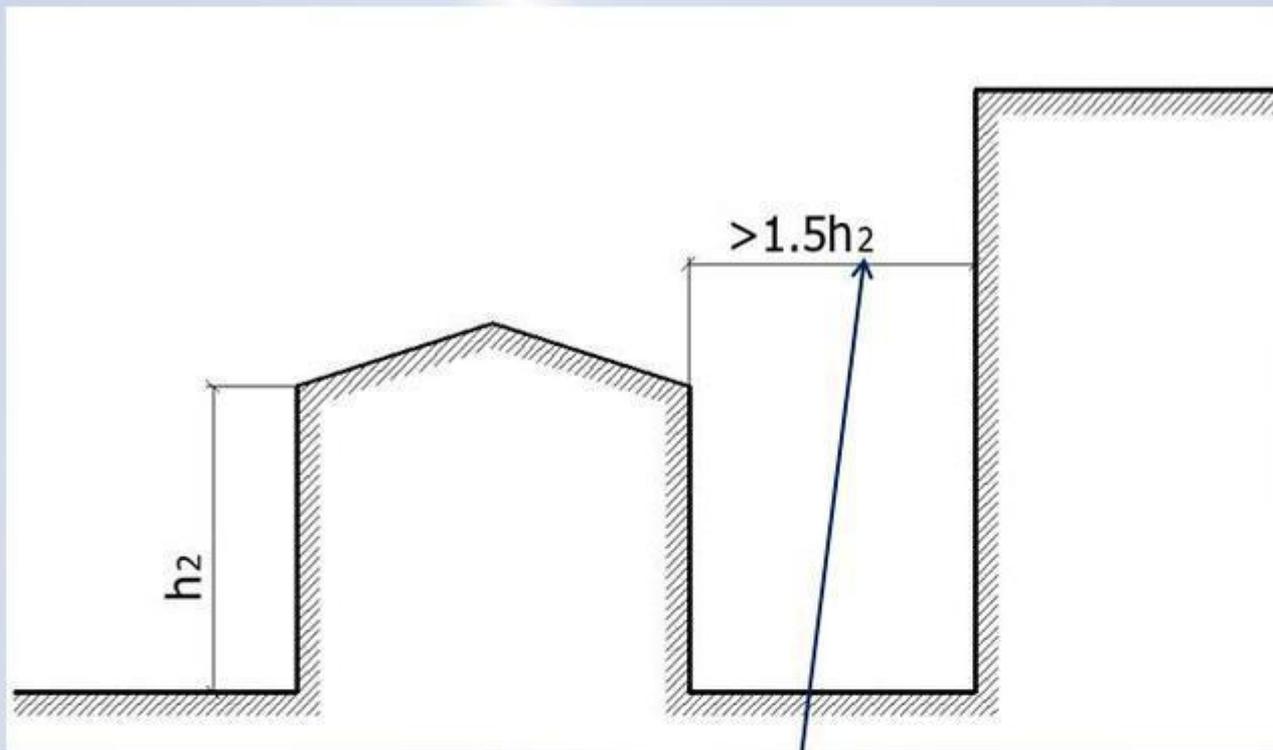


Преимущества:  
большая, чем у П-образных  
световая активность

## Размещение рамных светоаэрационных фонарей в покрытиях промзданий

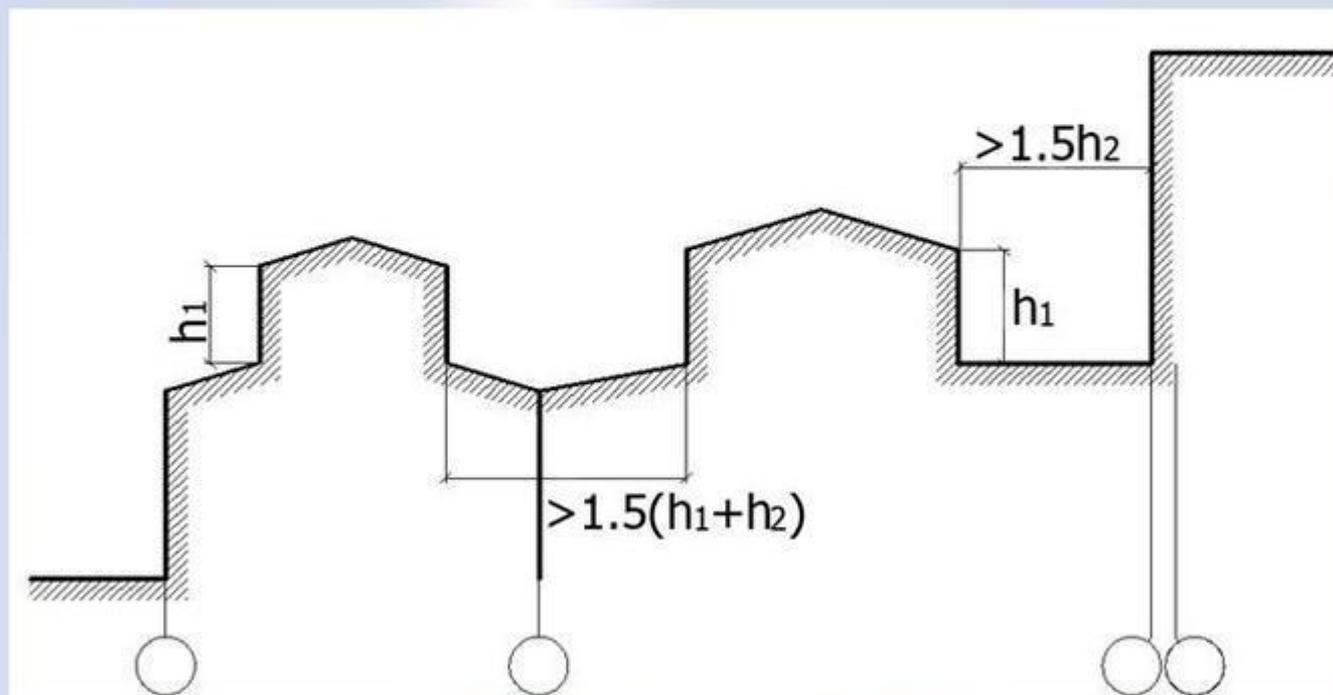
Ширина фонаря должна быть не менее 30% от ширины пролёта





при невозможности  
соблюдения этого  
условия поверхность  
фонаря не остекляют

При установке фонарей в параллельных пролётах необходимо:

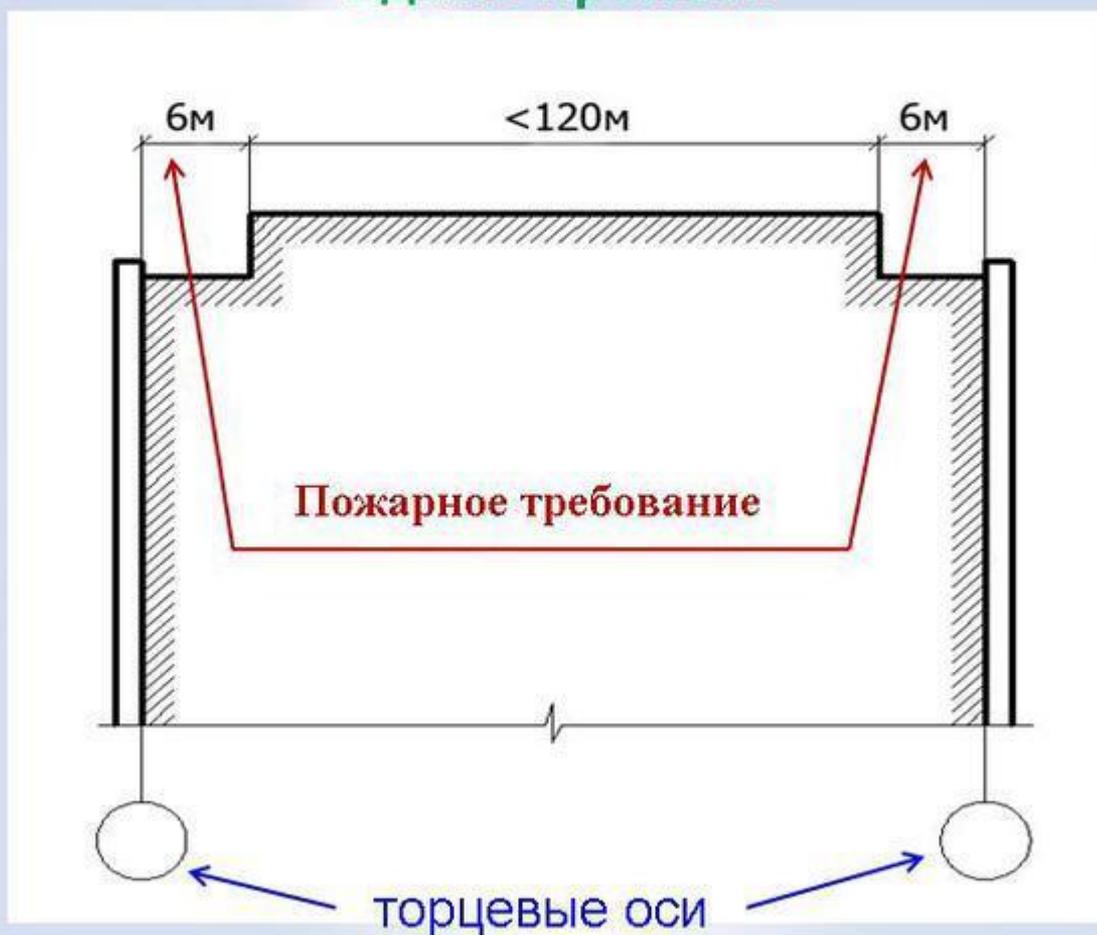


Фонари следует проектировать длиной не более 120 м.

Расстояние между торцами фонарей принимают равным шагу стропильных конструкций.

Торцы фонарей, как правило, отступают от торцов здания и деформационных швов на один шаг стропильных конструкций.

## Установка рамного фонаря вдоль пролёта

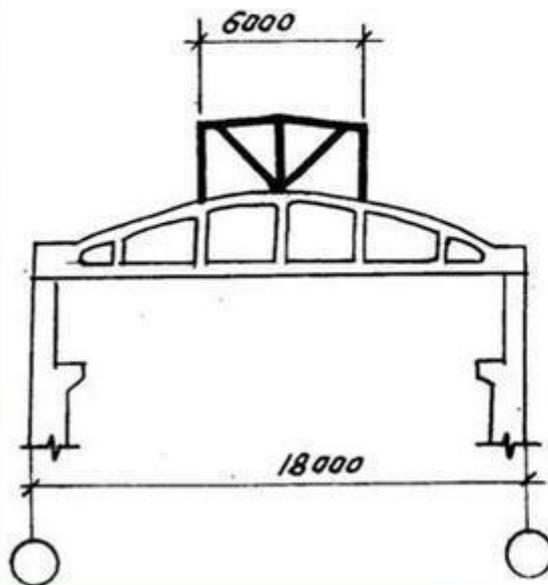


# Конструкция типового рамного прямоугольного фонаря

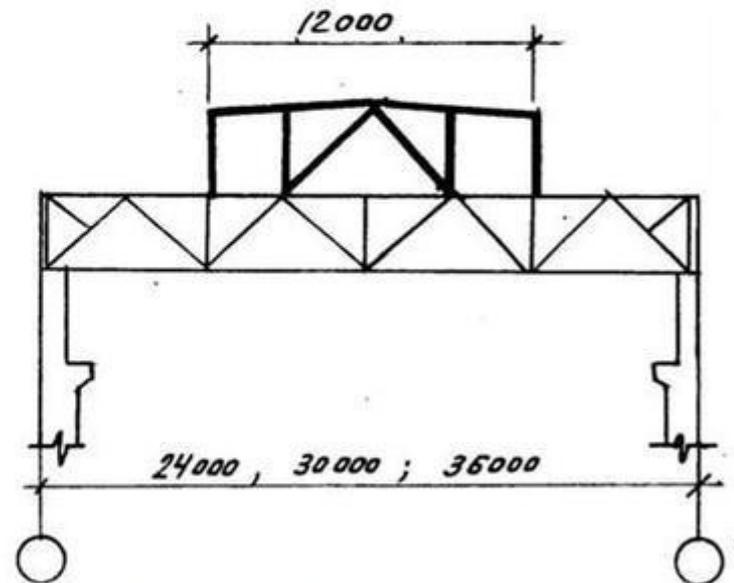
Фонарная рамная надстройка  
формируется  
фонарными рамами  
и  
фонарными панелями

Ширина рамного светоаэрационного фонаря  
принимается

Для пролётов шириной  
12 и 18 м

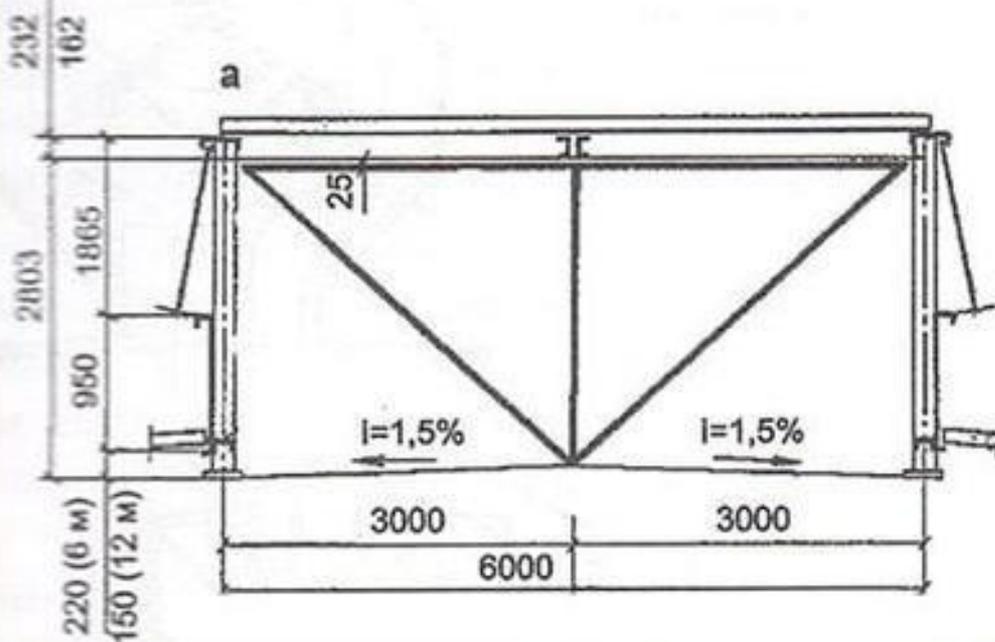


Для пролётов шириной  
24, 30 и 36 м

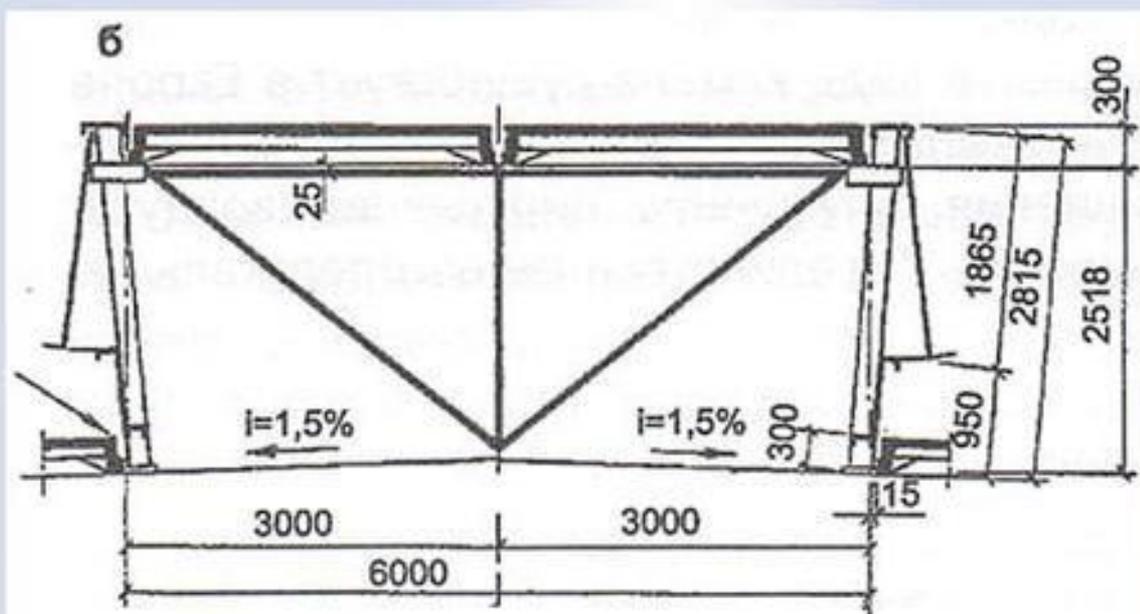


Рама фонаря состоит из  
верхнего пояса и решетки  
и крепится на верхний пояс  
стропильной конструкции





Конструкция рамного фонаря пролётом 6 м с покрытием из профилированного настила

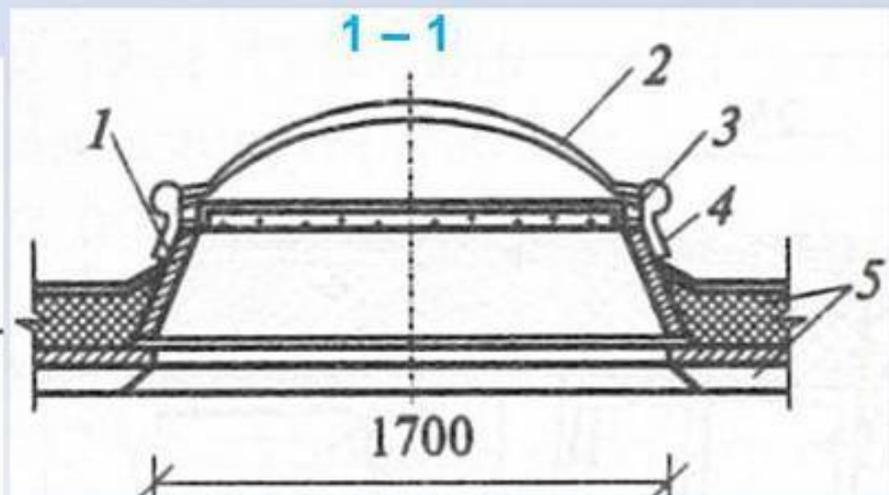
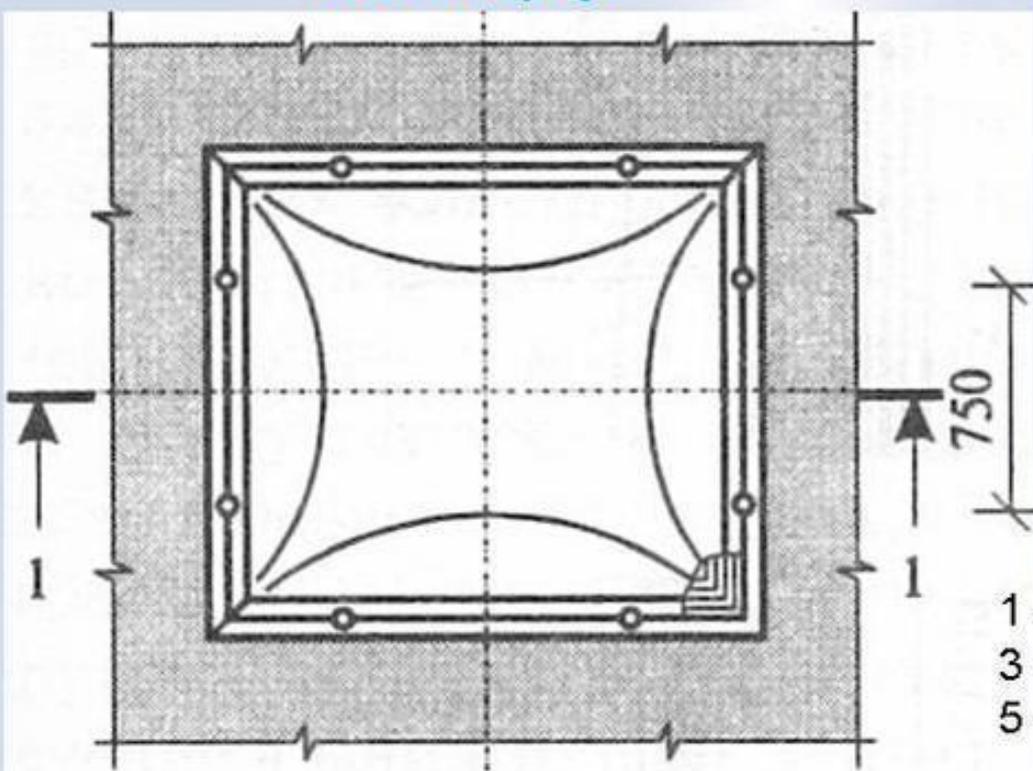


Конструкция рамного фонаря пролётом 6 м с железобетонными плитами покрытия

## 2. По профилю светопрозрачной части

### ➤ Сферический точечный зенитный фонарь

Вид сверху



- 1 – стальной стакан; 2 – купол 1,6 x 1,4 м;
- 3 – элемент рамы; 4 – элемент фартука;
- 5 – утепленное покрытие здания

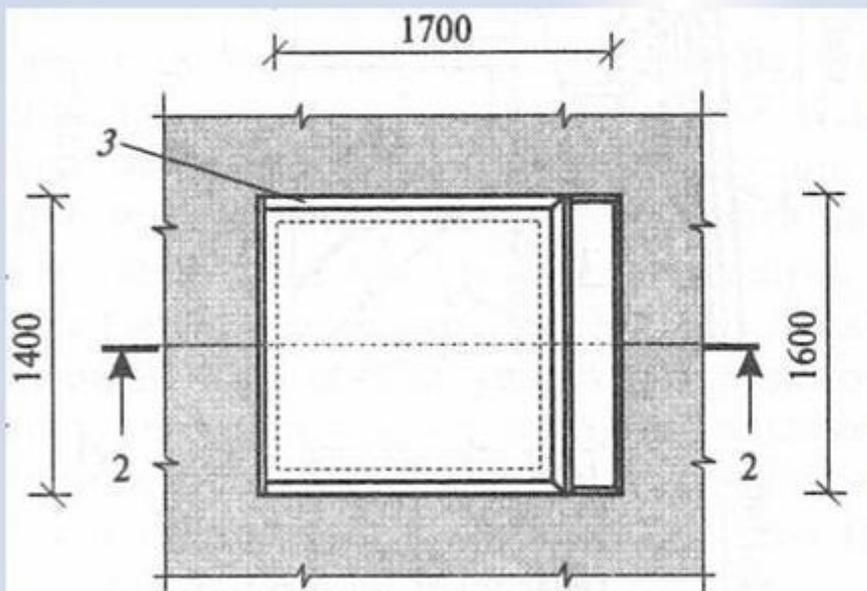


Стальной стакан, на который опирается светопрозрачная сфера

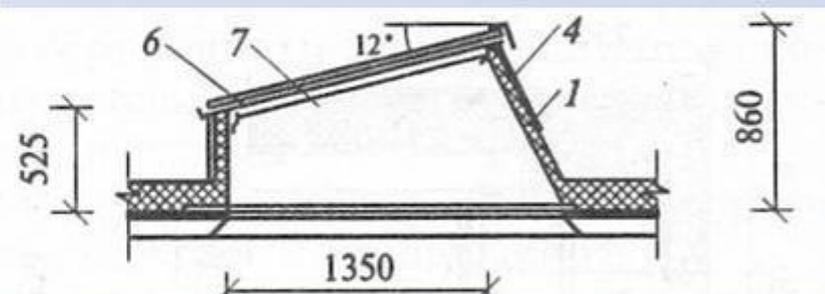
Для возможности заделки рулонной кровли

## ➤ Односкатный

Вид сверху

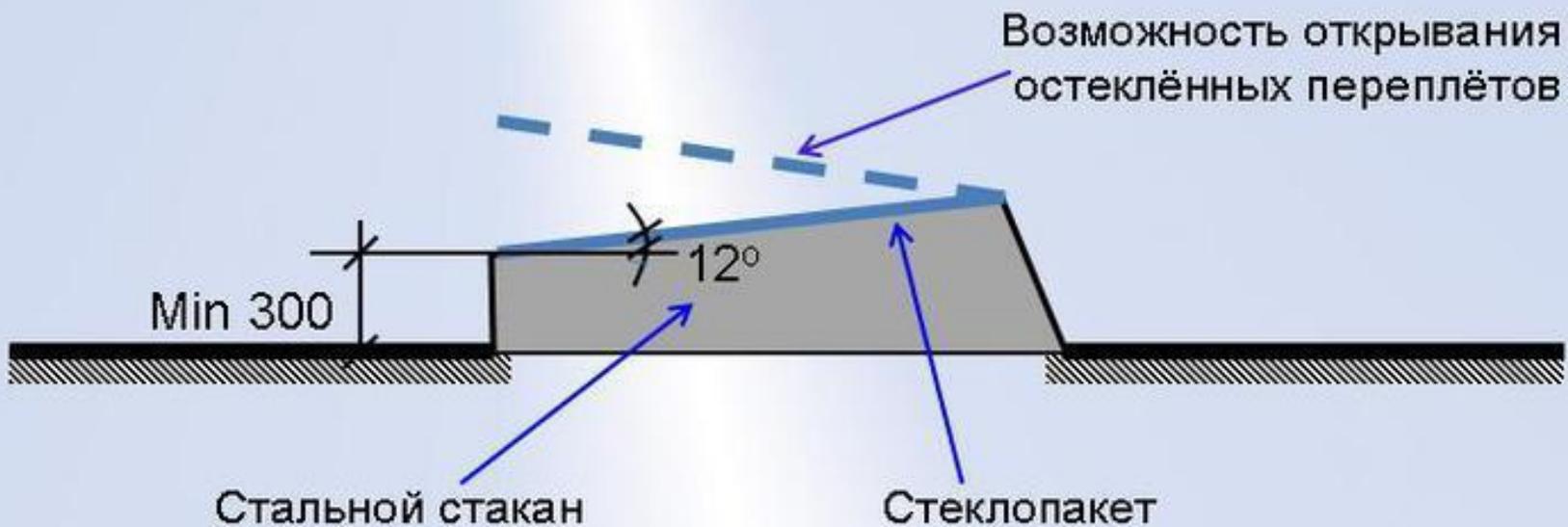


2-2



1 – стальной стакан; 4 – элемент фартука;  
6 – стеклопакет; 7 – сетка оцинкованная

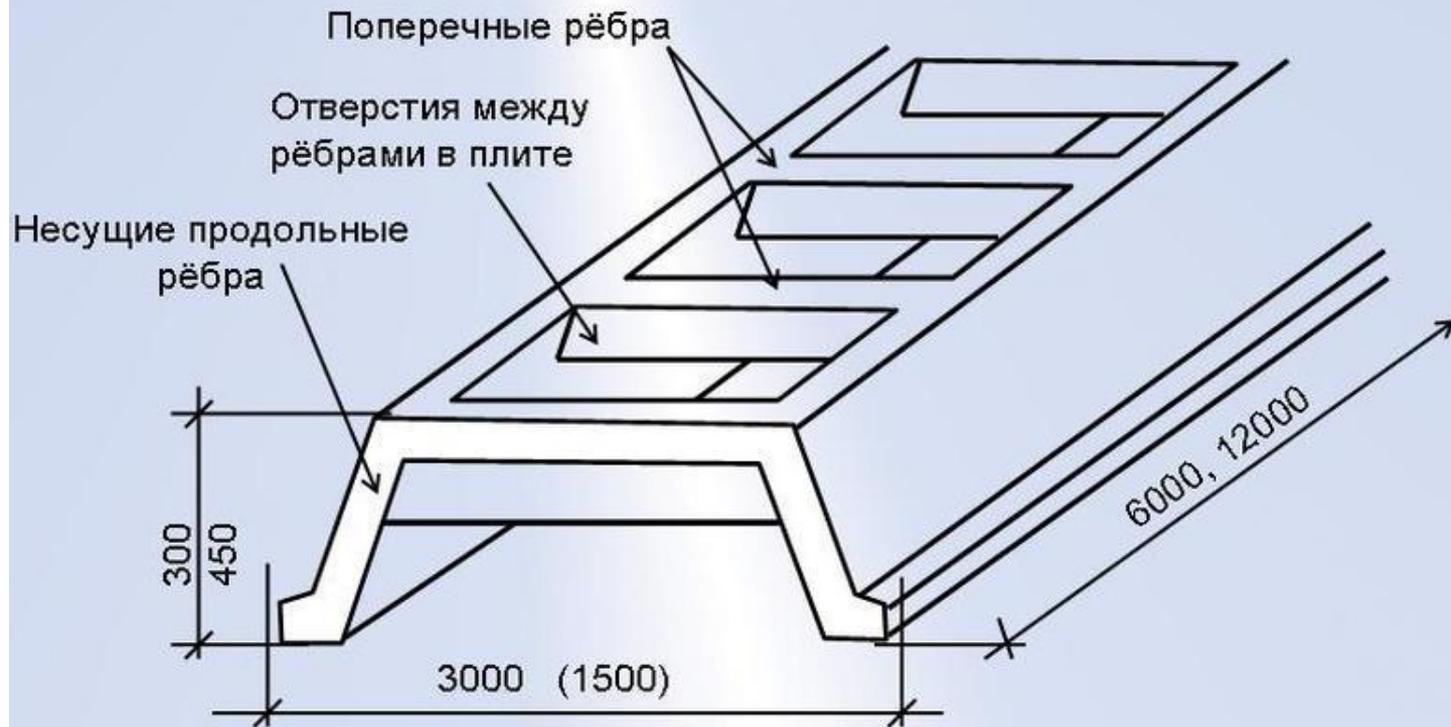
## ➤ Односкатный



## ОПИРАНИЕ СТАКАНОВ ЗЕНИТНЫХ ФОНАРЕЙ НА ПОКРЫТИЕ:

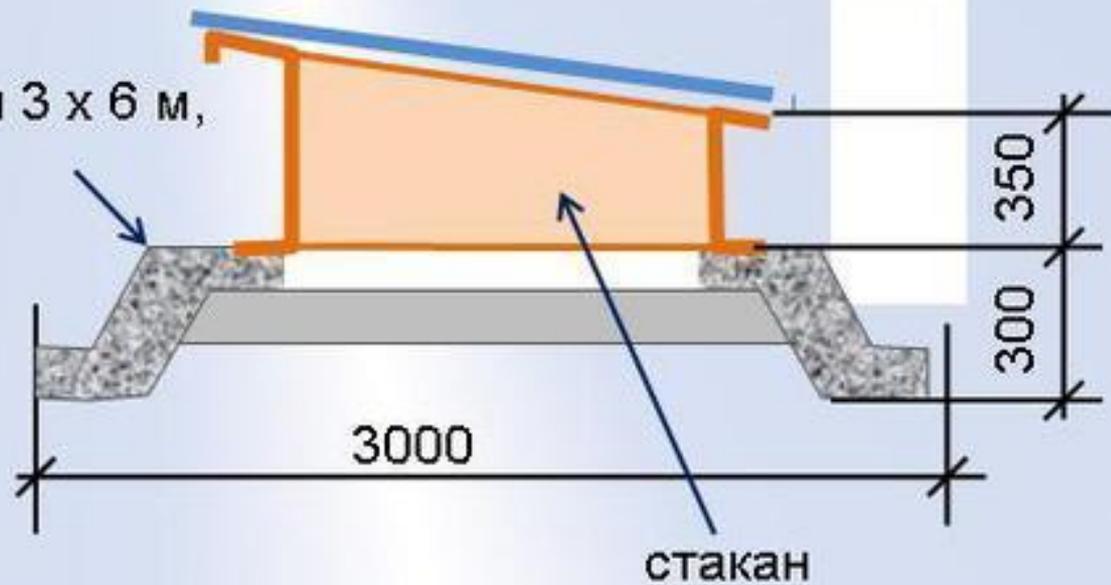
- на железобетонные плиты
- на опорные столики, прикрепленные к фермам
- на стальные прогоны, не зависимо от вида покрытия

### На железобетонные плиты



Отверстия между рёбрами используют для устройства зенитных фонарей

Плита покрытия 3 x 6 м,  
с отверстиями

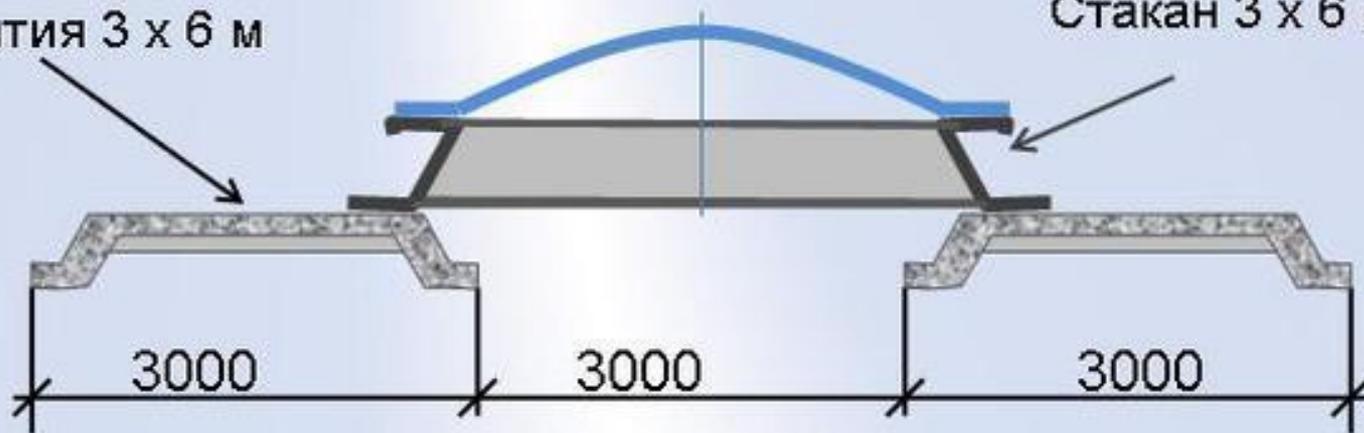


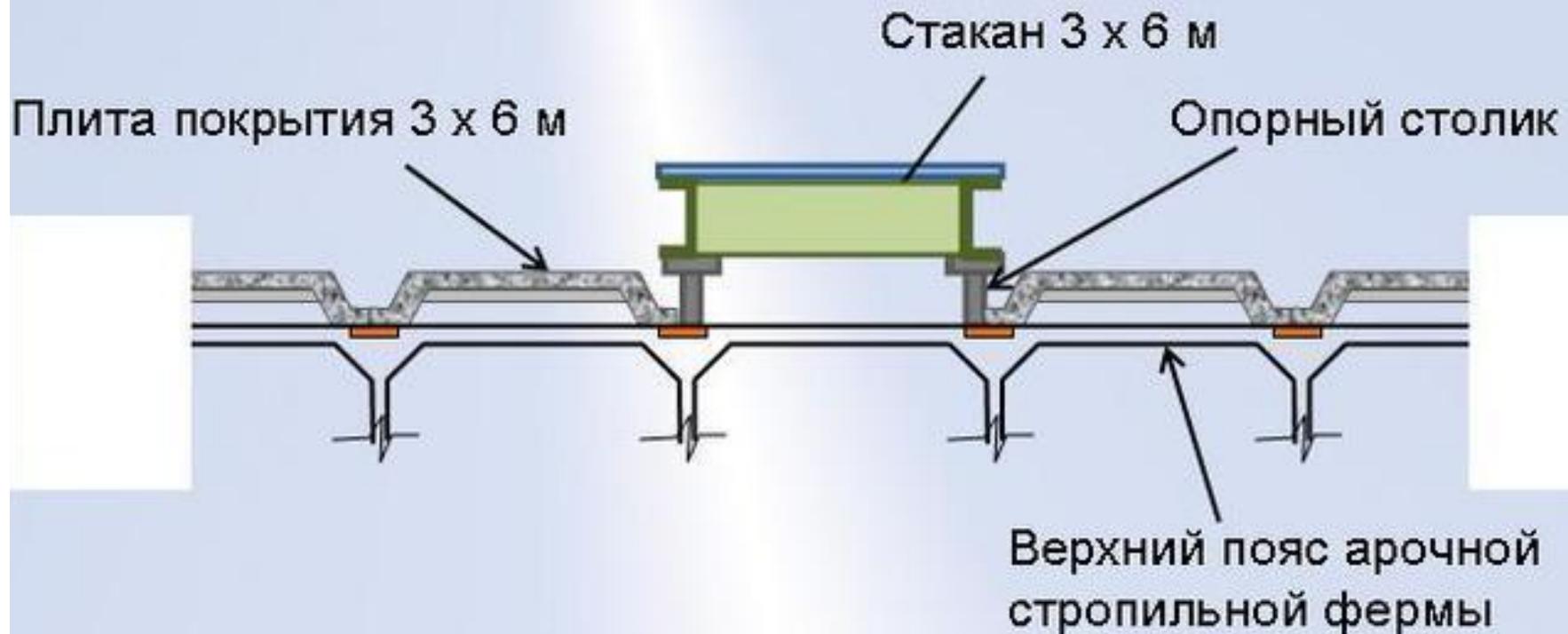
При **точечном** фонаре стакан устанавливается на плиту по периметру отверстия между ее поперечными ребрами

При **панельном** фонаре стакан устанавливается на плиту, закрывая расстояния между ними

Плита покрытия 3 x 6 м

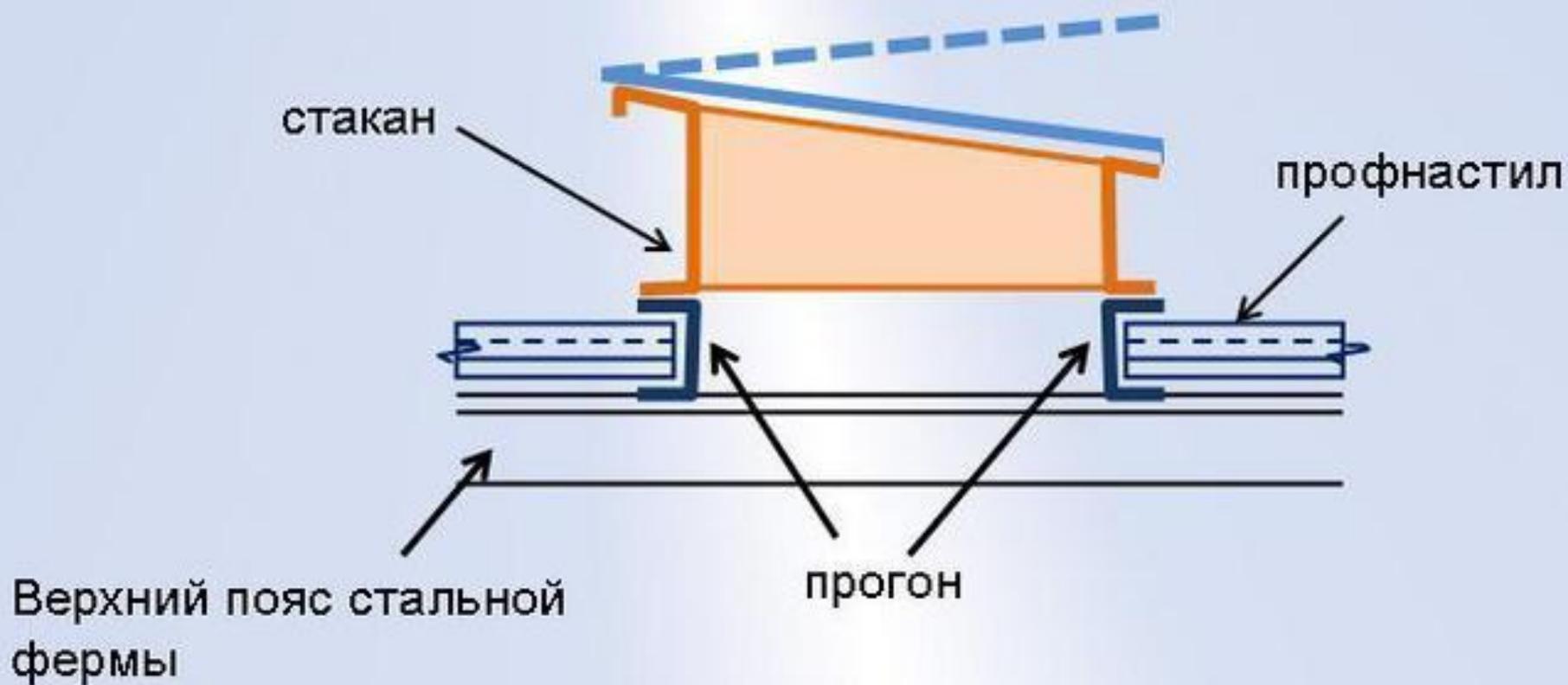
Стакан 3 x 6 м





Стакан опирается по **4-м точкам** на опорные столики, прикрепленные к верхним поясам стропильных ферм

## На стальные прогоны (при любом типе покрытия)



По периметру наружных стен зданий высотой более 10 м на кровлях с уклоном от 5 до 35 % следует предусматривать **ограждения** высотой не менее 0,6 м из негорючих материалов.

При наружном водостоке по периметру наружных стен проектируют решетчатые ограждения.

## Пожарные и эвакуационные лестницы





# Пожарные лестницы

предусматривают в производственных зданиях  
высотой более 10 м  
для подъёма пожарных на кровлю

# Пожарные лестницы



**ВЕРТИКАЛЬНЫЕ**



**МАРШЕВЫЕ  
(ЭВАКУАЦИОННЫЕ)**



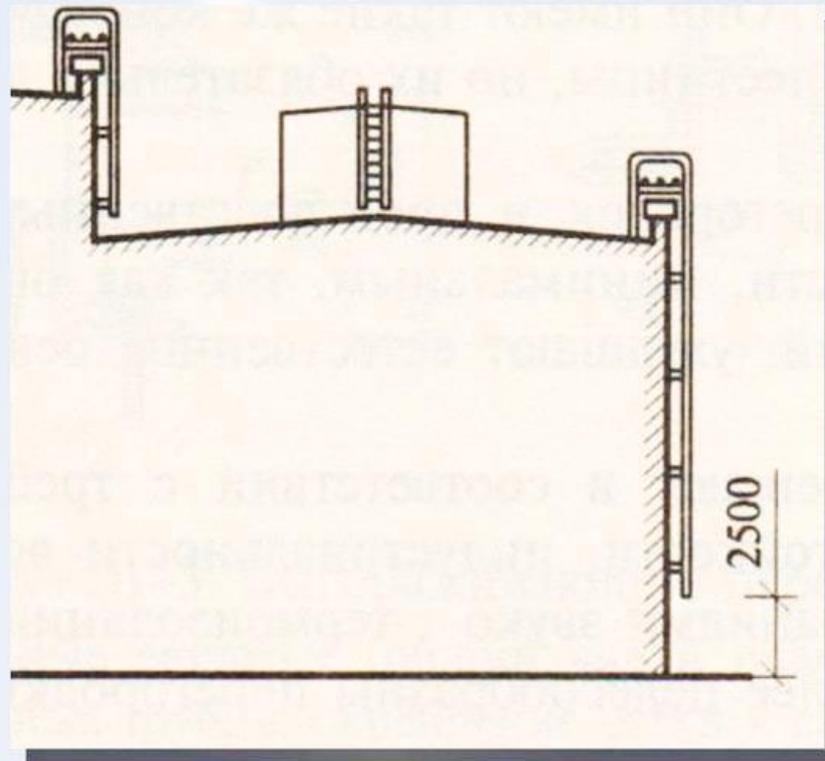
Вертикальные

Маршевые

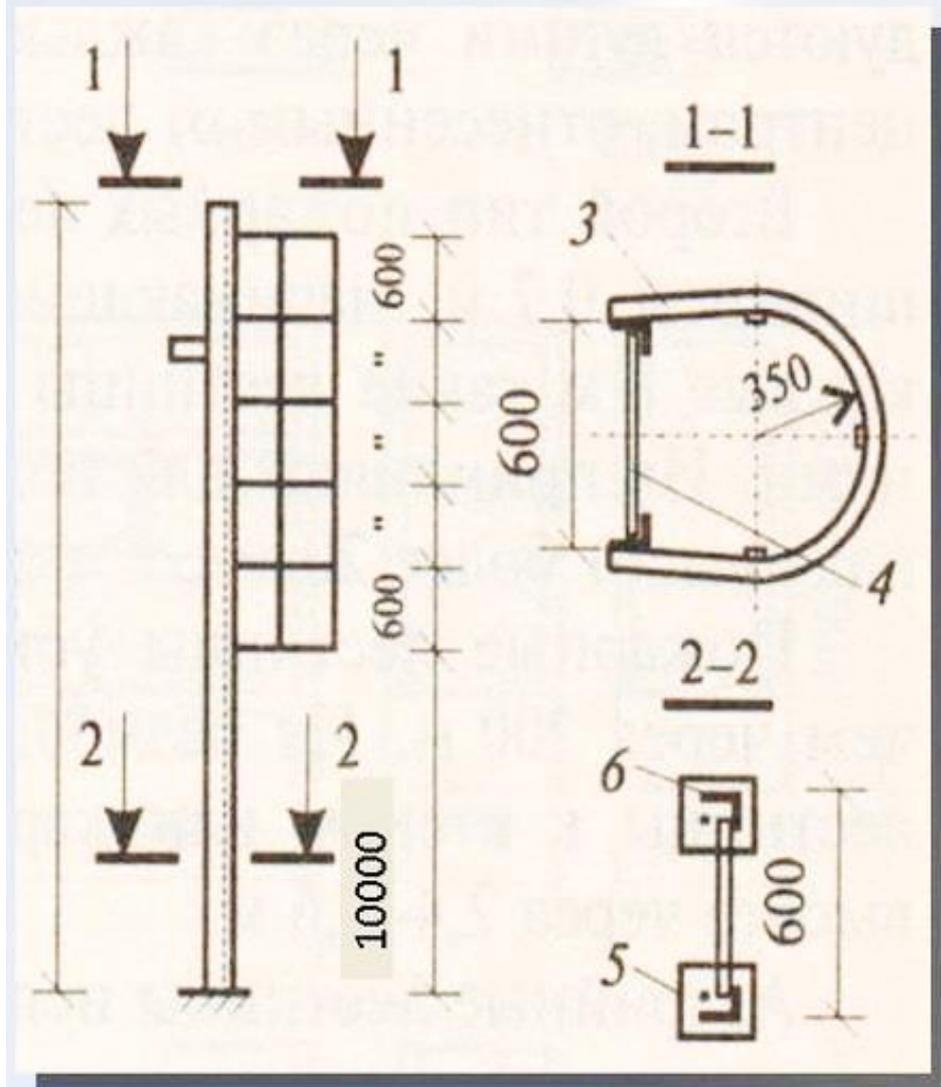
## ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ЛЕСТНИЦЫ

выполняют стальными, шириной 700 мм

- для подъёма на высоту от 10 до 20 м;
- в местах перепада высот кровель от 1 до 20 м;
- по торцам рамных фонарей



Вертикальные лестницы начинаются с высоты 2,5 м от  
уровня земли

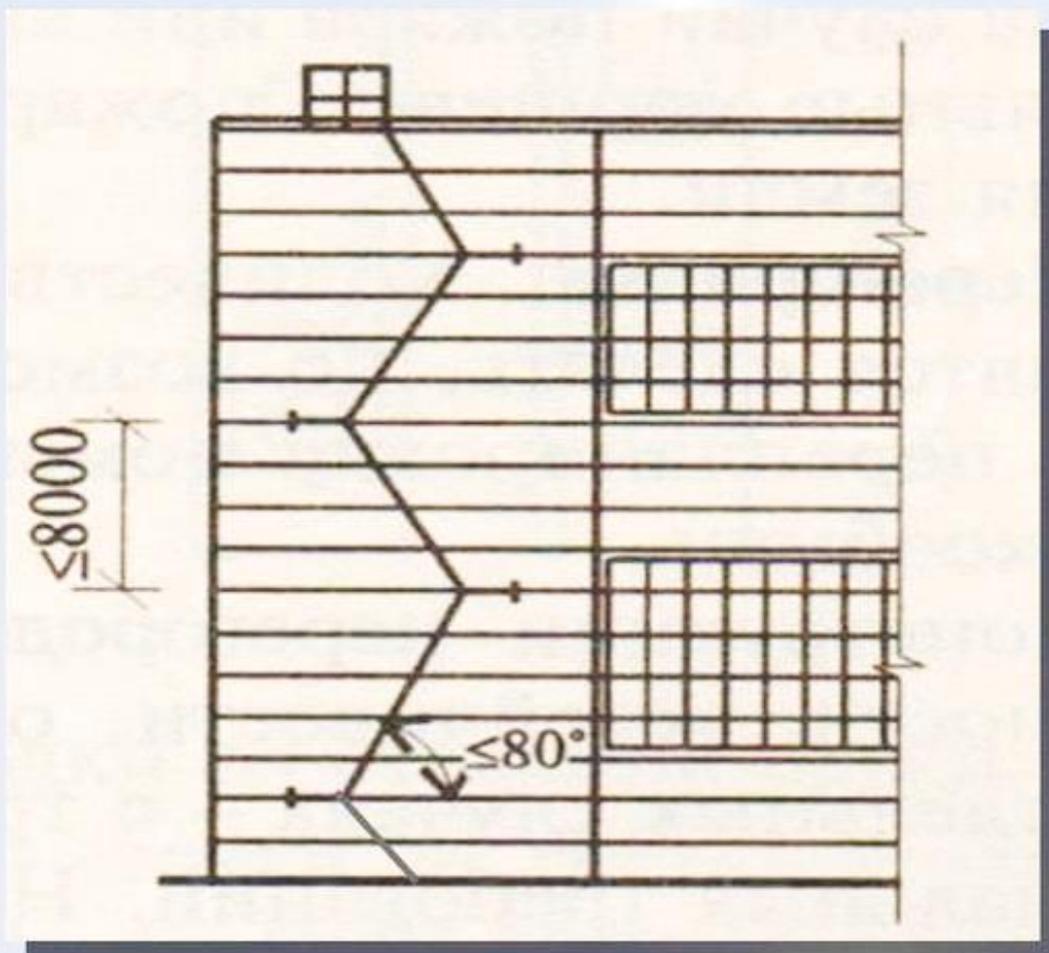


С высоты 10 м вертикальные лестницы оборудуются дугами через каждые 600 мм с радиусом закругления 350 мм и с центром, отнесённым от лестницы на 450 мм

## МАРШЕВЫЕ ЛЕСТНИЦЫ



- Уклон не более 6 : 1
- Ширина не менее 700 мм
- Начинается с уровня земли

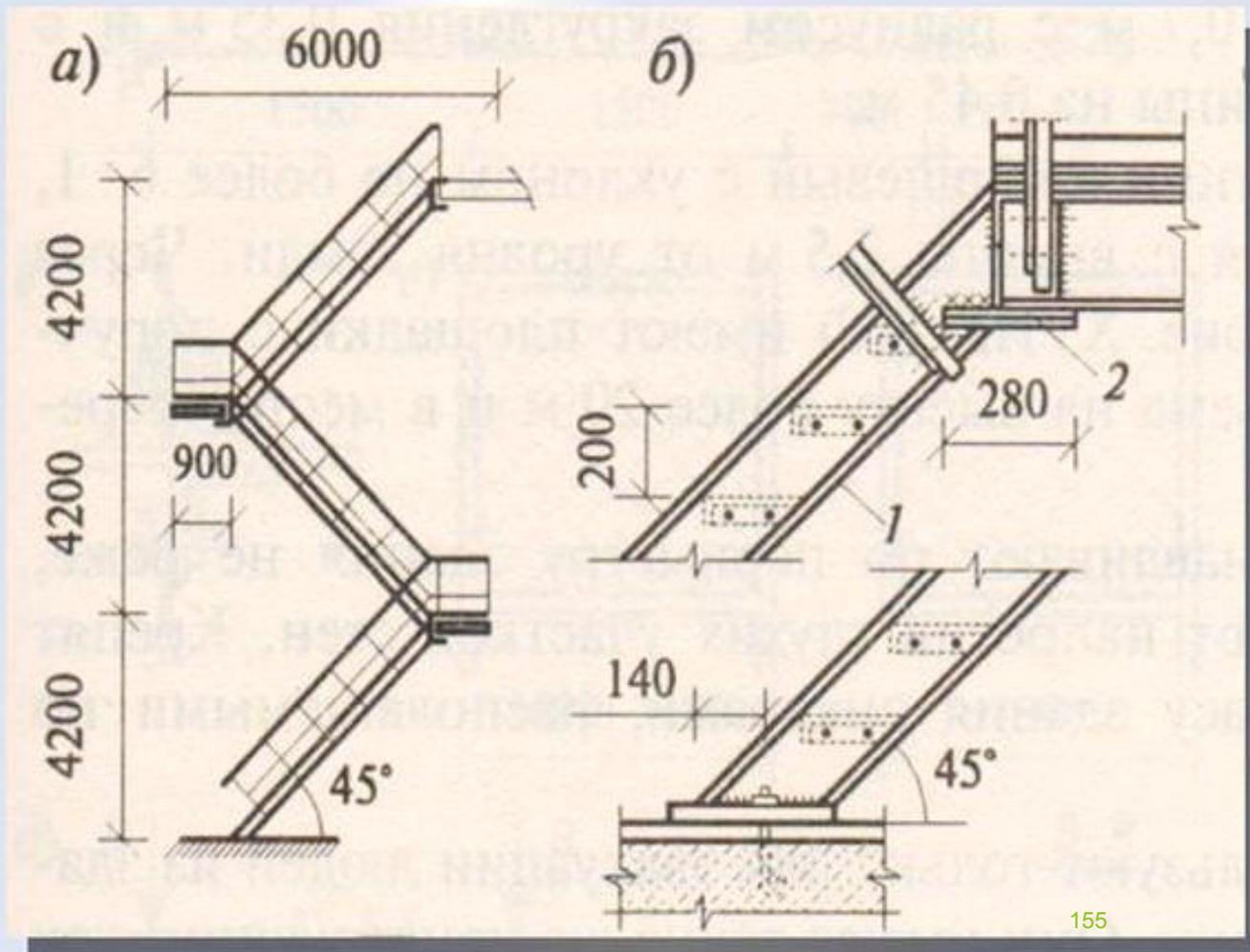


Через каждые 8 м  
лестницы имеют  
площадки с поручнями.

**Маршевая лестница  
устанавливается одна на  
самый высокий пролёт**



# Конструктивное решение маршевых лестниц



- Пожарные лестницы устанавливаются по периметру здания не реже , чем через 200 м.
- Их размещают напротив глухих участков стен.
- Крепят лестницы к стенам или каркасу здания анкерами , располагааемыми по высоте через 2,4 – 3, 6 м

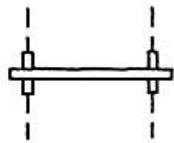
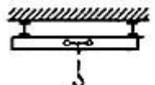
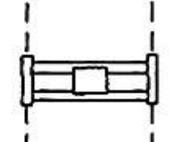
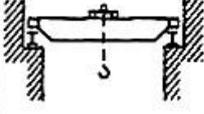
# Подъемно-транспортное оборудование

Оказывает влияние на объемно-планировочное и конструктивное решение промышленных зданий.

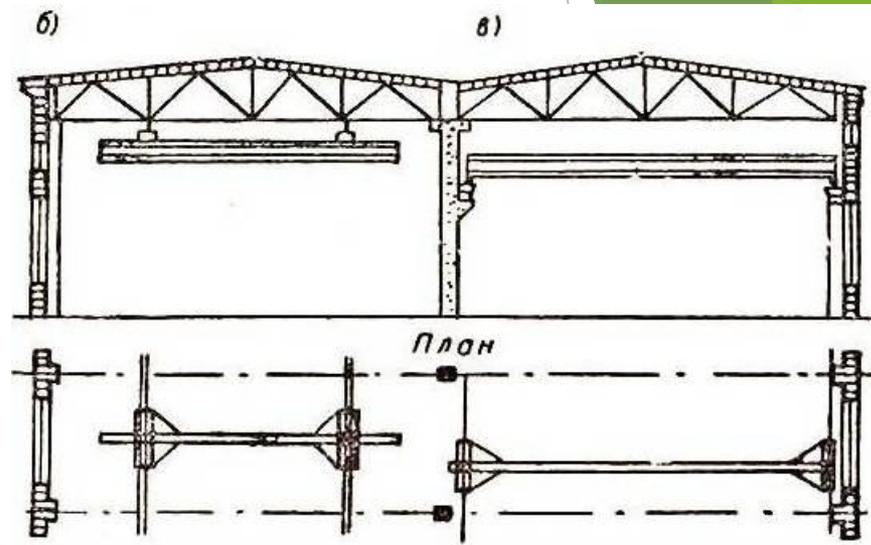
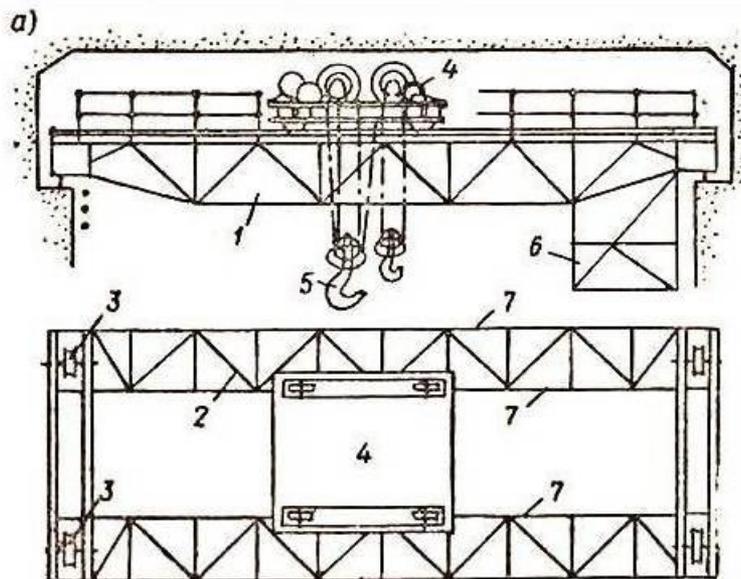


*В качестве ПТО применяют в основном подвесные и мостовые краны.*

*Мосты кранов в виде ферм или балок перемещаются по подкрановым путям (рельсам), уложенным на подкрановые балки.*

Наименование	Изображение	
	На плане	На разрезе
Кран подвесной		
Кран мостовой		

# Подъемно-транспортное оборудование

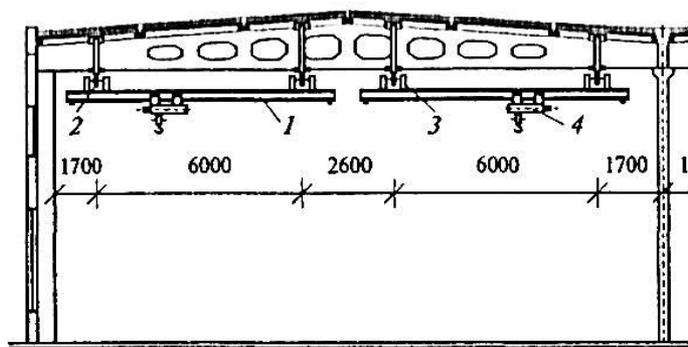


а - мостовой кран; б - кран-балка подвесная; в - то же, на подкрановых балках;  
1 - мост; 2 - горизонтальные связи; 3 - катки; 4- тележка с лебедками; 5 - крюк; 6 - будка крановщика; 7 - стальные решетчатые фермы, образующие мост крана

# Подъемно-транспортное оборудование

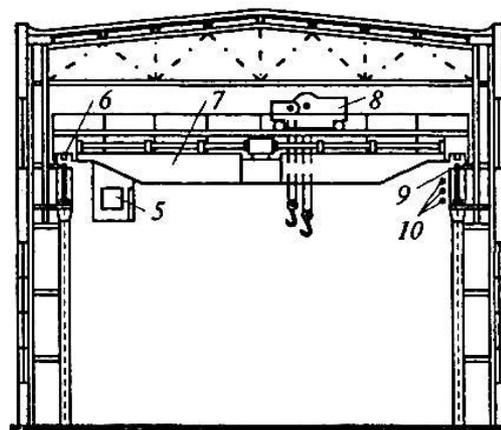
$Q \leq 5$  тонн

Подвесные краны



$Q > 5$  тонн

Мостовой

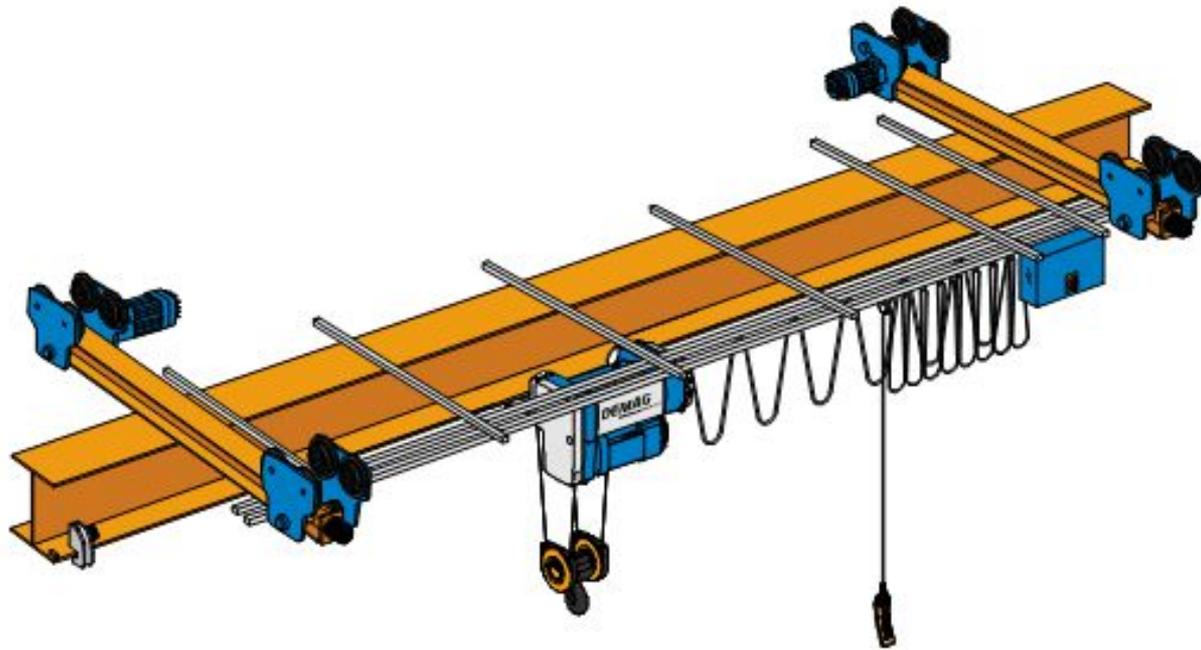


6 - механизм передвижения вдоль кранового пути  
7 - несущий мост  
8 - тележка с грузоподъемным механизмом  
9 - подкрановый путь  
10 - токопровод

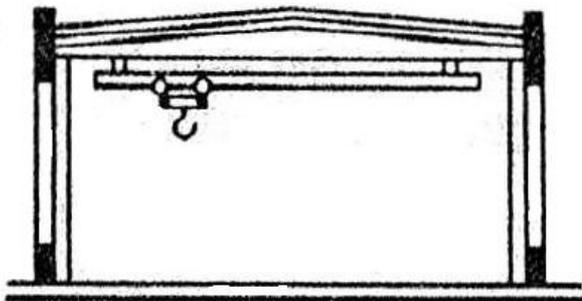
1 - несущая балка  
2 - механизм передвижения  
3 - подвесной путь  
4 - электроталь  
5 - кабина крановщика

# Подвесной кран

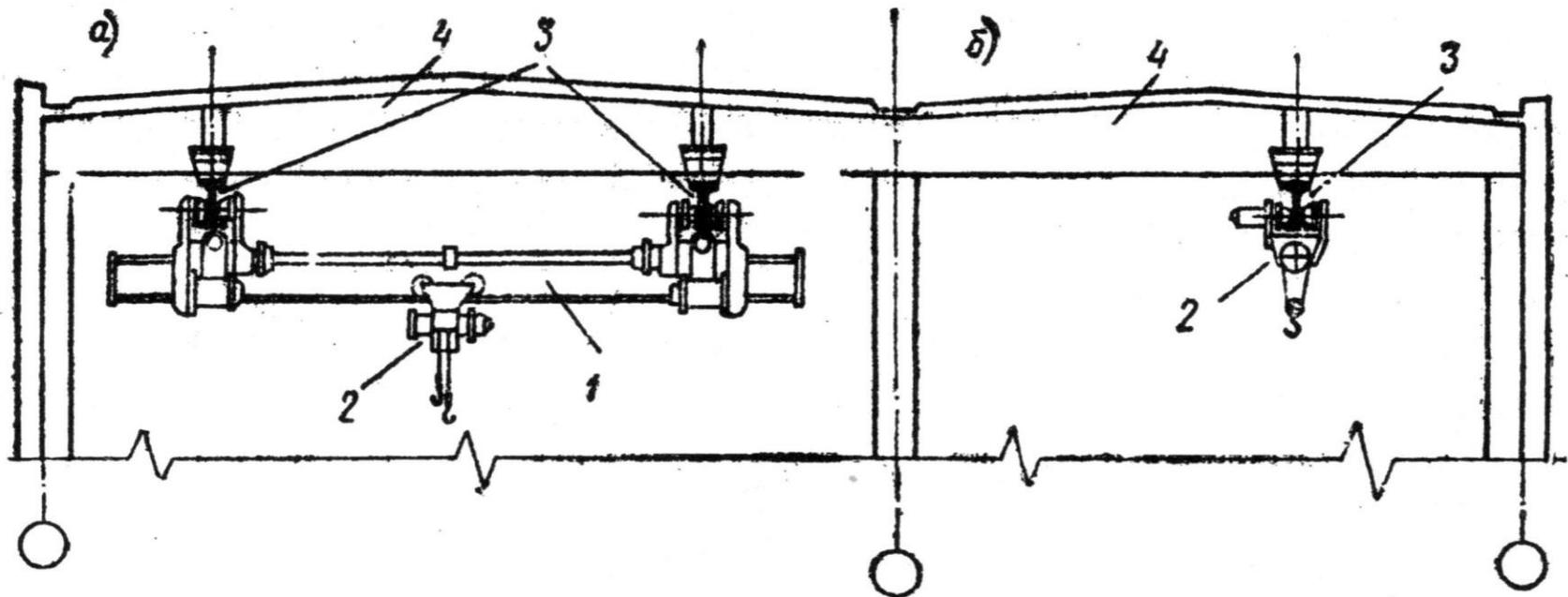
Применяется для перемещения грузов до 5 тонн. Состоит из **балки**, подвешиваемой к несущей конструкции покрытия, **катковых механизмов** передвижения по подвесным путям и **электротали**, перемещающейся по нижней полке балки



# Подвесной кран



# Подвесной кран

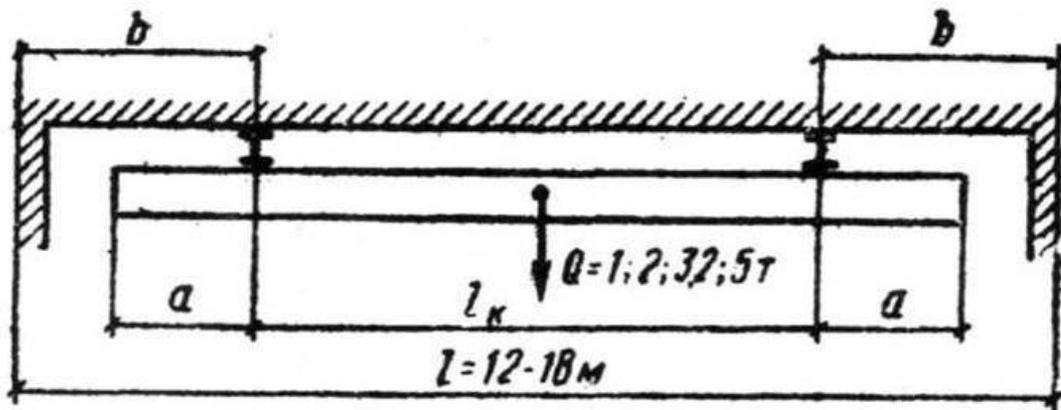


Подвеска подвесного транспорта

*а* — двухопорной кран-балки; *б* — электротали на монорельсовом пути; *1* — кран-балка; *2* — таль; *3* — подвесной путь; *4* — балка или ферма покрытия

# Подвесной кран

Схема расположения

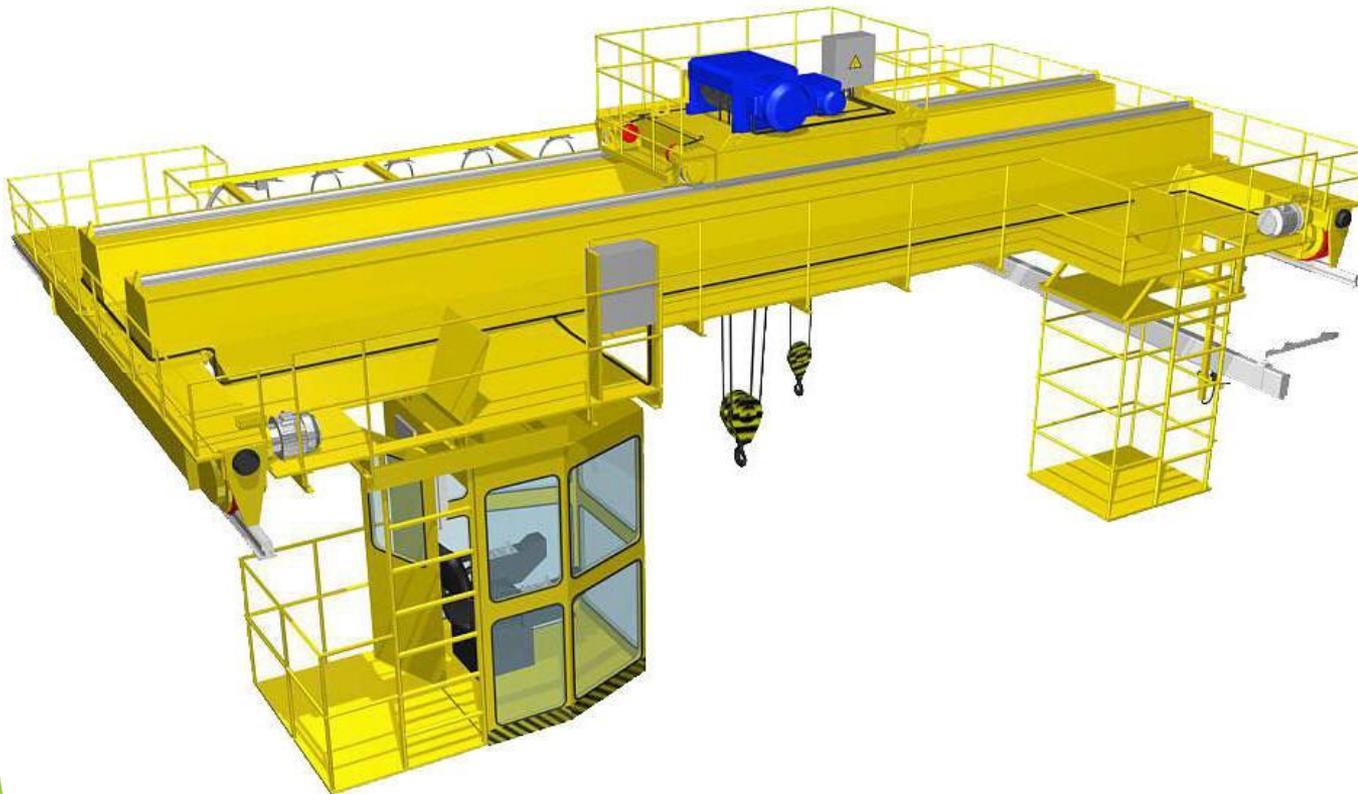


$l$ —пролет вдвигания в м	$l_k$	$a$	$b$
	в м		
18	15		
24	21		
30	27	0,9; 0,6	1,5
36	33		

# Мостовой кран

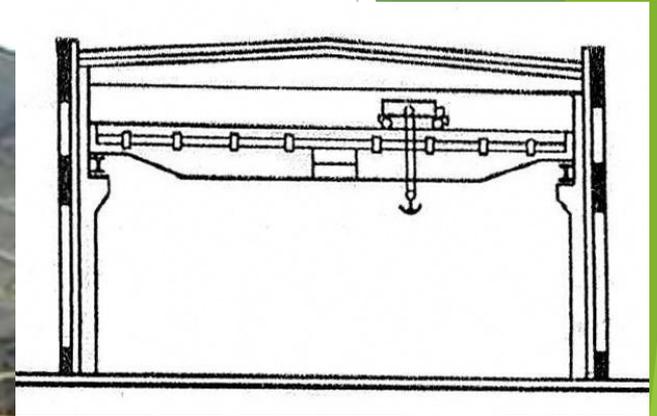
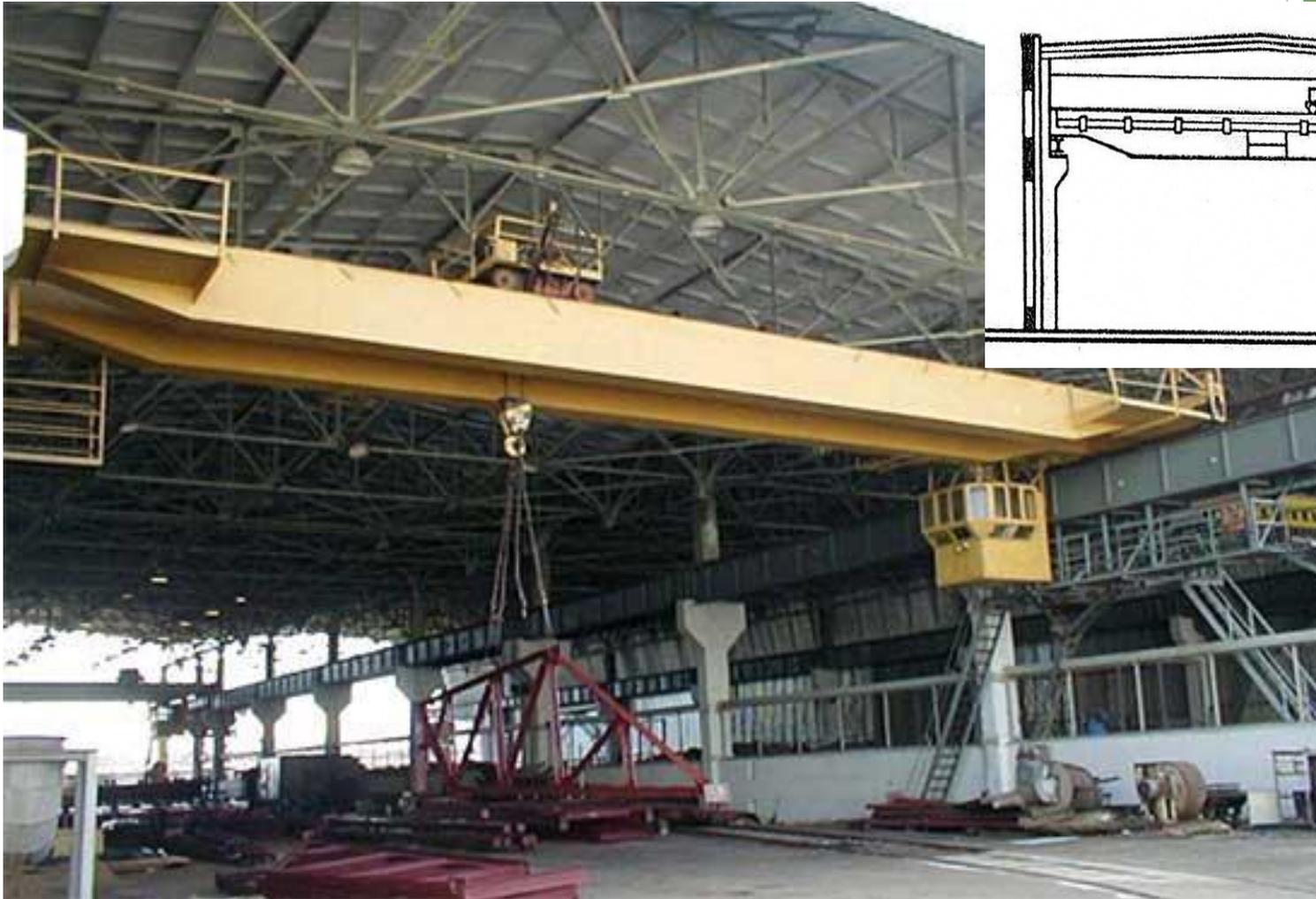
Применяется для перемещения грузов свыше 5 тонн.

Состоит из **несущего моста**, перекрывающего пролет, передвигающейся вдоль моста **тележки** и **кабины управления**.



Краны передвигаются по рельсам, уложенным по подкрановым балкам, монтируемым на консоли колонн каркаса.

# Мостовой кран



# Мостовой кран

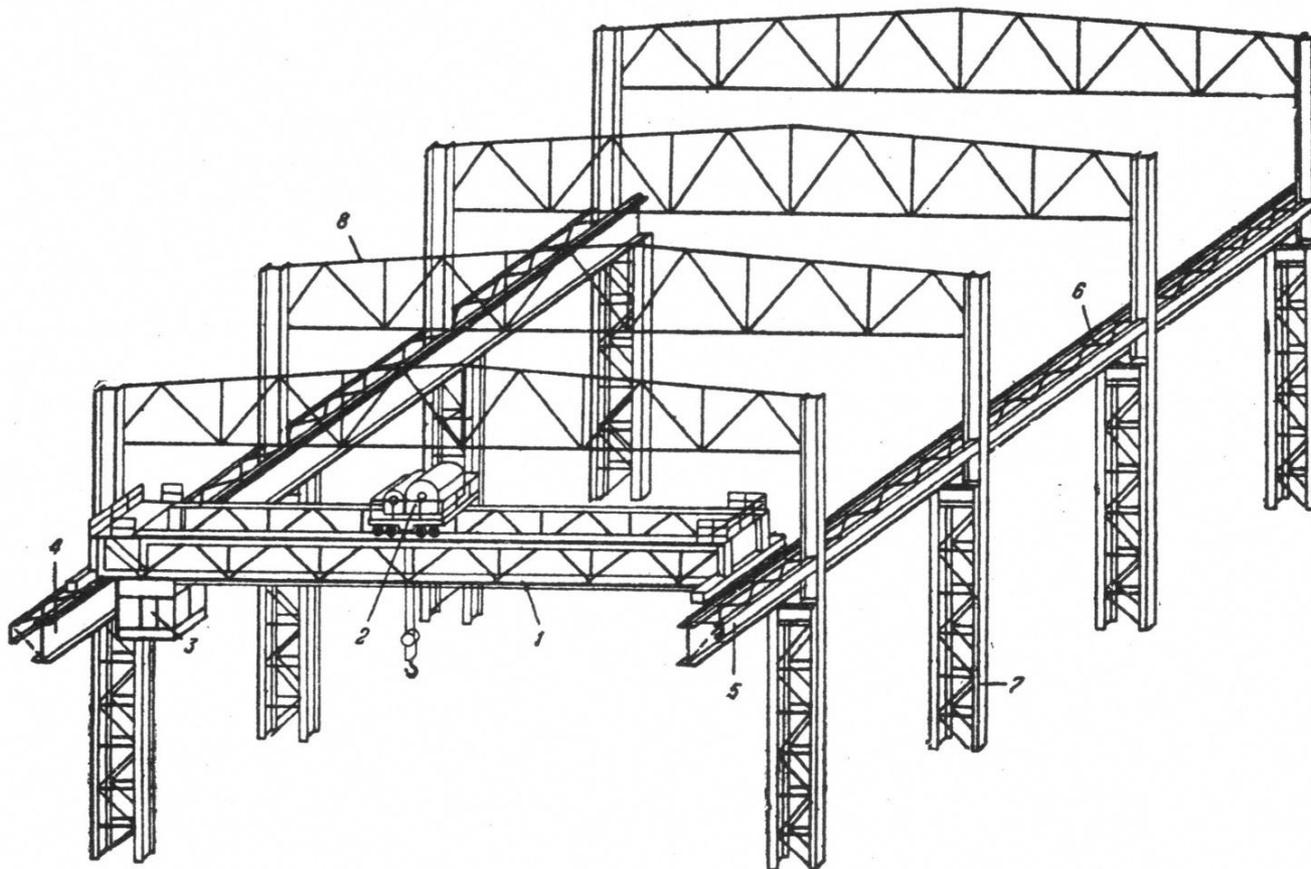
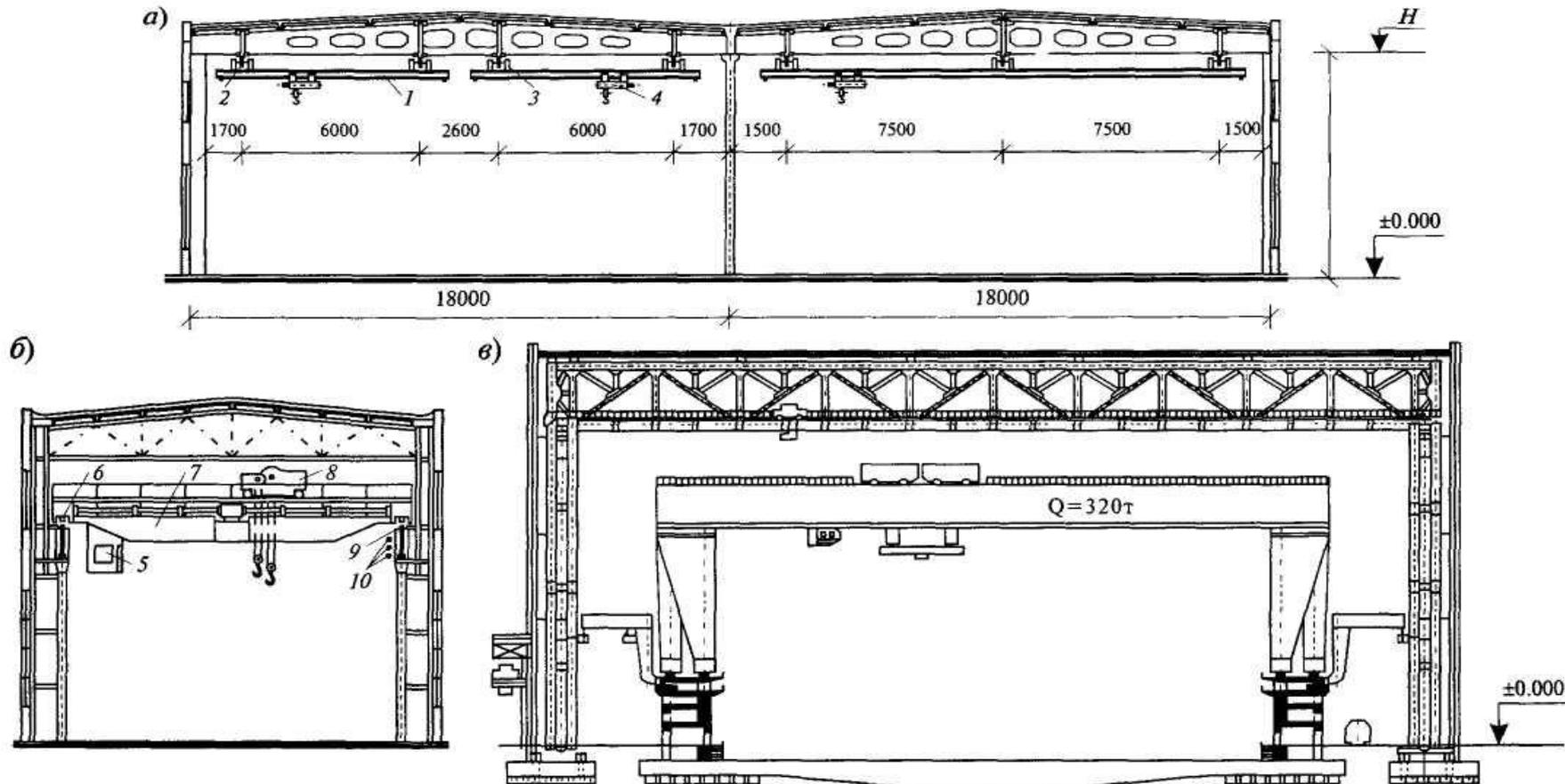


Схема расположения путей мостовых кранов

1 — мост крана; 2 — грузовая тележка крана; 3 — кабина; 4 — подкрановая балка; 5 — вспомогательная балка; 6 — горизонтальная тормозная ферма; 7 — колонна; 8 — ферма покрытия

# Здания с подвесным, мостовым и козловым кранами:



*а* - пример размещения в пролетах длиной 18 м двух однопролетных и одного двухпролетного подвесных кранов; *б* - то же, в здании пролетом 24 м мостового крана; *в* - расположение козлового крана в одноэтажном здании;  
*1* - несущая балка; *2* - механизм передвижения; *3* - подвесной путь; *4* - электроталь; *5* - кабина крановщика; *6* - механизм передвижения вдоль кранового пути; *7* - несущий мост; *8* - тележка с грузоподъемным механизмом; *9* - полкрановый путь; *10* - токопровод

## Козловой кран



# Окна , двери и ворота промышленных зд аний

Оконные блоки промышленных зданий  
разделяются на деревянные окна,  
стальные и алюминиевые оконные блоки,



- ▶ Деревянные окна состоят из оконных блоков-коробок с навешенными на петли створками, с наружным или внутренним открыванием. В одноэтажных зданиях применяют оба направления открывания; в многоэтажных – только внутреннее.
- ▶ Оконные блоки заполняют отдельные проемы шириной 1,5; 3 и 4,5 м и высотой от 1,2 до 7,2 м с градацией 0,6 м, а также оконные панели той же высоты. Оконные блоки, заполняющие отдельные проемы, крепят к заложенным в боковые грани простеночных панелей, деревянным пробкам; заполняющие ленты – к колоннам и стальным или деревянным импостам, связанным с перемычечными стеновыми панелями.
- ▶ Стыки между оконными блоками с двойными створками заполняют теплоизолирующими прокладками с наружной и внутренней сторон. Стыки закрываются планками – нащельниками.
- ▶ Деревянные окна для многоэтажных зданий (ГОСТ 475–70) имеют спаренные (С) и отдельные (Р) переплеты. В северных районах страны устраивают окна преимущественно с отдельными переплетами и расстоянием между ними 90 мм. При панельных стенах толщиной 240 мм это расстояние может быть уменьшено до 50 мм, В южных районах в основном используют спаренные переплеты.

Воротный проем обрамляют сборной железобетонной рамой. Полотна ворот представляют собой стальной каркас (обвязка из швеллеров, средники из двутавров, раскосы из полосовой стали), заполненный дощатыми двухслойными филенками. В одном из воротных полотен устраивают калитку. Чтобы не было продувания по контуру воротной рамы, к каркасу приваривают нащельники из полосовой стали, а щели между распашными полотнами и под ними закрывают гибкими фартуками.



У распашных ворот полотна навешивают на петли с шарикоподшипниками в нижней петле, а у раздвижных — подвешивают к верхней направляющей на двух ходовых роликах.

Подъемно-секционные ворота состоят из рамы портала и подъемных полотен, которые на роликах скользят по раме и при подъеме размещаются внутри цеха над воротным проемом.



Шторные железнодорожные ворота состоят из полотна-шторы, скользящей по направляющим и наматывающейся на барабан, который установлен на раме, расположенной над воротным проемом. В отапливаемых зданиях ворота должны быть оборудованы механическими приводами и тепловыми завесами.



- ▶ Двери производственных зданий имеют номинальные размеры: от 1 до 2 м по ширине и 1,8 - 2,4 м - по высоте. По конструкции они бывают: одно- и двупольные; распашные и откатные; по материалу - деревянные, металлические, стеклянные.
- ▶ Эвакуационные двери проектируют только распашными и открывающимися наружу, по направлению движения. Глубина тамбура производственного здания назначается из расчета: ширина полотна двери плюс 0,4 - 0,5 м.
- ▶ Дверные проемы обрамляют коробками. Деревянные коробки изготавливают из брусков и крепят гвоздями или ершами, забивая их в пробки, заложенные в стены. Деревянные полотна выполняют из клееных щитов или ДСП с облицовкой. Нижнюю часть полотна (60 см) обшивают оцинкованным железом.
- ▶ В противопожарных деревянных дверях полотна выполняют из щитов, между которыми располагают асбестовый картон. Деревянные коробку и полотно пропитывают антипиренами.
- ▶ Стальные двери имеют коробку и обвязку полотен из холодногнутой оцинкованной и окрашенной профилей, а полотна - из полужестких минераловатных плит, обшитых с двух сторон стальными листами толщиной 2 мм. Горизонтальные и вертикальные элементы обвязок коробки и полотна соединяют между собой при помощи уголков и самонарезающих винтов.
- ▶ Стеклянные двери имеют обвязку из стальных или алюминиевых профилей с наличниками из пластмассы. Полотна выполняют из закаленного стекла («сталинита») качающимися.







# Архитектура промышленных зданий



# Архитектура промышленных зданий



## **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
- перемычечные
- парапетные
- карнизные
- простеночные.

### **Размеры панелей:**

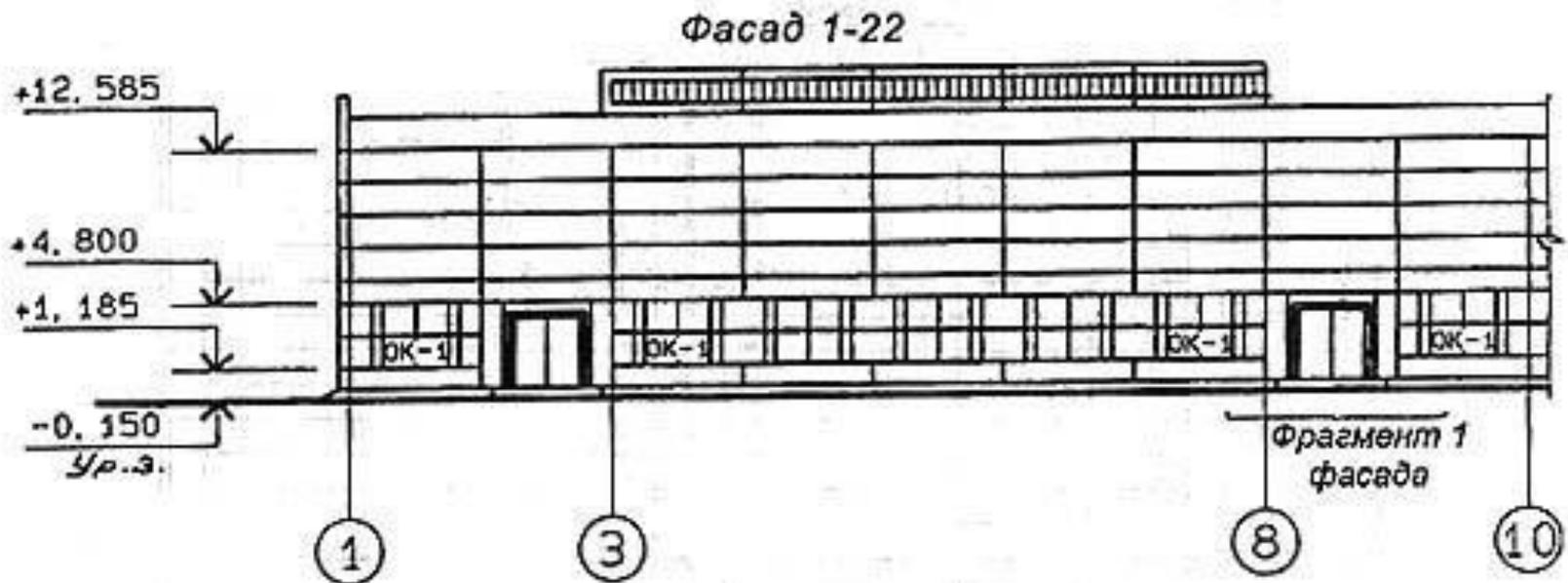
- ✓ **высота** 900, 1200, 1500, 1800мм;
- ✓ **длина** 6 и 12м;
- ✓ **толщина** 200, 250, 300 и 350мм.

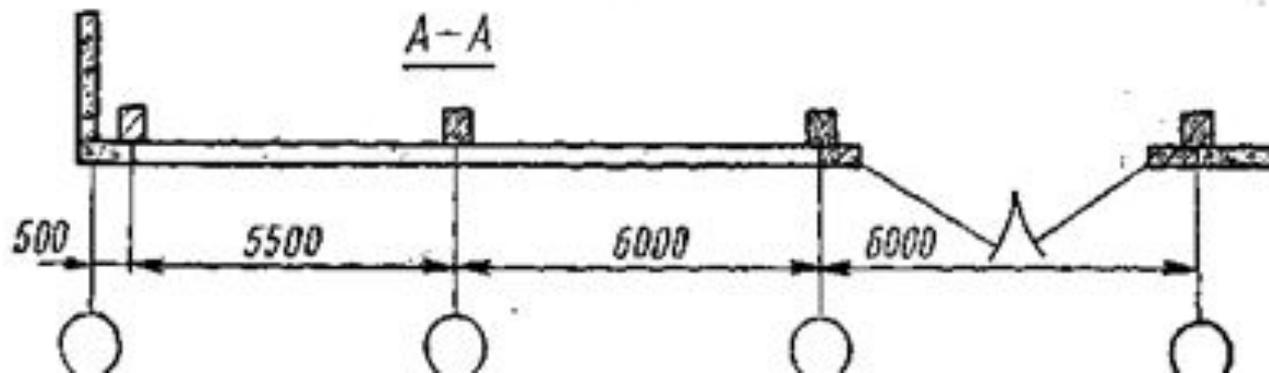
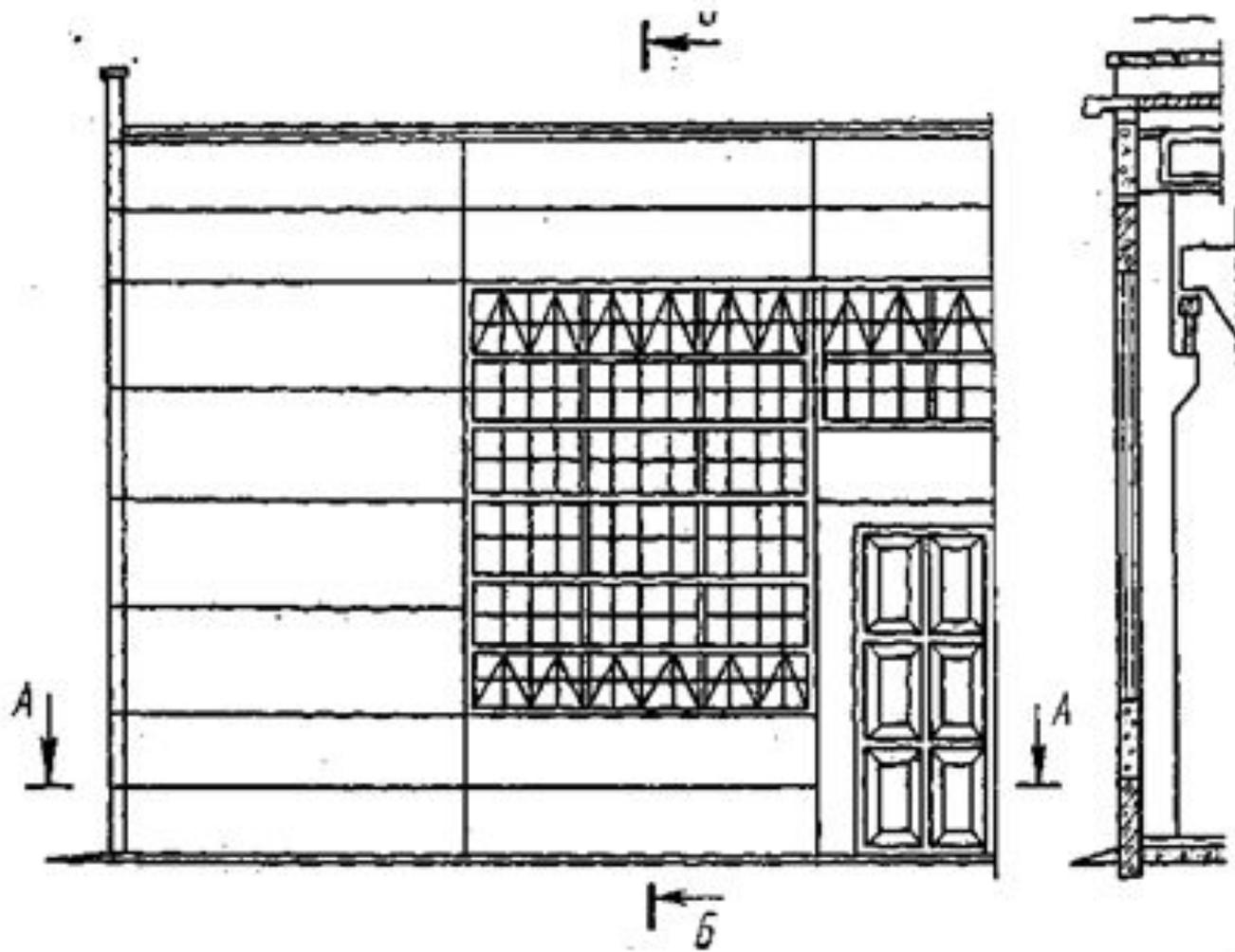


**Стены из крупных панелей** применяются для обеспечения полной сборности промышленного здания. Кроме того, использование крупных панелей ведет к сокращению трудоемкости и уменьшению массы здания.

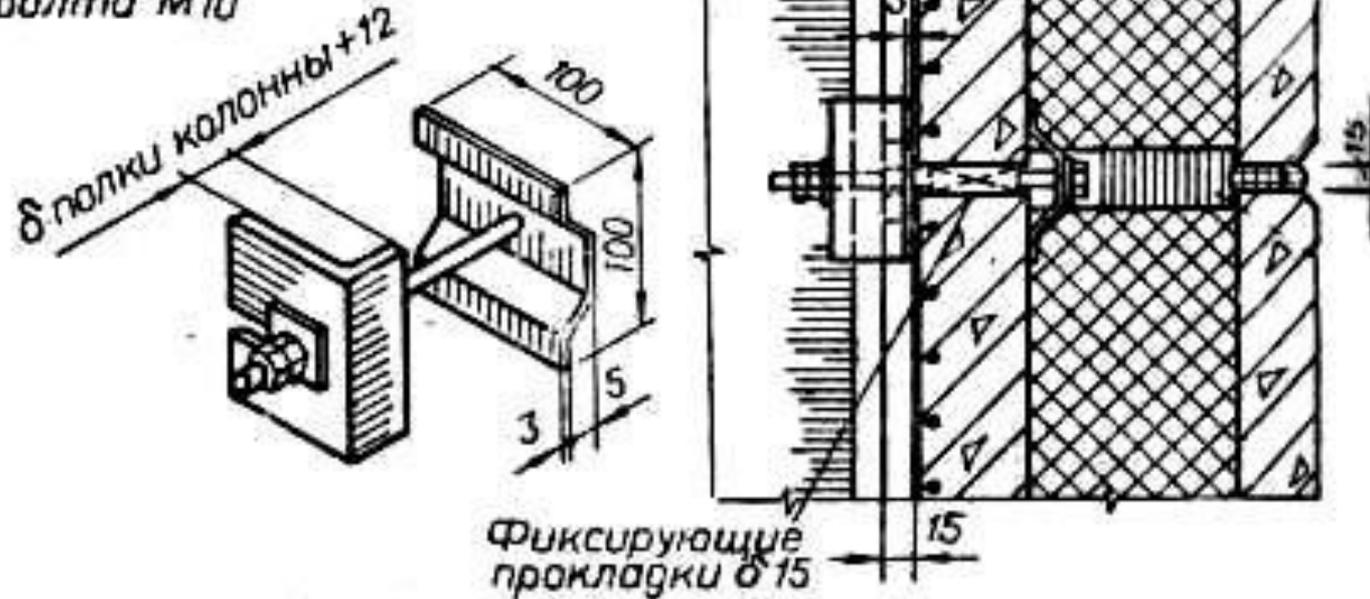
Крупнопанельные стены могут быть навесными и самонесущими. По местоположению различают панели рядовые, угловые, перемычечные, парапетные, карнизные, простеночные.

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

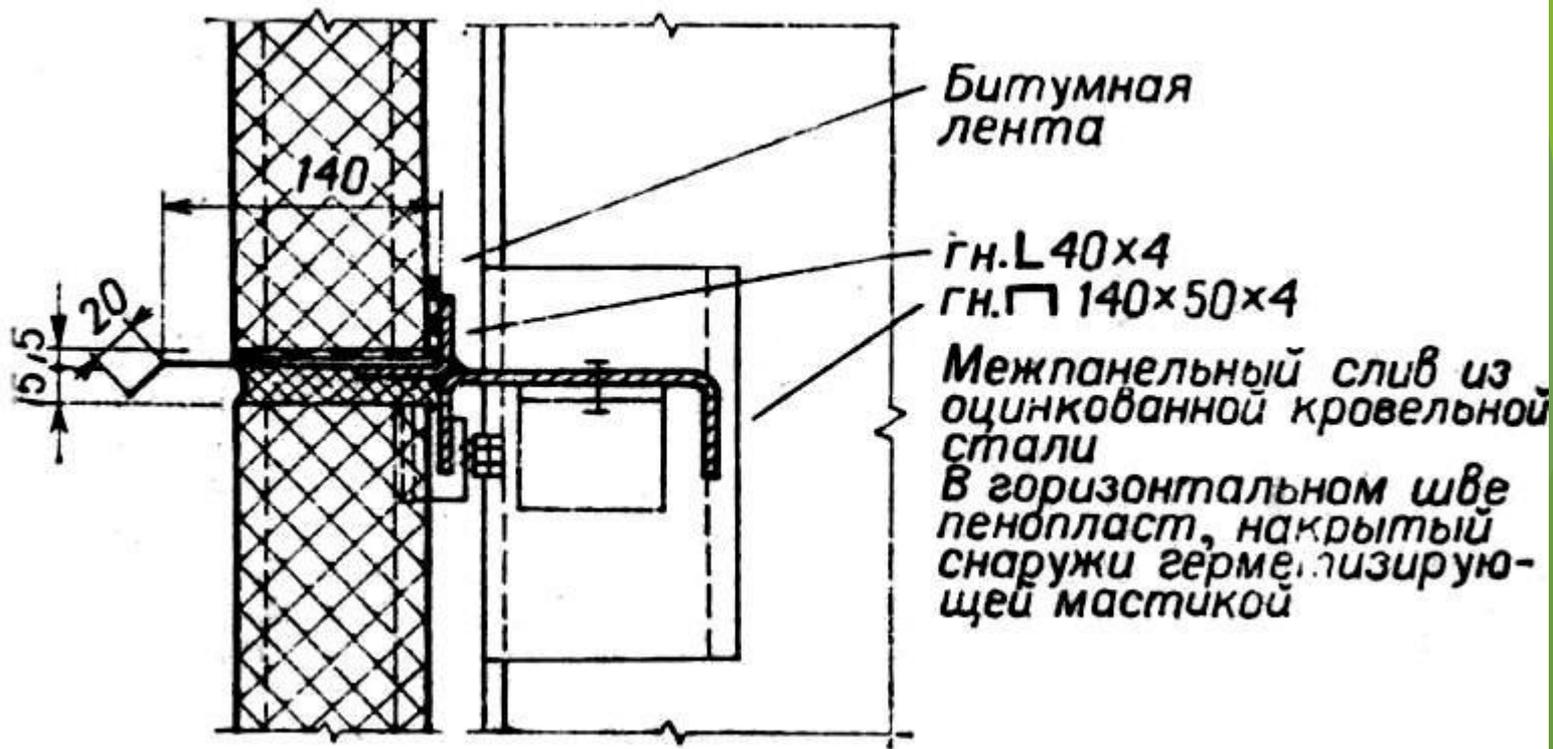




Крепежный элемент из:  
кляммеры, гнутой из  $\delta 3$ ;  
Г-фиксатора 75x6;  $L 100$   
с обрезанной полкой;  
шайбы  $50 \times 50 \times 10$ ;  
болта М10



**Узел крепления железобетонной трехслойной  
панели к железобетонной колонне**



### Узел крепления панели типа «сэндвич» к металлической колонне

Вертикальные и горизонтальные швы между панелями заполняют упругими синтетическими прокладками из поропола или гернита и герметизирующими мастиками, а также прокладками из утеплителя и цементно-песчаным раствором. Утеплитель используется в средней части трехслойных навесных и самонесущих панелей, а цементно-песчаный раствор – во внутренней части горизонтального шва при самонесущих панелях любого конструктивного типа.

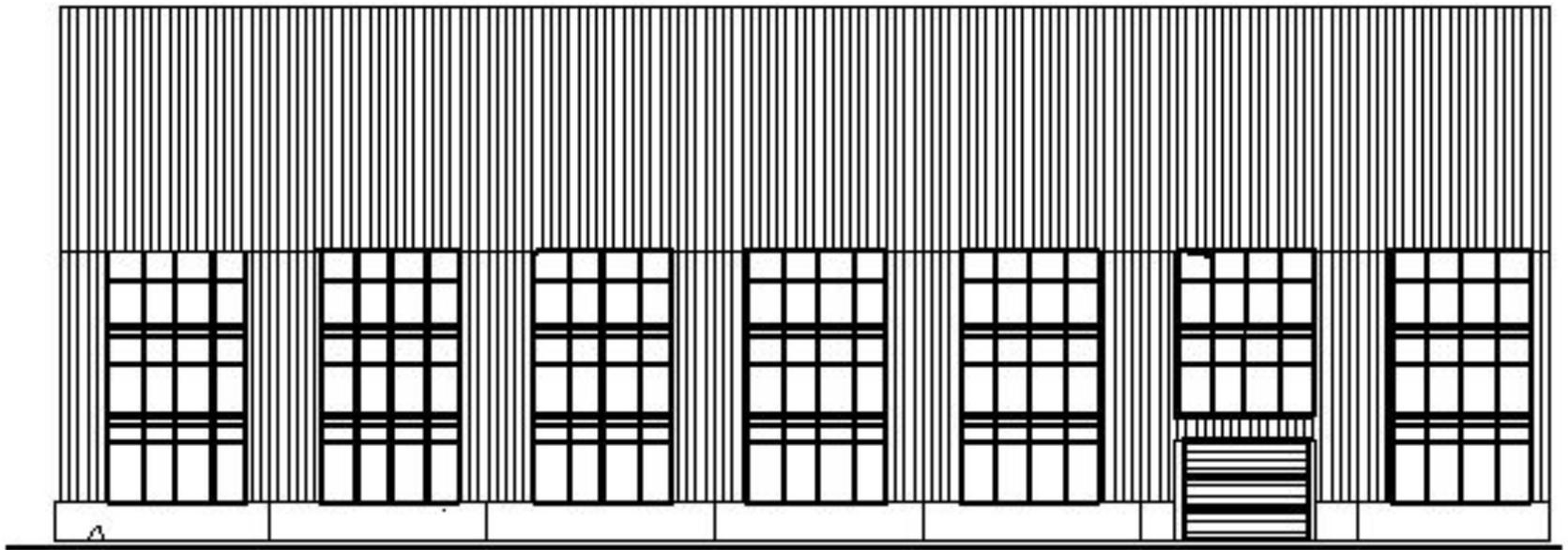
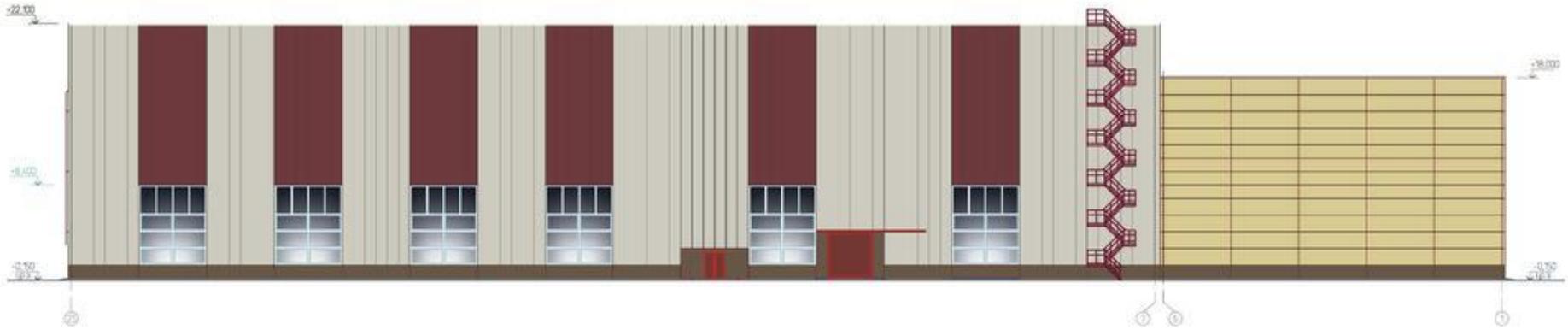
Многослойные асбестоцементные панели толщиной 136 мм состоят из обрамляющего асбестоцементного профиля швеллерного сечения и утеплителя с пароизоляцией.

Кроме того, применяются **асбестодеревянные** и **асбестометаллические** панели. Преимуществами стеновых ограждений из металлических листов и панелей являются незначительная масса, быстрое возведение и экономичность в эксплуатации. Недостатки – большой расход стали и малая огнестойкость.

**Металлические листовые панели** обычно выполняют с вертикальной их разрезкой с опиранием на дополнительные продольные ригели, которые крепятся к колоннам каркаса.

**Металл в виде плоских или профилированных листов** (обычно из оцинкованной стали или алюминия) применяется как самостоятельно – для неотапливаемых зданий, так и в виде трехслойных панелей типа «сэндвич» бескаркасного типа или с дополнительным внутренним каркасом.

Теплоизоляционную основу металлических стеновых элементов составляет эффективный утеплитель, располагаемый между двумя слоями металла.

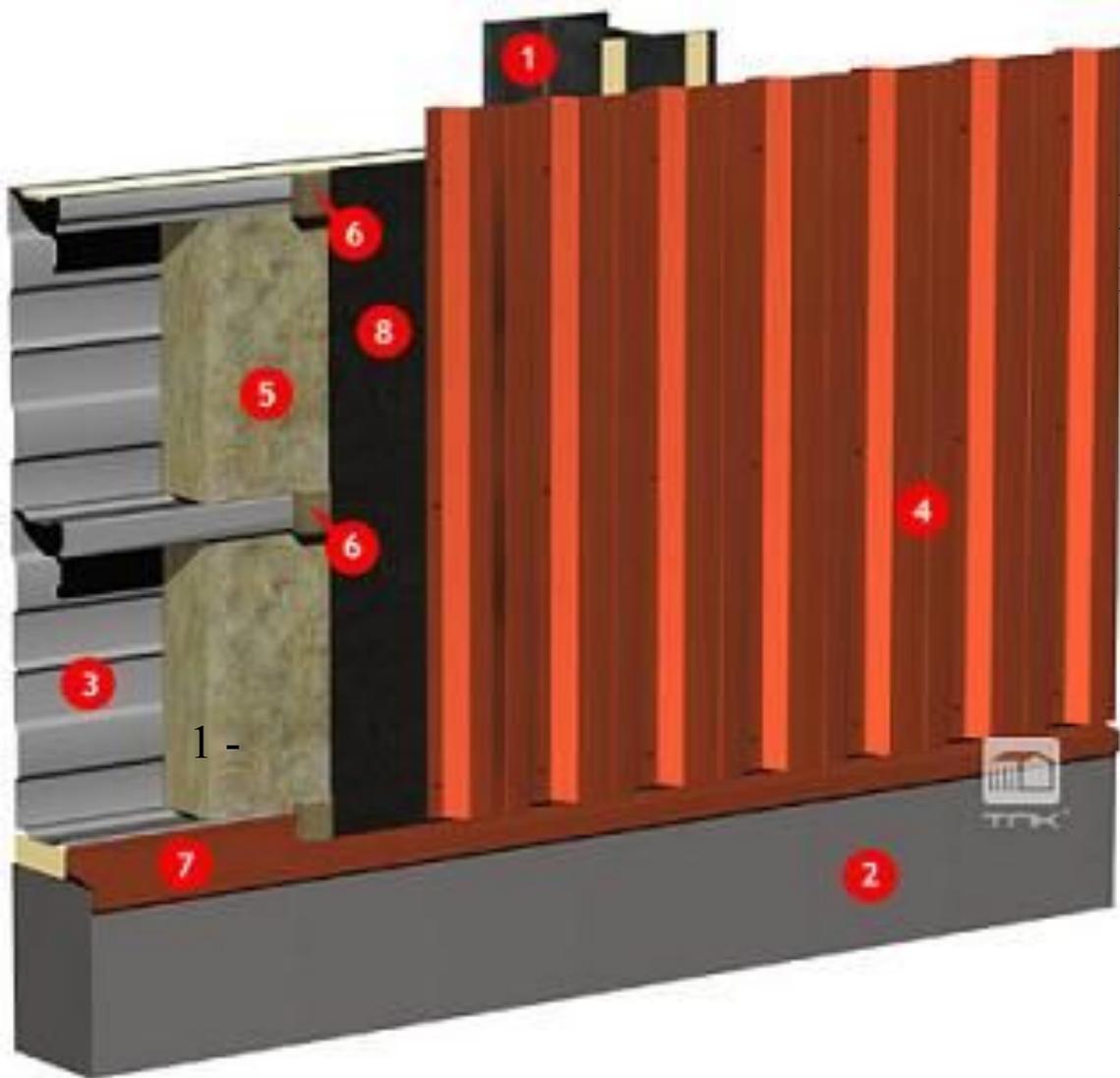


**Трехслойные стеновые панели типа «сэндвич»** имеют ширину 1 м, высоту до 12 м и толщину от 50 до 150 мм, в зависимости от климатических условий района строительства.

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 панелях 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.

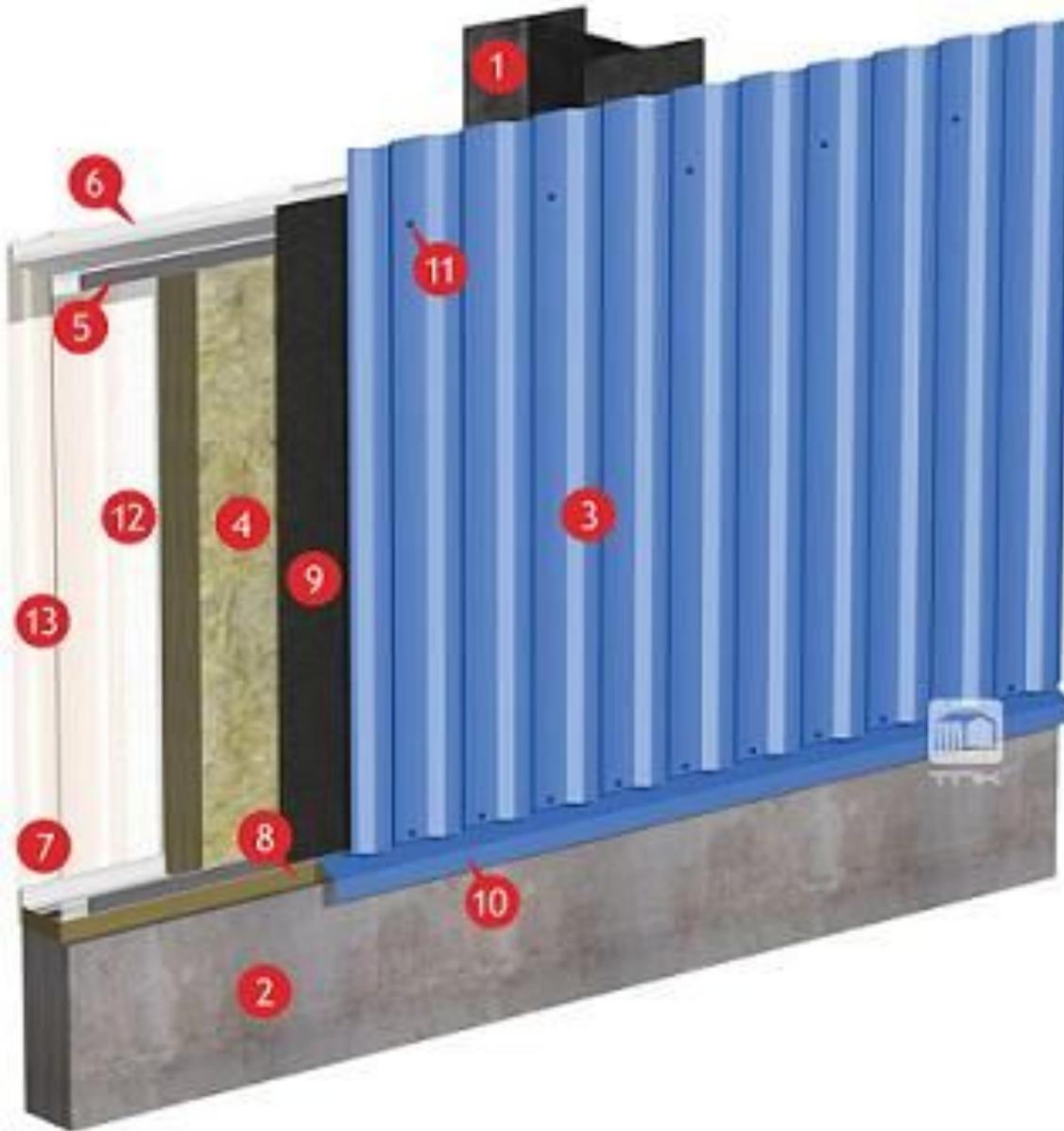
Кроме основного типа рядовых панелей типа «сэндвич» существуют доборные панели меньшей ширины и угловые панели.



## Решение стен для промышленных зданий

- 1 – колонна каркаса;
- 2 – цоколь;
- 3 – внутренняя стеновая кассета;
- 4 – профнастил ТП 18, ТП 20, ТП 35;
- 5 – теплоизоляция Rockwool плотностью 30—70 кг/м<sup>3</sup>;
- 6 – термопрокладка ленточная;
- 7 – планка цокольная;
- 8 – супердиффузионная мембрана Jutadach 115;

## Решение стен для промышленных зданий



1 – колонна каркаса;

2 – цоколь;

3 – профнастил ТП 20С;

4 – теплоизоляция Isover, Knauf  
плотностью 11—25 кг;

5 – термопрокладка ленточная;

6 – стеновой ригель (Z-профиль) из  
оцинкованной стали;

7 – стеновой ригель (С-профиль) из  
оцинкованной стали;

8 – уплотнитель цокольный

9 – супердиффузионная мембрана  
Jutadach 85;

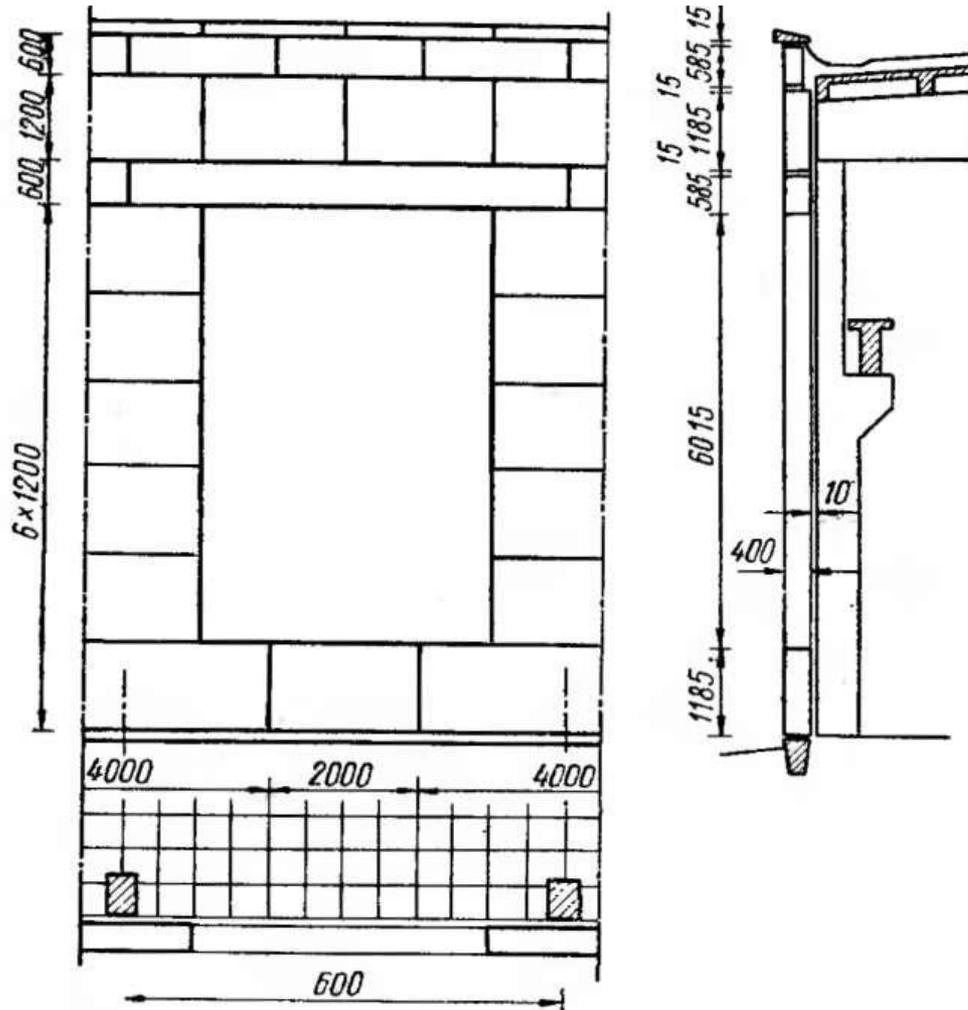
10 – планка цокольная;

11 – шуруп (винт) самонарезающий;

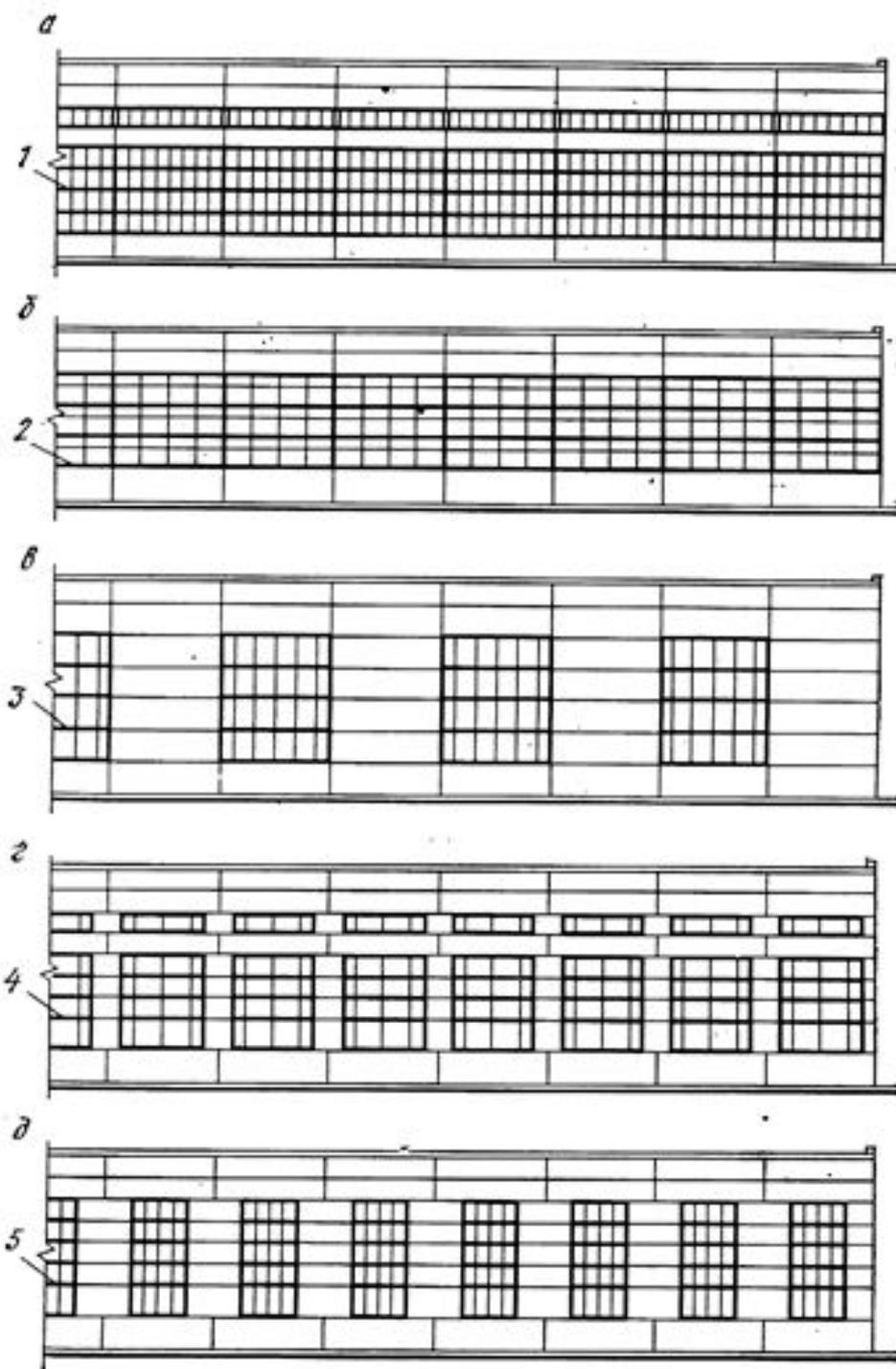
12 – пленка пароизоляции Jutafol  
N100

13 – профнастил ТП 8

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.



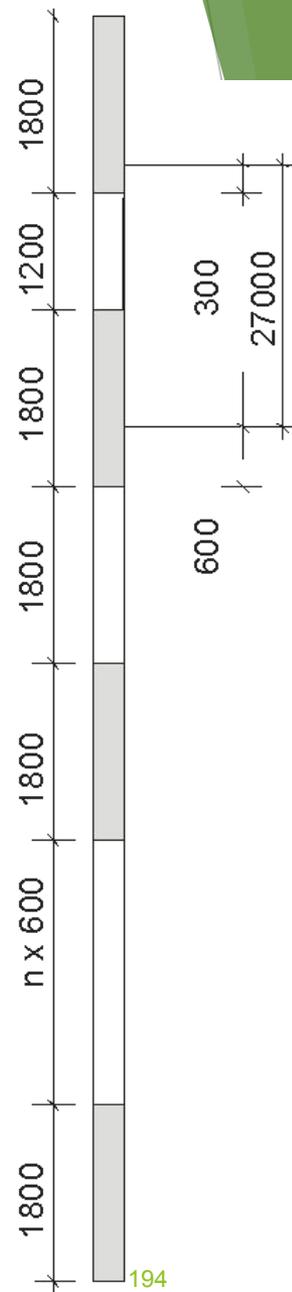
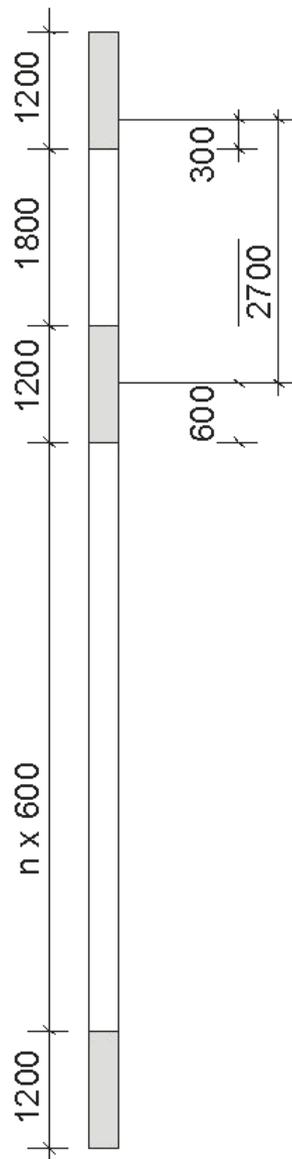
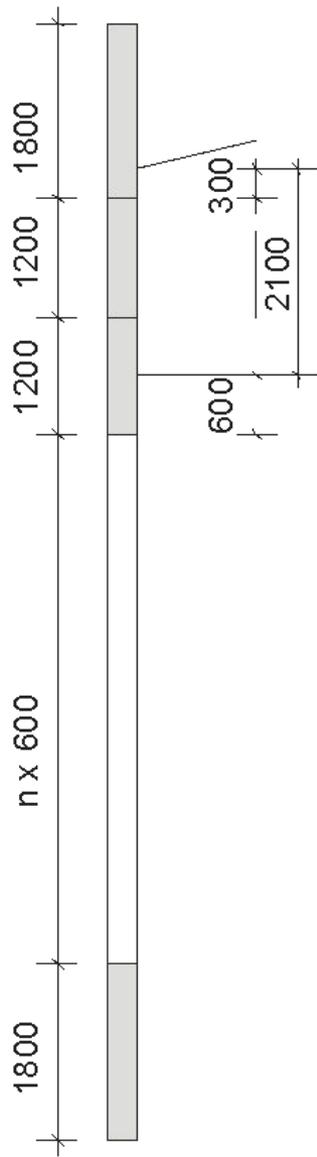
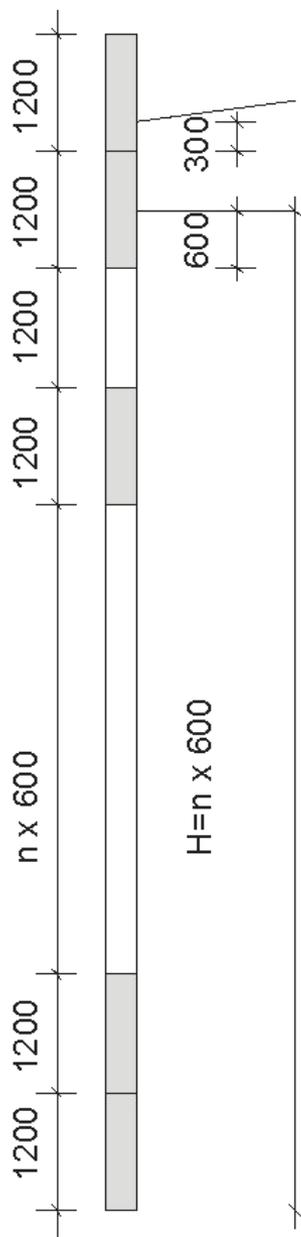
**Фрагмент стены  
из крупных блоков**



## 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



## Варианты разрезки фасада промышленного здания

### Список литературы:

- 1.Абуханов А.З. Основы архитектуры зданий и сооружений. Р. : Феникс,2012
- 2.Белиба В. Ю. Архитектура зданий. Р.:Феникс, 2013
- 3.Маилян Л.Р., Лазарев А.Г. Конструкции зданий и сооружений с элементами статике. М.:Инфра-М.2012
- 4.Нанасова С. М. Архитектурно-конструктивный практикум. М. АСВ. 2014
- 5.Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий. М .  
Архитектура С, 2013ru.wikipedia.org›