

Лекция 10

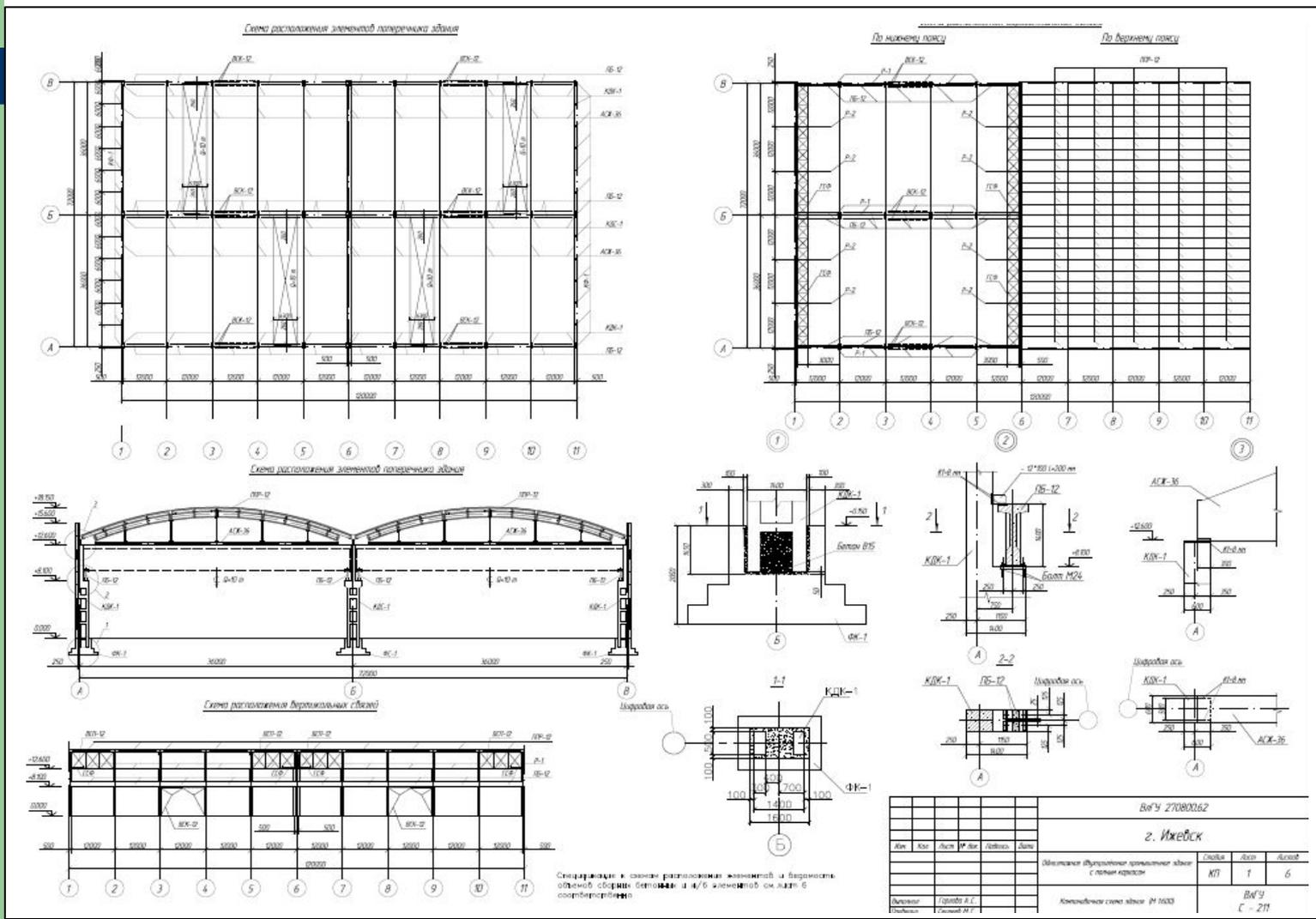
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ. ОСНОВНЫЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Промышленные здания, как правило, проектируются по каркасной рамно-связевой конструктивной схеме с поперечным расположением рам и продольными связями жесткости. Основные размеры здания в плане измеряют между разбивочными (координационными) осями, которые образуют геометрическую основу плана здания. Шаг колонн и величина пролетов принимаются кратными укрупненному строительному модулю $6М = 6\ 000$ мм.



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

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

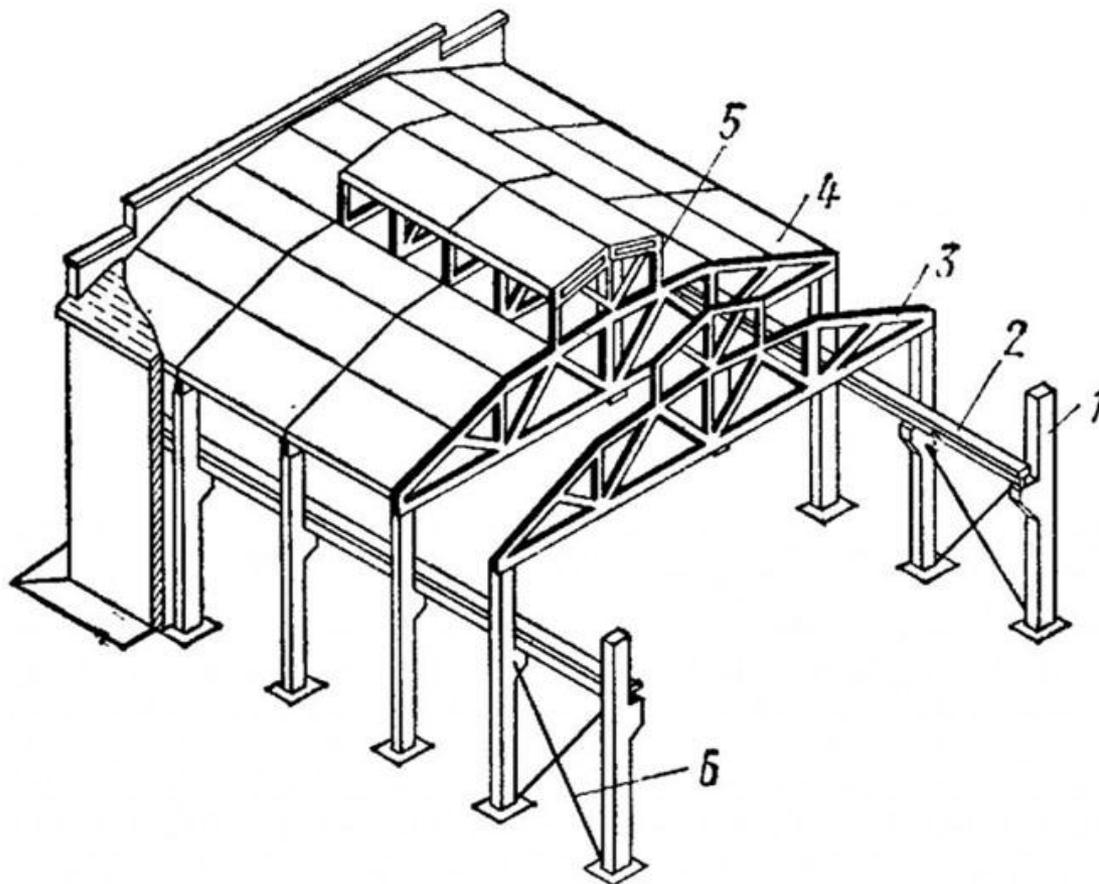


ВЫБОР МАТЕРИАЛА КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

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

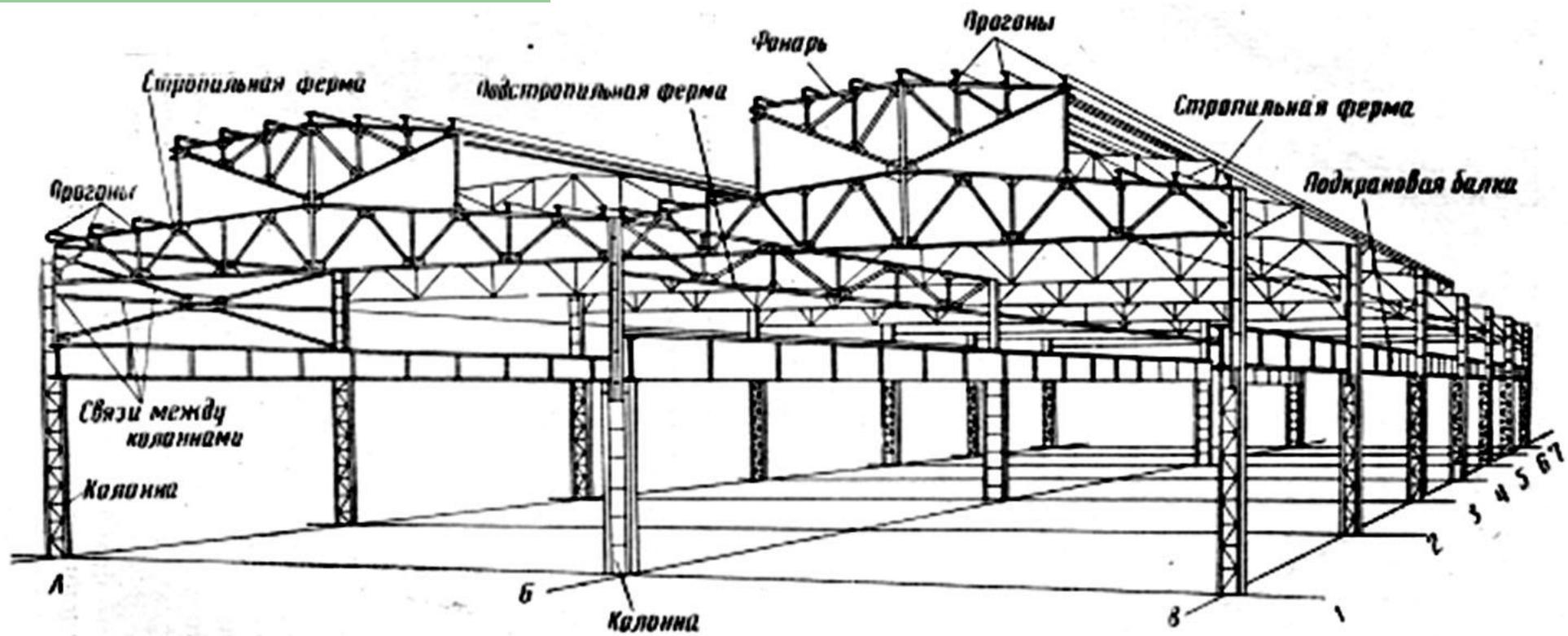
Промышленное здание может быть решено:

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



**Общий вид
железобетонного
сборного каркаса**

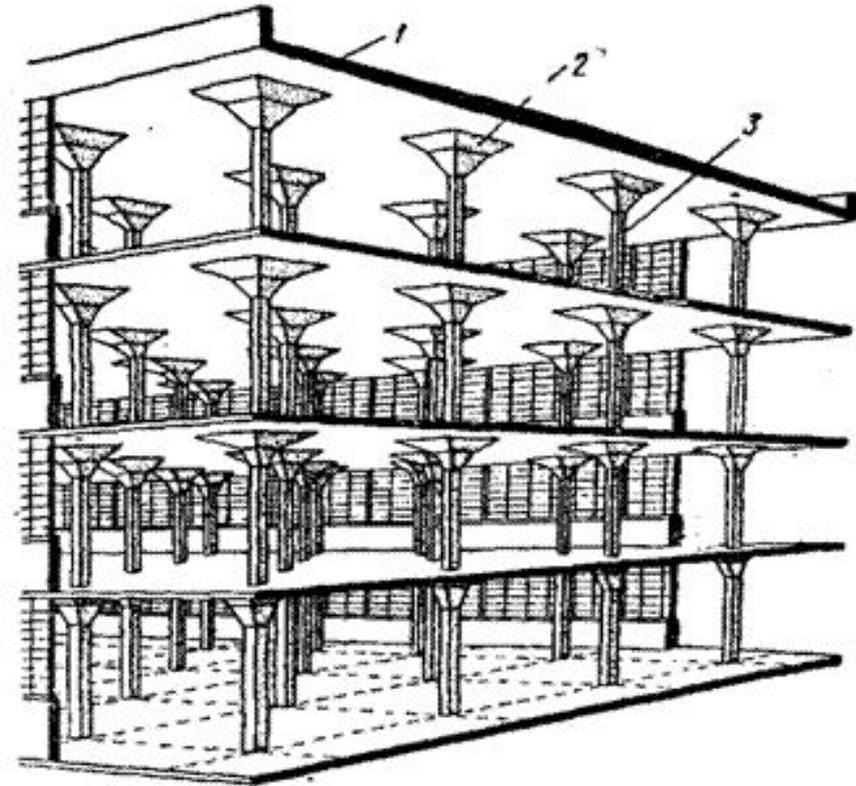
- 1 – колонна;**
- 2 – подкрановая балка;**
- 3 – стропильная ферма;**
- 4 – плита покрытия;**
- 5 – рама фонаря;**
- 6 – стальная связь**



Стальной каркас промышленного здания

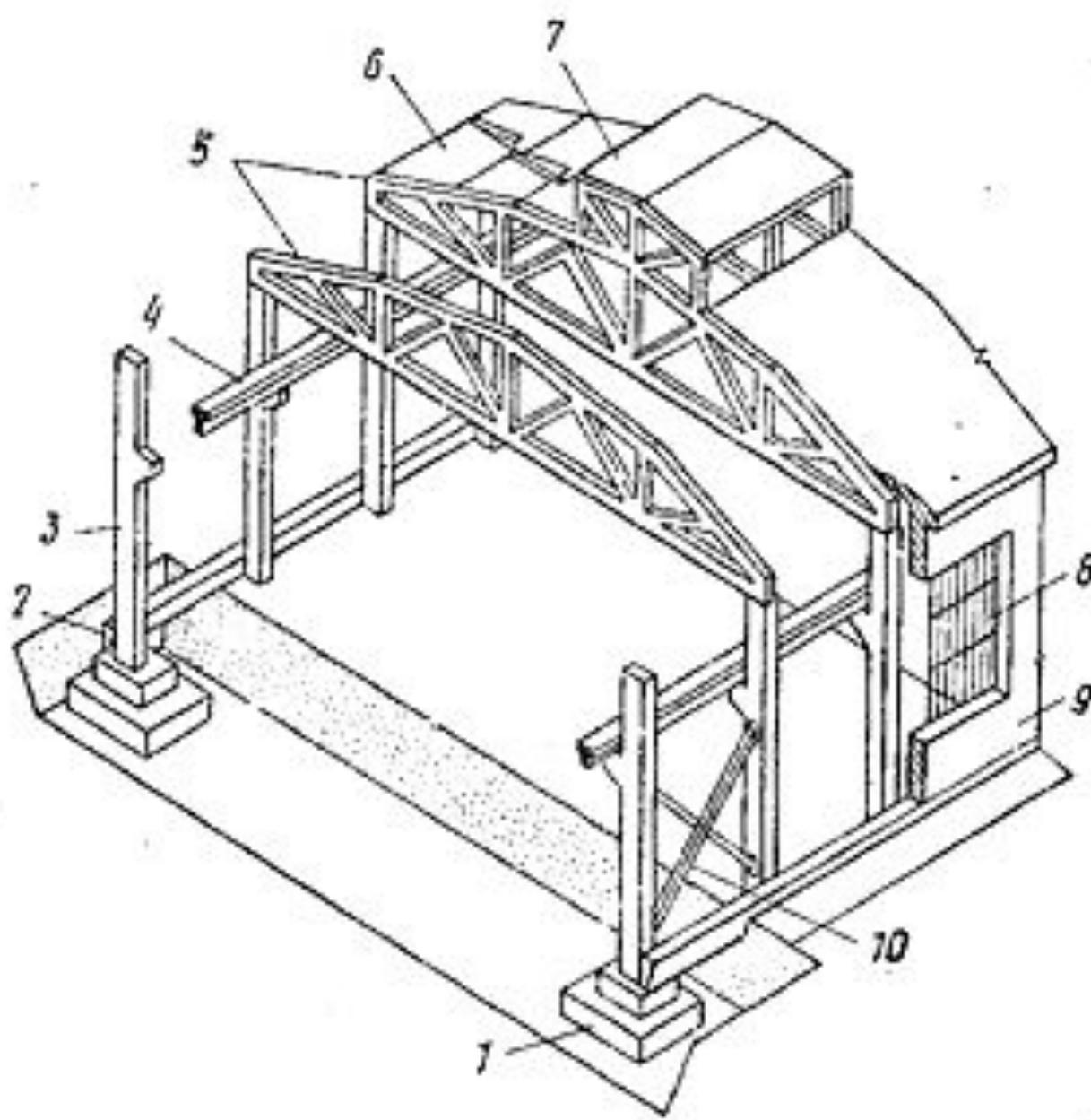
Применение различных материалов для основных несущих конструкций каркаса ранее жестко регламентировалось техническими правилами ТП 101-81, рекомендующими в основном использование сборных железобетонных конструкций (в целях экономии металла).

Монолитный железобетон применяется редко и, как правило, в зданиях с особыми требованиями к внутренним параметрам помещений (чистота, освещенность).



Железобетонный монолитный каркас с безбалочными перекрытиями:
1 – плита перекрытия, 2 – капитель, 3 – колонна

Фрагмент каркаса одноэтажного промышленного здания



- 1 – столбчатые фундаменты;
- 2 – фундаментные балки;
- 3 – колонны;
- 4 – подкрановые балки;
- 5 – стропильные фермы;
- 6 – плиты покрытия;
- 7 – рамы фонаря;
- 8 – окно;
- 9 – стена;
- 10 – стальные связи

В последние годы в большинстве случаев проектирование и строительство новых промышленных зданий ведется в **стальном каркасе**, независимо от параметров пролетов и нагрузок на здание. Это объясняется большей индустриальностью, легкостью и быстрыми сроками возведения стальных зданий.

Алюминиевые конструкции отличаются легкостью при высокой несущей способности, поэтому целесообразно их применение для большепролетных конструкций.

Деревянные конструкции эффективны в производственных зданиях с агрессивной производственной средой. Наиболее перспективными являются деревоклеенные конструкции.

Применение **каменных конструкций** возможно при возведении стен с большим количеством технологических проемов.



**Деревянные
конструкции
промышленных
зданий**

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

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

При этом возникает необходимость разрезки блокированного здания на температурные отсеки продольными и поперечными продольными швами.

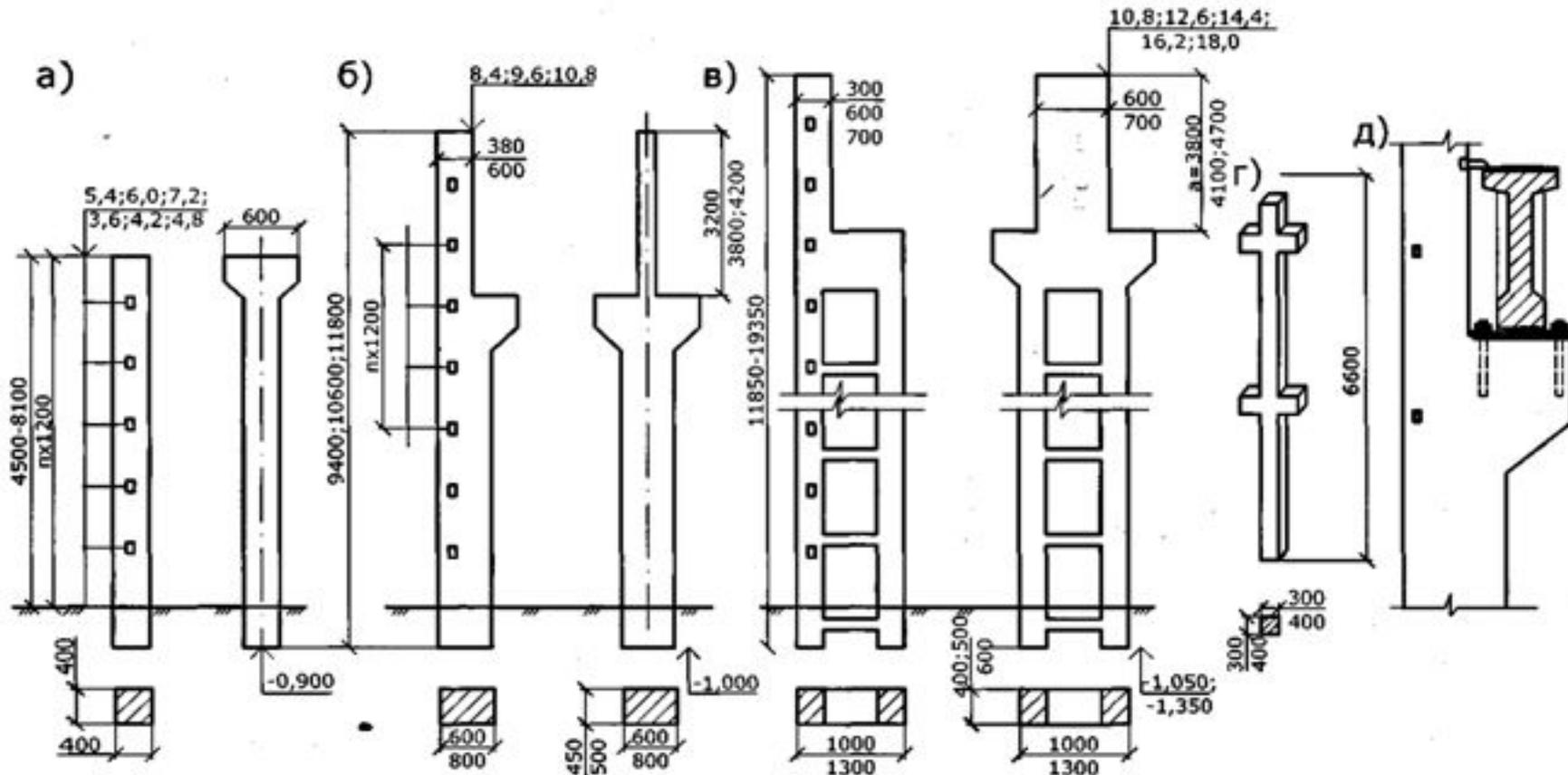
Поперечные температурные швы в железобетонном и смешанном каркасе отапливаемого здания устраивают через **72 м по длине пролета**, а в цельнометаллическом – через **230 м**.

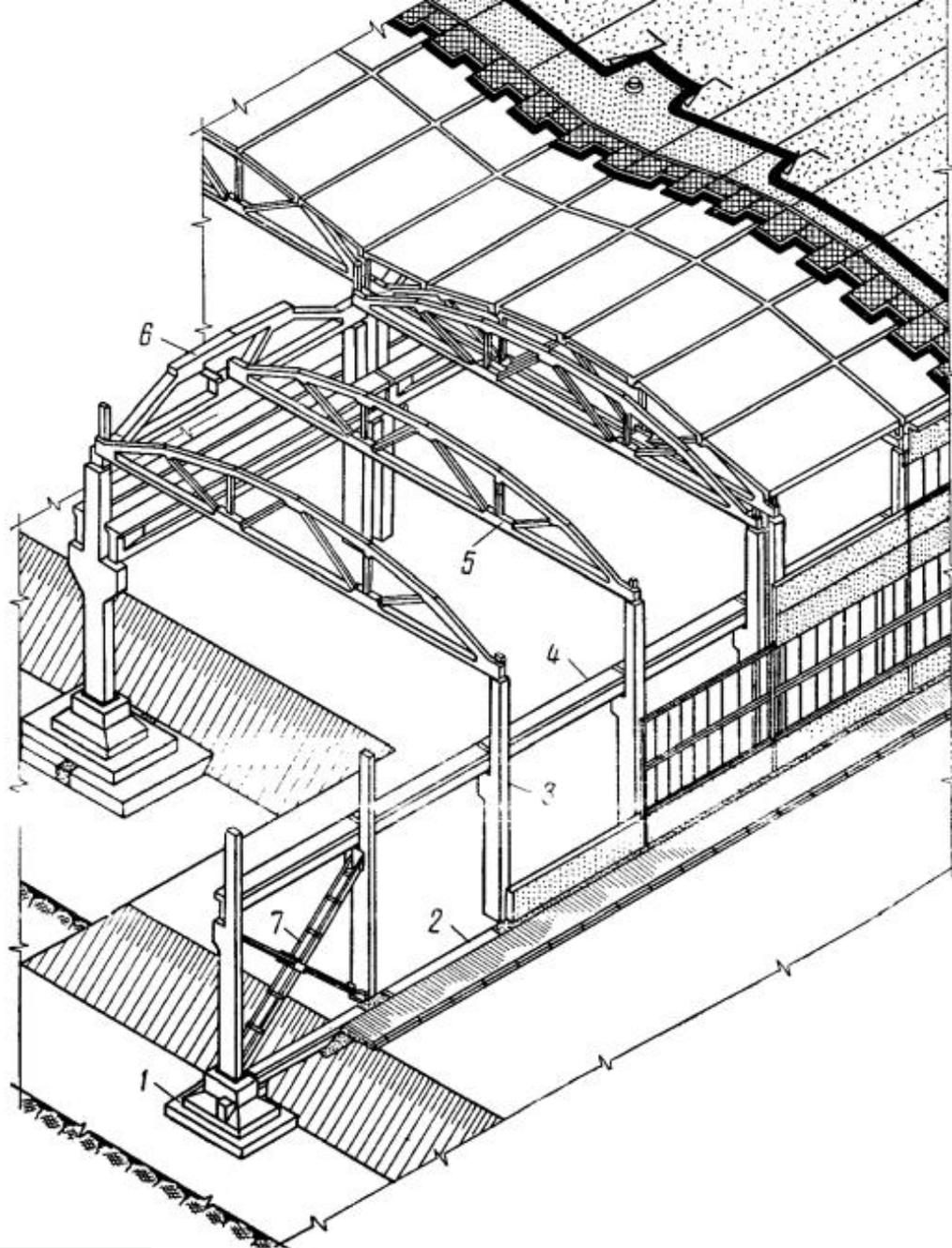
Продольные температурные швы в отапливаемом здании со сборным железобетонным и смешанным каркасом устанавливаются через **144 м**, при стальном каркасе – через **150 м** по ширине пролета здания или совмещаются с перепадом высот пролетов одного направления (параллельных пролетов).

Область применения сборных железобетонных конструкций:

◆ Колонны:

- при высоте (Н) от пола до низа стропильных конструкций меньше или равной 14,4 м и грузоподъемности (Q) мостовых кранов до 30 т включительно;
- при Н от 14,4 до 18 м включительно и $Q > 30$ т (не требующие устройства проемов в теле колонн для прохода на уровне крановых путей);
- при отсутствии мостовых кранов.



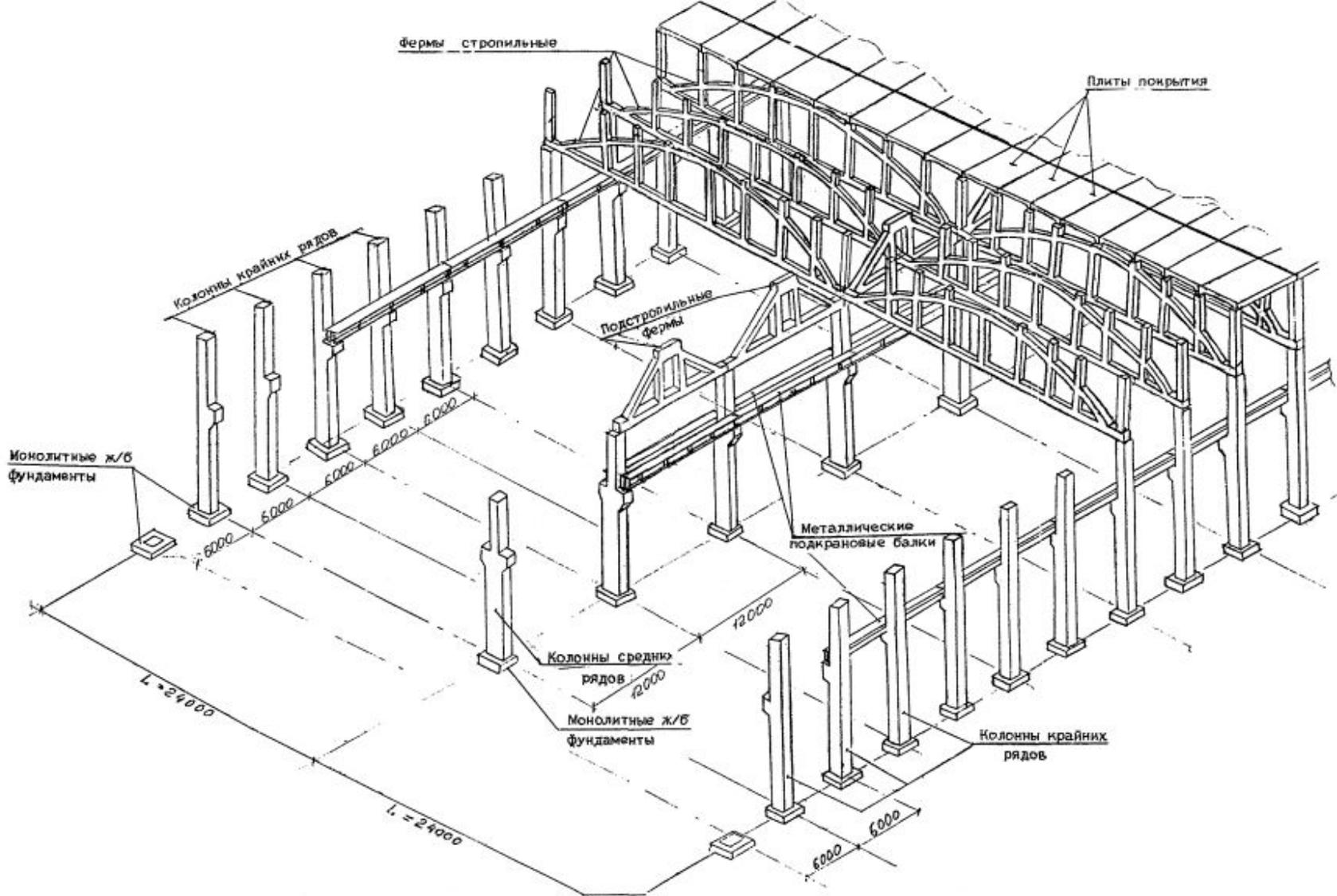


◆ Стропильные и подстропильные конструкции (балки, фермы):

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

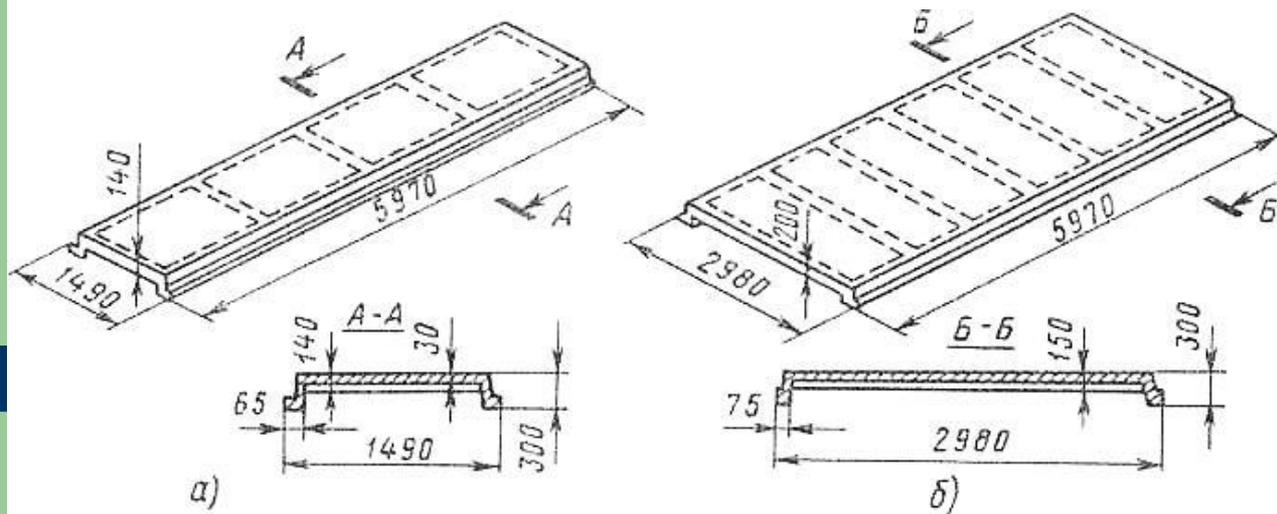
Железобетонный каркас одноэтажного промышленного здания:

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

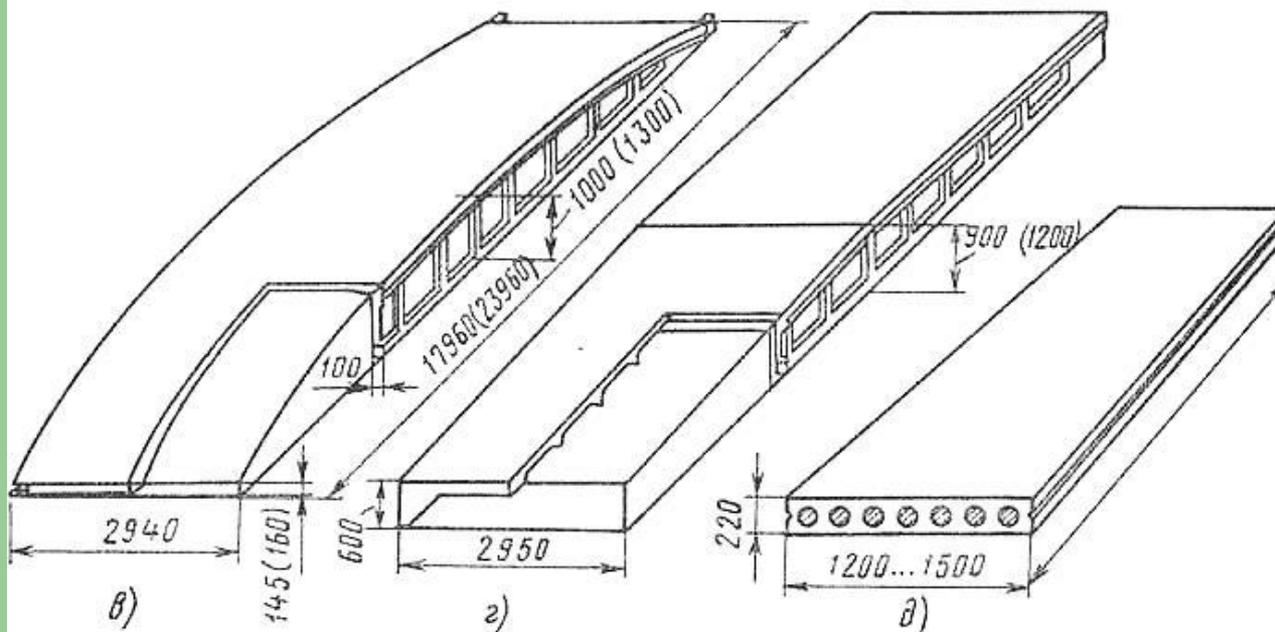


Конструкция одноэтажного двухпролётного промышленного здания из сборных железобетонных элементов с подстропильными фермами и подкрановыми металлическими балками

❖ Крупноразмерные конструкции плит покрытия;

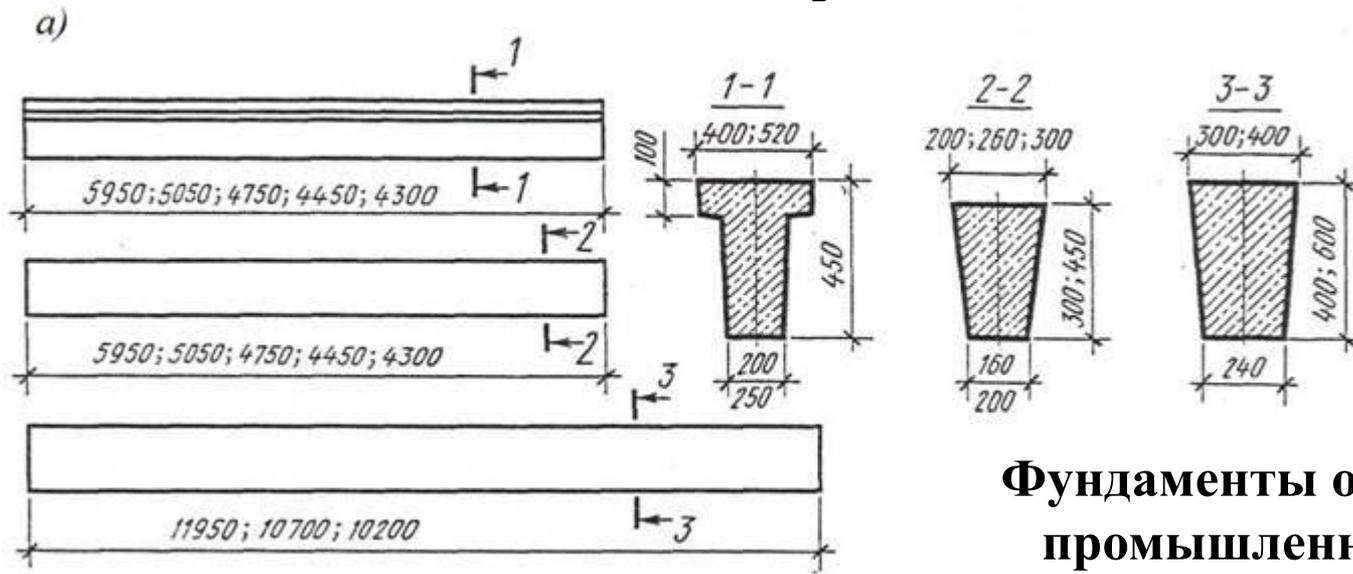


Плиты покрытий
промышленных
зданий:



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

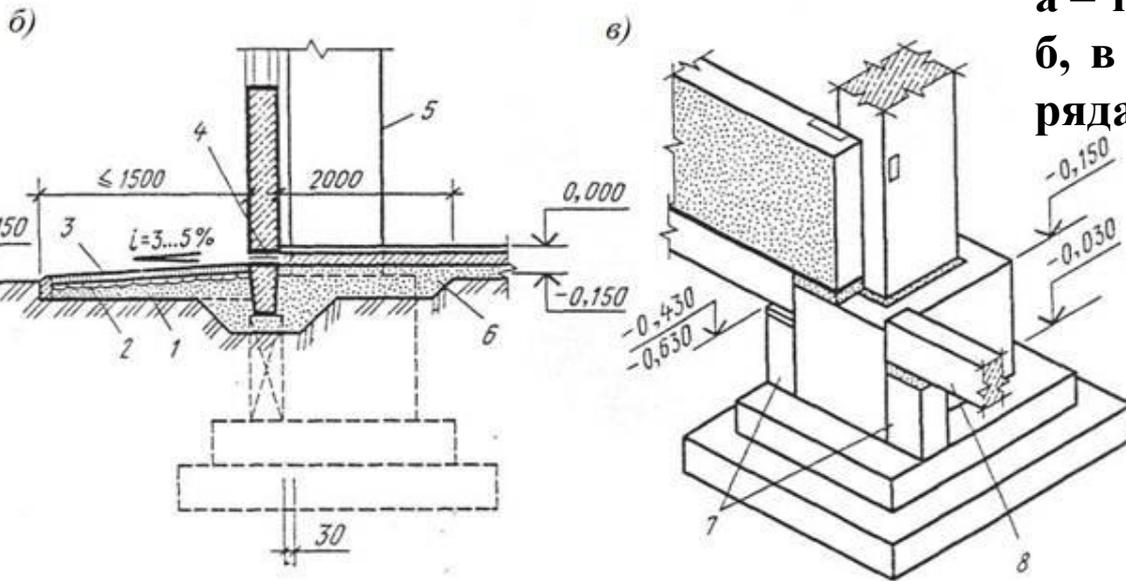
❖ **Фундаментные и обвязочные балки, стойки продольного фахверка, если**



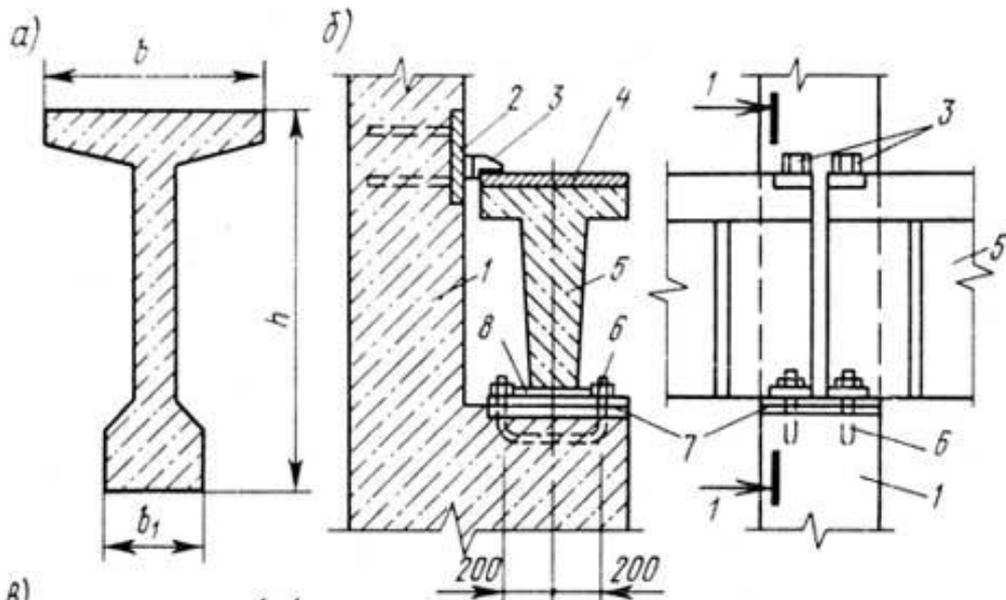
Фундаменты одноэтажных промышленных зданий

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

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



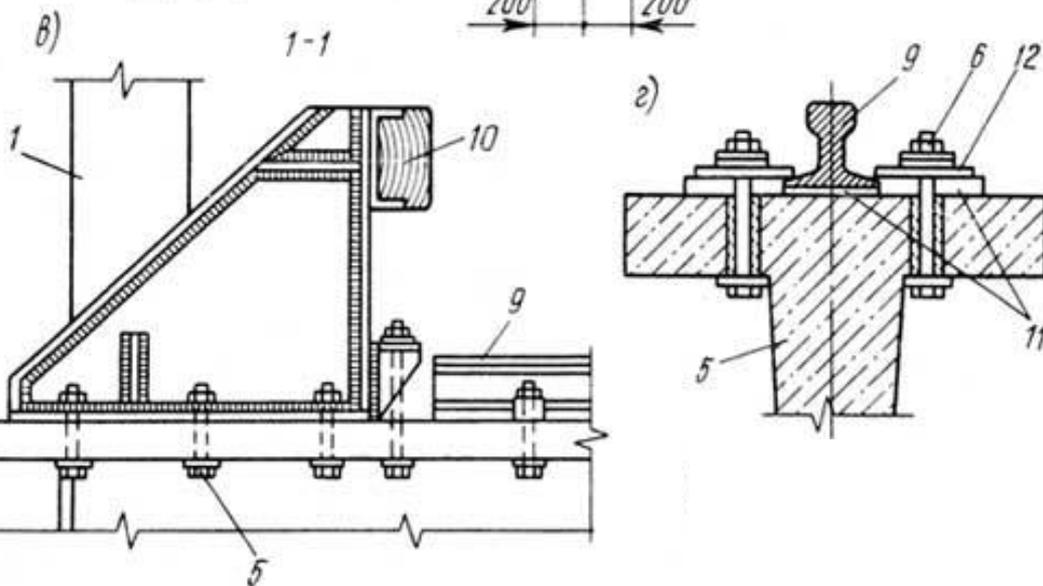
- ◆ Подкрановые балки длиной 6 и 12 м для кранов легкого и среднего режима работы Q до 32 т включительно.



Сборные железобетонные подкрановые балки

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

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



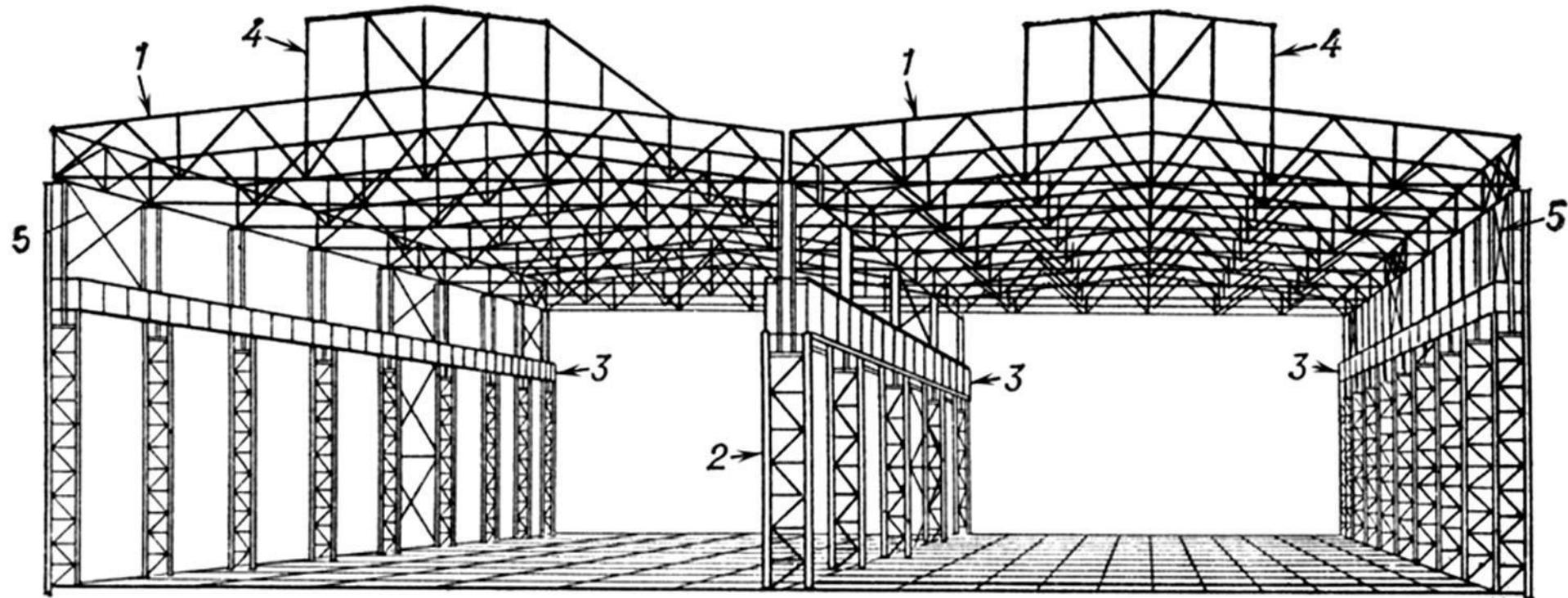
❖ **Стропильные и подстропильные конструкции:**

- 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°C (холодильники прокатных цехов, отделения нагревательных колодцев, печные и разливочные пролеты и т.п.).



- ❖ Подкрановые балки, фонари, связи, ригели фахверка, стойки торцевого фахверка, стойки продольного фахверка при стальных колоннах основного каркаса.





Стальной каркас промышленного здания

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

ПРАВИЛА ПРИВЯЗКИ СТЕН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ К РАЗБИВОЧНЫМ ОСЯМ

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

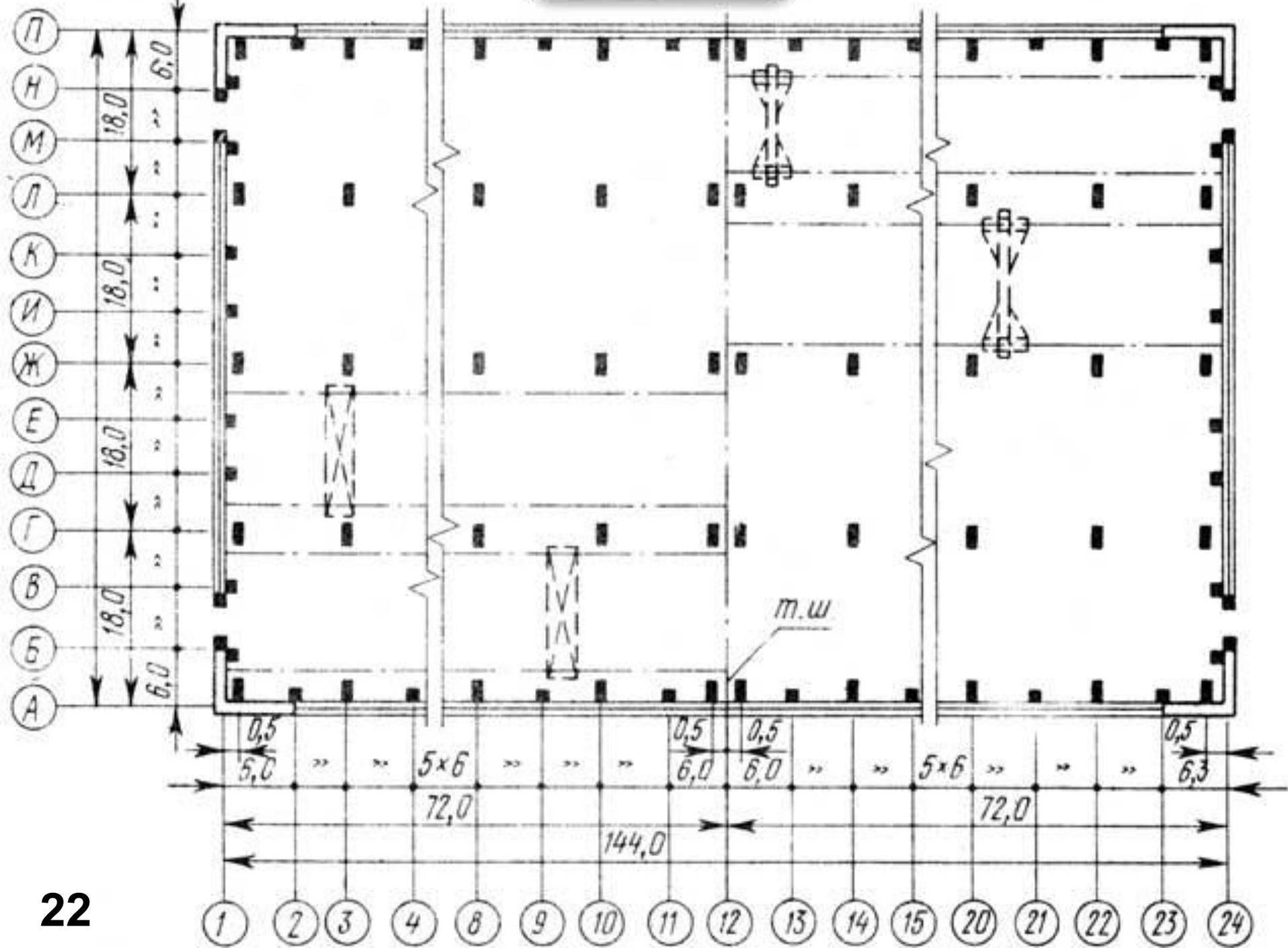
Размеры привязок назначаются так, чтобы свести к минимуму применение доборных элементов или дополнительных работ на месте по закрытию промежутков между типовыми элементами заводского изготовления.

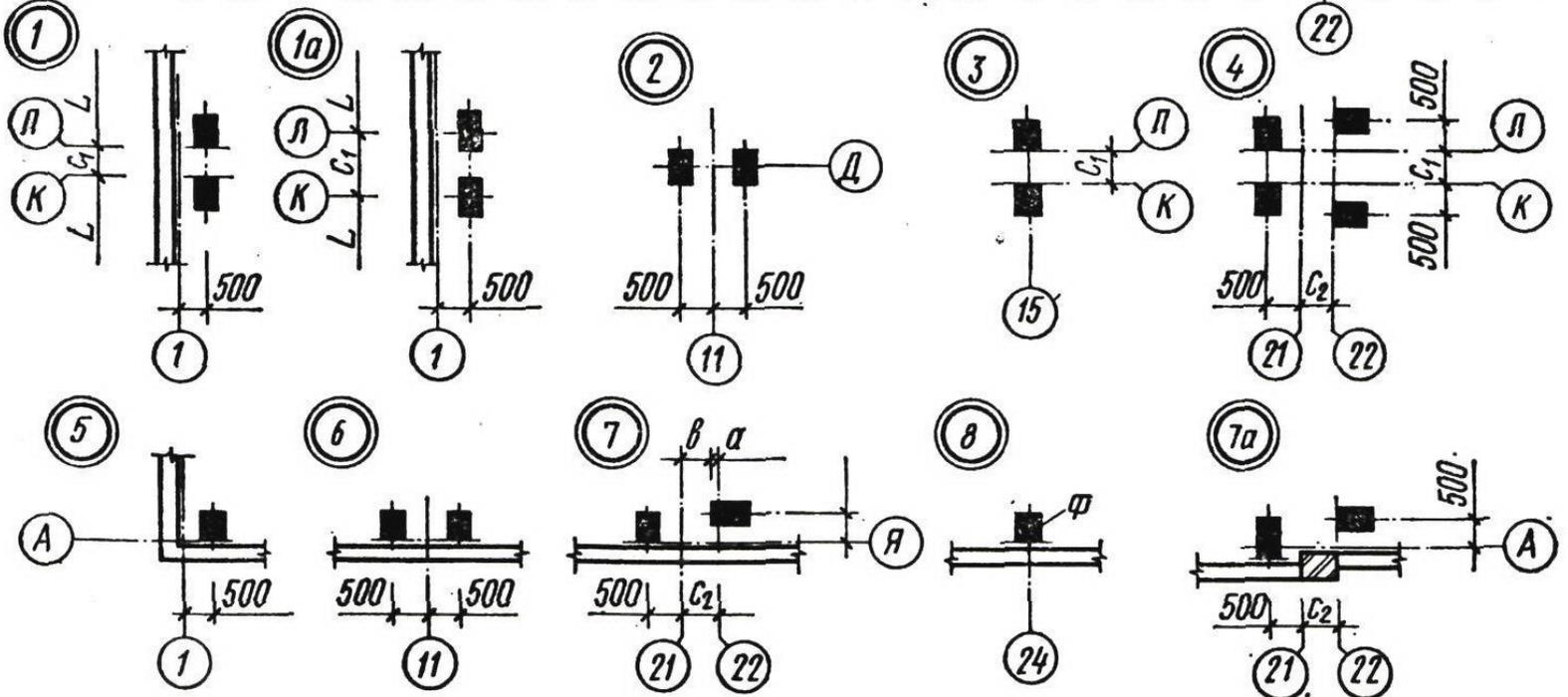
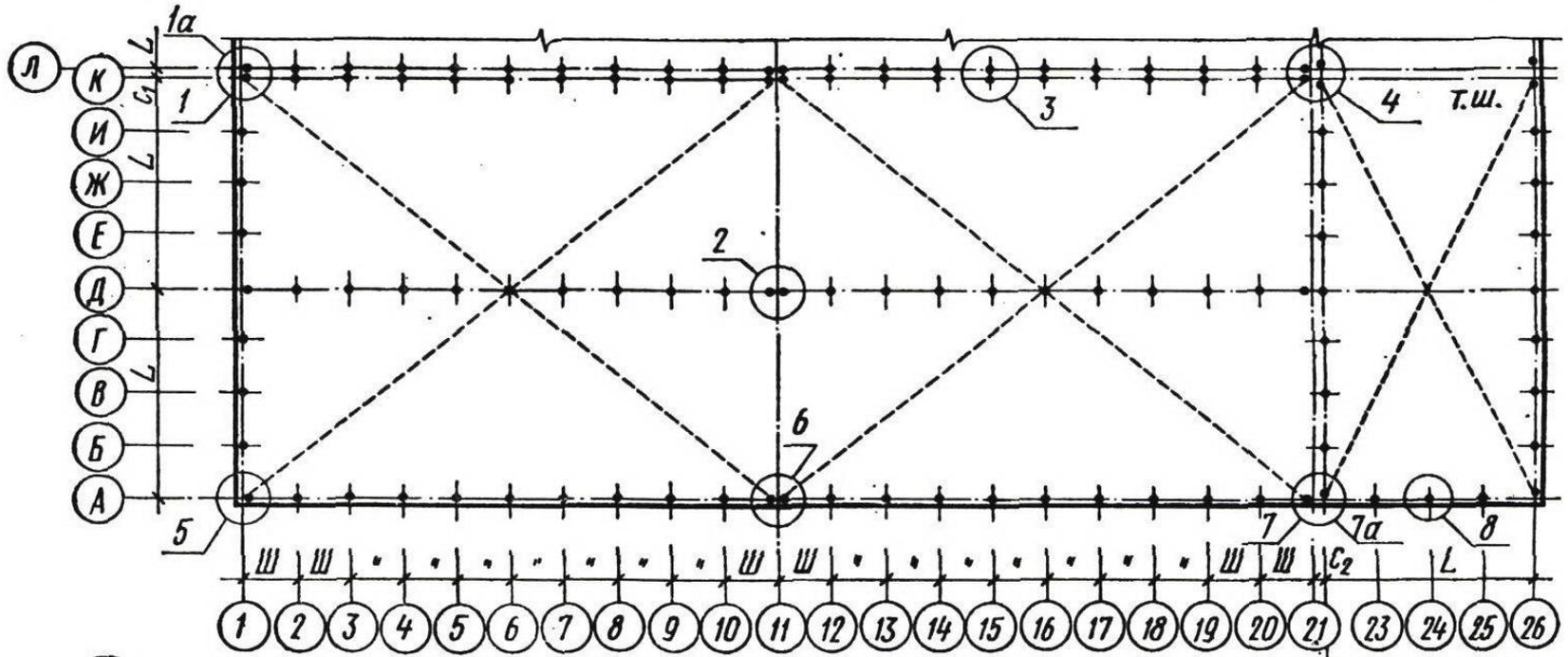
Привязка колонн к продольным разбивочным осям. По отношению к продольным осям средние колонны имеют осевую привязку, то есть геометрические оси колонн совпадают с разбивочными осями здания.

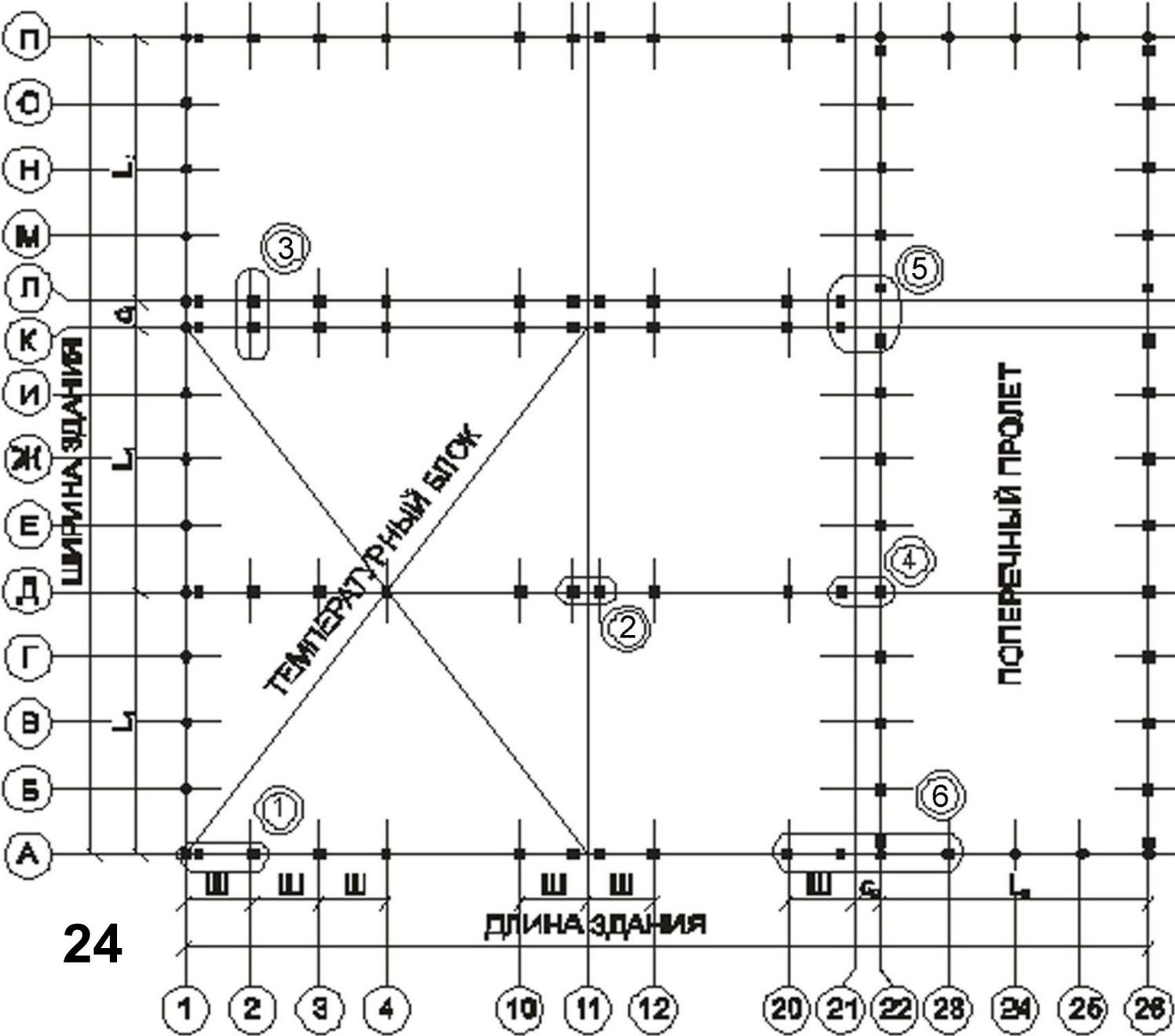
Крайние колонны могут иметь привязку нулевую или 250 мм. При нулевой привязке наружная грань колонны совпадает с разбивочной осью здания. При привязке 250 мм грань колонны смещается наружу от разбивочной оси здания.

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

| Характеристика промышленного здания | привязка |
|--|--|
| Здания (пролеты) со сборным железобетонным и смешанным каркасом без мостовых кранов и подстропильных конструкций | нулевая |
| Здания (пролеты) со сборным железобетонным и смешанным каркасом с мостовыми кранами: <ul style="list-style-type: none"> – Ш=6 м; $H \leq 14,4$ м – Ш=6 м; $H >$ – Ш=12 м при любой высоте | нулевая a=250 мм a=250 мм |
| Здания (пролеты) со сборным железобетонным и смешанным каркасом без мостовых кранов и с мостовыми кранами при наличии подстропильных конструкций | a=250 мм |
| Здания с цельнометаллическим каркасом: <ul style="list-style-type: none"> – Н=6 ... без мостовых кранов – Н=9,6 ... без мостовых кранов – с мостовыми кранами | нулевая a=250 мм a=250 мм |







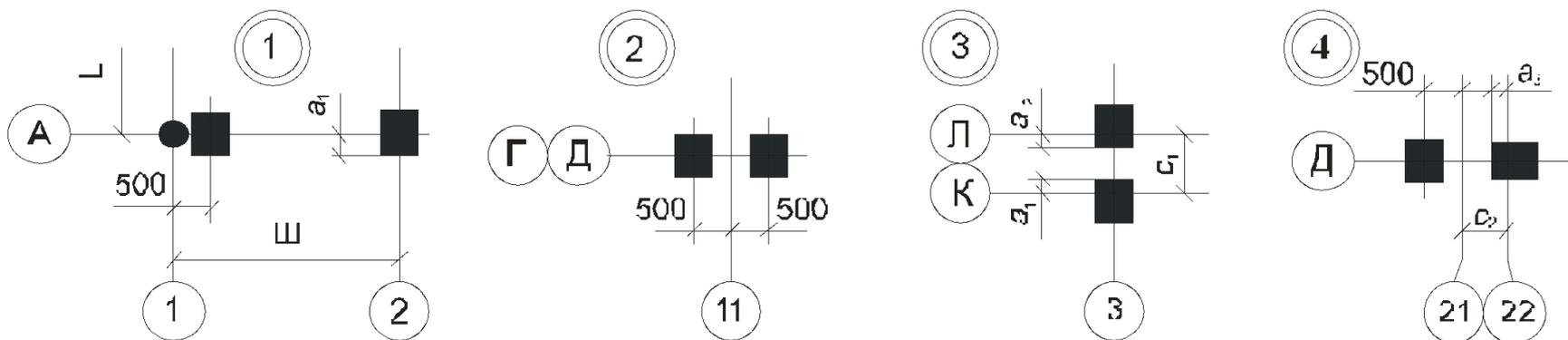
Схематический план (сетка разбивочных осей) одноэтажного промышленного здания с тремя продольными и одним поперечным пролетами

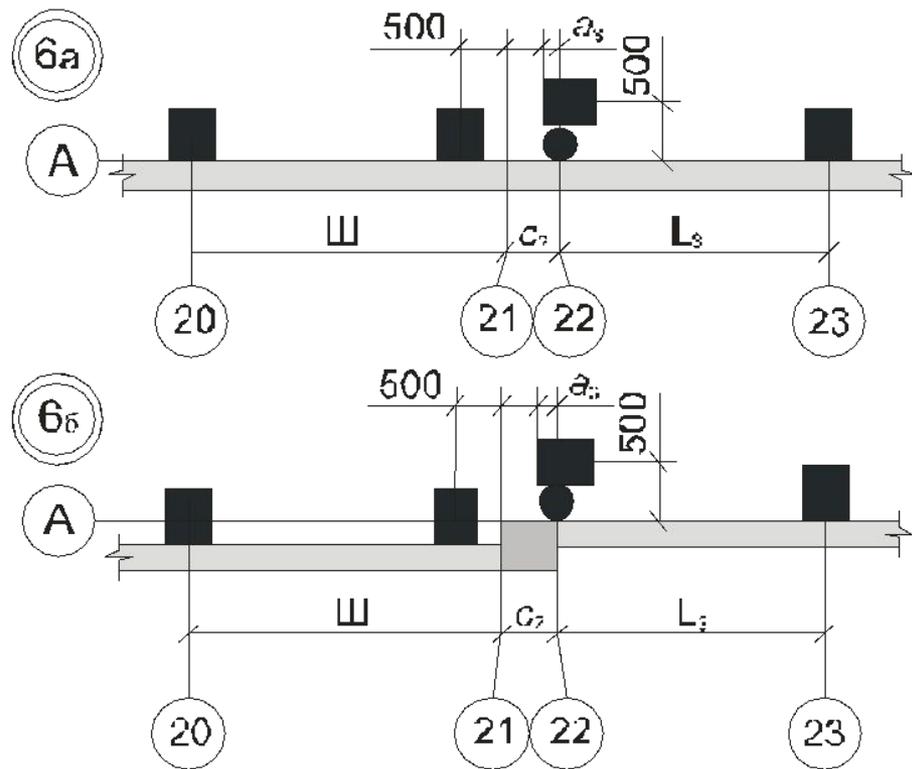
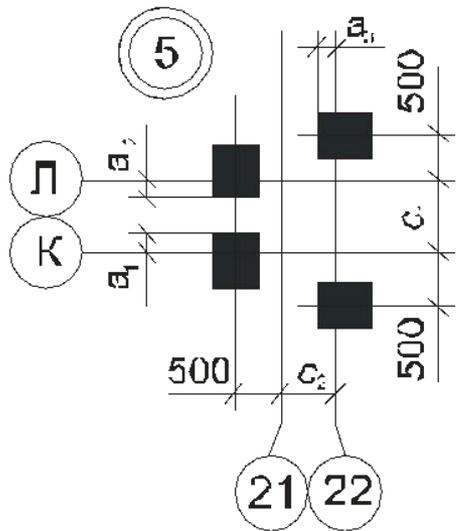
- Колонны основного каркаса
- Колонны фахверка

УНИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

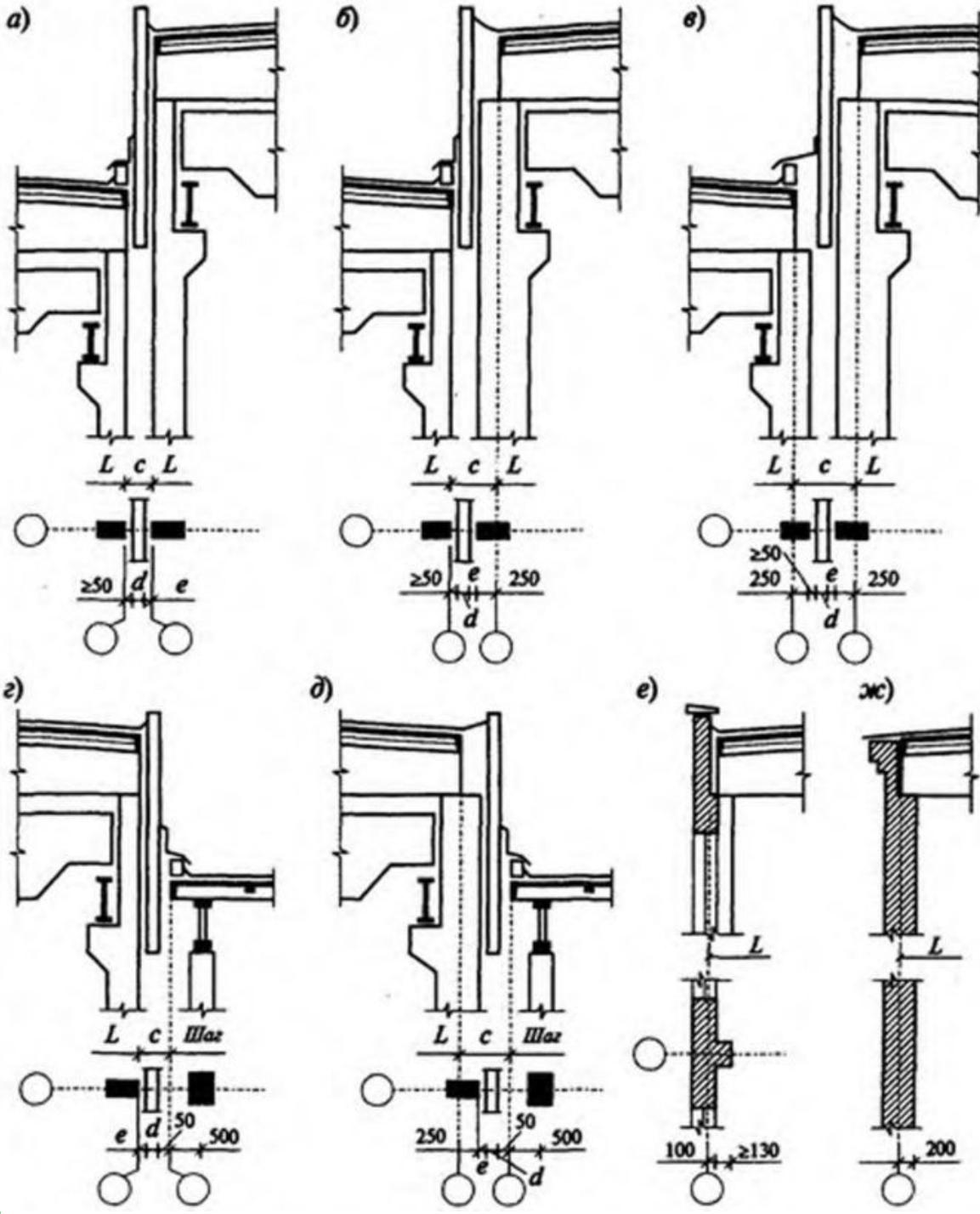
Привязка колонн к поперечным разбивочным осям. В местах поперечных температурно-деформационных швов, разделяющих продольные пролеты, к одной поперечной оси привязывают две колонны со смещением осей колонн относительно разбивочной оси на 500 мм в обе стороны.

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

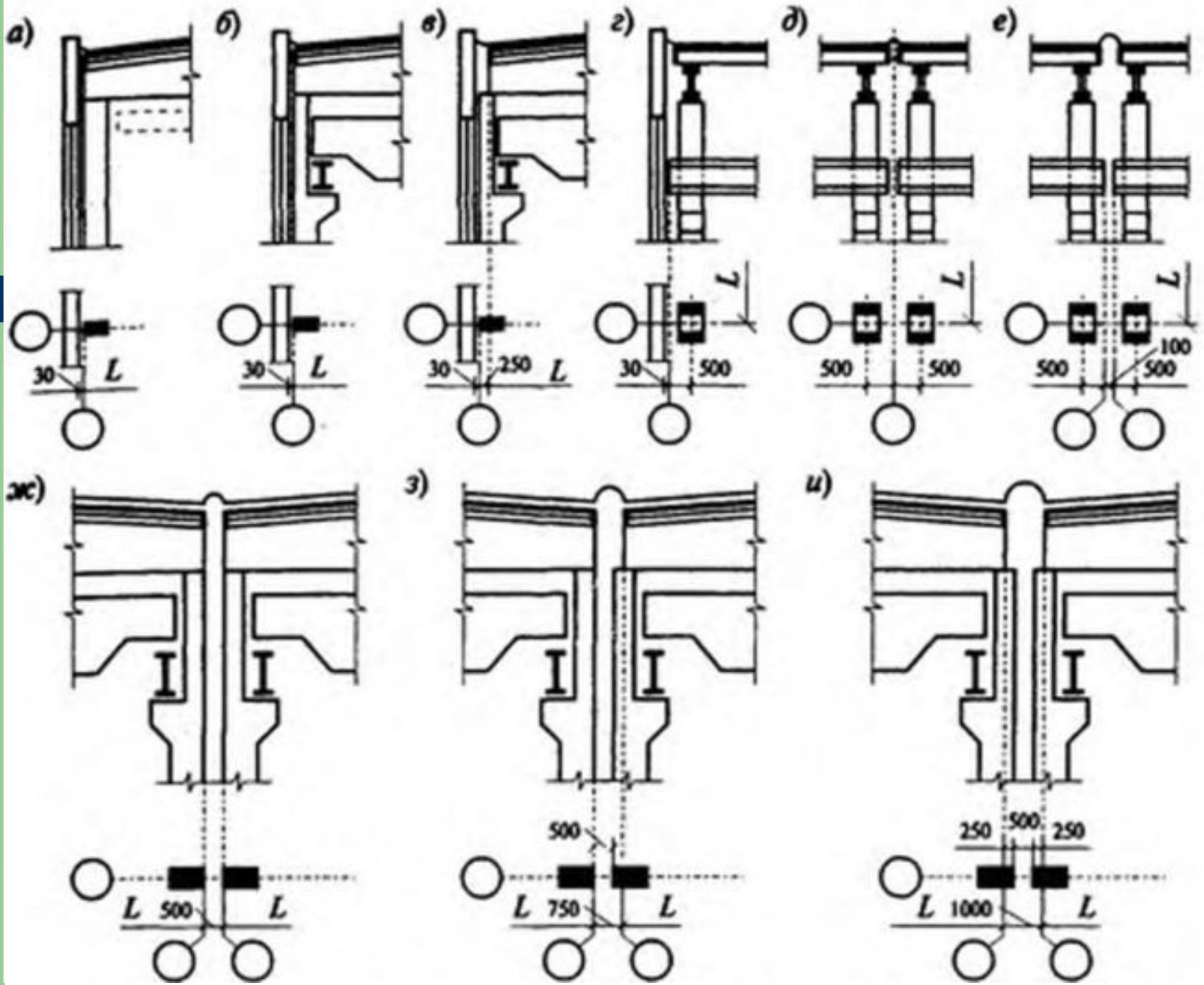




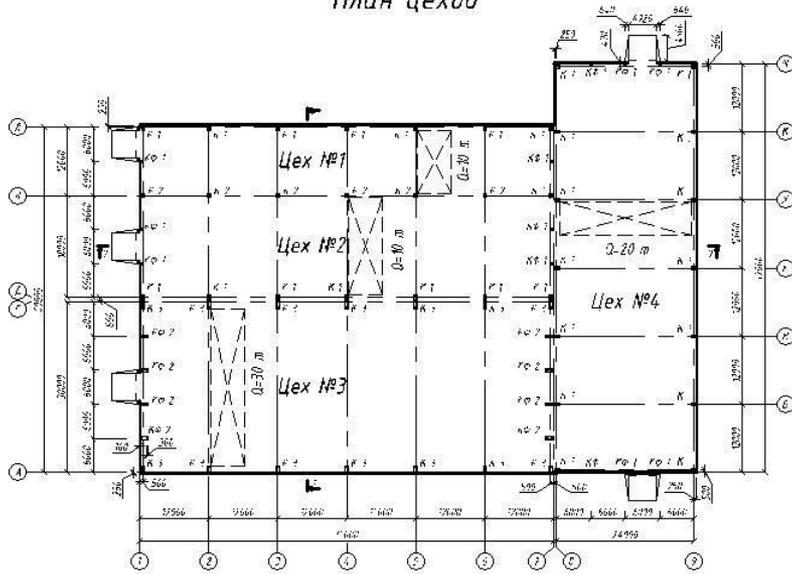
Узлы к рис.1



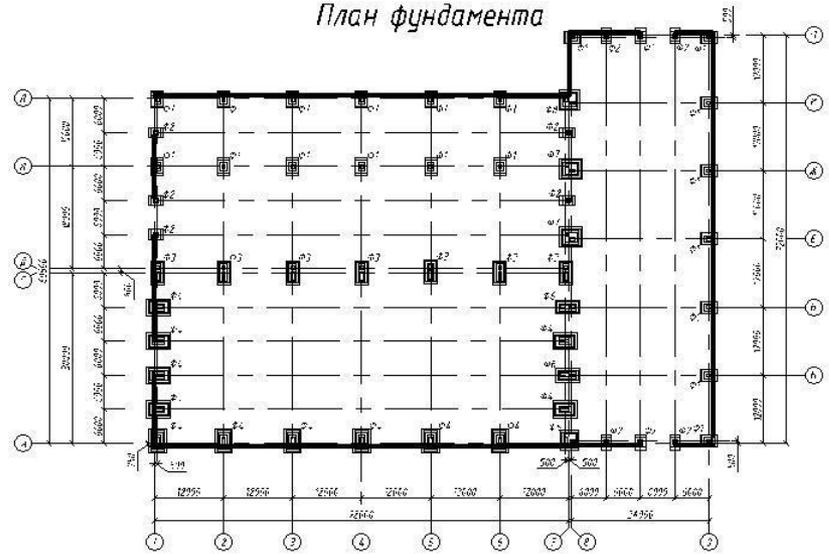
**Привязка элементов
одноэтажных зданий
к продольным и
поперечным
разбивочным осям**



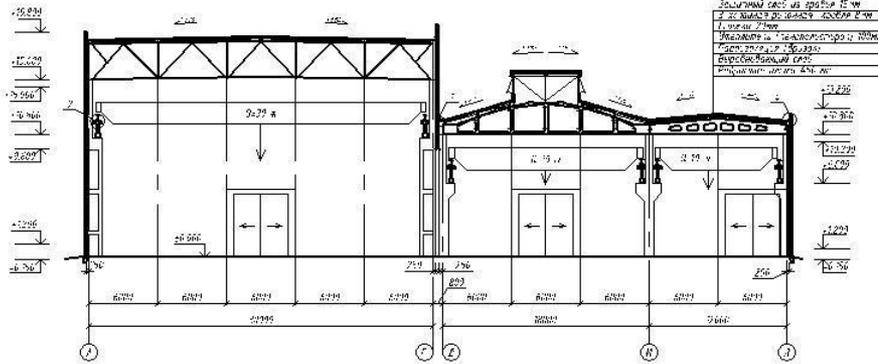
План цехов



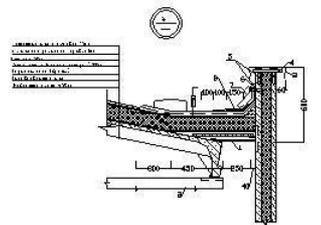
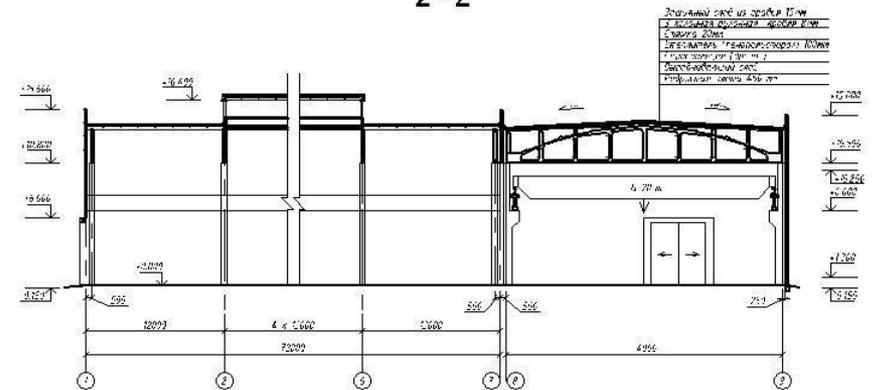
План фундамента



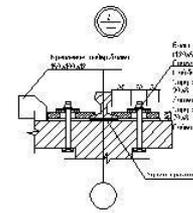
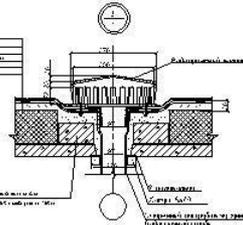
1-1



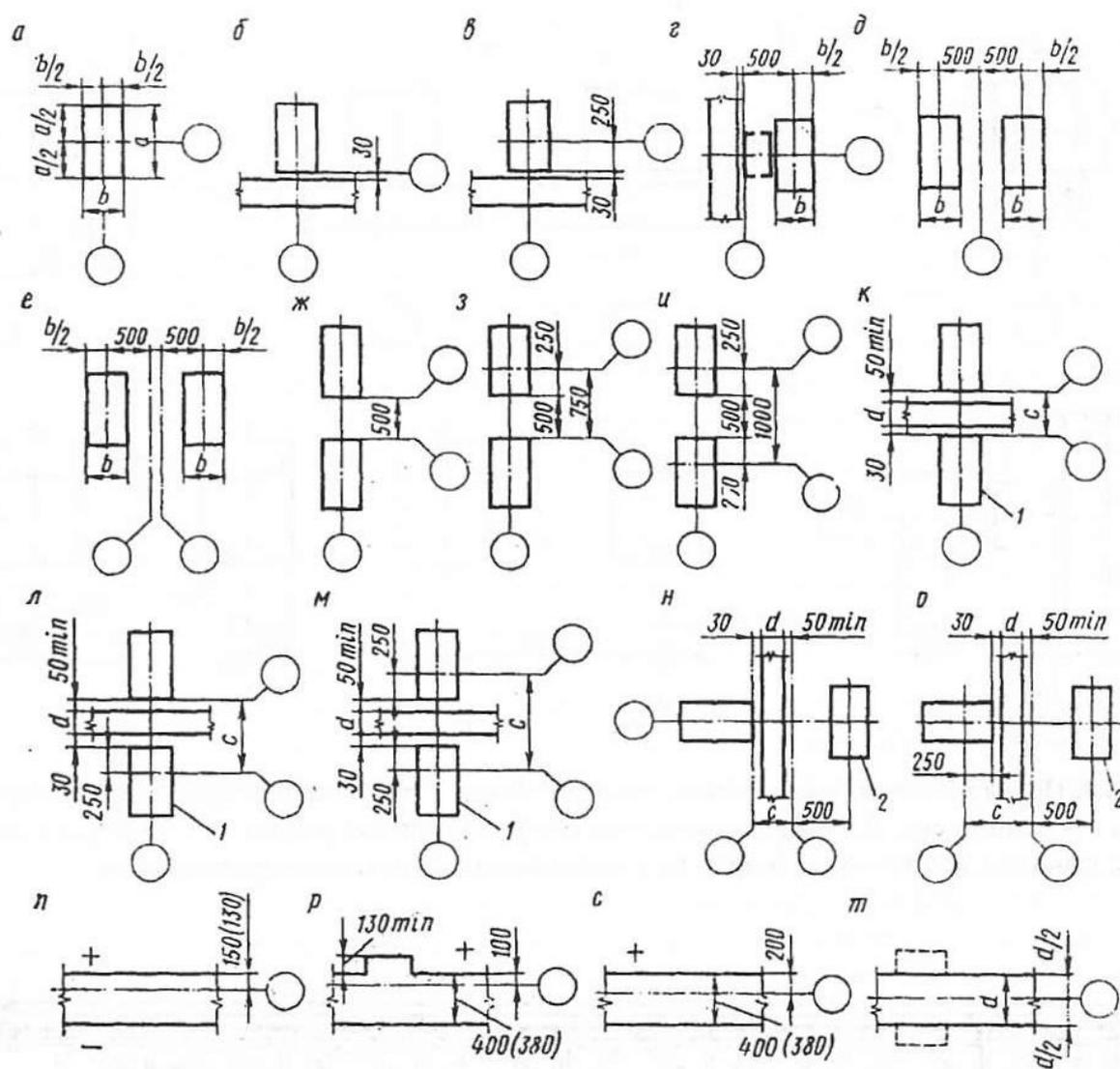
2-2



- 1 - К 400
- 2 - К 400
- 3 - К 400
- 4 - К 400
- 5 - К 400
- 6 - К 400
- 7 - К 400
- 8 - К 400



| | | | |
|--|----------------|------|-------------------|
| 206807ь-270102-23-08 КПЗ | | | |
| Проект промышленного одноэтажного здания | | | |
| № кн. | № кн. в. 10 л. | № л. | Дата |
| 1 | 1 | 1 | |
| Промышленное одноэтажное здание | | | Этаж |
| | | | 2 |
| Рисунки | | | Лист |
| | | | 2 |
| Рисунки № 1-6 (всего 6 листов) | | | ВолгГАСЧ ПГС 1-06 |



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

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

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

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

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

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

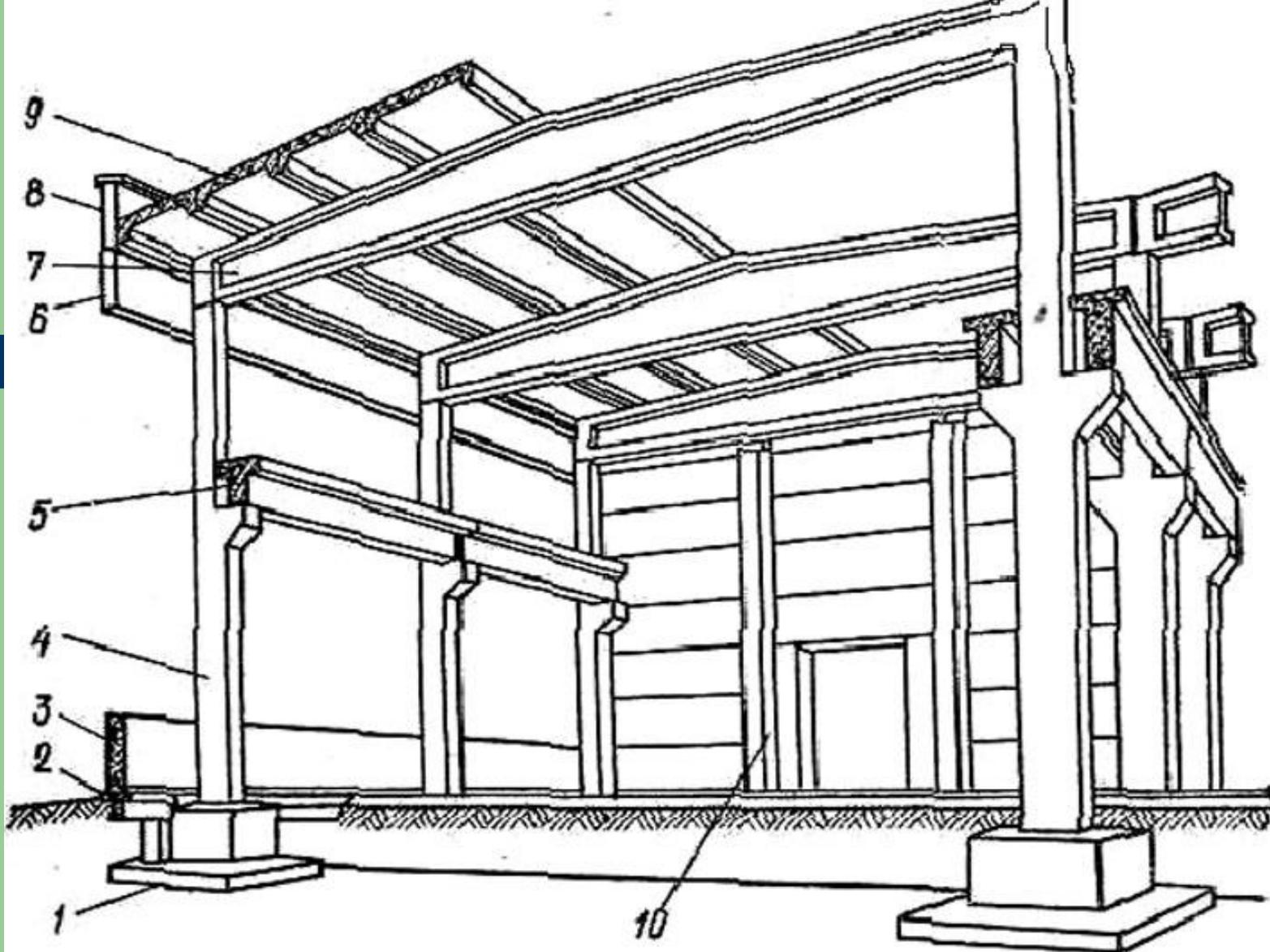
ПОДБОР КОНСТРУКЦИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ

Системы несущих остовов

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

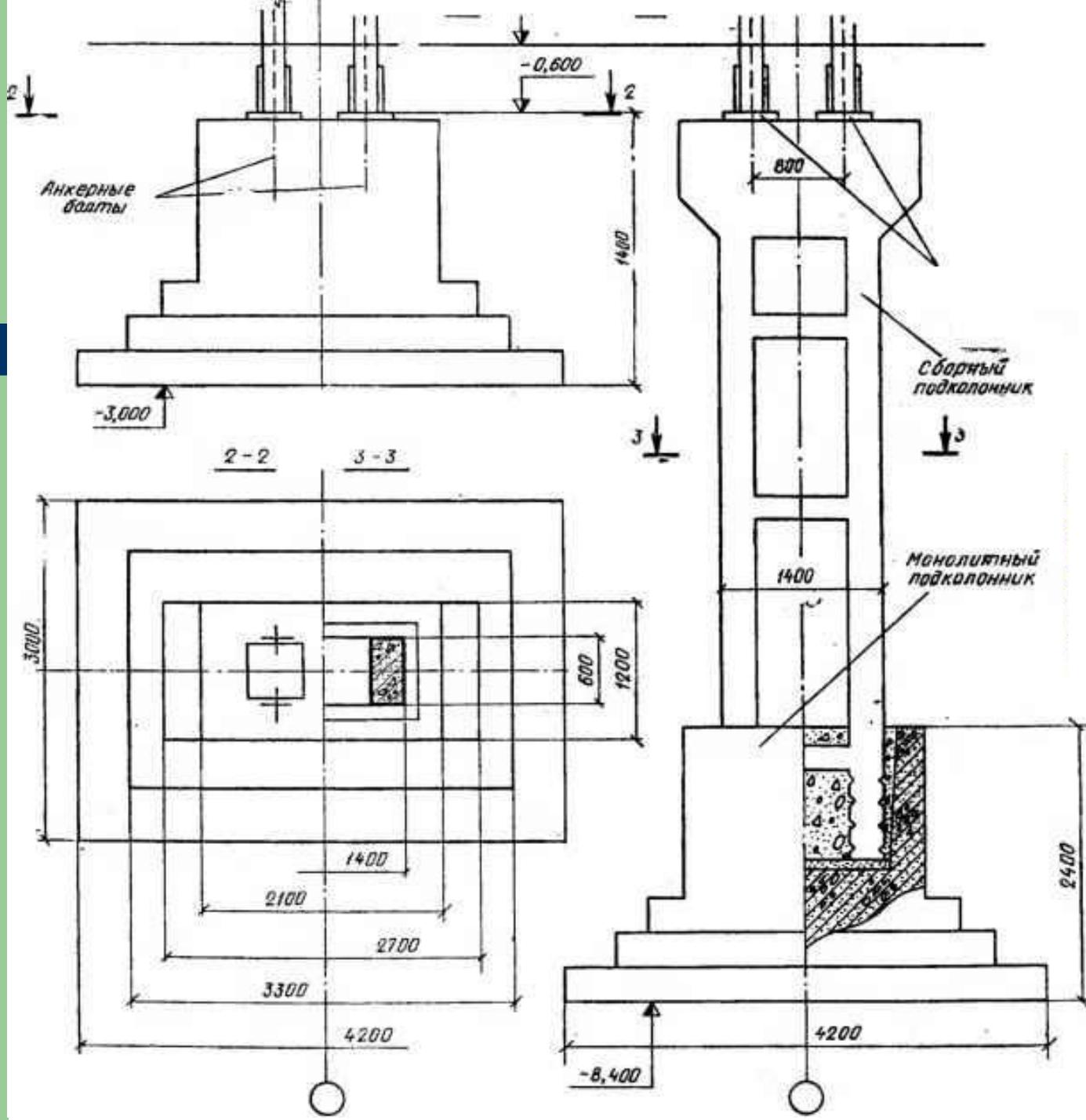
В одноэтажных зданиях используются системы несущего остова с опиранием конструкций покрытия по контуру (на 3-4 опоры по углам, на опоры по всем сторонам и т.п.). При таких конструктивных системах применяют и связевые конструктивные схемы, и рамные.

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

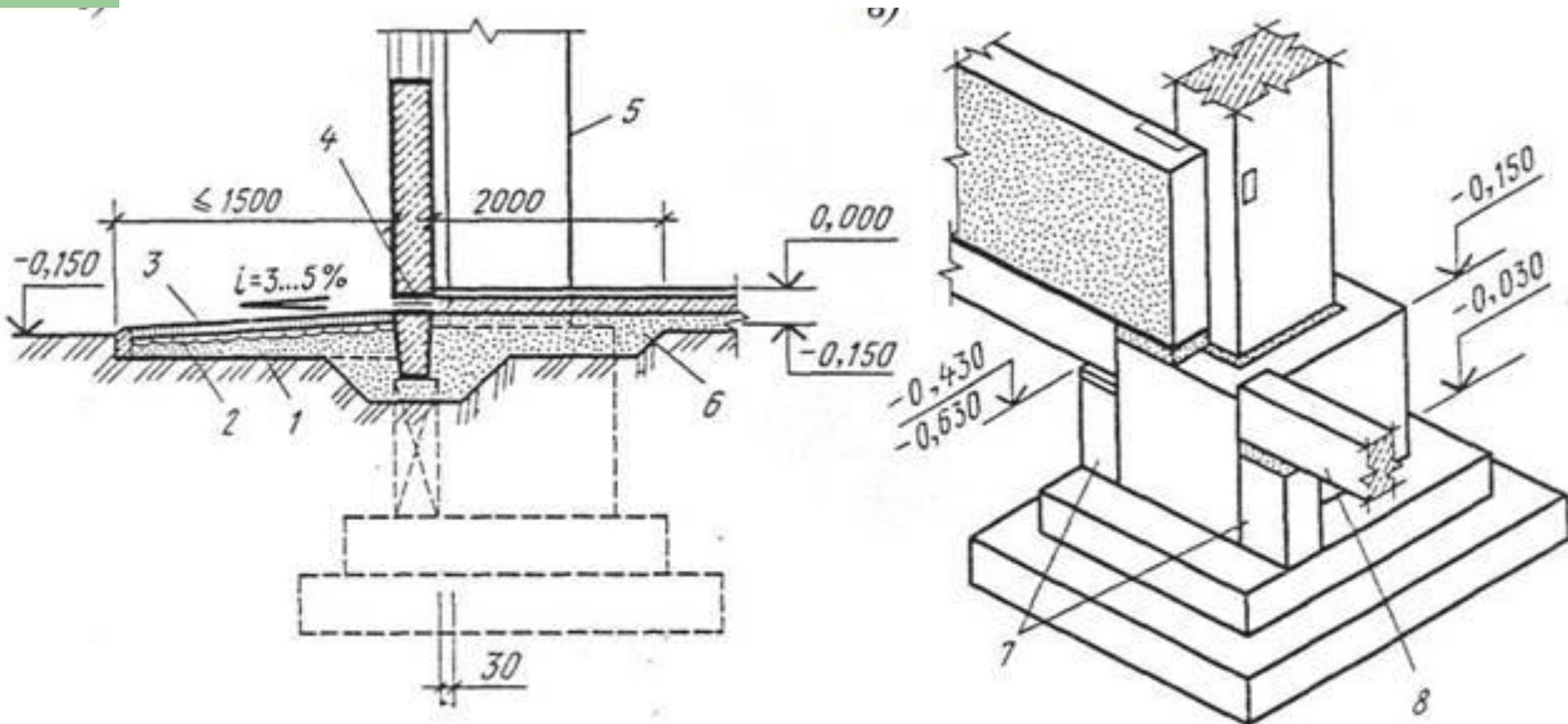


Основные элементы промышленных зданий

- 1 – фундамент; 2 – фундаментная балка; 3 – цокольная панель; 4 – колонна;
 5 – подкрановая балка; 6 – перемычечная панель; 7 – стропильная балка;
 8 – парапетная панель; 9 – плита покрытия; 10 – фахверковая колонна

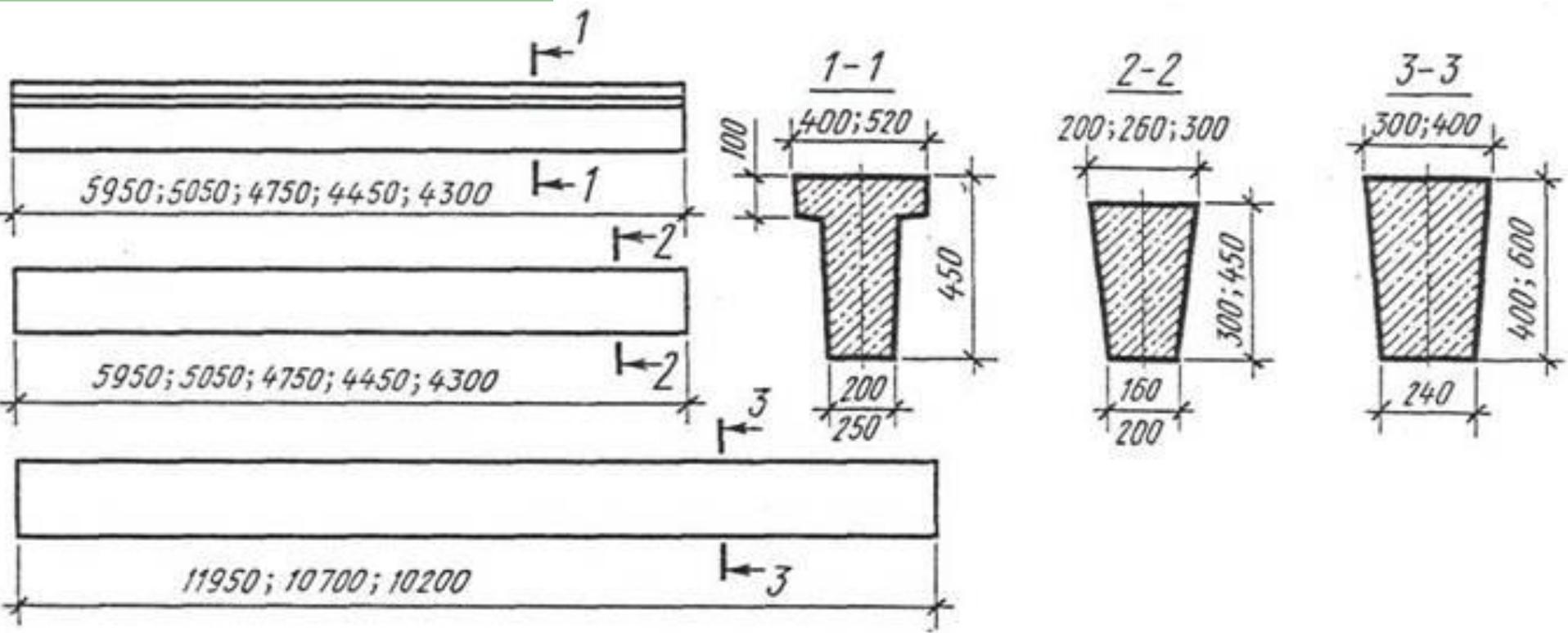


Стены каркасных зданий опирают на железобетонные **фундаментные балки**. Тип сечения железобетонных фундаментных балок выбирают в зависимости от толщины наружных стен. Их длина зависит от шага колонн и ширины подколонника.



Детали фундаментов крайнего ряда колонн:

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



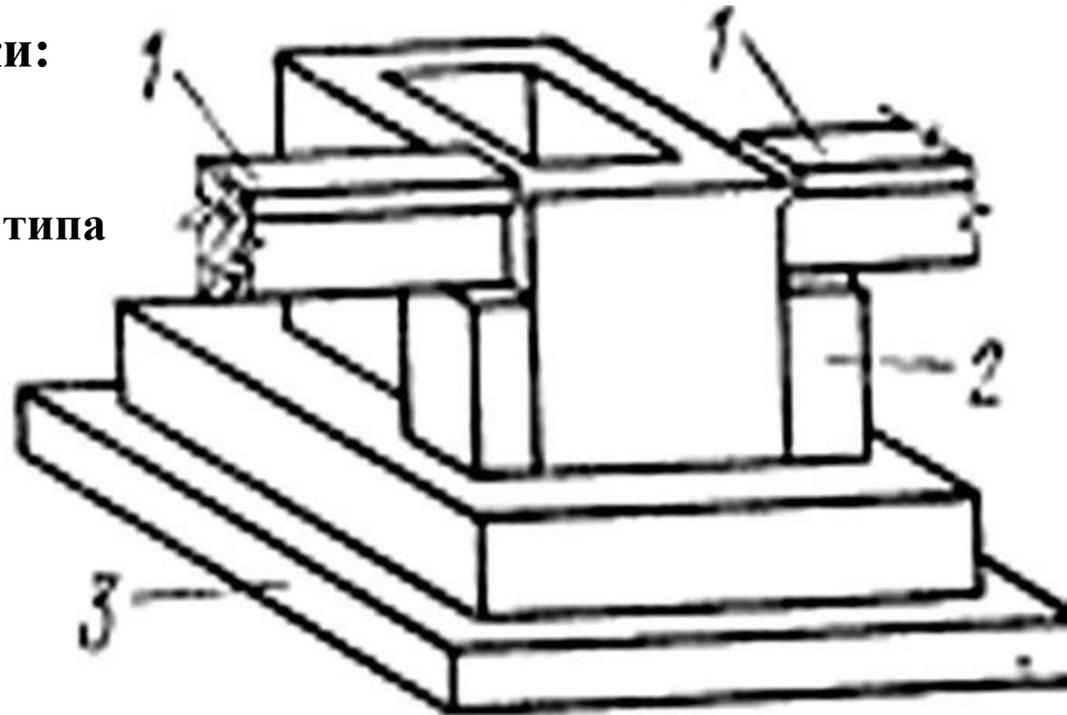
Типы фундаментных балок

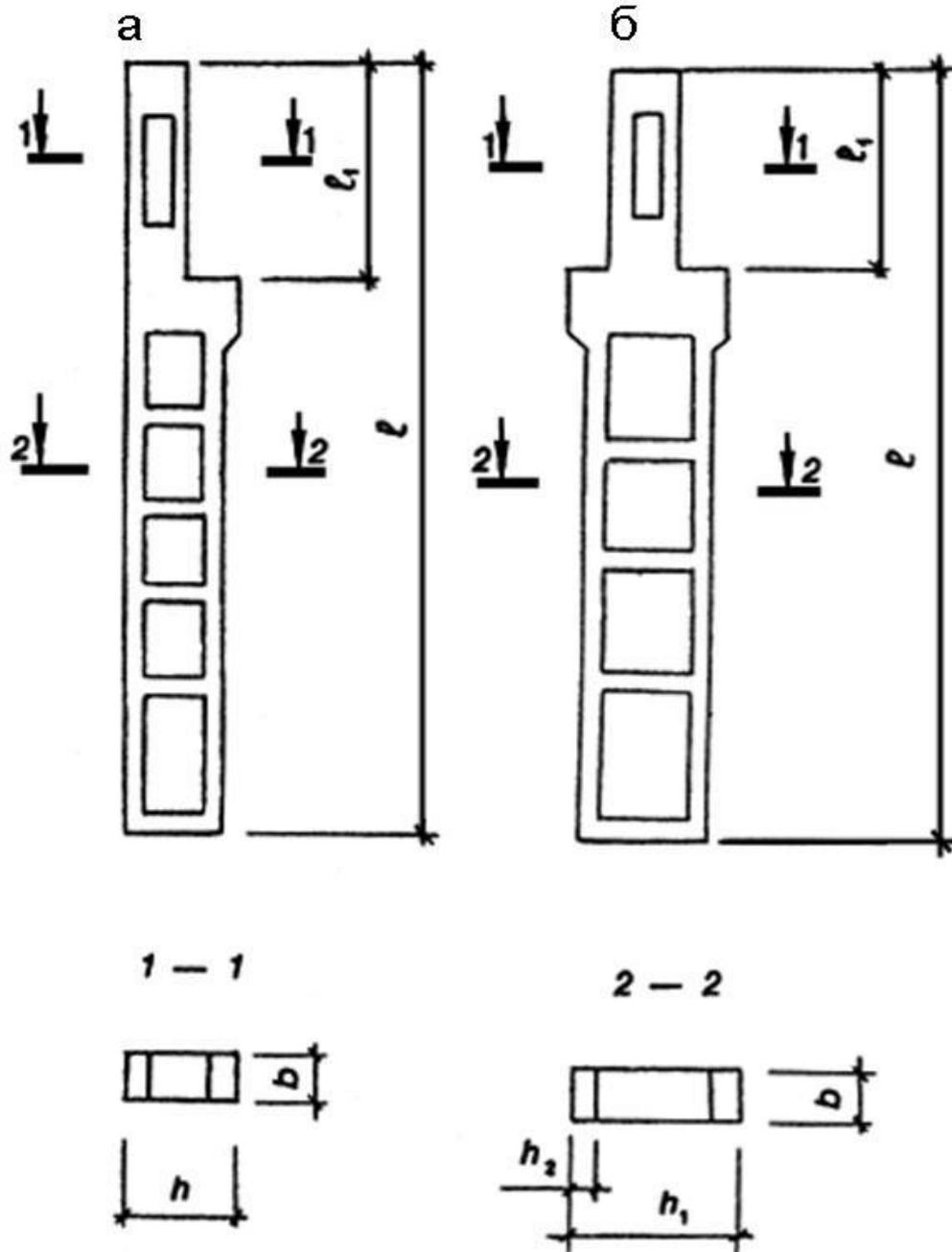
Железобетонная фундаментная балка



Опираие фундаментной балки:

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



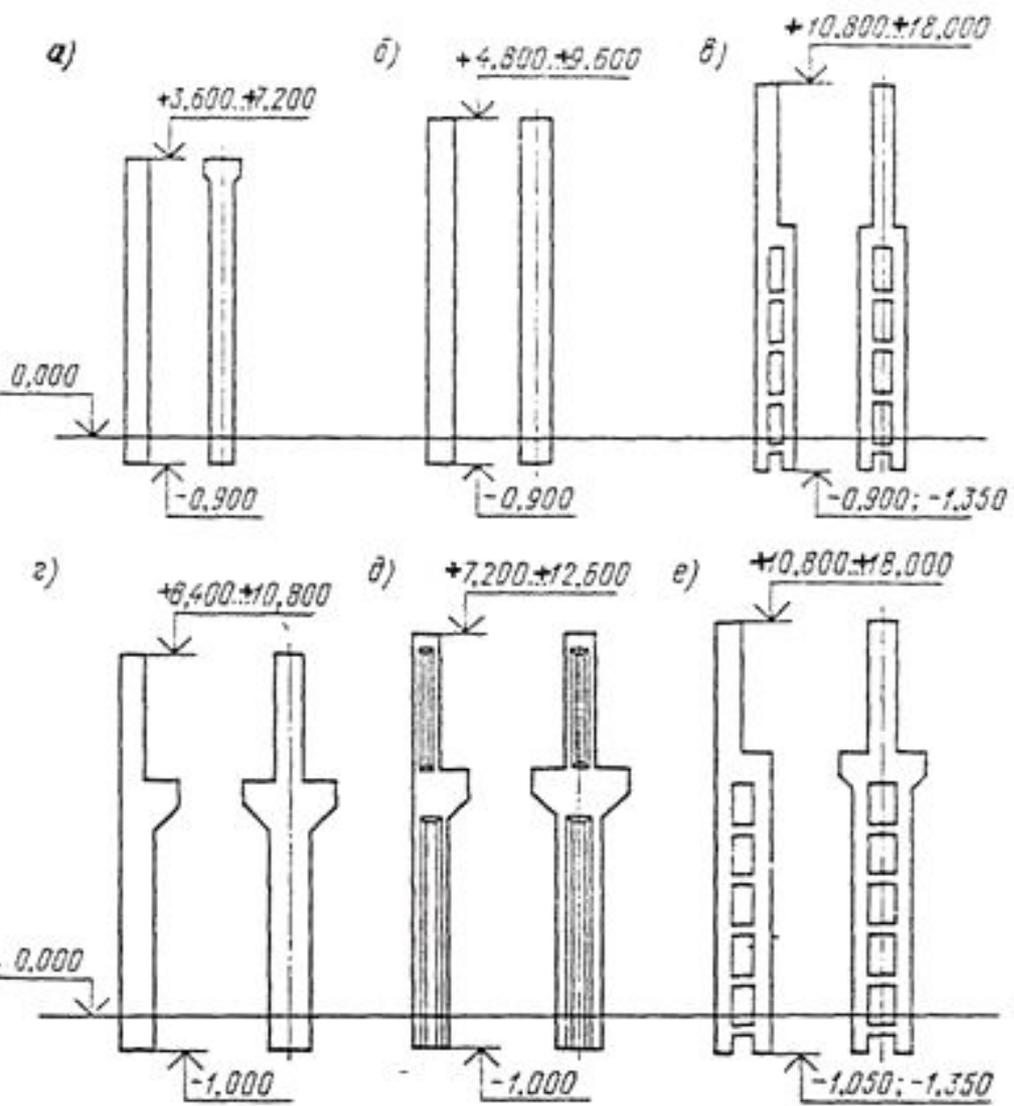


Колонны каркаса

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

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

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

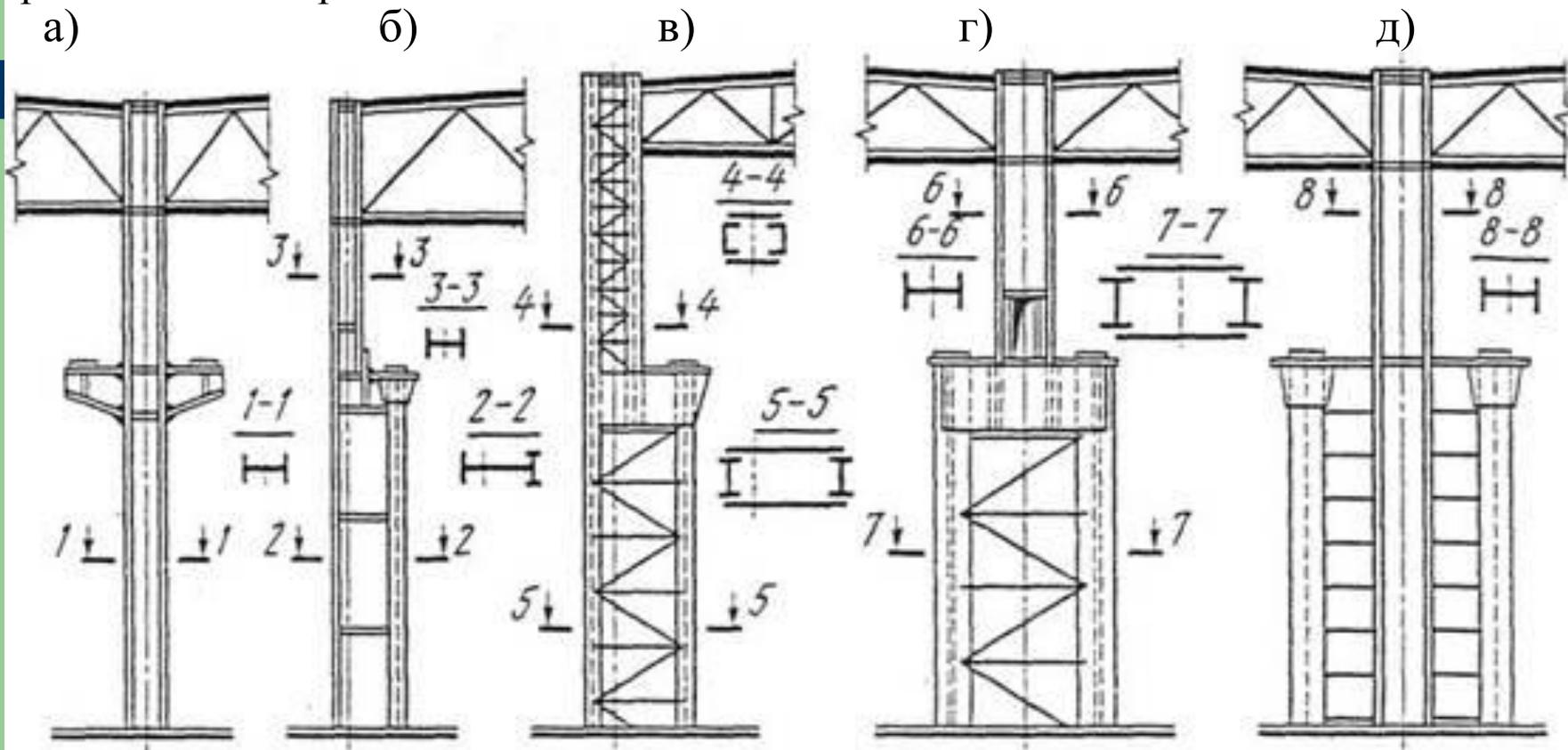


Основные типы железобетонных колонн одноэтажных промышленных зданий

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

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

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.

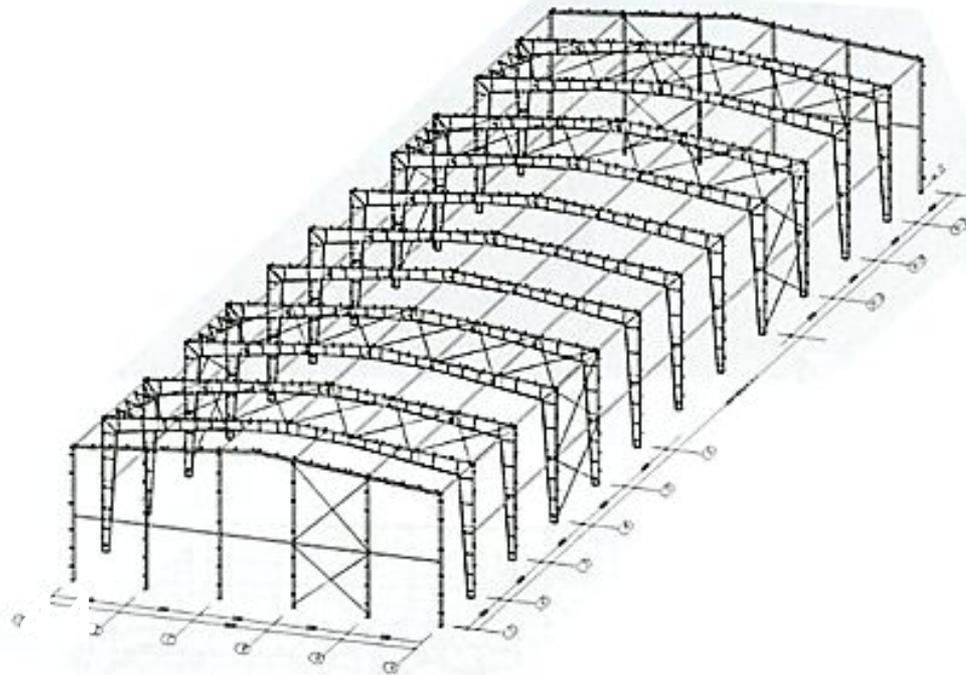


Основные типы стальных колонн

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



Помимо основных в здании предусматривают **фахверковые колонны**, предназначенные для крепления стен. Их устанавливают в торцах здания и между основными колоннами крайних продольных рядов при шаге колонн 12 м и длине стеновых панелей 6 м.



В плоскости стены колонны каркаса связывают **обвязочные балки**. Они играют роль подоконных перемычек.



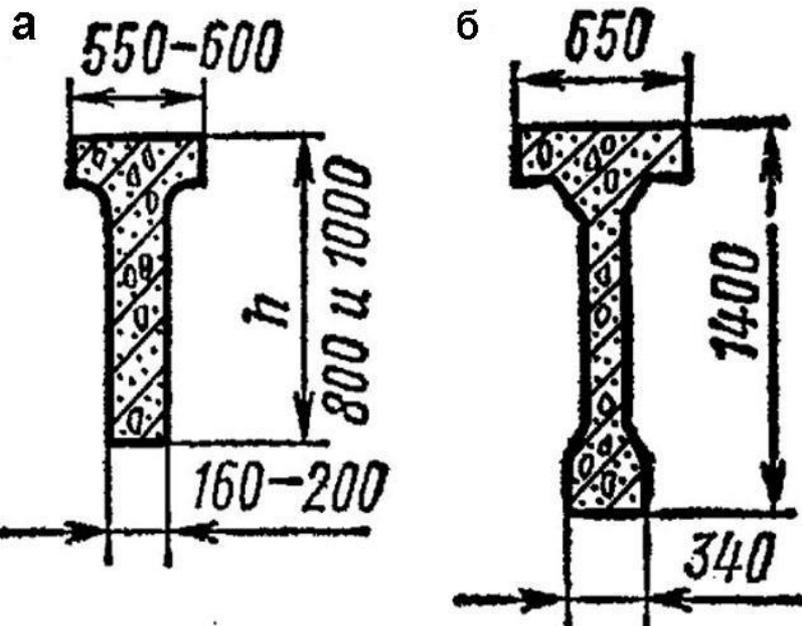
Подкрановые балки

Предназначены для движения мостовых кранов по уложенным на них рельсам.

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

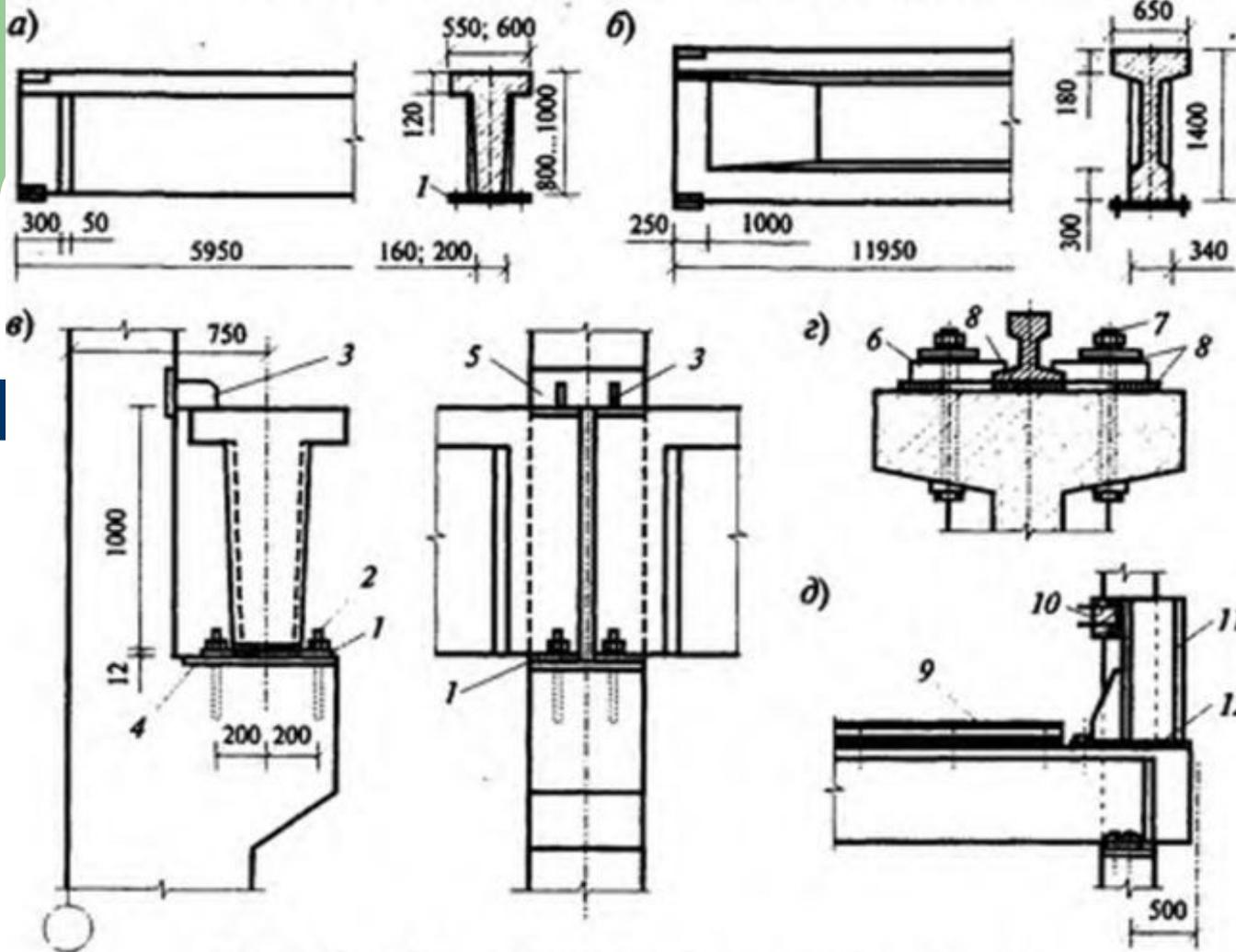
Предпочтительная схема работы — однопролетные разрезные балки.

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 12×300×970 мм

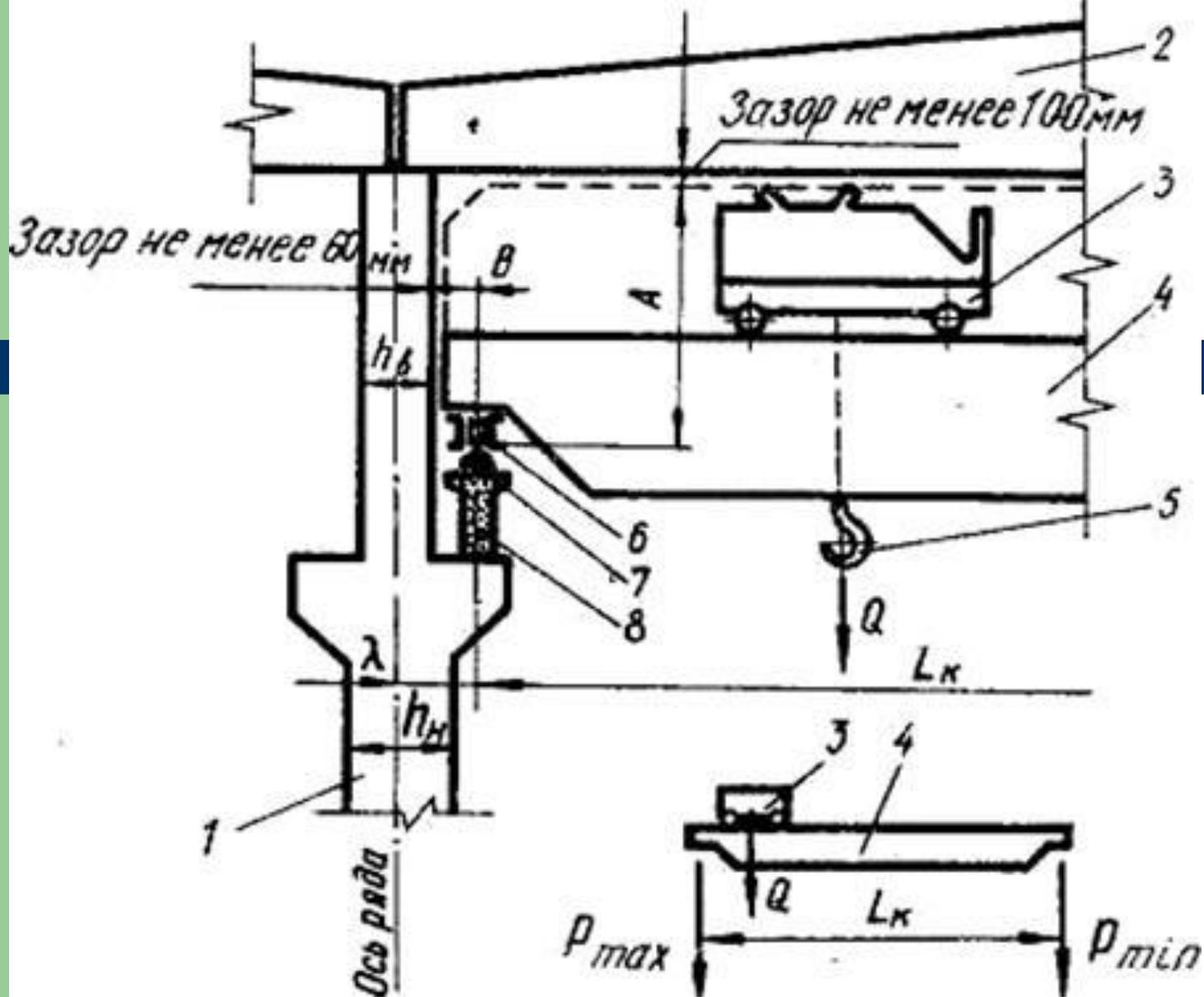
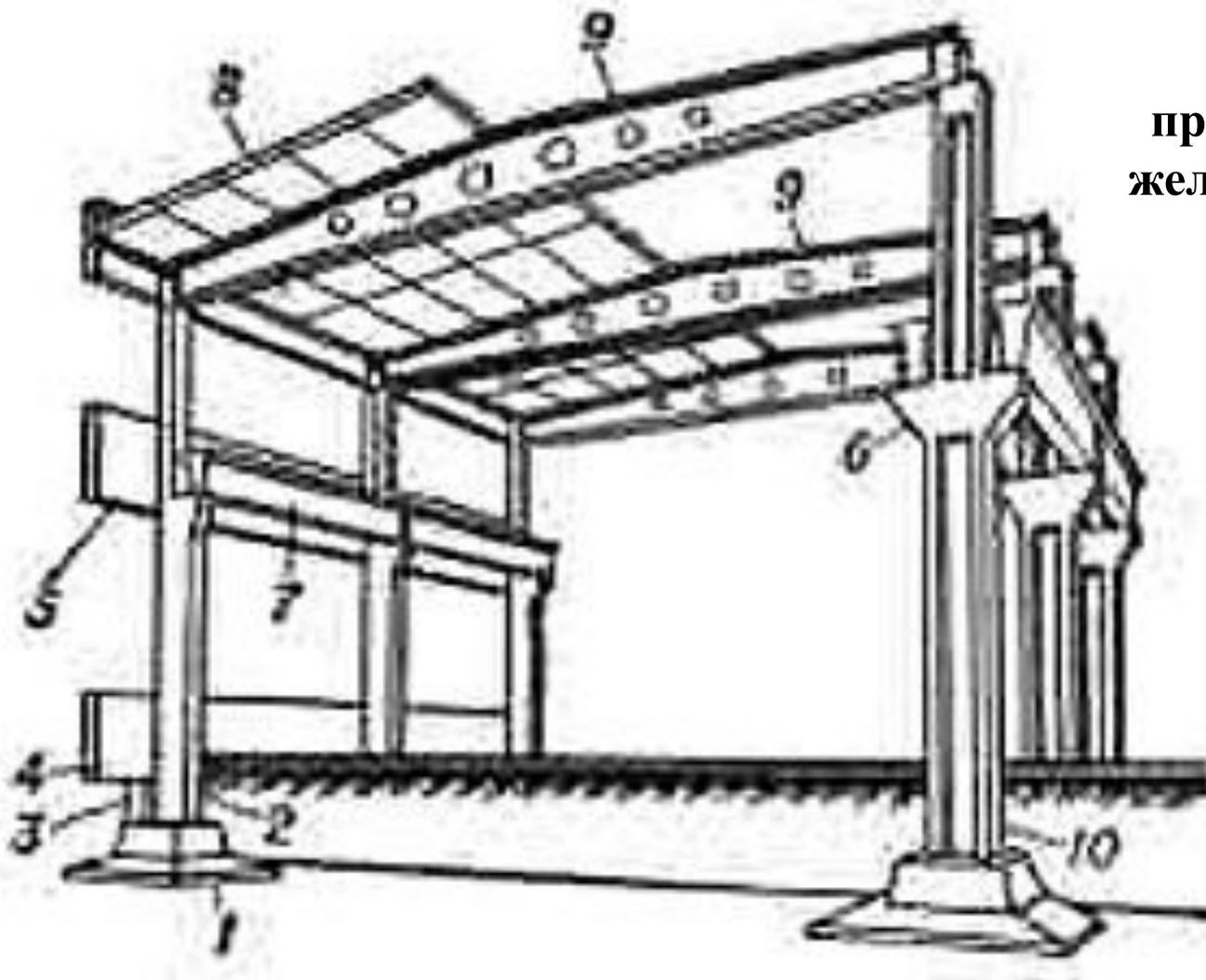


Схема мостового крана и кранового пути:

1 – колонна; 2 – ригель; 3 – тележка; 4 – мост крана; 5 – крюк;
 6 – колесо крана; 7 – подкрановый рельс; 8 – подкрановая балка

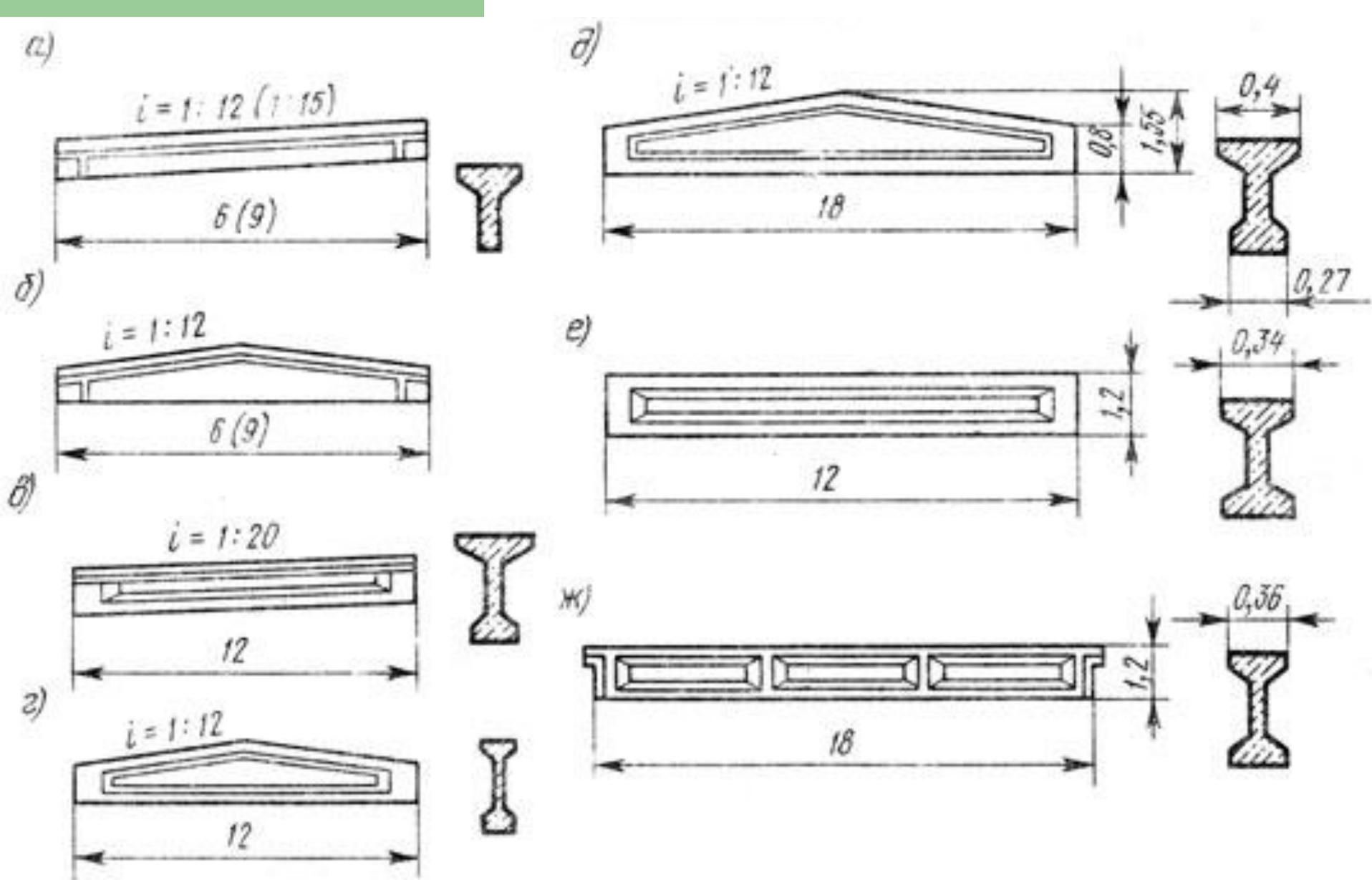
Схема одноэтажного промышленного здания с железобетонным каркасом:



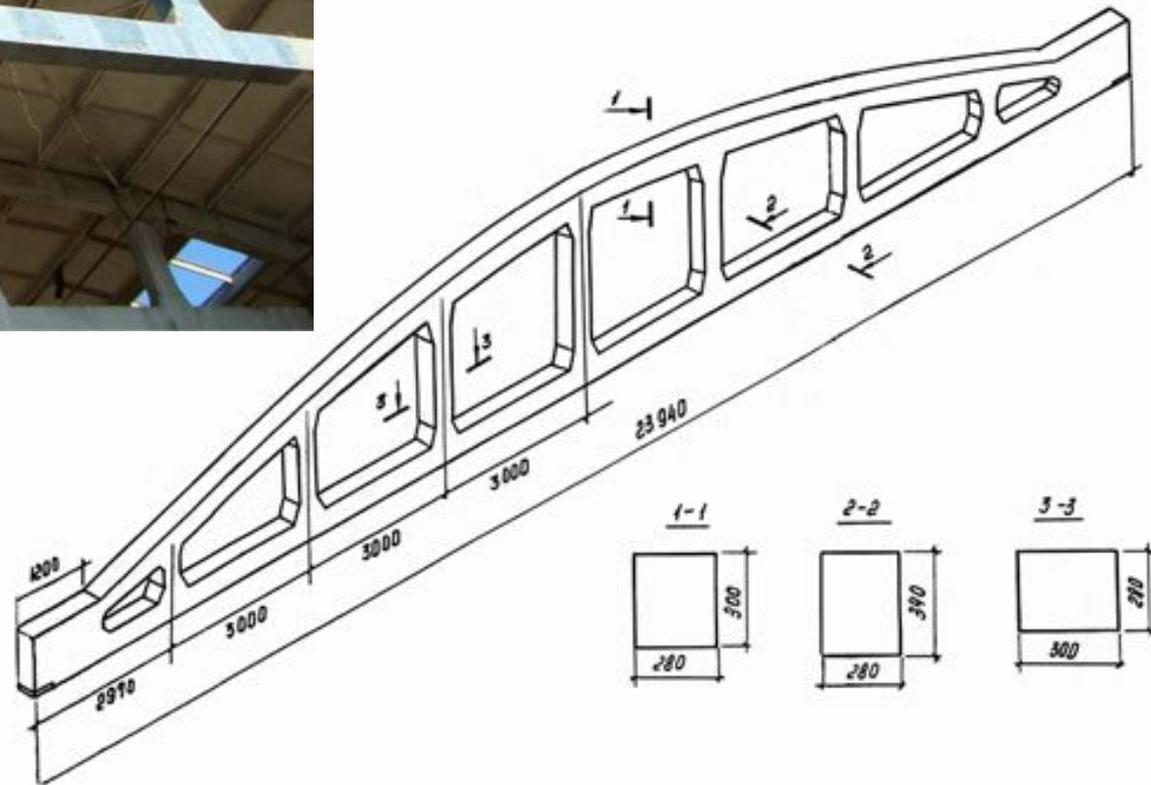
- 1 – фундаменты под внутренние колонны;
- 2 – колонны наружного ряда;
- 3 – подкладка;
- 4 – фундаментная балка;
- 5 – стеновые плиты;
- 6 – консоли колонн;
- 7 – подкрановая балка;
- 8 – плиты покрытия;
- 9 – балки покрытия;
- 10 – внутренние колонны

Стропильные и подстропильные конструкции

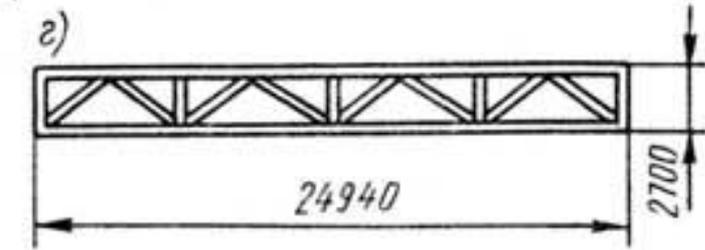
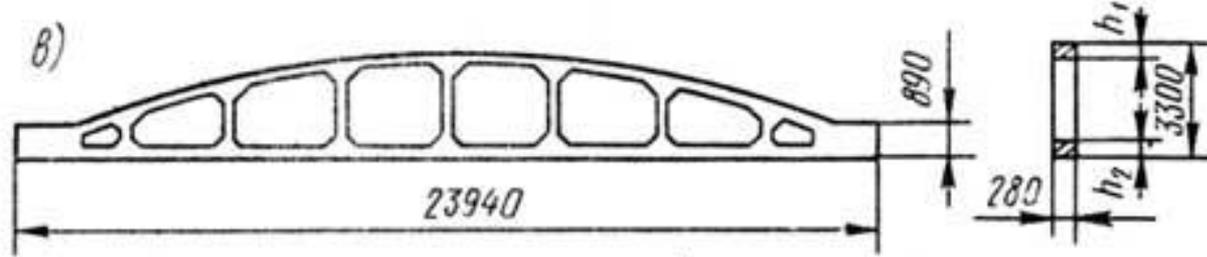
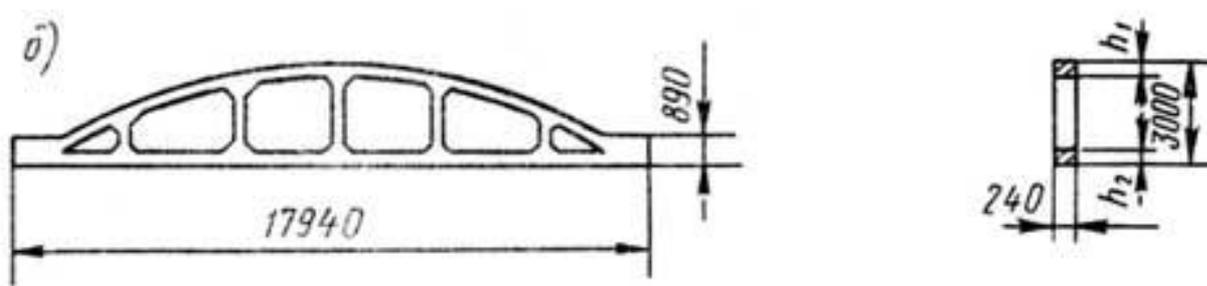
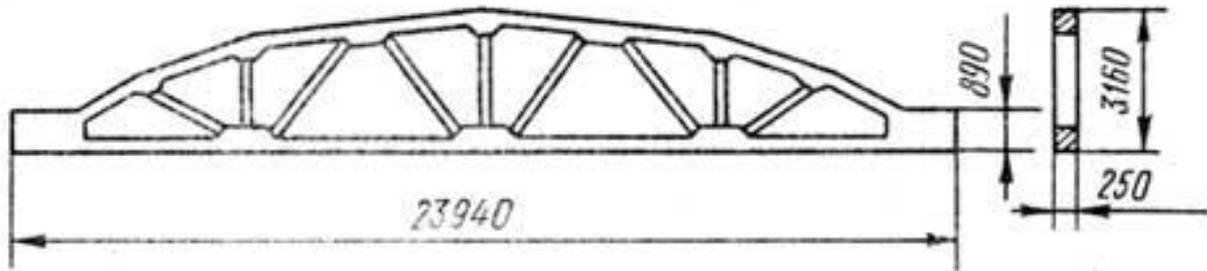
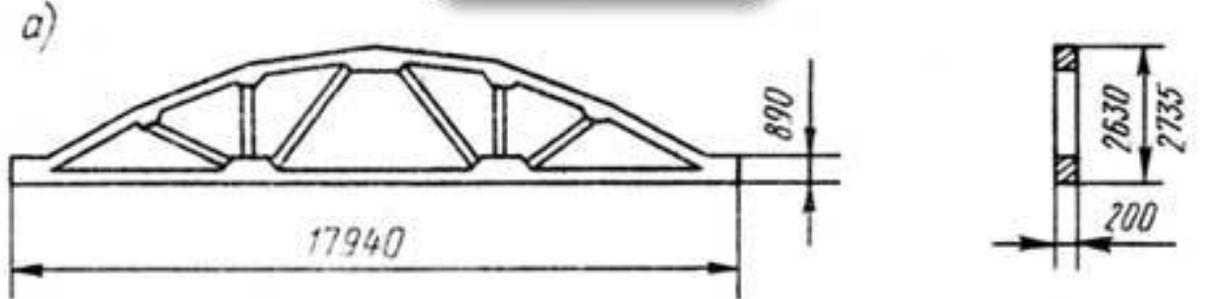
Железобетонные балки пролетом 12 и 18 м применяются для скатных, плоских и малоуклонных покрытий промышленных зданий с фонарями шириной 6 м и без фонарей при шаге балок и колонн 6 м. Конструкции балок допускают крепление подвешного транспорта.



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



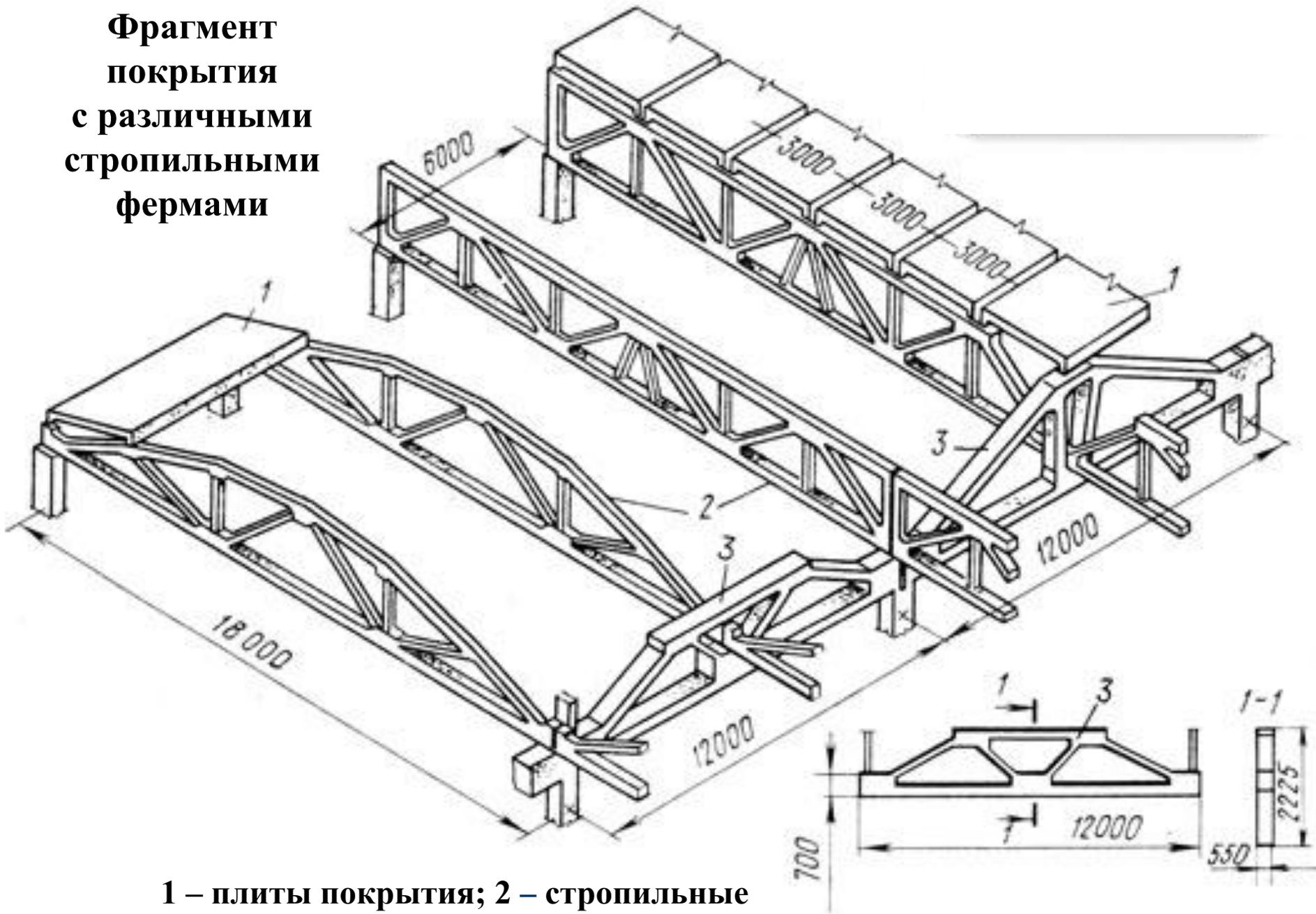
Железобетонные фермы разработаны для применения в скатных и малоуклонных покрытиях одноэтажных промышленных зданий с мостовыми кранами и с подвесным транспортом, с фонарями и без фонарей при пролетах 18 и 24 м.



Стропильные железобетонные фермы:

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

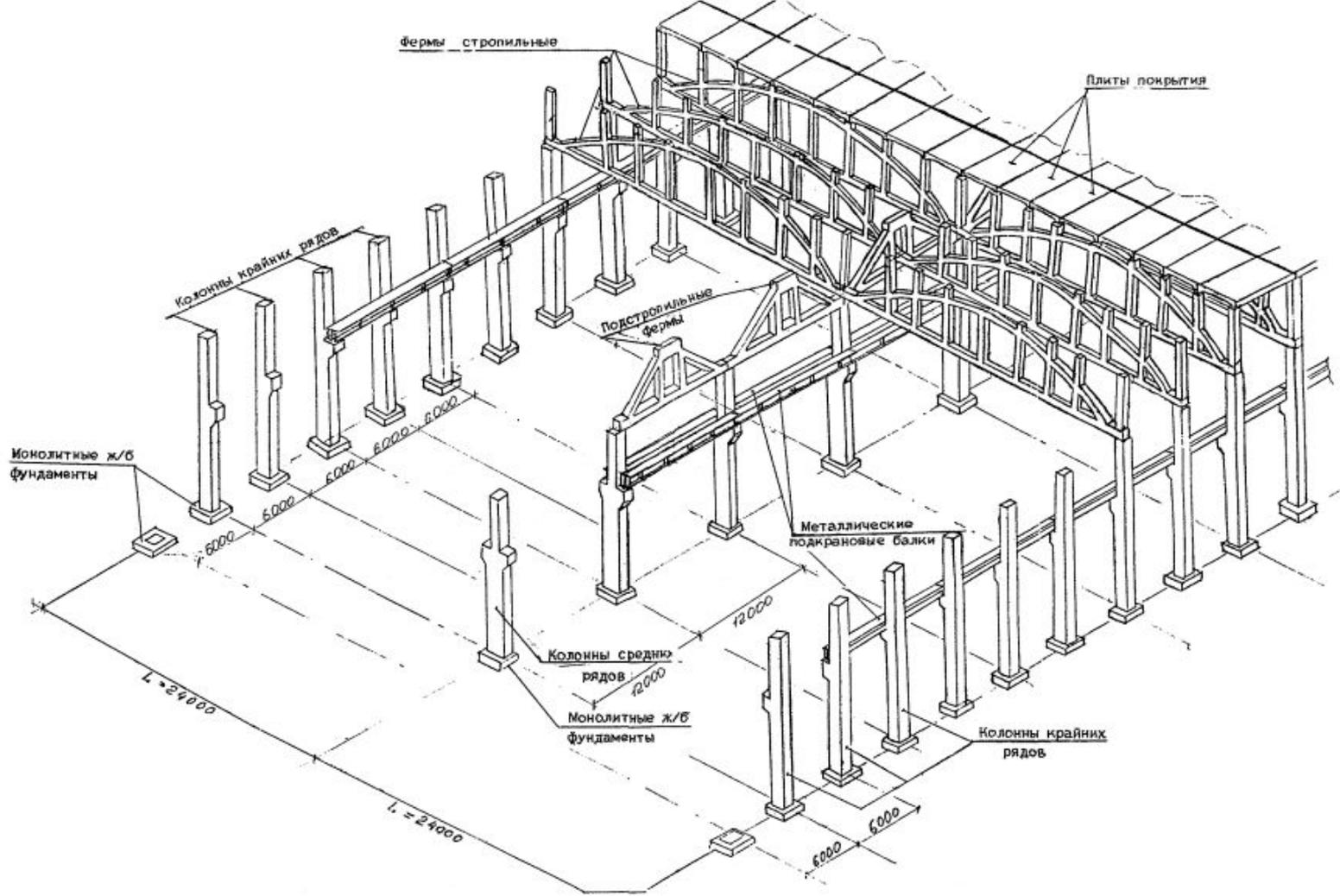
**Фрагмент
покрытия
с различными
стропильными
фермами**



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

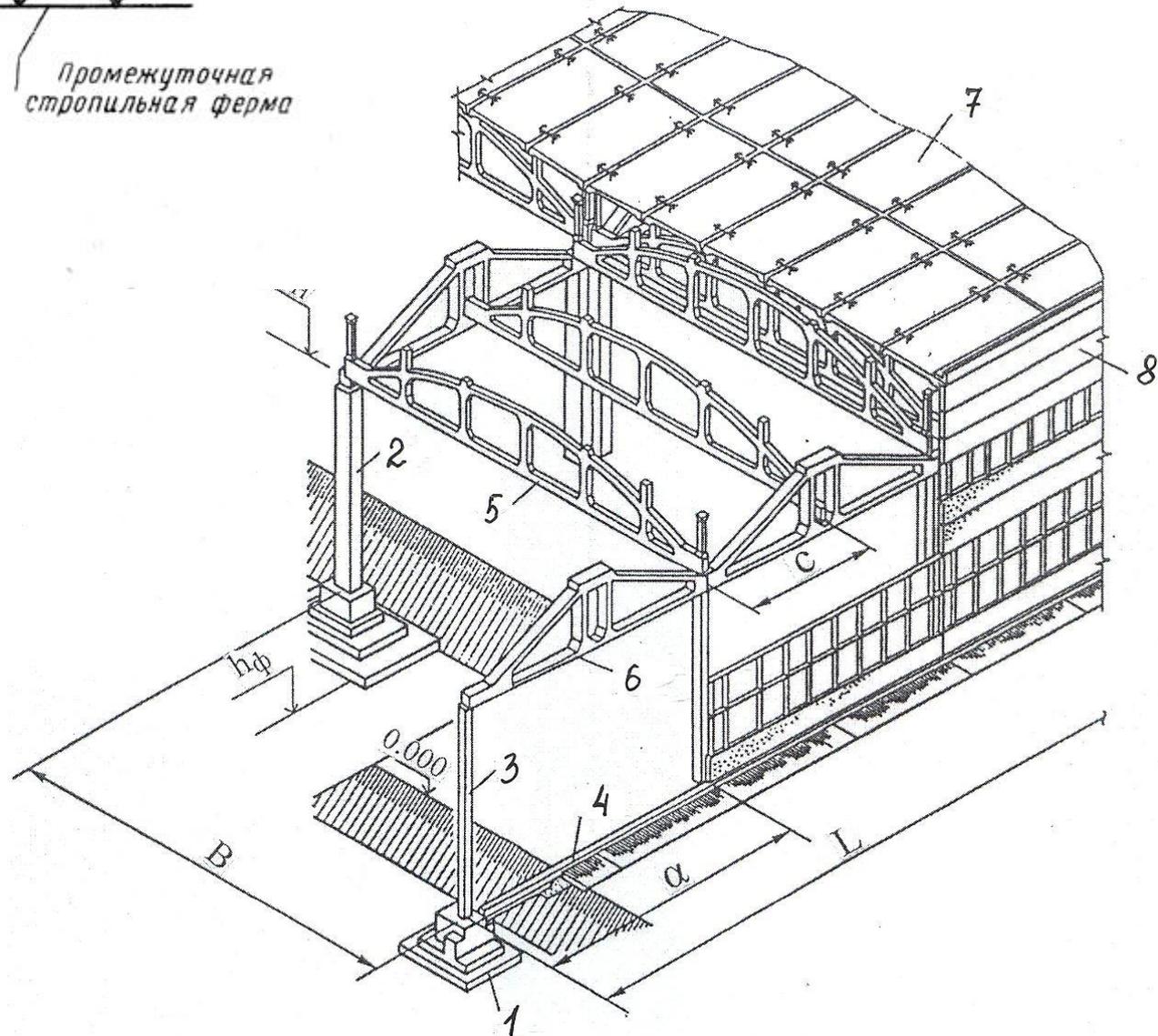
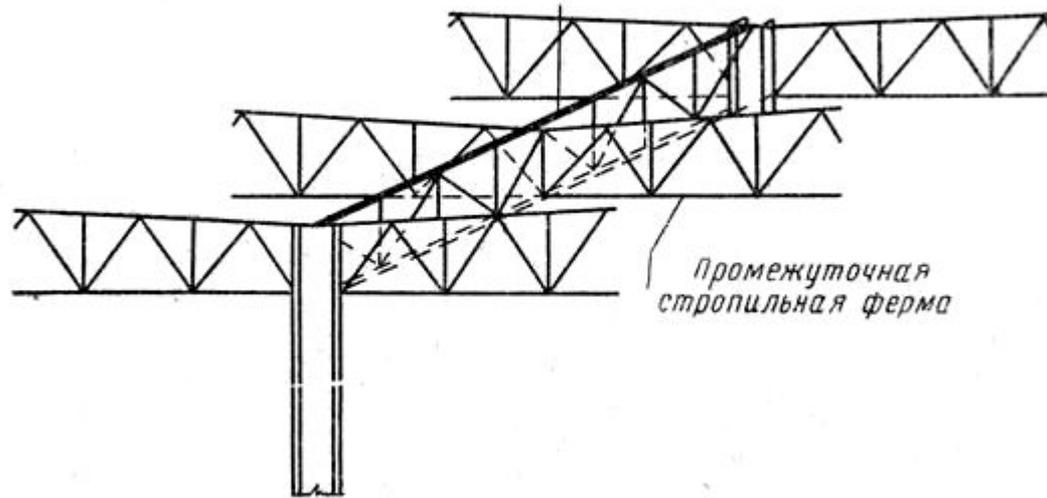


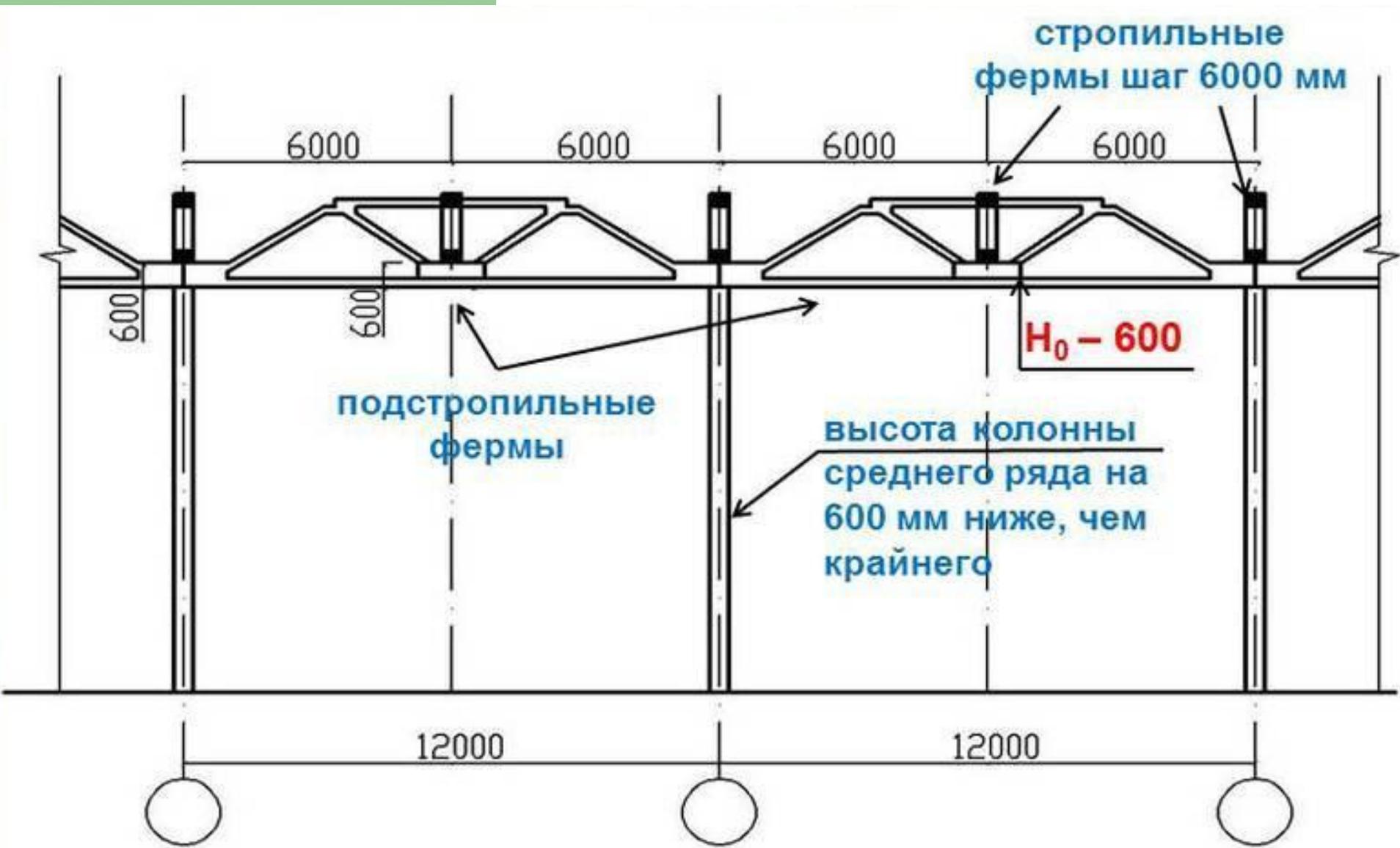
Унифицированные **стальные фермы** разработаны для пролетов от 18 до 36 м.



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

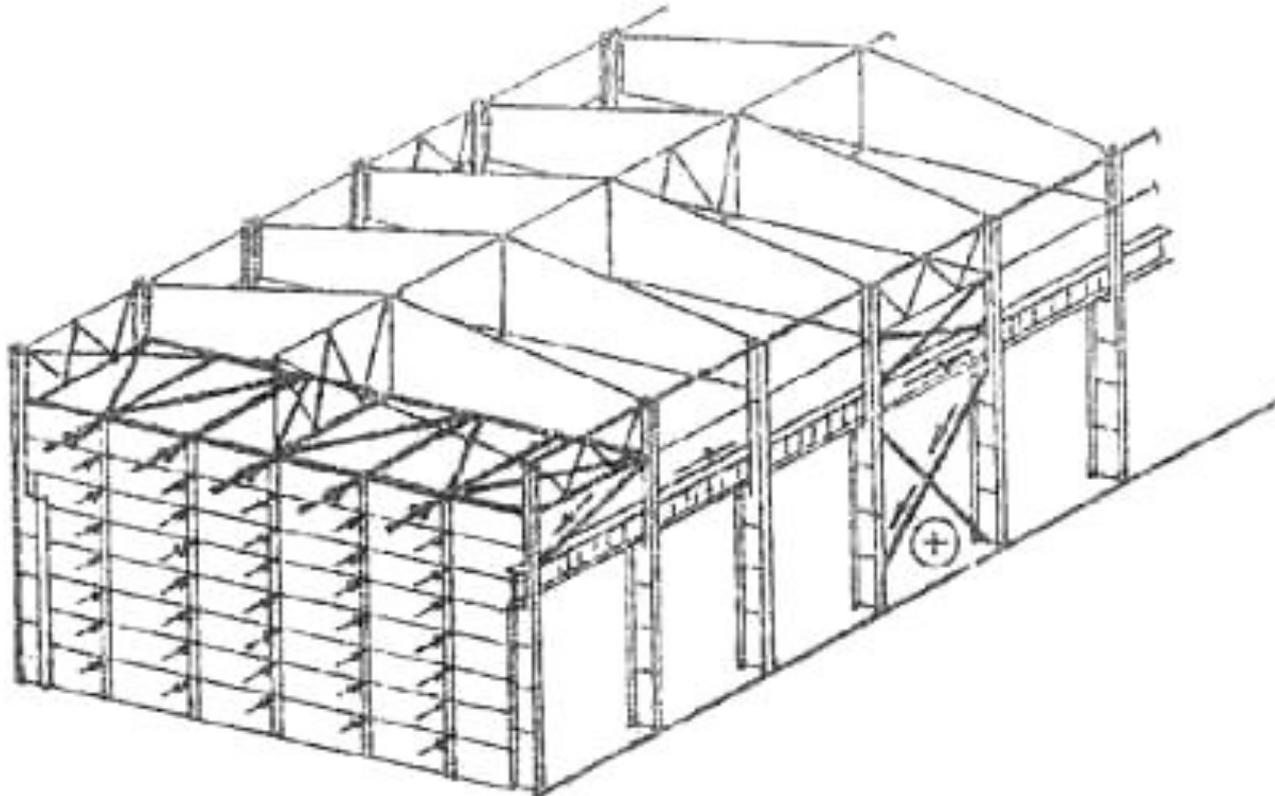


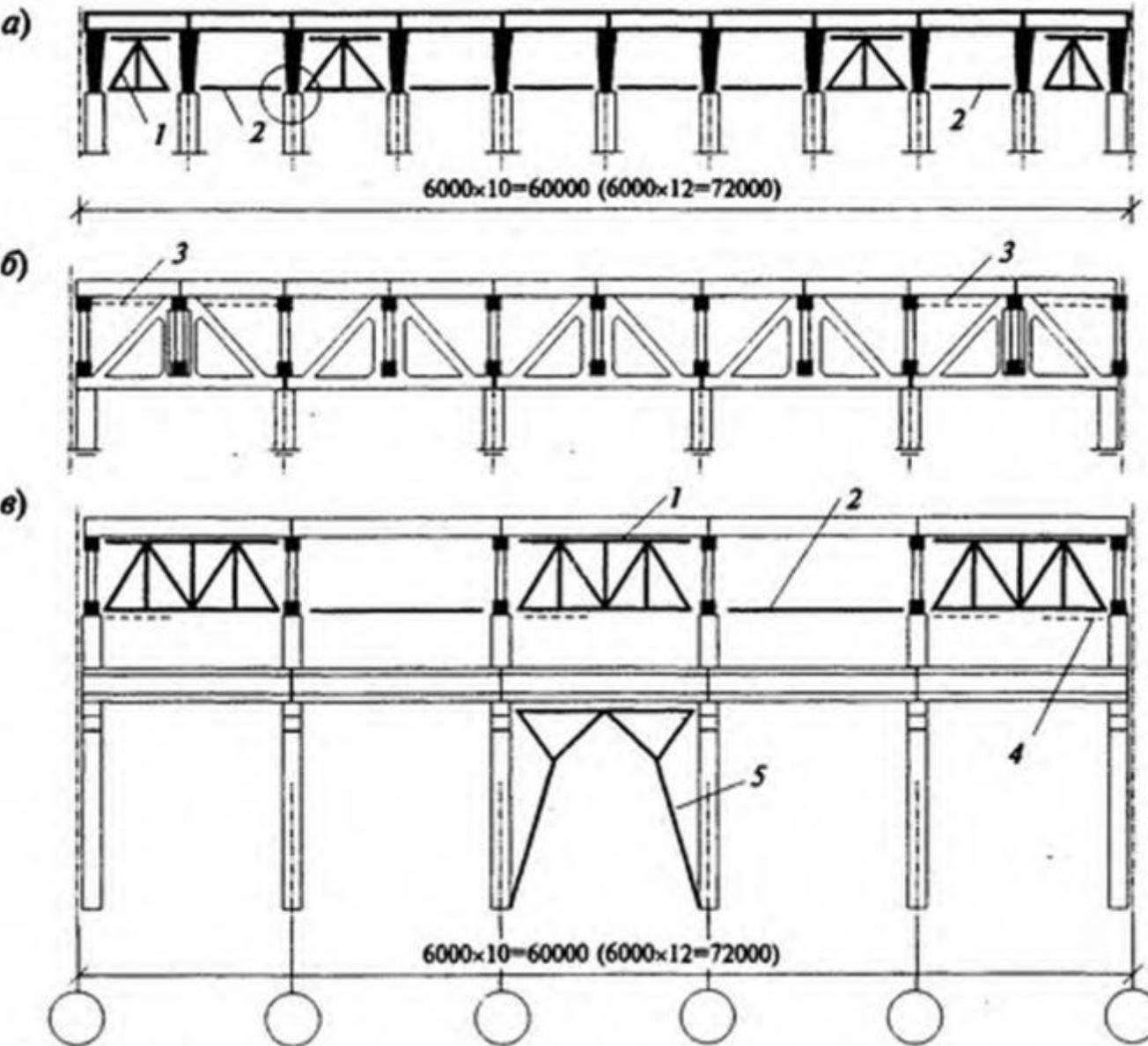


Связи предназначены для повышения устойчивости одноэтажных зданий в продольном направлении предусматривают систему вертикальных и горизонтальных связей между колоннами каркаса и в покрытии.

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

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





Связи в покрытиях при железобетонных стропильных конструкциях:

- а – при шаге 6 м в бескра-
новых зданиях без под-
стропильных конструк-
ций;
- б – то же, с подстропиль-
ными конструкциями;
- в – при шаге 12 м в здани-
ях с мостовыми кранами;

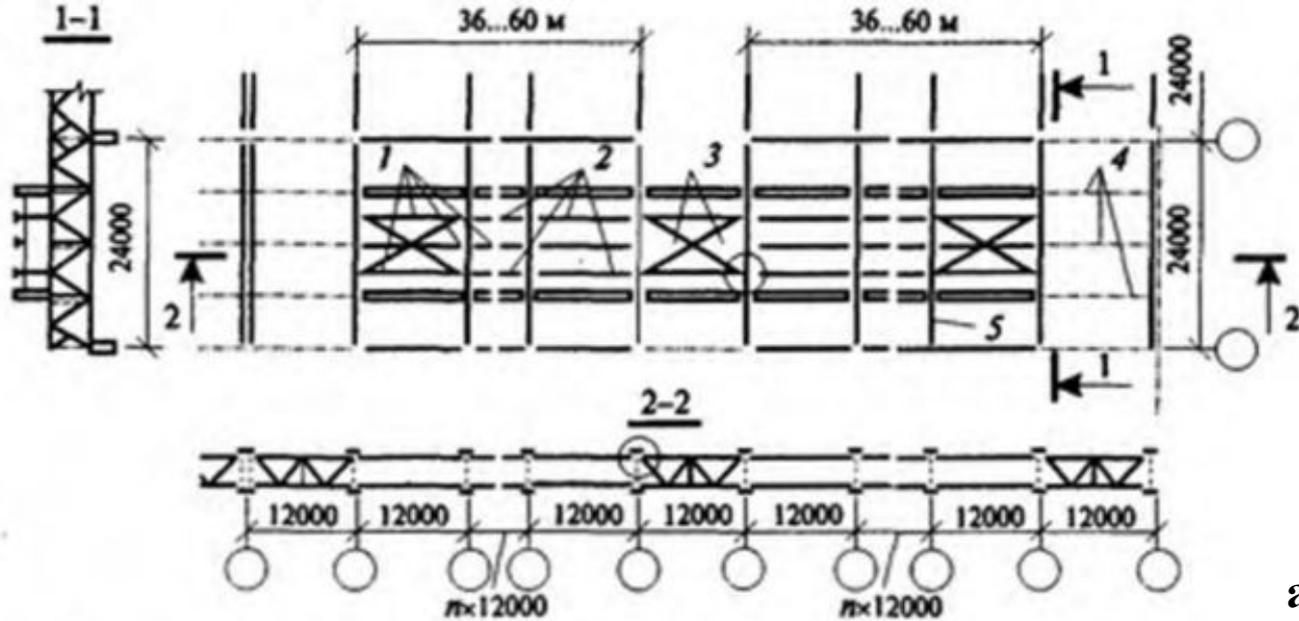
- 1 – вертикальная связь по
фермам;
- 2 – распорка;
- 3 – горизонтальная рас-
порка по подстропиль-
ным фермам;
- 4 – горизонтальная ферма
в торцах;
- 5 – связь по колоннам



**Вертикальные
связи между
колоннами**



а)

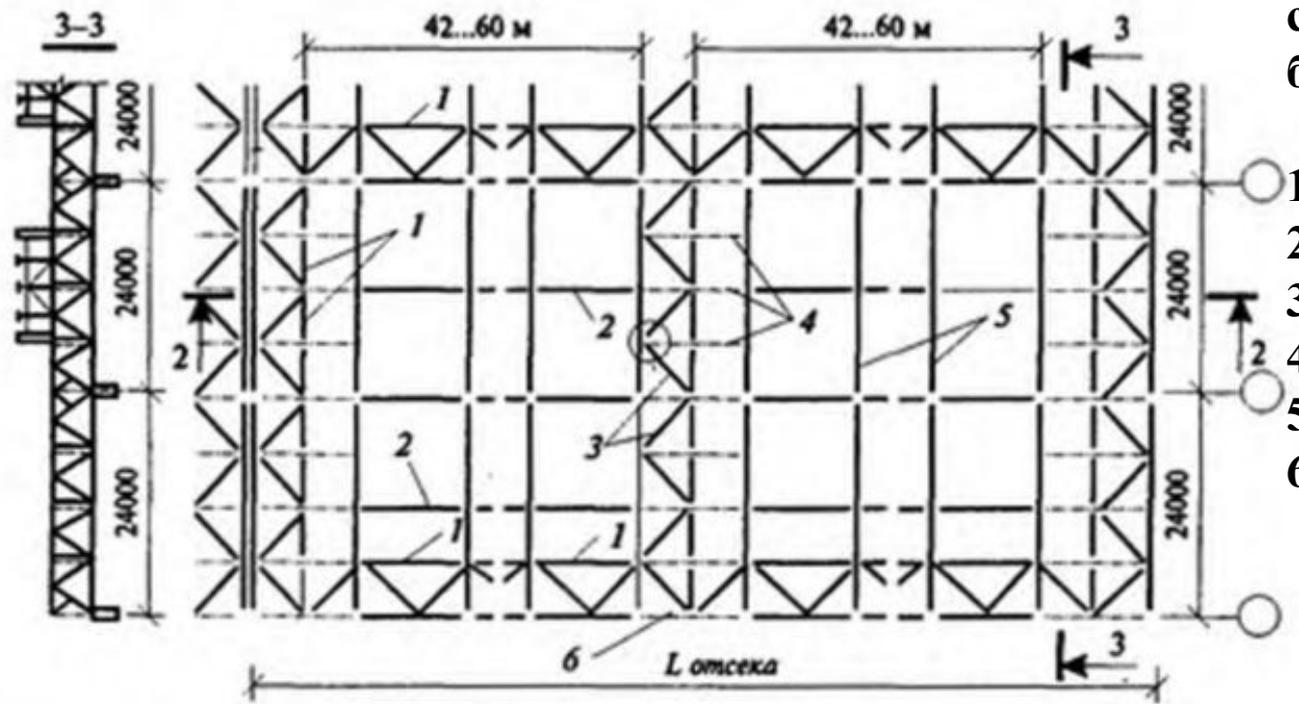


Связи в покрытии со стальными фермами:

а – по верхним поясам стропильных ферм;

б – то же, по нижним;

б)



1 – распорки;

2 – растяжки;

3 – раскосы;

4 – вертикальные связи;

5 – стропильные фермы;

6 – связевые фермы

Стены промышленных зданий

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

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

По местоположению в стене здания панели подразделяются на:

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

Размеры панелей:

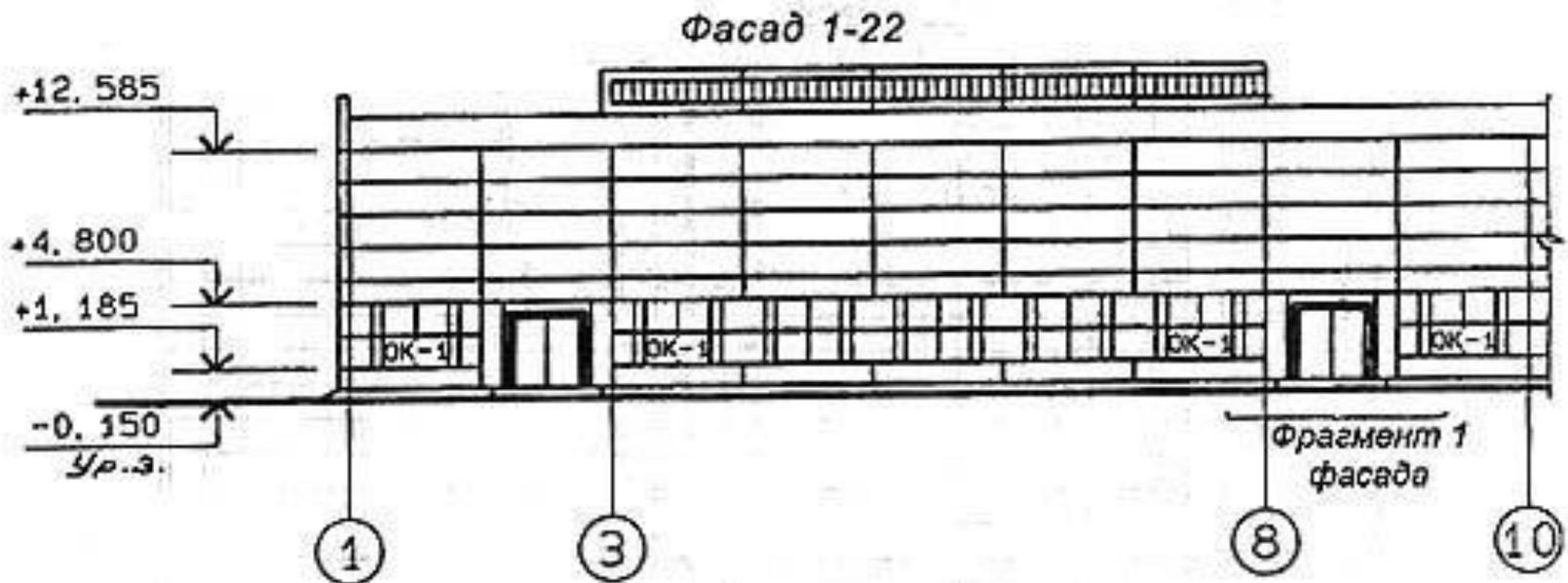
- ✓ **высота** 900, 1200, 1500, 1800мм;
- ✓ **длина** 6 и 12м;
- ✓ **толщина** 200, 250, 300 и 350мм.

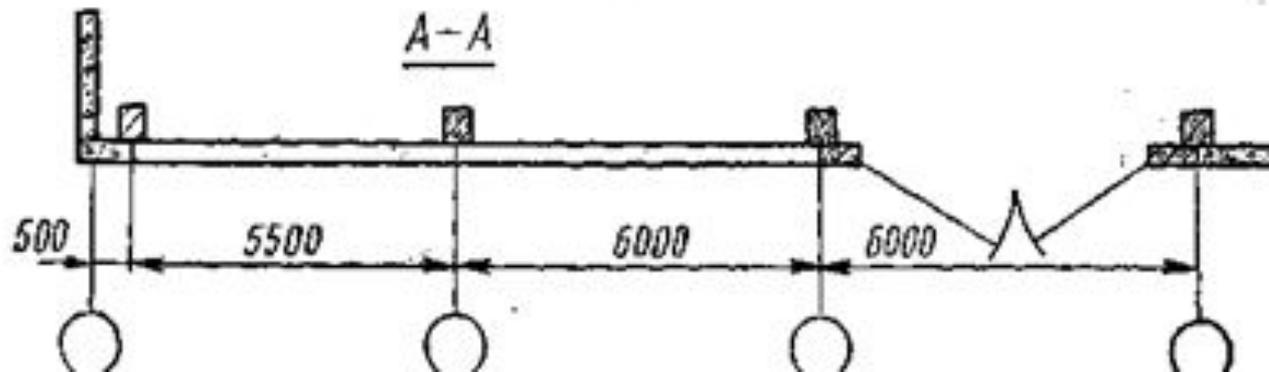
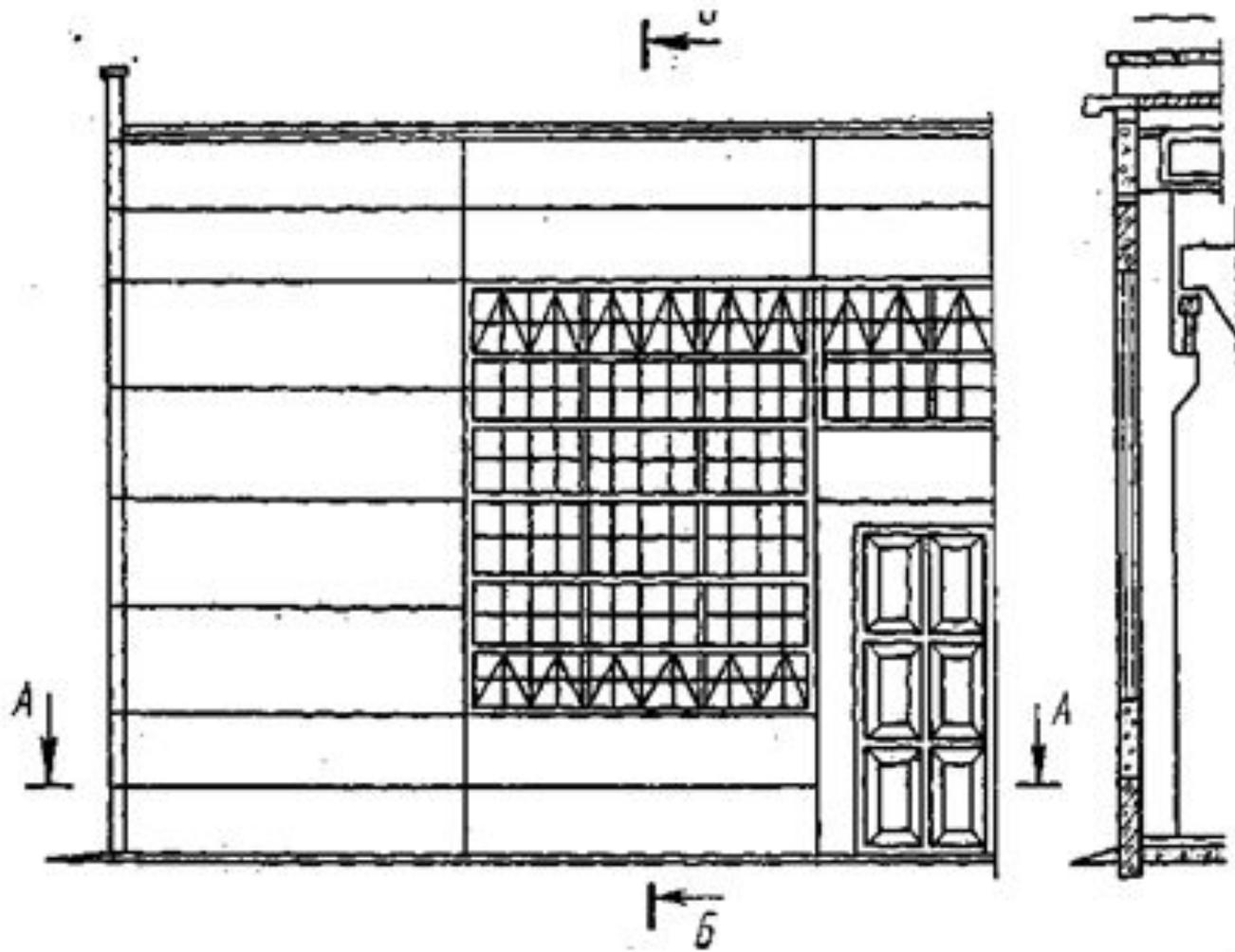


Стены из крупных панелей применяются для обеспечения полной сборности промышленного здания. Кроме того, использование крупных панелей ведет к сокращению трудоемкости и уменьшению массы здания.

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

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

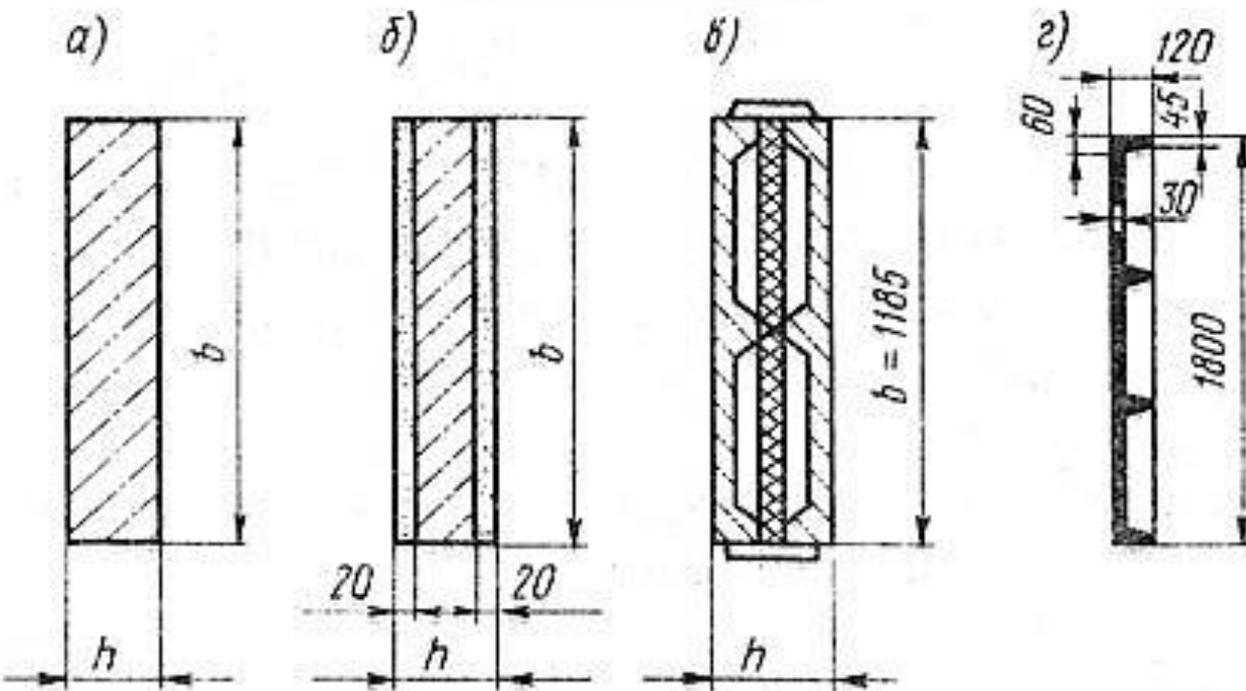




Применяют как **однослойные панели** из легких или тяжелых бетонов, так и **многослойные** с внутренним утеплителем.

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

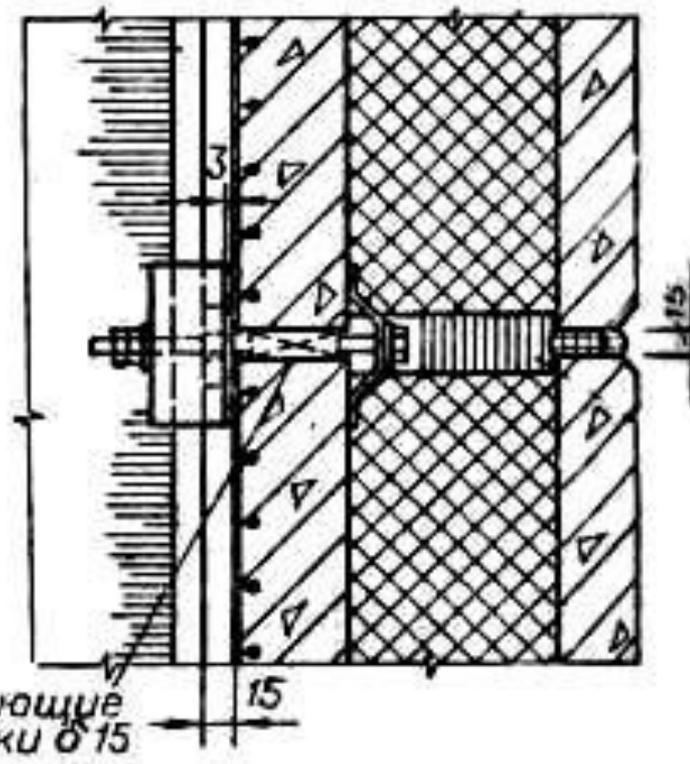
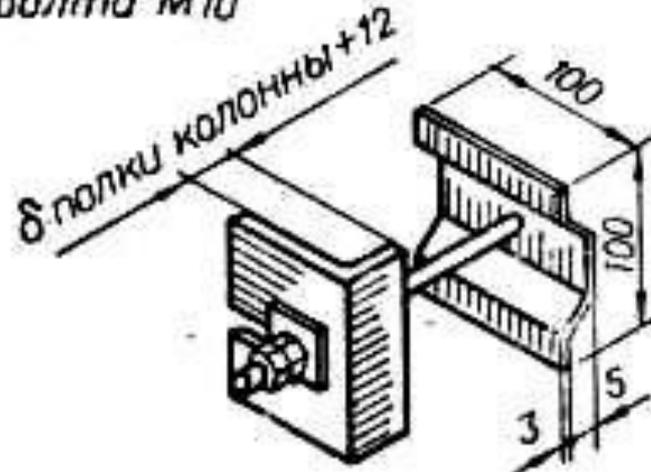
Крепление панелей к железобетонному каркасу одноэтажных промзданий осуществляется через опирание их на опорные столики из стальных уголков, а также установкой в швах гибких стержневых связей или сцепов из уголков. Все элементы соединений привариваются как к закладным деталям колонны, так и стеновых панелей.



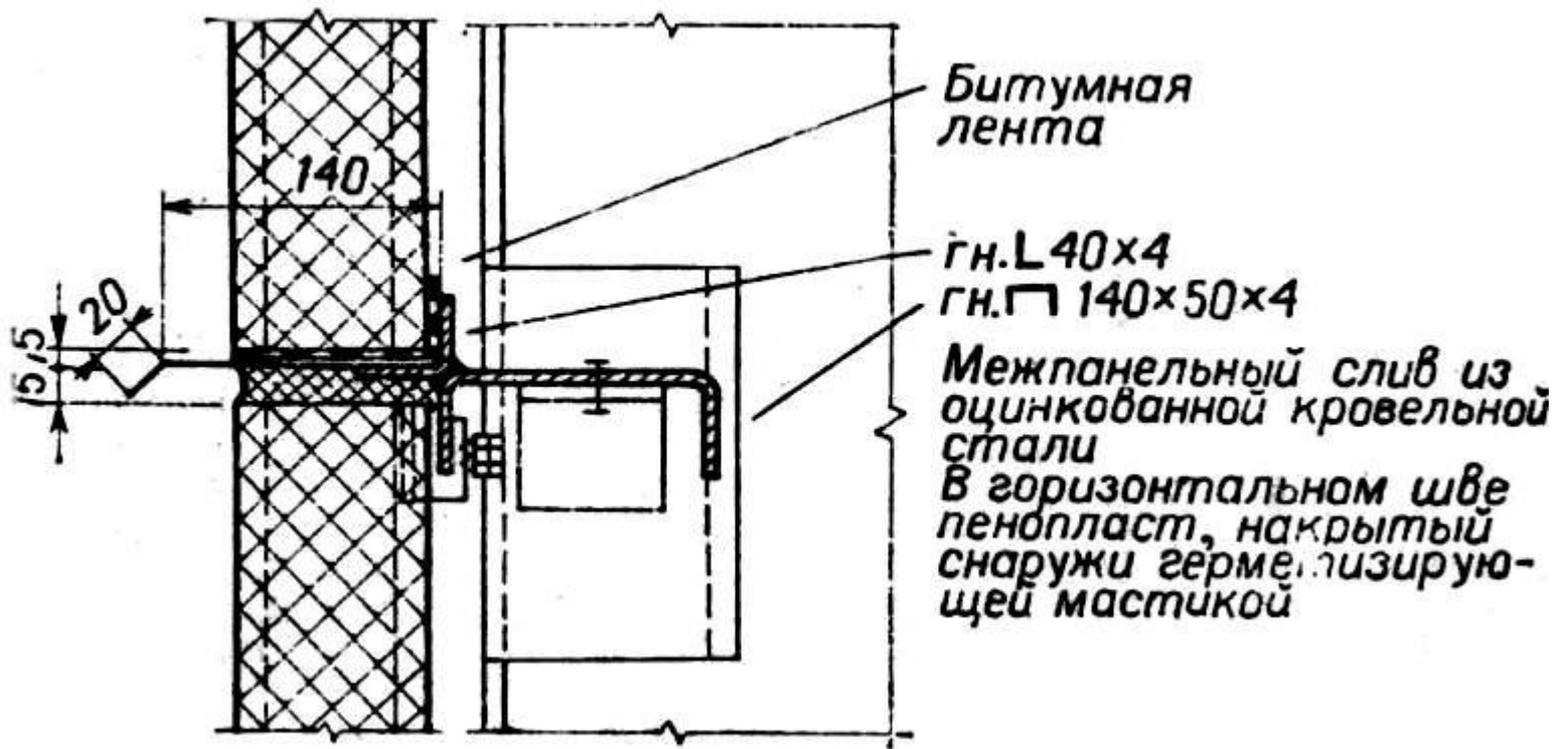
Стеновые панели для промышленных зданий

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

Крепежный элемент из:
кляммеры, гнутой из $\delta 3$;
Г-фиксатора 75x6; $\angle 100$
с обрезанной полкой;
шайбы — 50x50x10;
болта М10



Узел крепления железобетонной трехслойной панели к железобетонной колонне

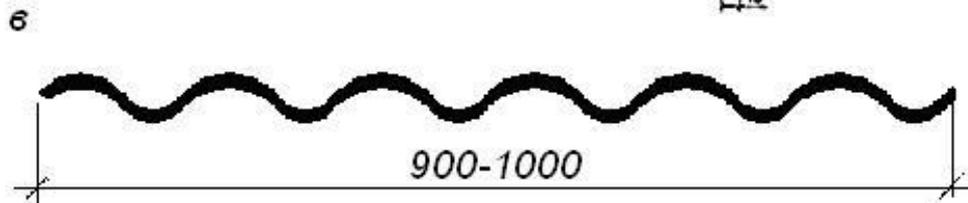
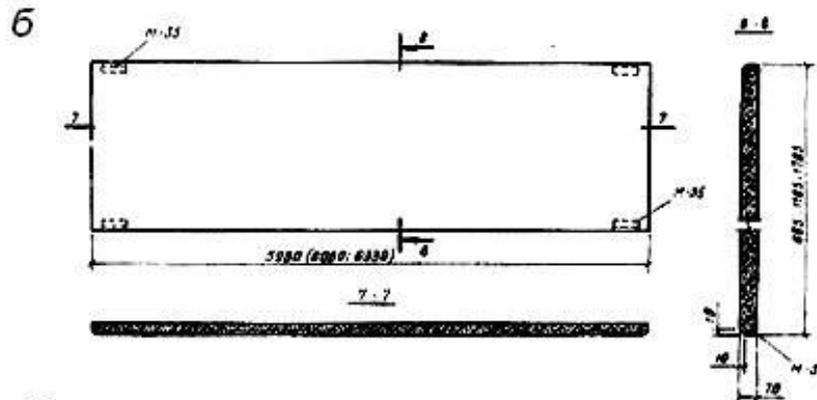
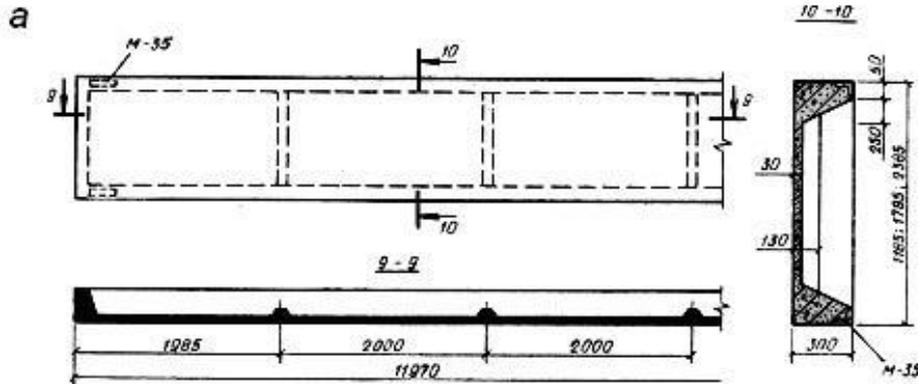


Узел крепления панели типа «сэндвич» к металлической колонне

Вертикальные и горизонтальные швы между панелями заполняют упругими синтетическими прокладками из поропласта 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.

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

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

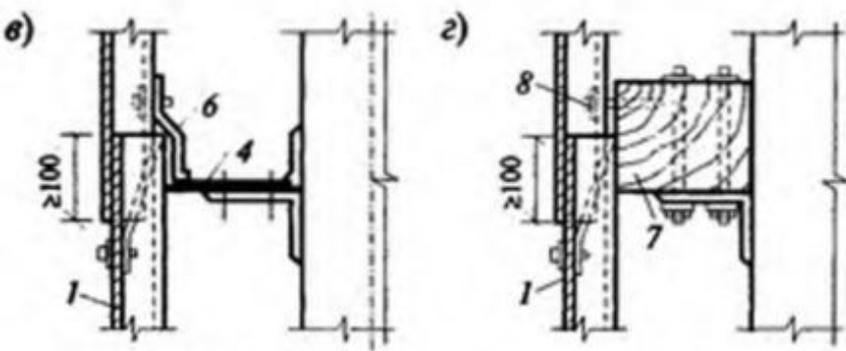
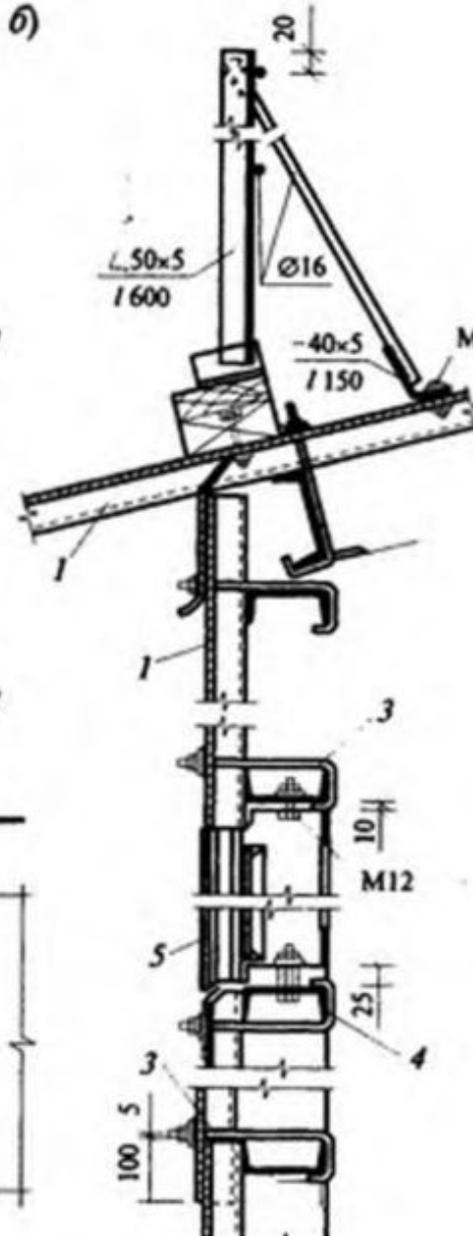
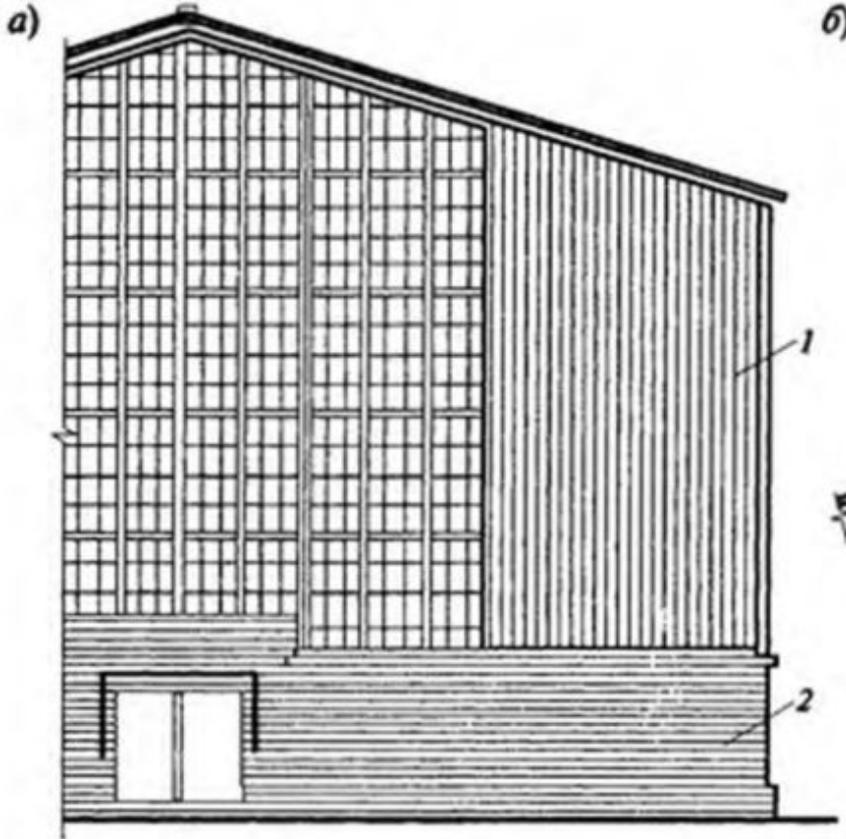


Такие ограждения имеют вертикальную разрезку, поэтому они навешиваются на горизонтальные ригели из стальных швеллеров, которые крепятся к колоннам с шагом по высоте 1,2-2,4 м.

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

Стены для неотапливаемых зданий:

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



Стены из волнистых асбестоцементных листов:

а – общий вид;
 б – разрез стены и детали крепления листов к стальному фахверку;
 в, г – варианты крепления листов к стальному и деревянному ригелям;

1 – асбестоцементные листы;
 2 – кирпичная кладка;
 3 – крюк;
 4 – ригель фахверка;
 5 – стальная оконная панель;
 6 – клеммеры;
 7 – деревянный ригель;
 8 – шуруп

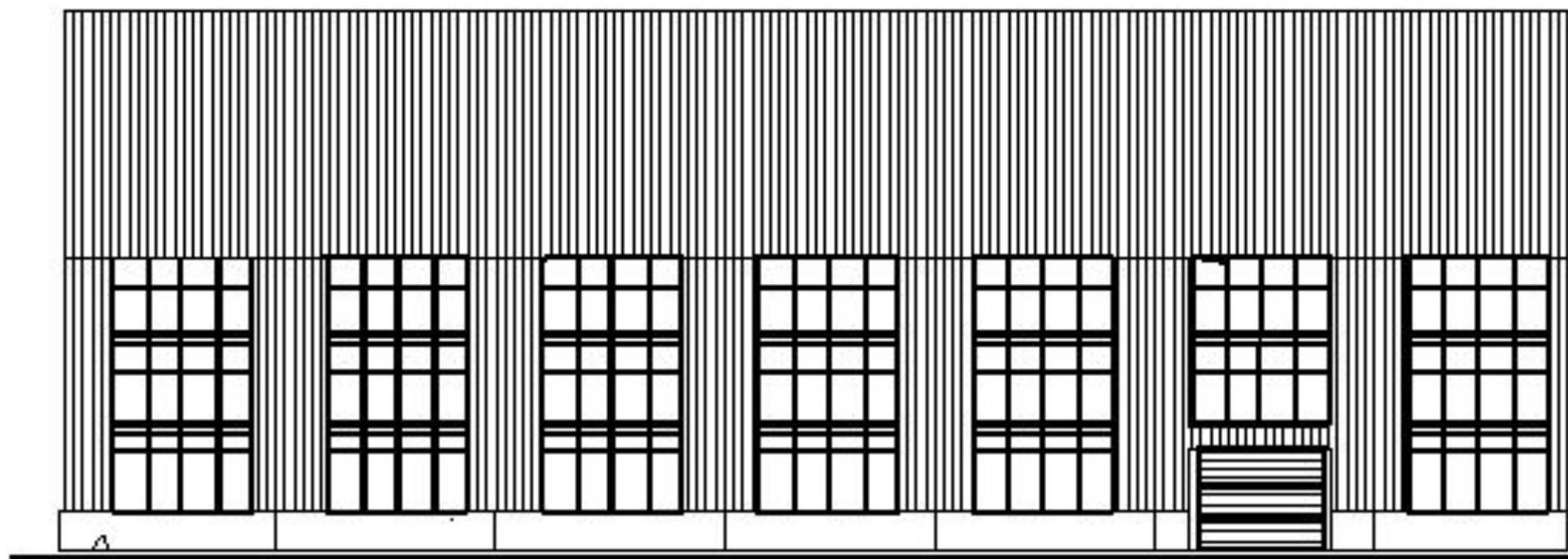
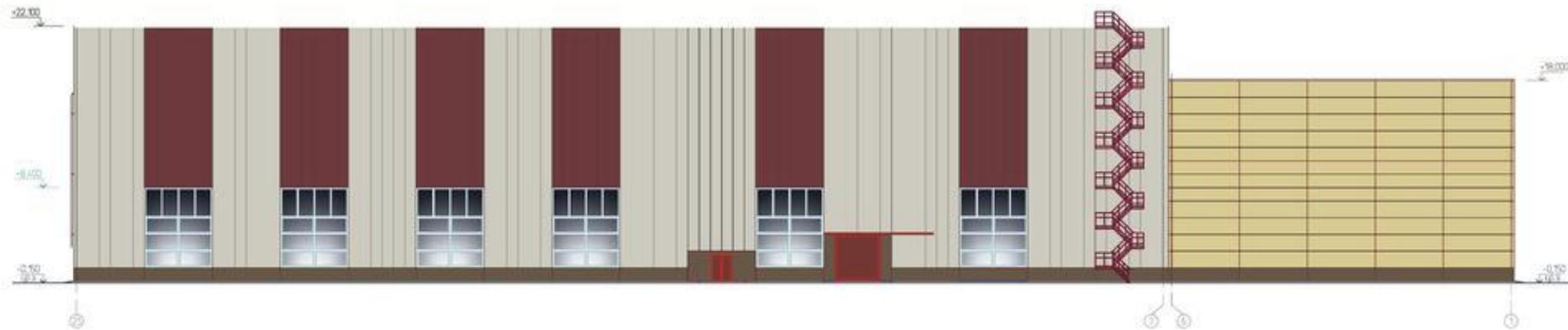
Многослойные асбестоцементные панели толщиной 136 мм состоят из обрамляющего асбестоцементного профиля швеллерного сечения и утеплителя с пароизоляцией.

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.

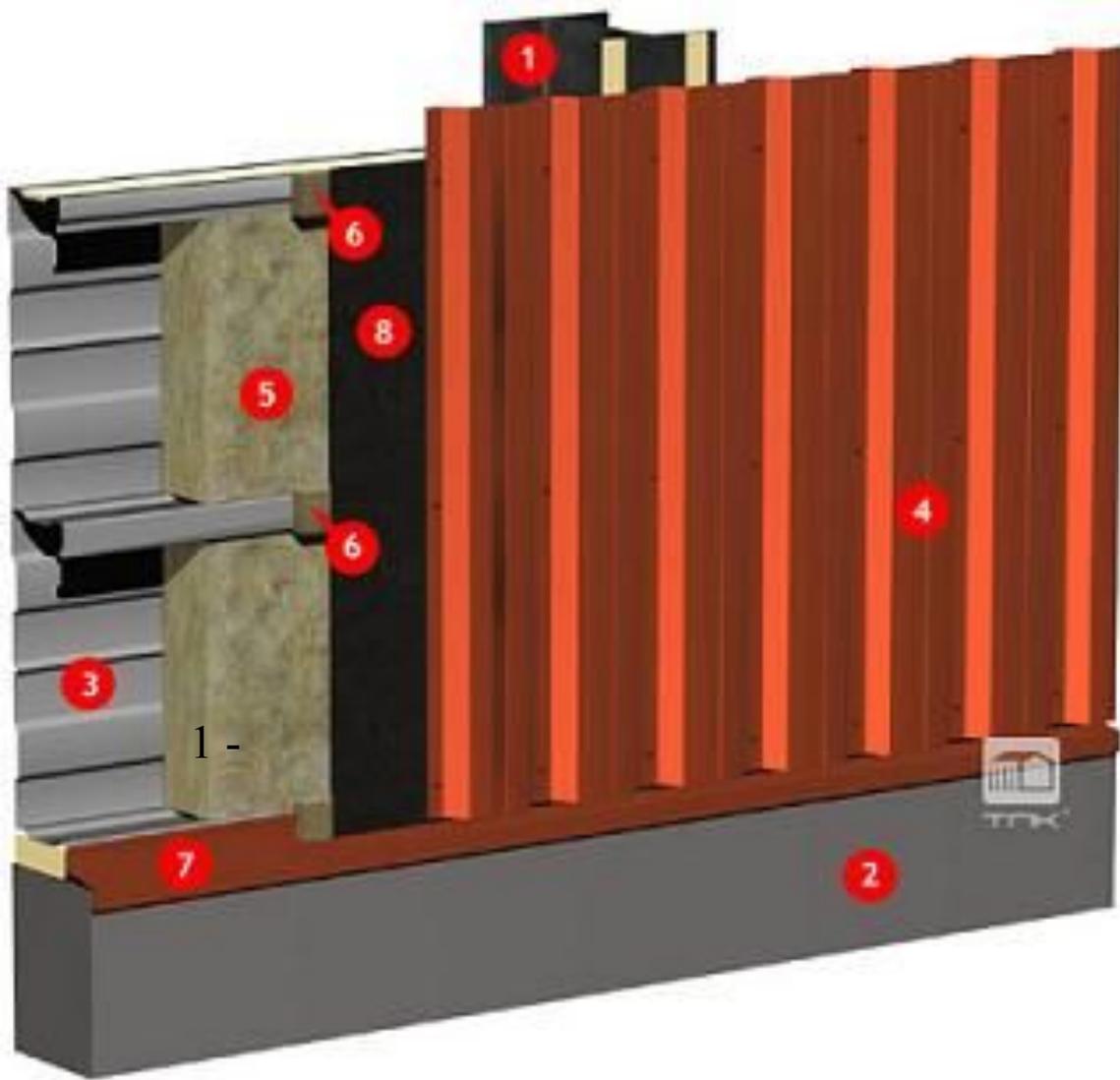
В современной практике строительства наибольшее распространение получили трехслойные стеновые панели типа «сэндвич» бескаркасного типа. Каркасные панели со внутренними элементами собственного каркаса применяются реже, т.к. они менее экономичны за счет повышения расхода металла.

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

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



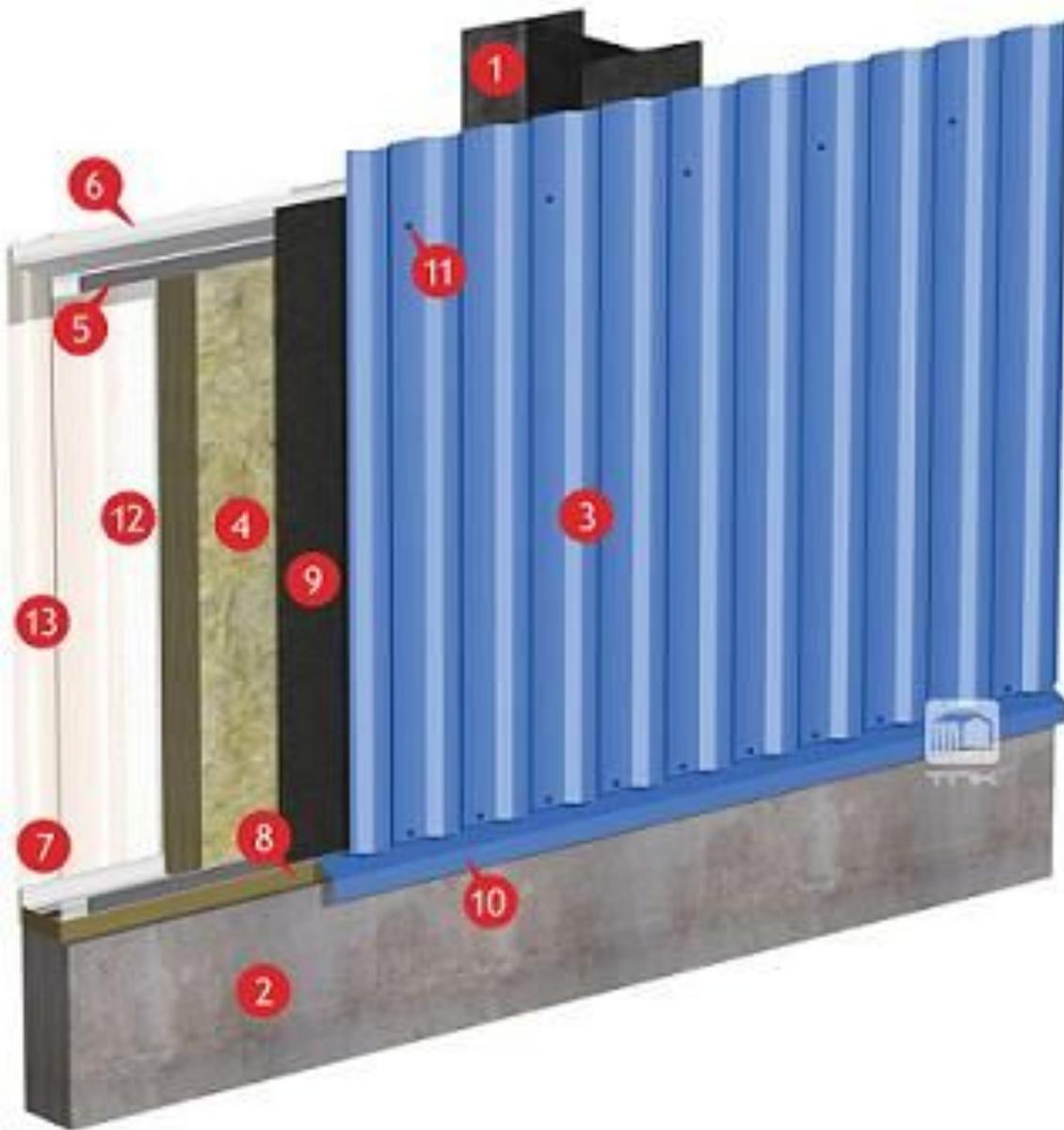
Наружные стены из стального профилированного настила



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/м³;
- 6 – термомокладка ленточная;
- 7 – планка цокольная;
- 8 – супердиффузионная мембрана Jutadach 115;

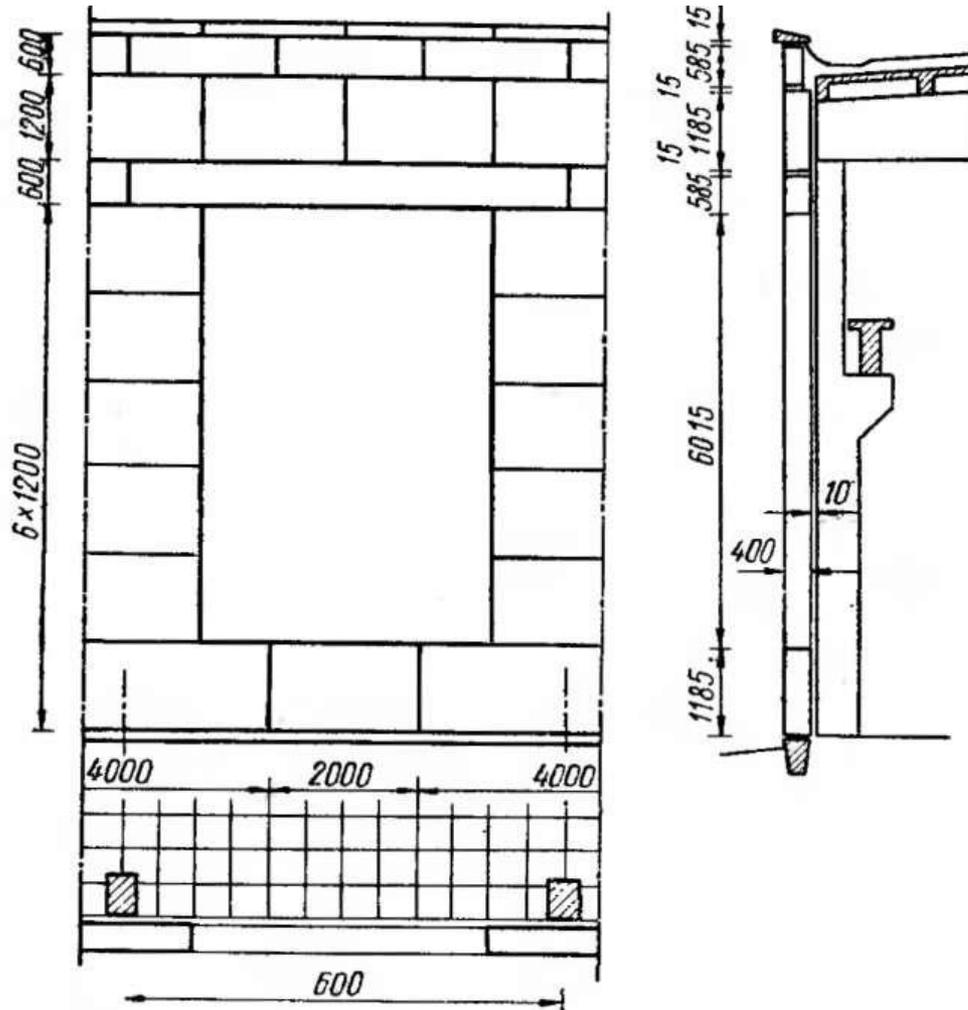
Решение стен для промышленных зданий



- 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

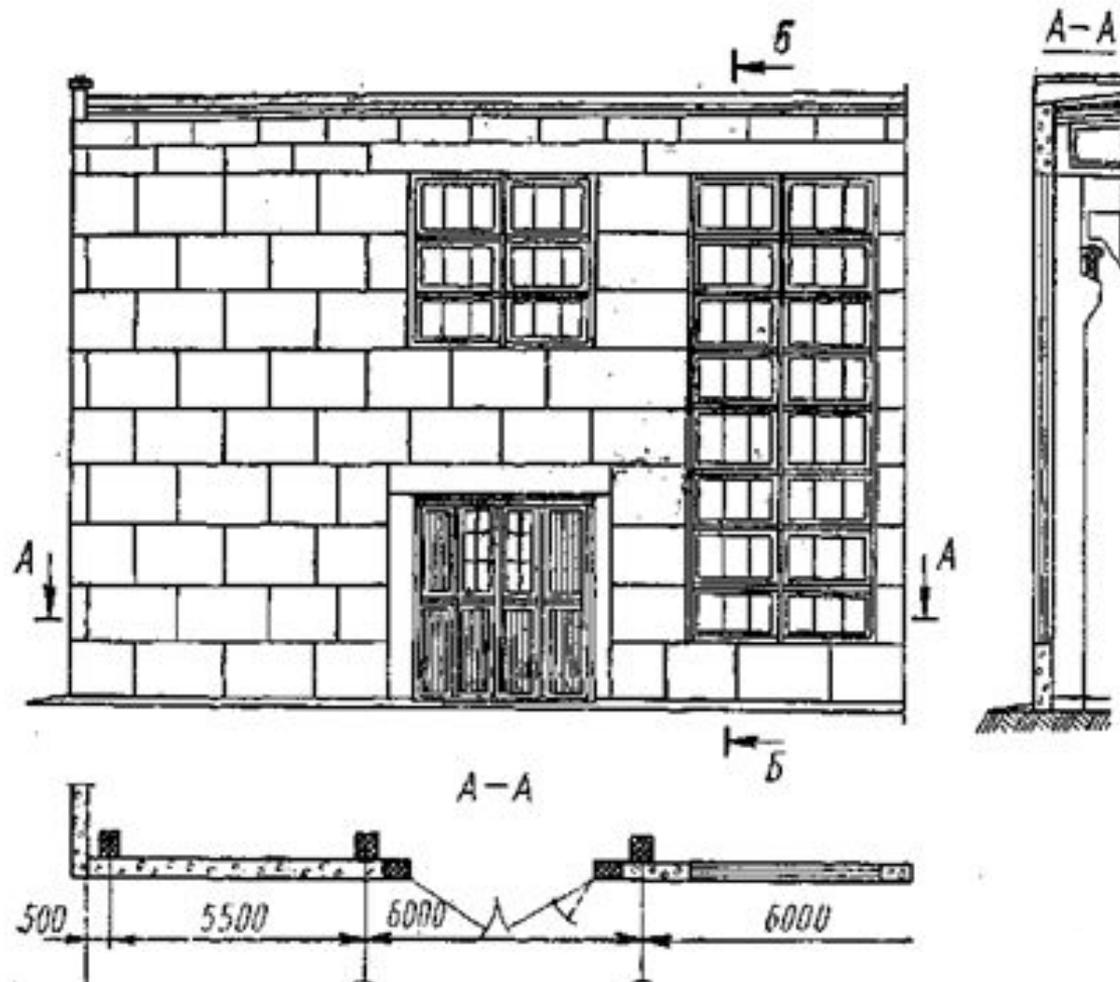
Стены из кирпича и крупных блоков решаются идентично стенам гражданских зданий. Они применяются для небольших отдельно стоящих зданий и для участков стен с большим количеством технологических отверстий, окон, дверей и других проемов. Толщина стены зависит от теплотехнических расчетов.



**Фрагмент стены
из крупных блоков**

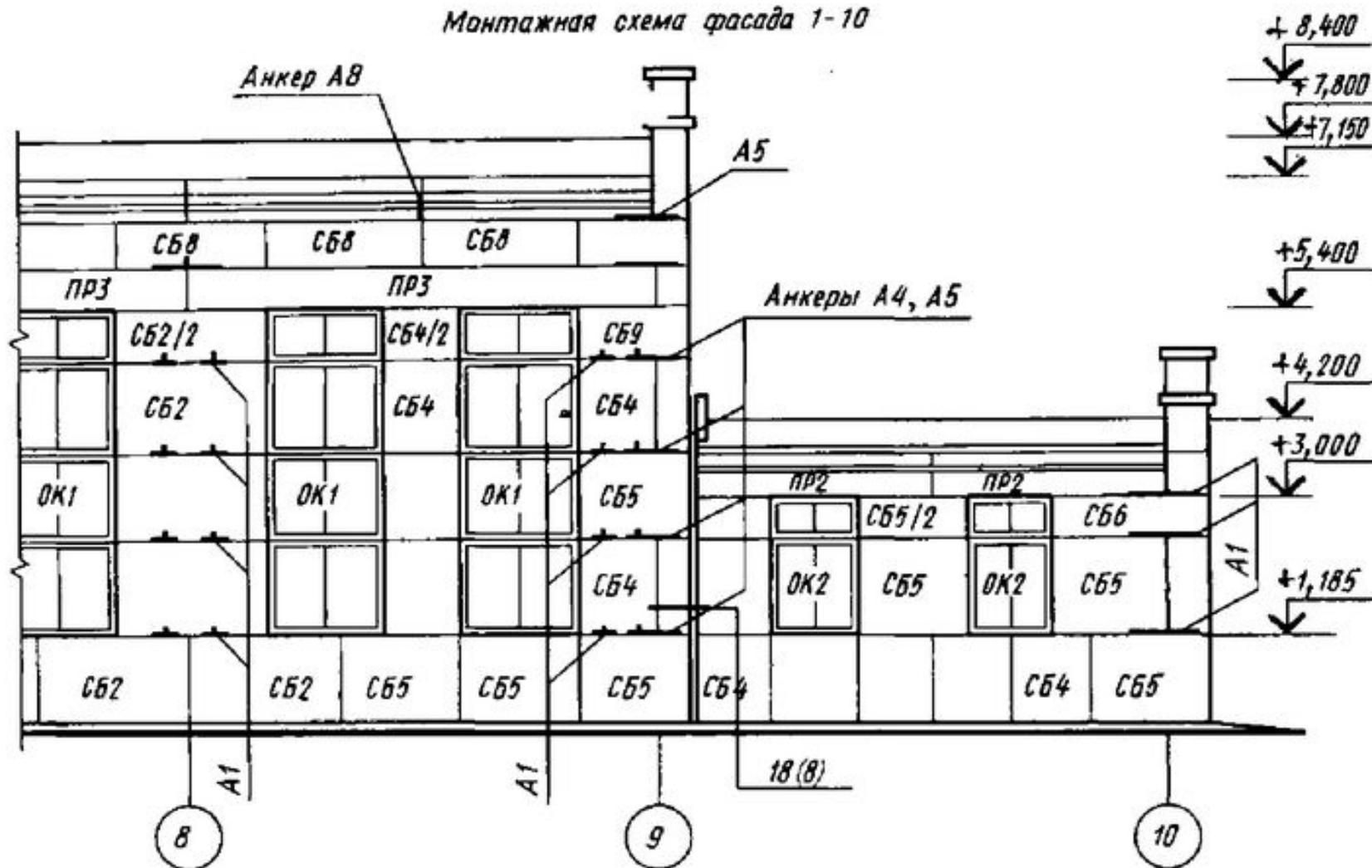
При большой протяженности стен их усиливают пилястрами, которые повышают жесткость конструкции и являются опорами для подкрановых балок и несущих конструкций покрытия.

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



**Фрагмент стены
из крупных блоков**

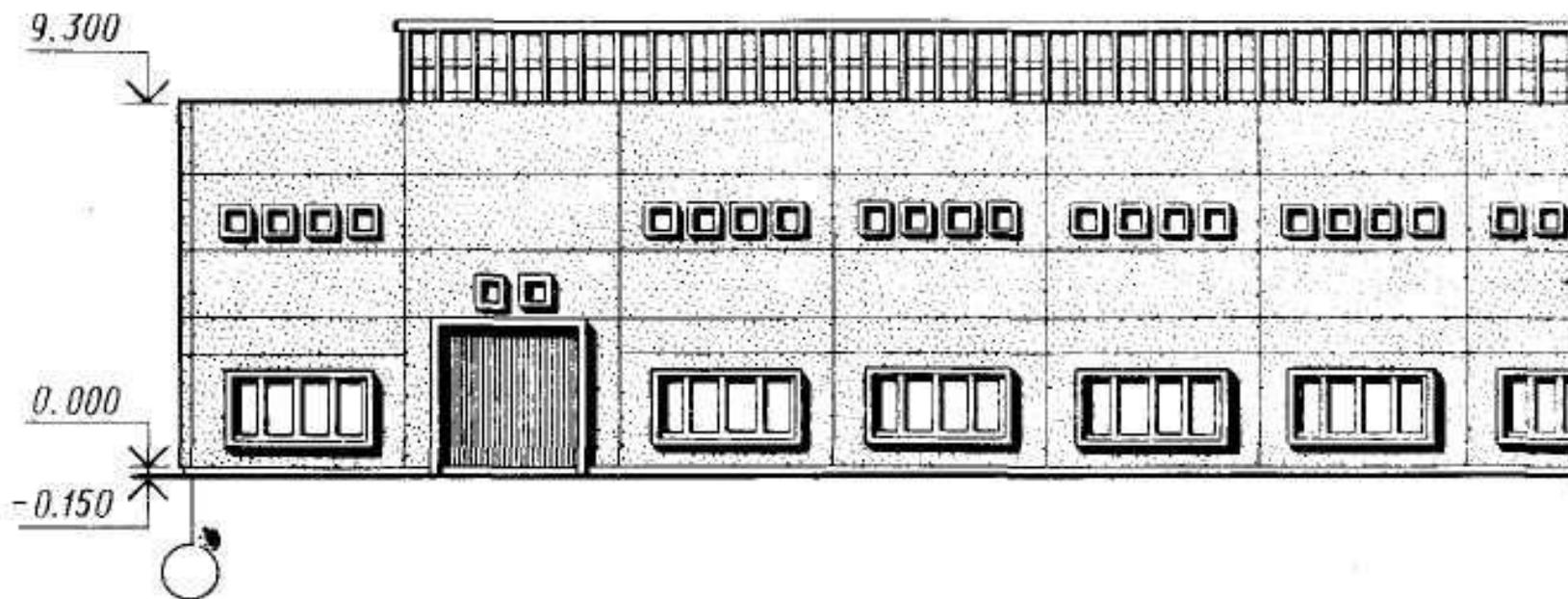
Монтажная схема фасада 1-10



Наиболее индустриальными являются стены из железобетонных и легкобетонных панелей.

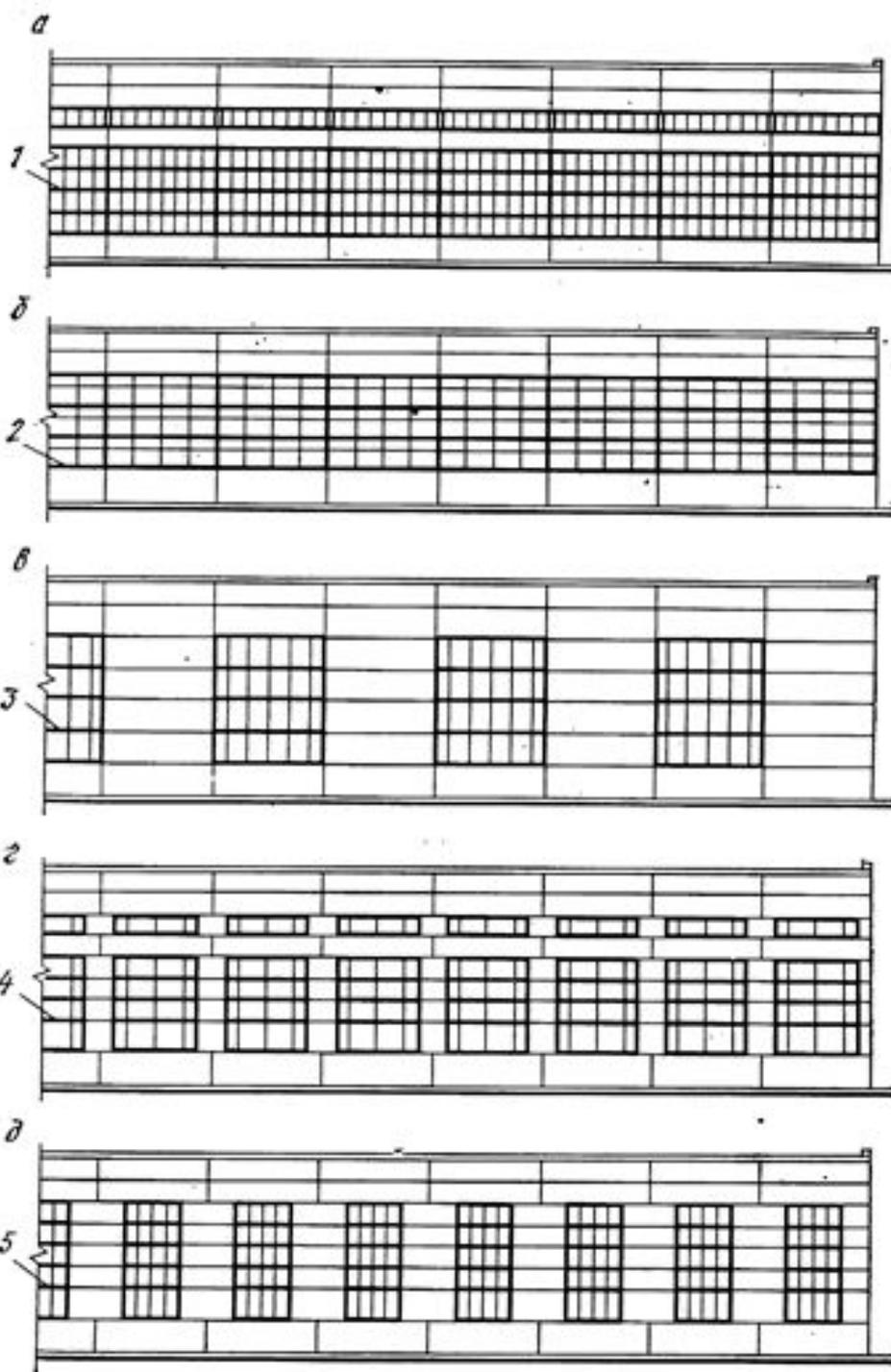
Низ первой (цокольной) панели устанавливают на фундаментную балку и совмещают с отметкой пола здания.

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



Размеры **оконных проемов** диктуются условиями дневного освещения и аэрации. Высота оконных панелей принимается такой же, как у стеновых панелей, а номинальная ширина – 1 500 мм; 3 000 мм; 4 500 мм; 6 000 мм. Ленточное остекление применяют только при соответствующем обосновании.

Оконные проемы, не предназначенные для вентиляции, следует заполнять глухими неоткрывающимися переплетами или стеклопрофилитом. Створные оконные переплеты должны размещаться так, чтобы расстояние от низа проемов, предназначенных для притока воздуха в теплый период года, составляло не более 1,8 м, расстояние от низа проемов, предназначенных для притока воздуха в холодный период года, – не менее 4 м.



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 1,2×6 м;
2 – оконные панели из труб 1,8×6 м;
3 – то же, из гнутых профилей;
4, 5 – деревянные оконные панели

Схема раскладки панелей по условиям унификации:

а - в продольных стенах одноэтажных зданий;

б - то же, многоэтажных зданий;

в - в торцевых стенах одноэтажных зданий

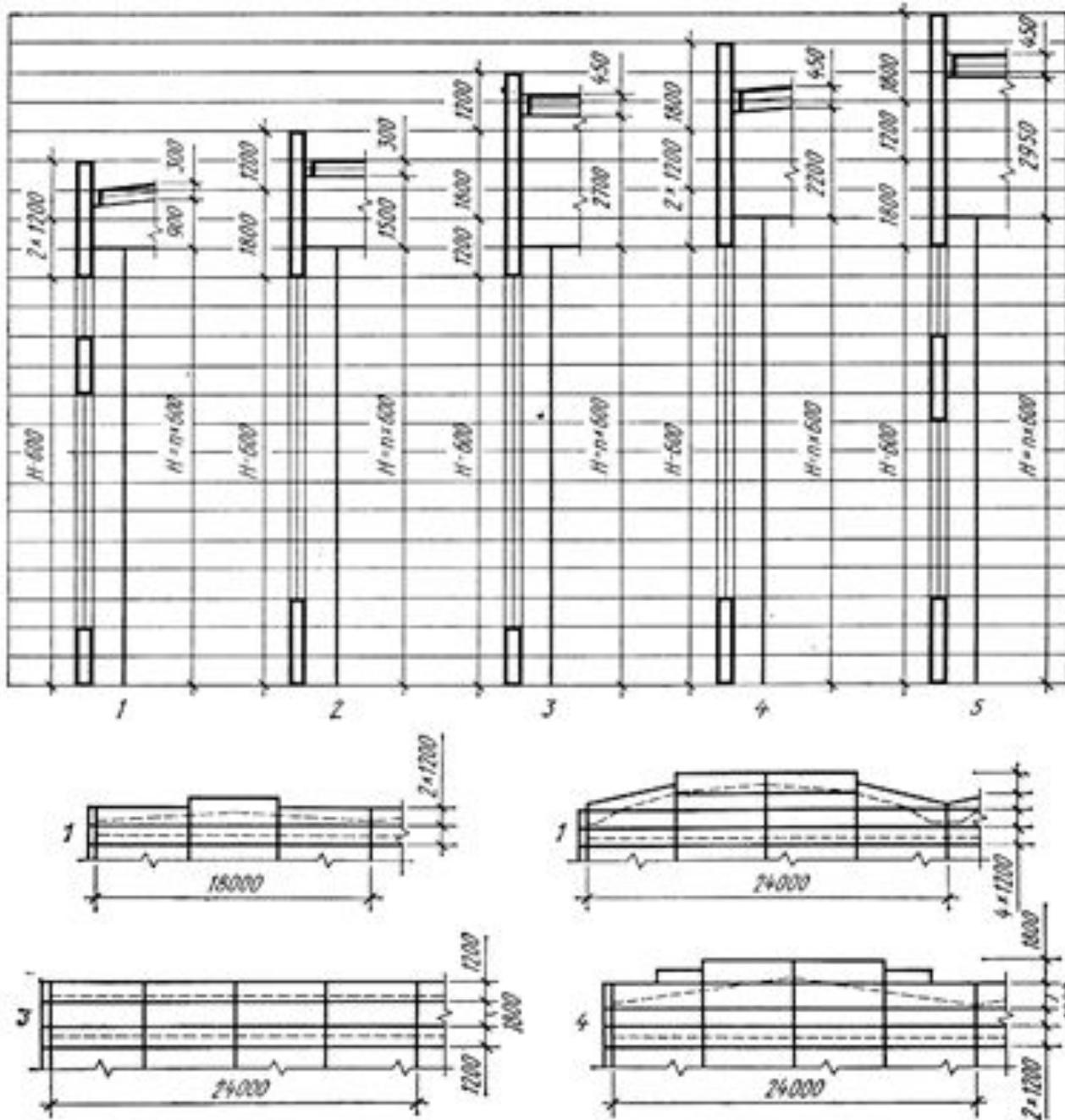
1-3 - при железобетонных балках и фермах покрытия;

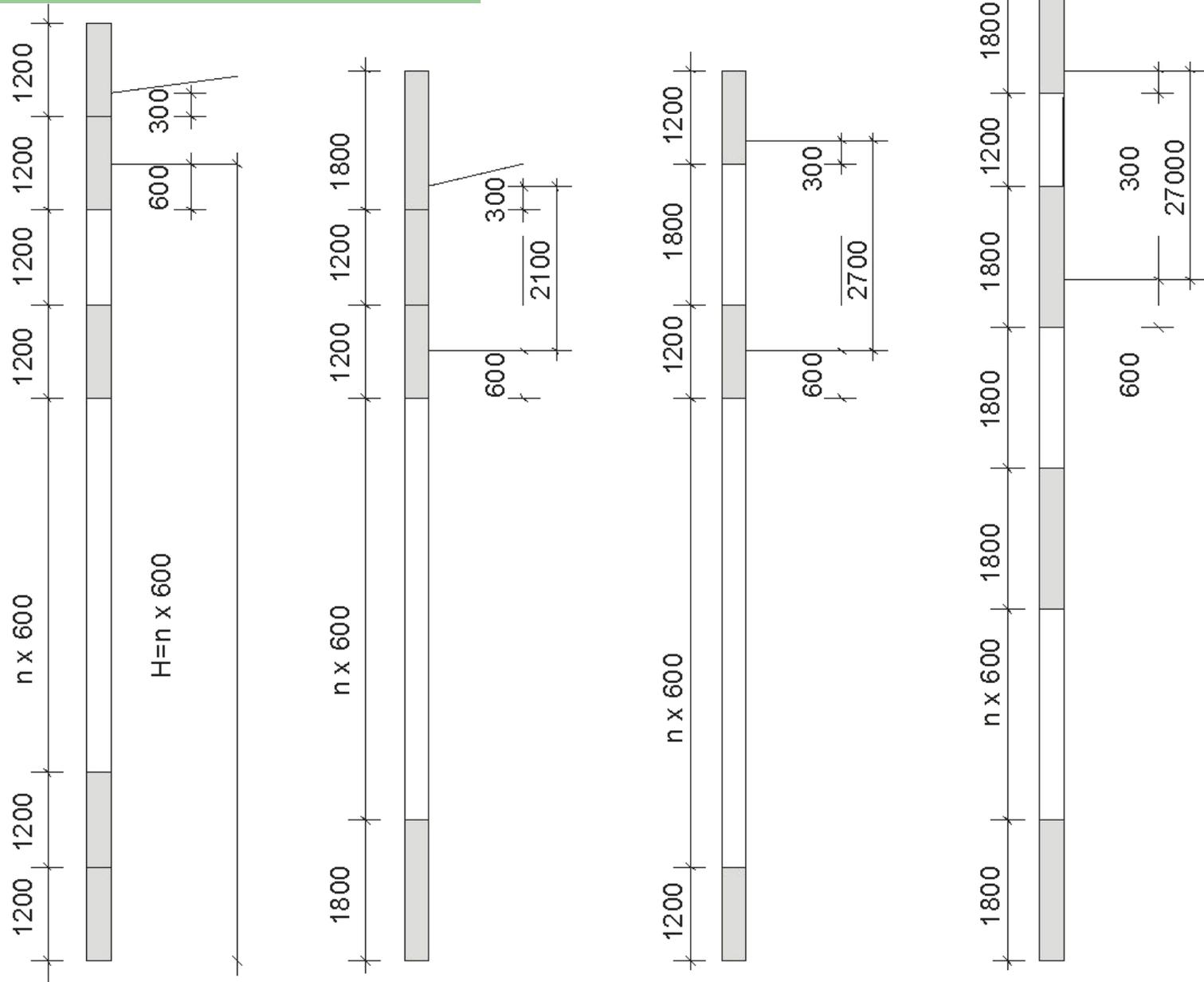
4,5 - при стальных фермах покрытия;

6,7 - в многоэтажных зданиях с высотами этажей 4.8 и 6 м;

8 - то же, с увеличенным верхним этажом;

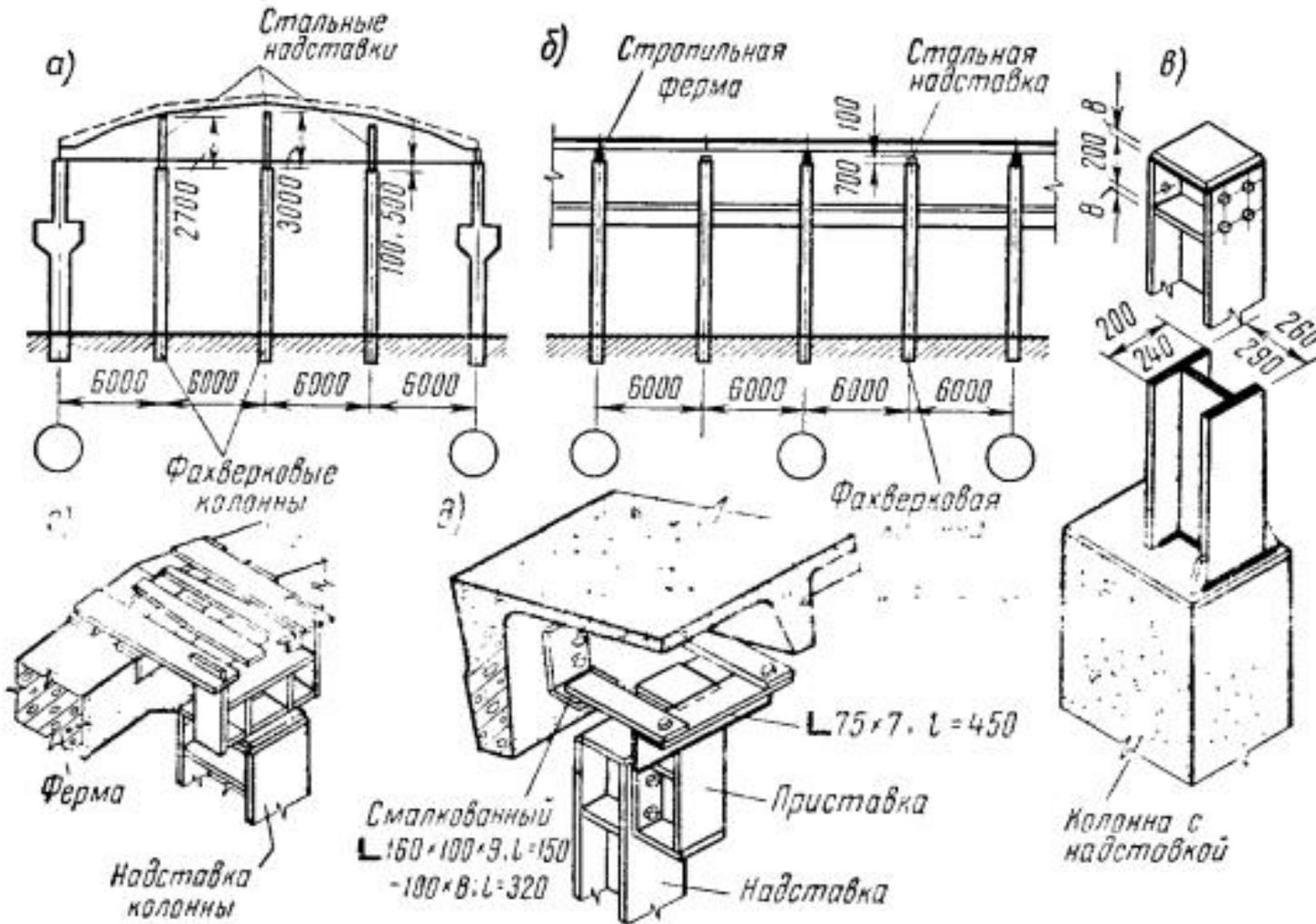
9 - в двухэтажном здании с железобетонным каркасом





Варианты разрезки фасада промышленного здания

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



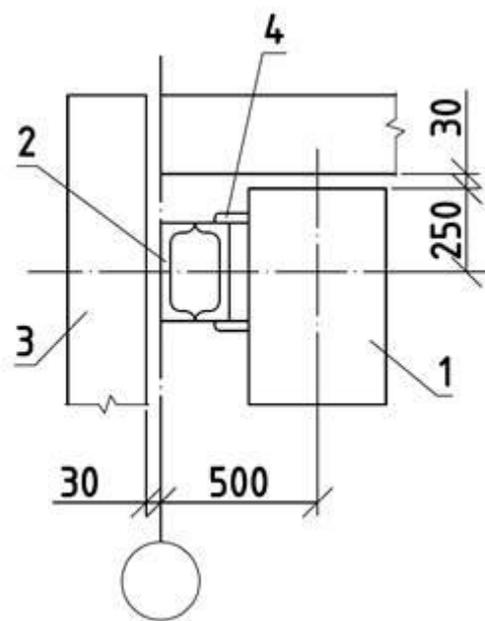
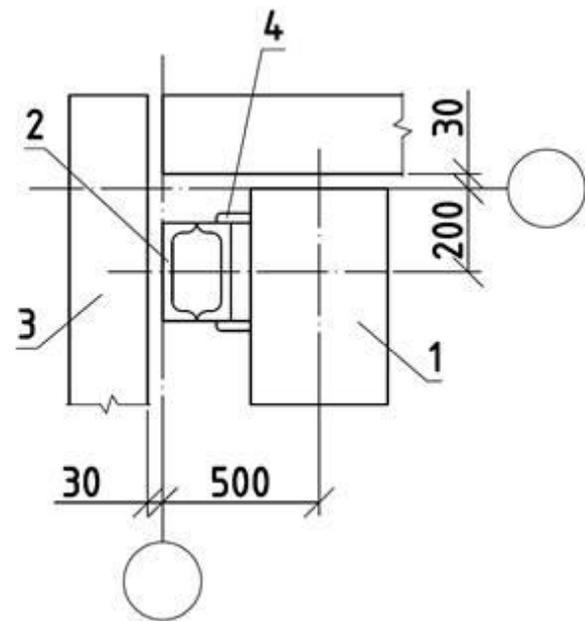
Фахверковые колонны:

- а – схема торцового фахверка;
- б – схема продольного фахверка;
- в – стальная наставка фахверковой колонны;
- г – крепление торцевой колонны к ферме покрытия;
- д – крепление продольной колонны к плите покрытия

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

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

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



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

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

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

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

Фахверковые колонны изготавливают **железобетонные** и **стальные**.

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

Железобетонные колонны имеют **сечение** 300×300 до 400×600 мм; колонны кольцевого сечения имеют диаметр 300 мм.

Колонны могут быть как **постоянного**, так и **переменно сечения**.

Верхний конец таких колонн располагается в зазоре между торцевой стеной и пристенной балкой покрытия и крепится к верхнему поясу балки с помощью монтажной детали.

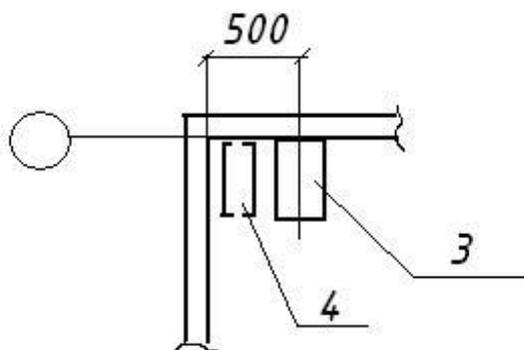
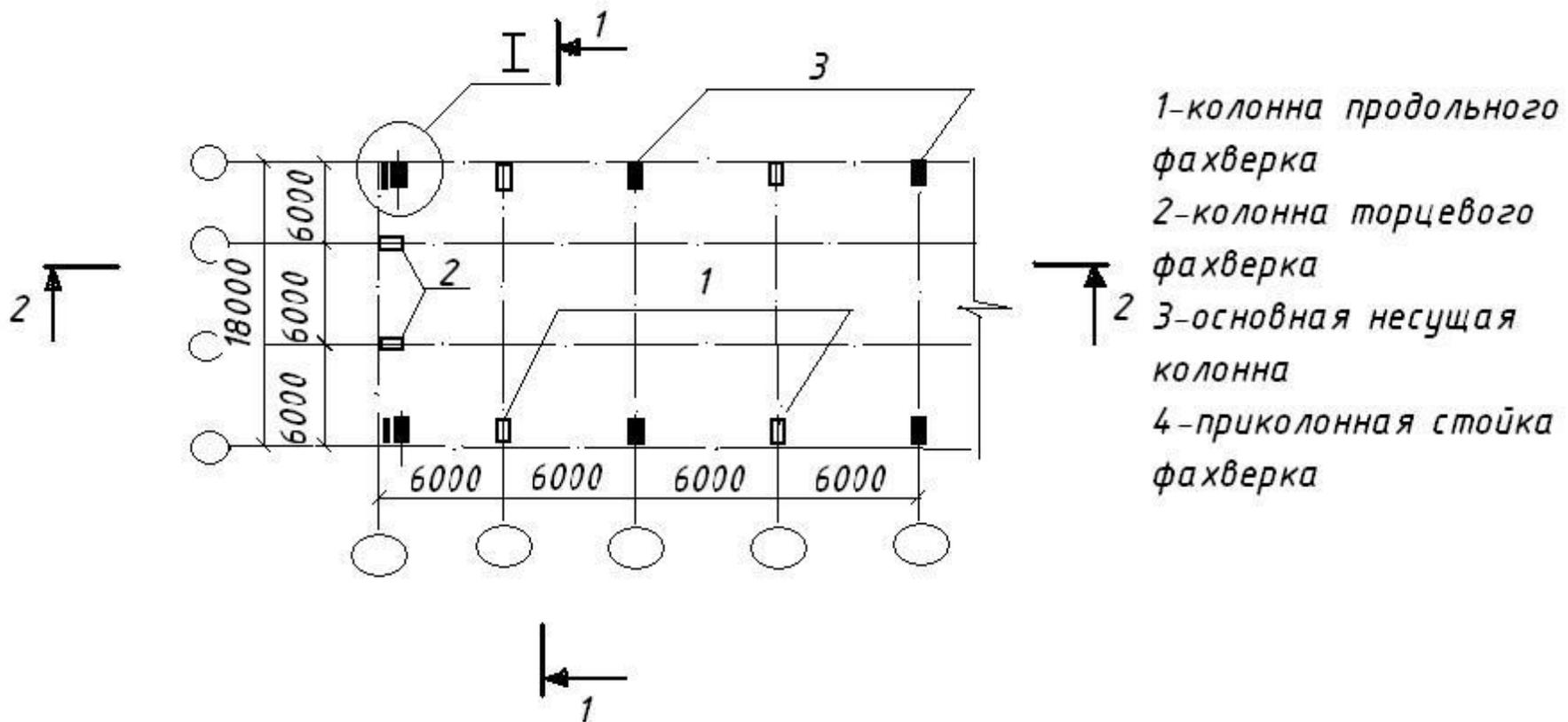


Схема расположения фахверковых колонн

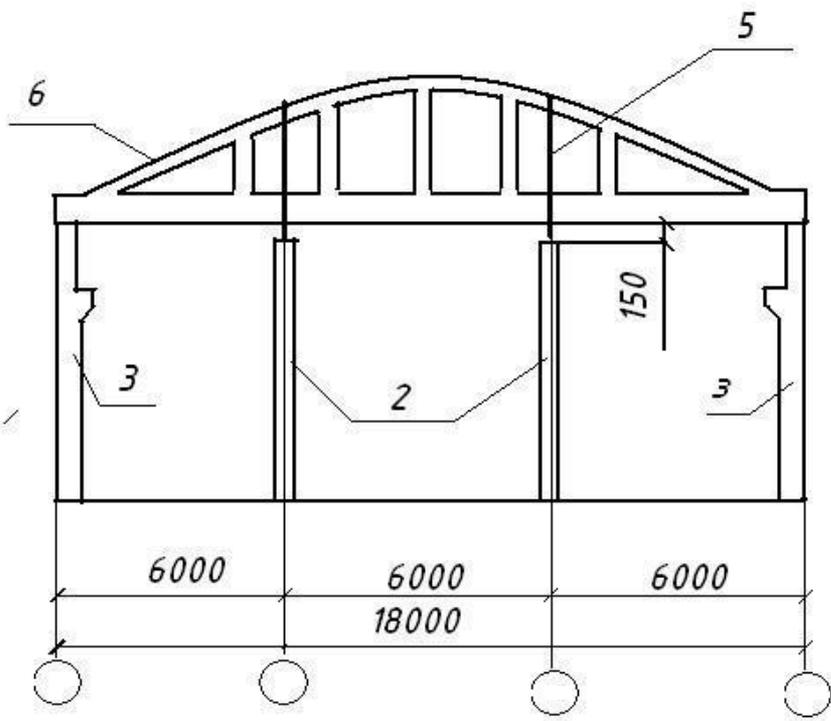


Схема торцевого фахверка 1-1

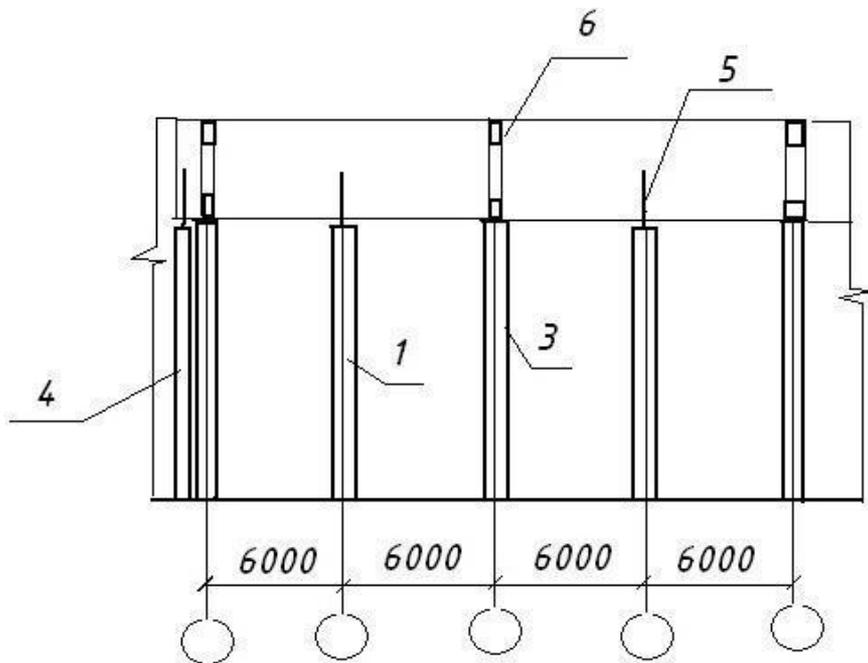
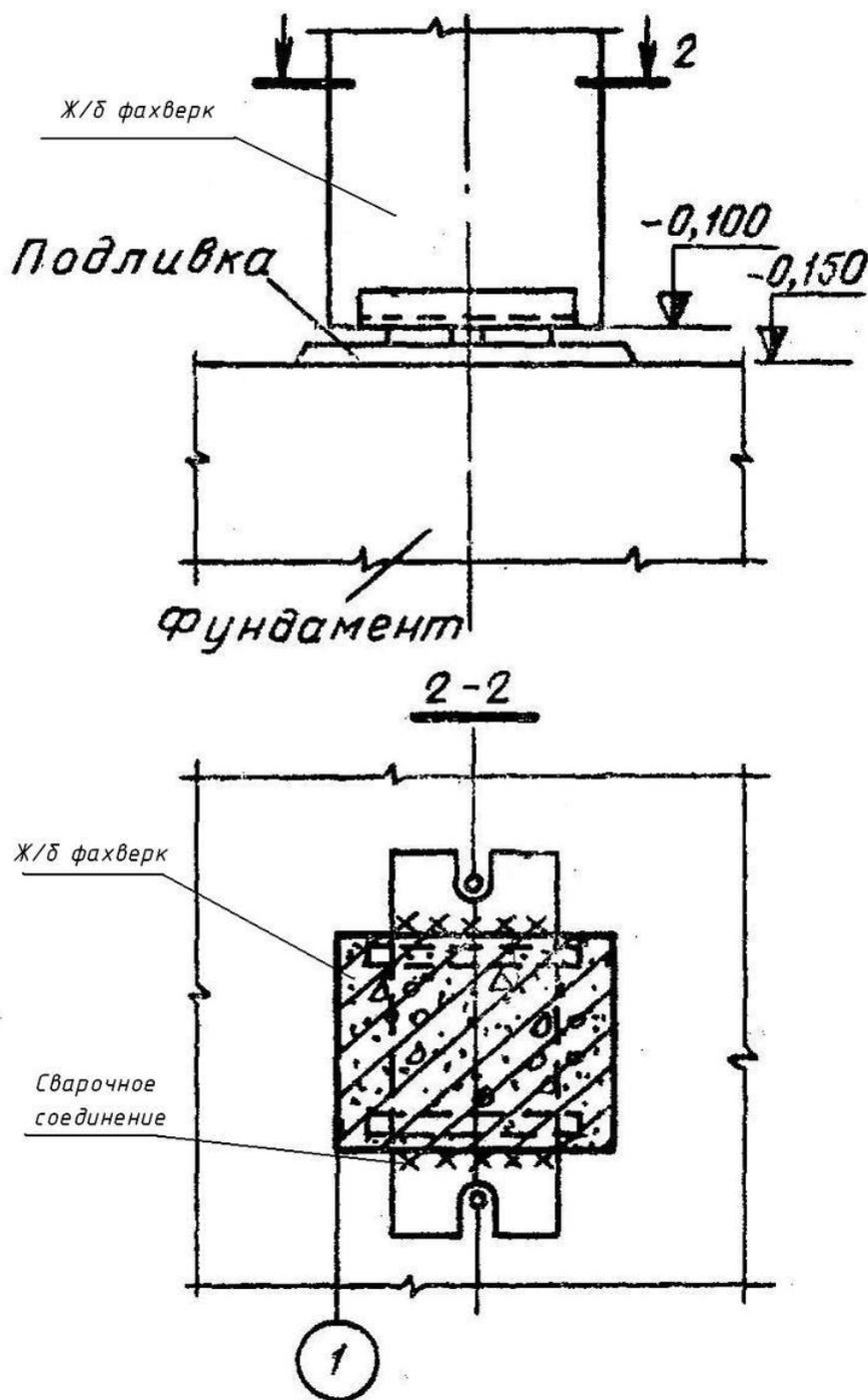


Схема продольного фахверка 2-2



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

Стальные колонны торцевого фахверка выполняются из сварных двутавров высотой 0,5 м и с шириной полок от 0,4 до 0,55 м.

Расчётная схема фахверковых колонн предусматривает их шарнирное опирание понизу на фундаменты, а поверху на устанавливаемые в торцах здания горизонтальные ветровые балки и фермы.

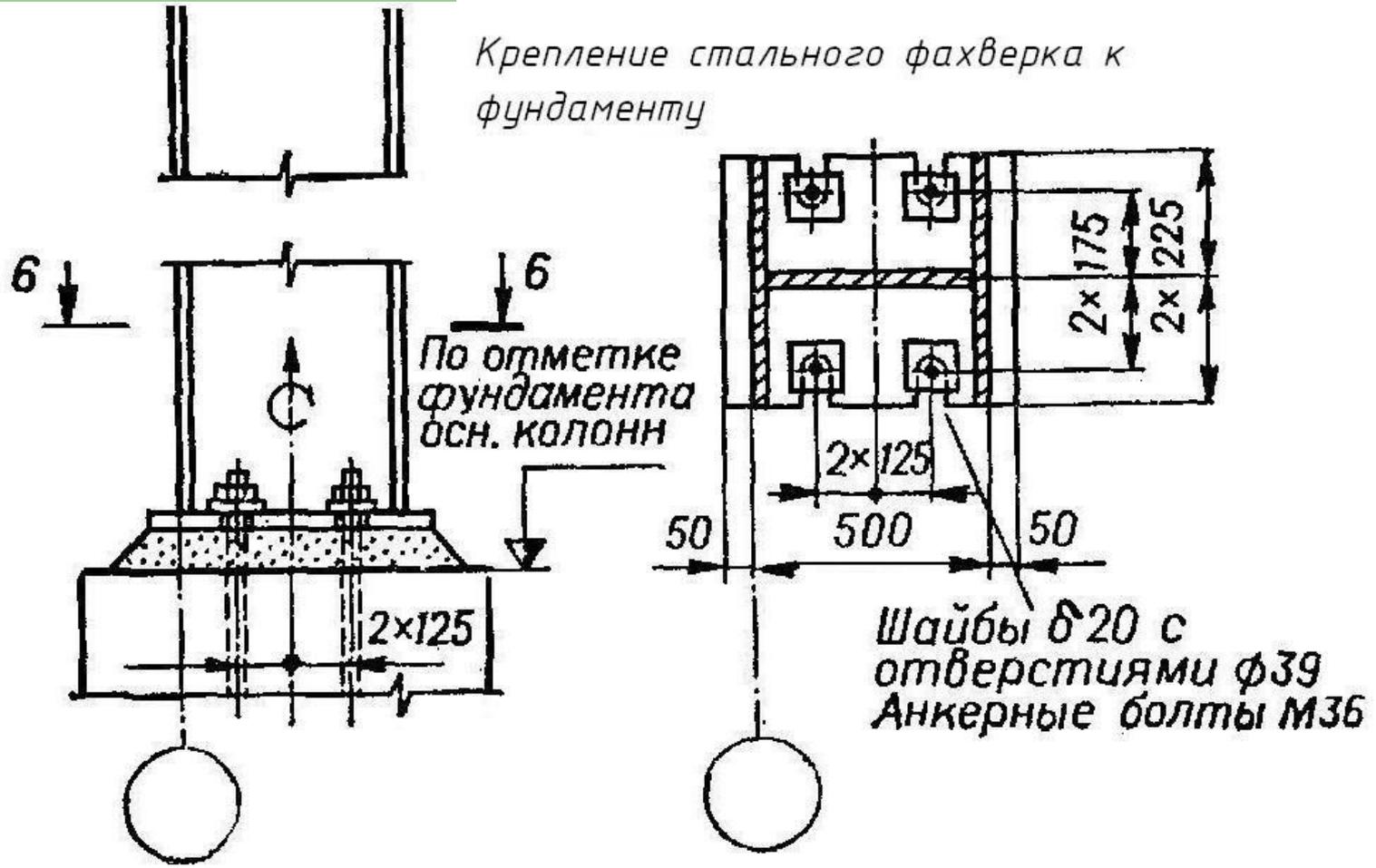
Ветровые балки устанавливаются в пролётах с опорными мостовыми кранами на уровне крановых путей и дополнительно используются как ремонтные площадки.

Ветровые фермы устанавливаются поверху в бескрановых пролётах и в качестве промежуточных опор реже чем через 10-12 м и по высоте здания.

Оголовки фахверковых колонн располагаются на одном уровне с оголовками основных колонн – на 150 мм ниже пояса стропильной фермы.

Полка уголка-насадки заводится в вертикальный шов между парапетными панелями.

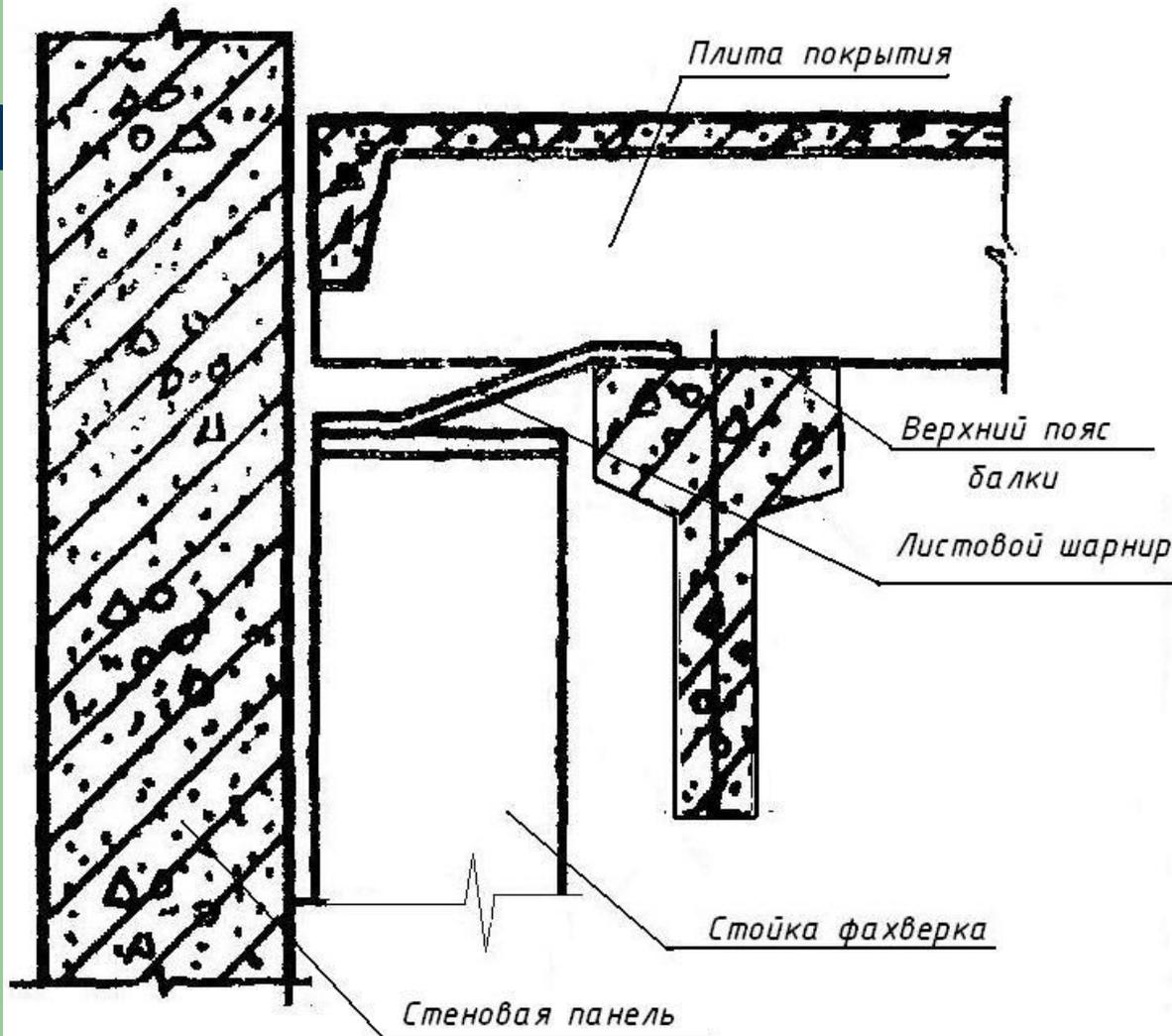
Таким образом, колонны торцевого фахверка продолжают на всю высоту торцевых стен и не пересекаются с конструкциями покрытия.



Крепление стального фахверка к фундаменту

Верхние концы колонн к стропильной ферме шарнирно прикреплены с помощью изогнутых пластин – листовых шарниров.

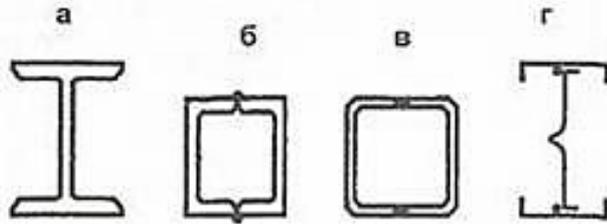
Листовой шарнир даёт возможность передавать ветровые нагрузки на основной каркас и устраняет вертикальные воздействия покрытия на стойки фахверка.



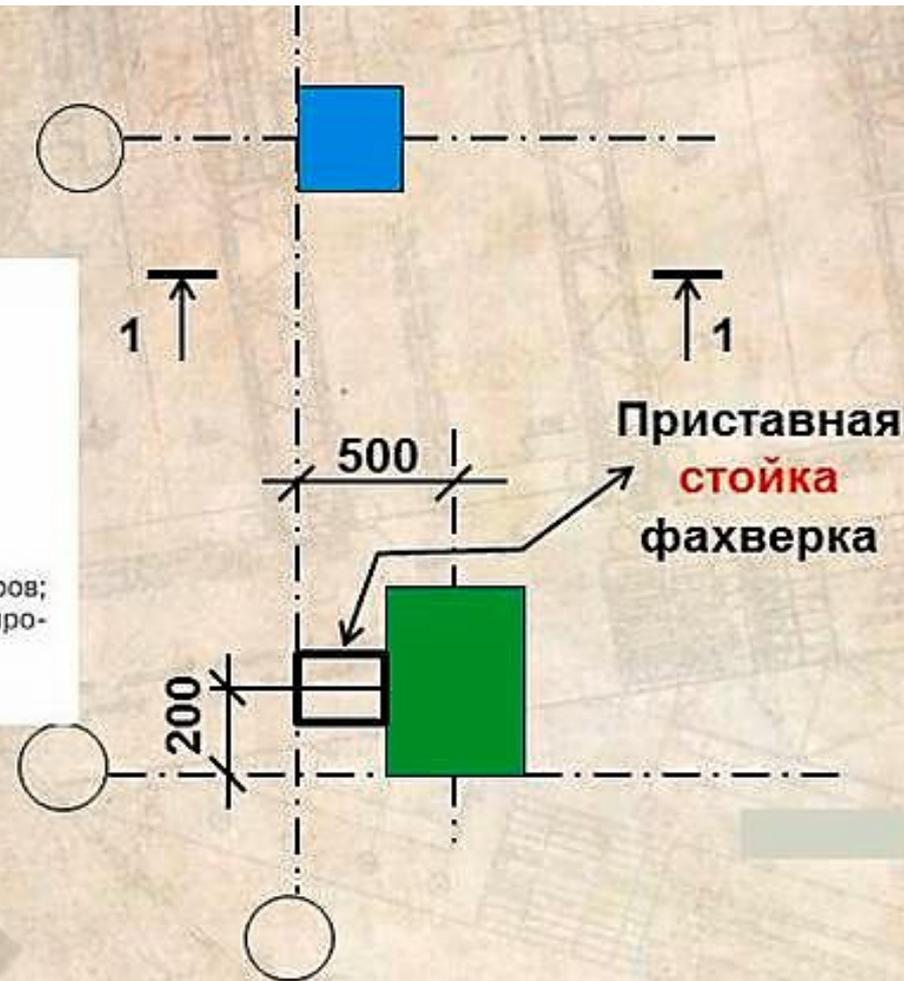
Низ колонны размещается на отметке $-0,150$ м. Колонну устанавливают на две стальные монтажные прокладки и после выверки закрепляют двумя анкерными болтами.

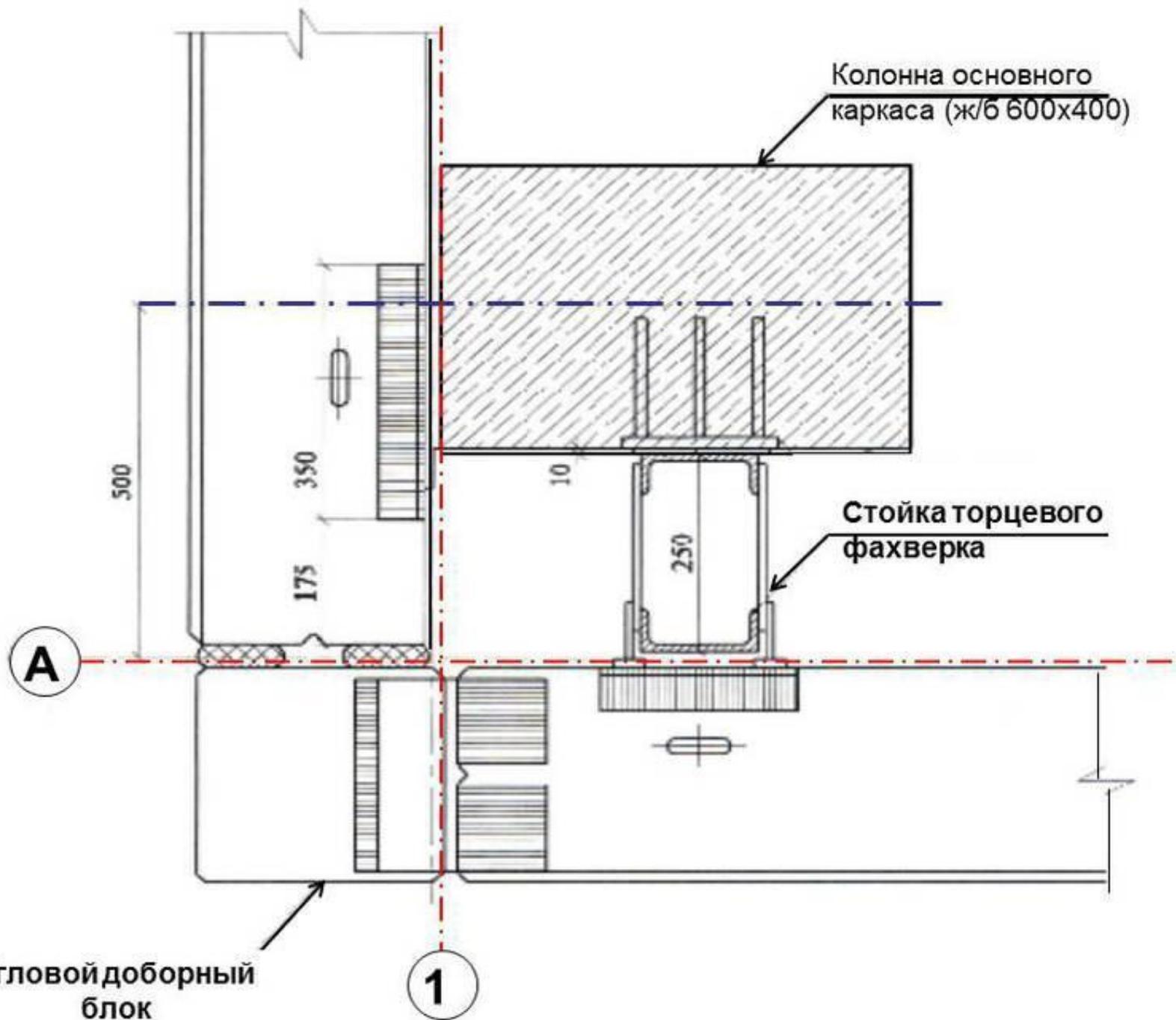
Приколонная стойка фахверк – металлическая и она приваривается к колонне. Выполняется коробчатого сечения. Фундамент под стойку не устраивается. Части колонн, имеющие двутавровое сечение, изготавливаются из стали марок ВСтЗкп2, ВСтЗпсб; имеющие коробчатое сечение – из стали марок 09Г2С9.

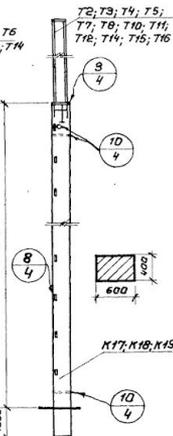
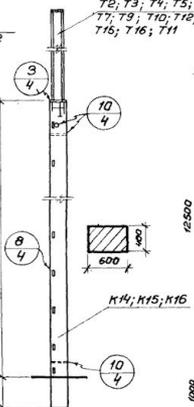
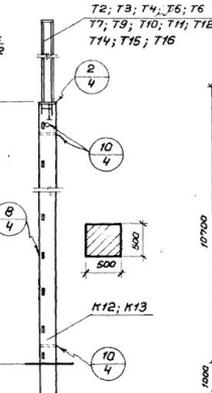
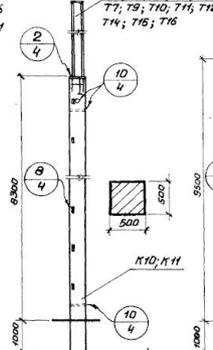
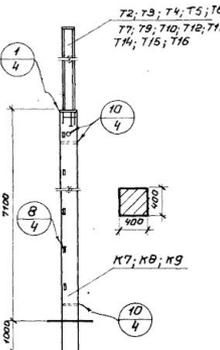
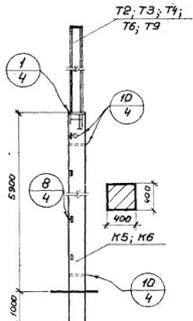
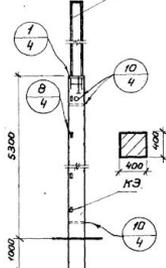
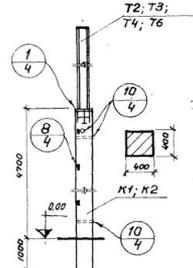
Сечения стоек фахверка



а – горячекатаный двутавр; б – коробчатое из двух швеллеров; в – замкнутый гнутосварной профиль; г – открытый сварной профиль из тонкостенных холодногнутых элементов

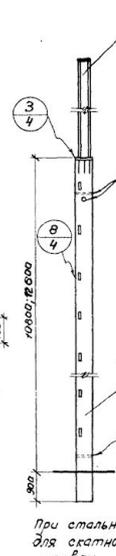
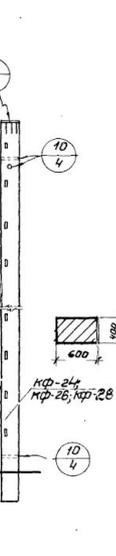
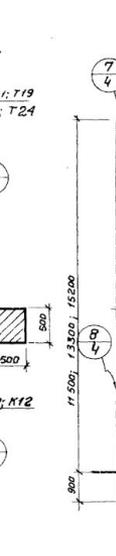
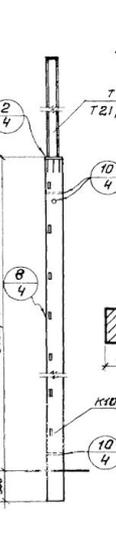
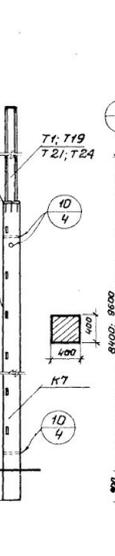
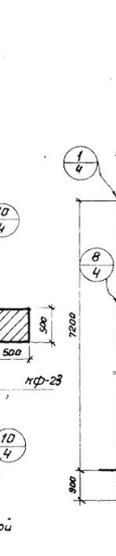
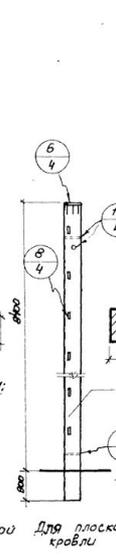
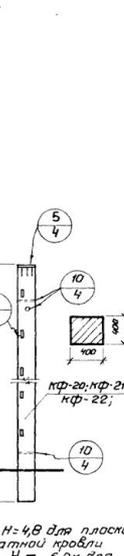
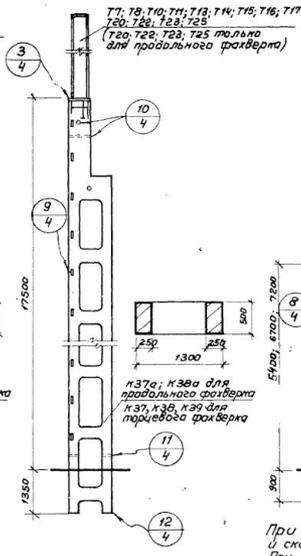
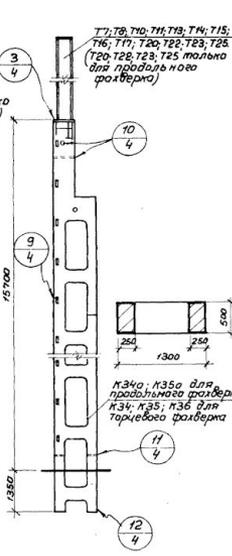
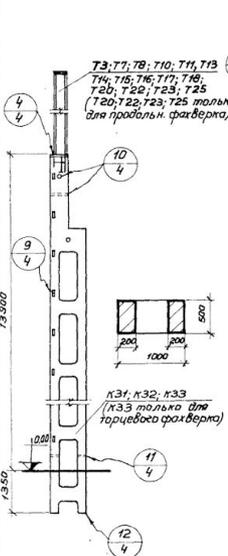






Для торцевого фальсера

| | | | | | | | | |
|--|-------|--|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| Отм. до низа несущих конструкций поперитер Н | 4,8 м | 5,4 м при скатной кровле с наружним отводом воды | 6,0 м | 7,2 м | 8,4 м | 9,6 м | 10,8 м | 12,6 м |
|--|-------|--|-------|-------|-------|-------|--------|--------|



При H=4,8 для плоской и скатной кровли
При H = 6,0м для скатной кровли

Для продольного фальсера

При стальных фермах для скатной и плоской кровли

| | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|------------|-------|-------|------------|--------------|--------------|
| Отметка до низа несущих конструкций поперитер Н | 14,4 м | 16,2 м | 18,0 м | 4,8, 6,0 м | 6,0 м | 7,2 м | 8,4, 9,6 м | 10,8, 12,6 м | 10,8, 12,6 м |
|---|--------|--------|--------|------------|-------|-------|------------|--------------|--------------|

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Колонны продольного фальсера КФ-7-19; КФ-10-19 и КФ-12-19 при установке в фундамент заглубляются на 930мм за счет уменьшения величины подшивки под колонны.
2. Колонны разработаны для случаев отсутствия горизонтальных связей по нижним поясам ферм. При необходимости устройства таких связей в колоннах следует предусмотреть элементы для крепления перерезаемых связей.



Сборочные чертежи колонн продольных и торцевых фальсеров

КЭ-01-55
Выпуск 2
Лист 3

Перегородки в промышленных зданиях проектируют кирпичными толщиной 120 мм, крупнопанельными или каркасно-обшивными.

Выбор материала **оконных переплетов** зависит от температуры и влажности внутреннего воздуха в цехе. Не рекомендуется применять стальные конструкции окон в цехах с влажным и мокрым режимом и агрессивной средой.



Складывающиеся ворота для промышленных зданий

Ворота размещают в продольных и торцевых стенах. По принципу действия их подразделяют на распашные, подъемные и раздвижные. С наружной стороны ворот предусматривают пандусы с уклоном не более 10%. Размеры проемов ворот принимают кратными 600 мм. Типовые ворота имеют следующие размеры (в метрах): 2,4×2,4; 3×3; 3,6×3; 3,6×3,6; 3,6×4,2 (для безрельсового транспорта).



Подъемно-секционные ворота

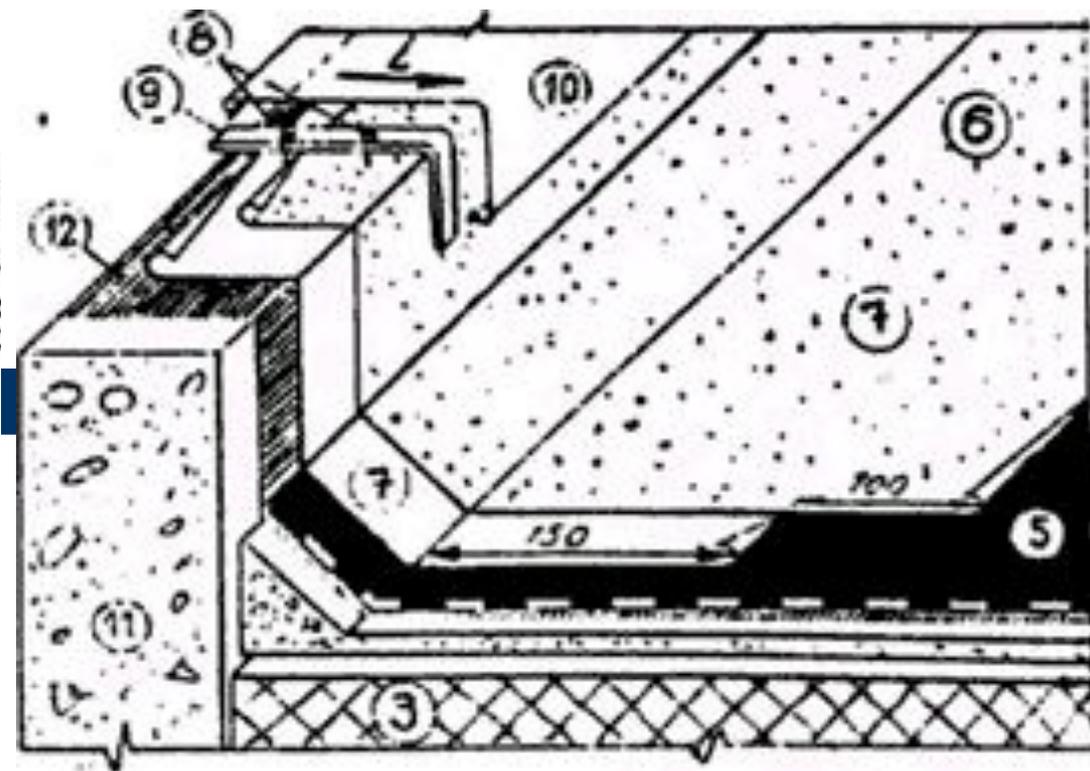
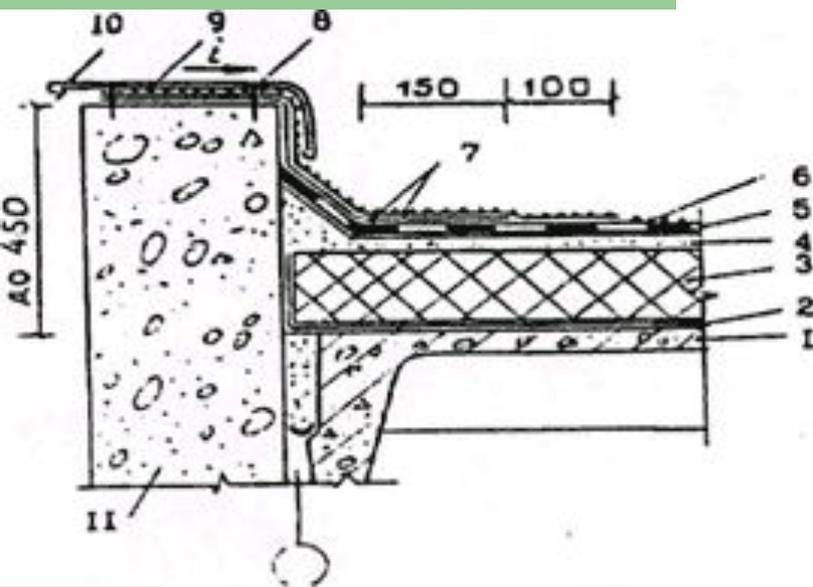
Покрытия и кровли

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

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

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

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



Покрытия промышленного здания

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

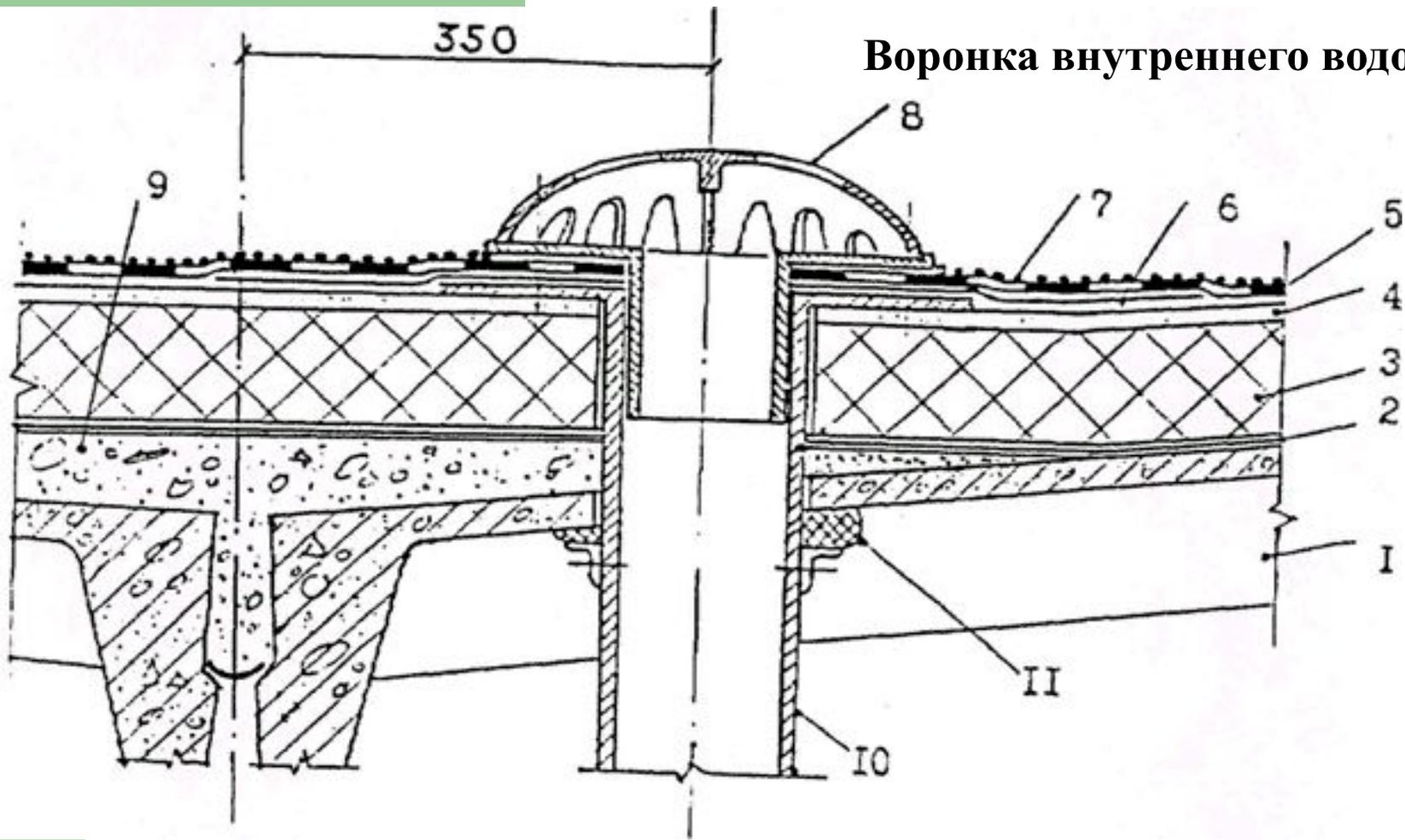
КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

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.

Максимальная площадь водосбора на 1 водосточную воронку не должна превышать величин, указанных в табл. 1. Интенсивность дождя продолжительностью 20 минут принимают в зависимости от района строительства по соответствующей карте.

Расстояние между воронками для скатных кровель должно быть не более 48 м, для плоских – не более 150 м.

Воронка внутреннего водостока



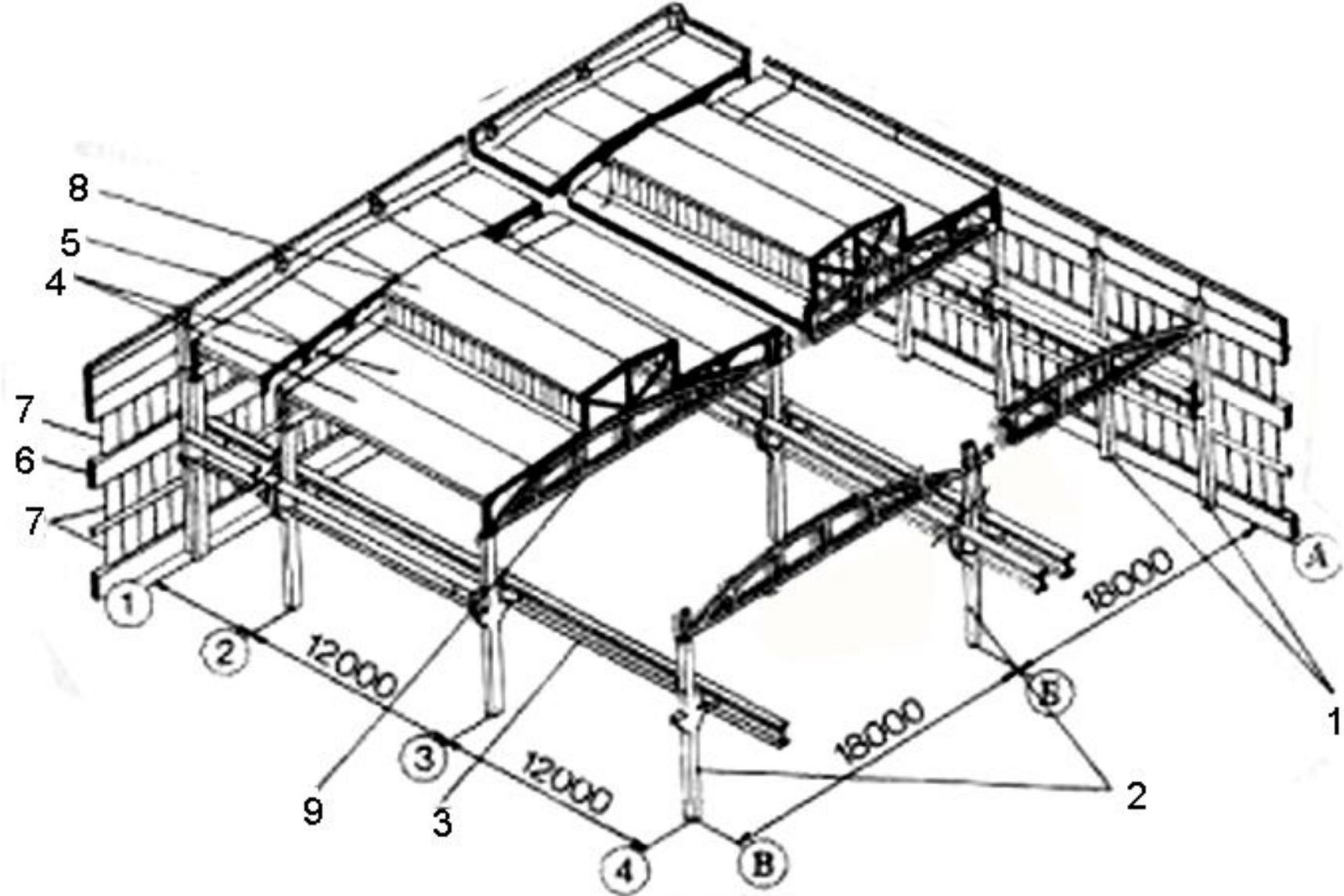
1 – сборная железобетонная плита покрытия; 2 – пароизоляция (по расчету); 3 – теплоизоляция; 4 – выравнивающая стяжка; 5 – основной кровельный ковер; 6 – дополнительный слой кровельного ковра; 7 – крупнозернистая посыпка верхнего слоя наплавляемого рулонного материала; 8 – колпак водоприемной воронки;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

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Таблица 1

МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМАЯ ПЛОЩАДЬ ВОДОСБОРА
НА ОДНУ ВОДОСТОЧНУЮ ВОРОНКУ, М²

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



1 – колонна крайнего ряда; 2 – колонна среднего ряда; 3 – подкрановая балка;
 4 – плита покрытия; 5 – перепет; 6 – стеновые панели; 7 – оконные переплеты;
 8 – фонарь; 9 – стропильная ферма;

УНИФИКАЦИЯ И ТИПИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

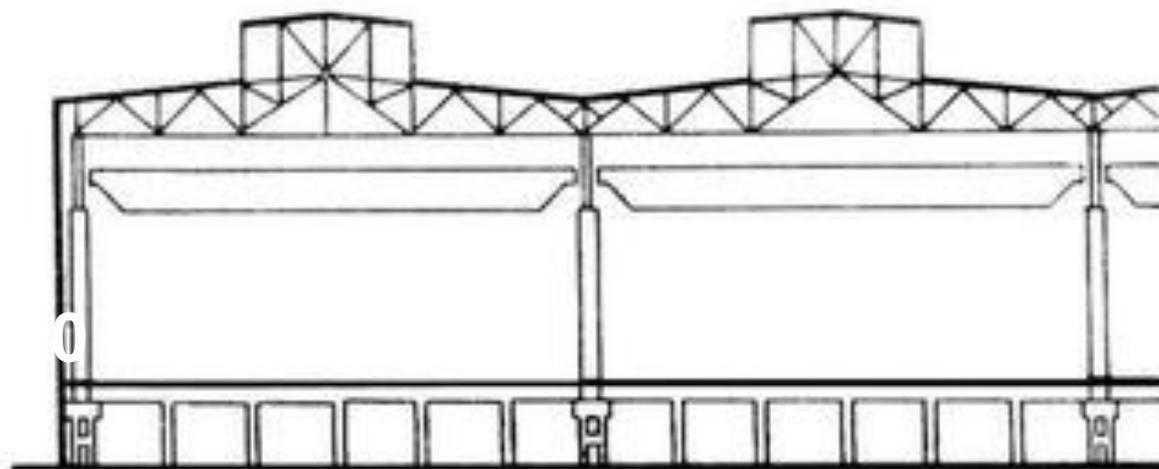
Фонари

Тип фонарей (аэрационный, светоаэрационный или световой) следует назначать в соответствии с технологическими и санитарно-гигиеническими требованиями и климатическими условиями района строительства. Для зданий и сооружений с сухим и нормальным влажностным режимом и незначительными избытками явного тепла следует применять зенитные фонари. 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.

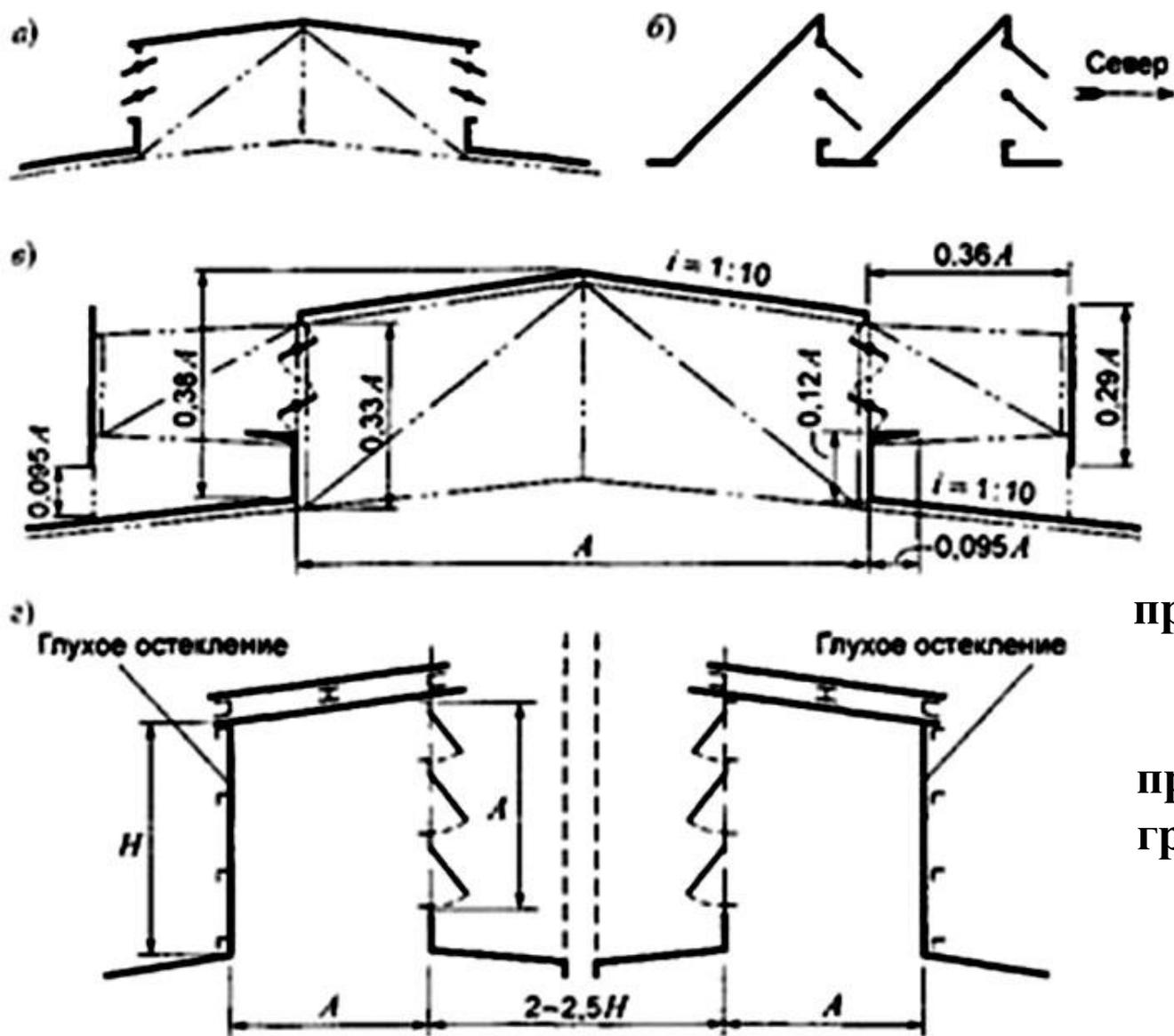
Фонари следует проектировать длиной не более 120 м. Расстояние между торцами фонарей принимают равным шагу стропильных конструкций. Торцы фонарей, как правило, отступают от торцов здания и деформационных швов на один шаг стропильных конструкций.



Фонарь зенитный



Фонарь-надстройка



**Схемы фонарей,
применяющиеся для
проветривания
и освещения
производственных и
гражданских зданий**

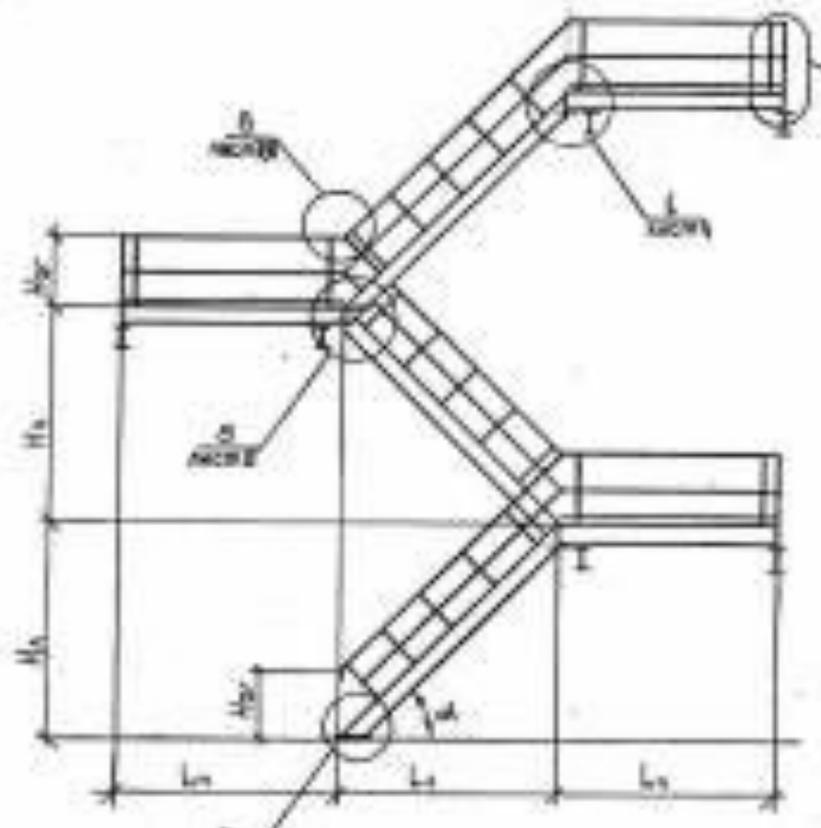
- а** – аэрационно-световой фонарь обычной конструкции,
- б** – географически ориентированный фонарь типа Шед,
- в** – незадуваемый фонарь с ветроотбойными щитами,
- г** – незадуваемый фонарь конструкции проф. В. В. Батурина

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Лестницы

Уклон маршей в лестничных клетках следует проектировать 1:2 при ширине проступи 300 мм. Открытые наружные лестницы проектируют с уклоном не более 1:1, открытые лестницы для прохода к одиночным рабочим местам и для осмотра оборудования имеют уклон маршей 2:1.

Наружные пожарные лестницы проектируются в зданиях высотой до верха карниза или парапета 10 м и более. Расстояние между пожарными лестницами по периметру здания назначают не более 200 м.



Стальная лестницы с площадками и ограждением для промышленных зданий

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ



Лестница с углом
наклона 45°

