

Лекция 12

Одноэтажное промышленное здание. Несущий каркас.

к.т.н. Мухамедшакирова Ш.А.

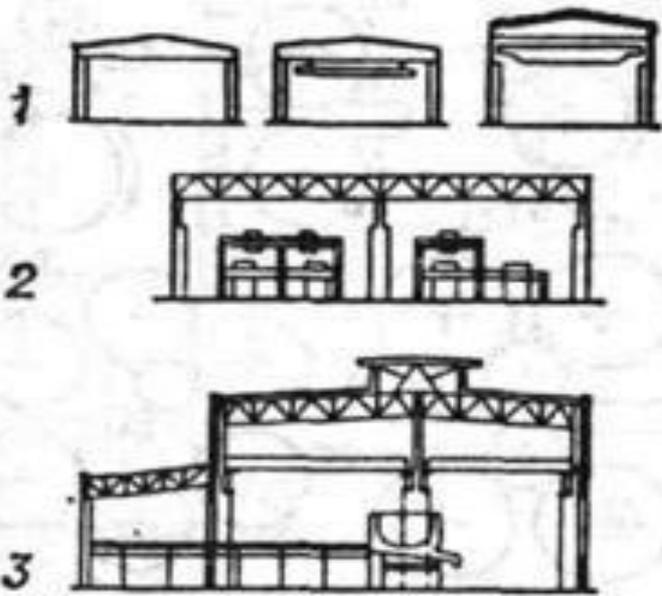
Алматы 2013

Содержание:

- ❖ Объемно-планировочное решение ОПЗ
- ❖ Несущий каркас ОПЗ
- ❖ Унификация и типизация производственных зданий.
- ❖ Экономика строительства и эксплуатация производственных зданий
- ❖ Техника безопасности.

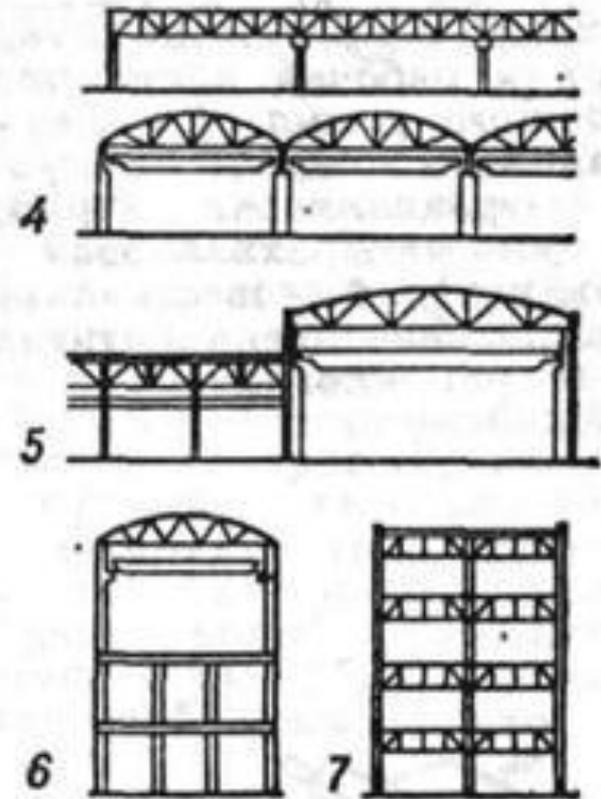
Объемно-планировочное решение

- ❑ По характеру застройки территории ОПЗ подразделяют на здания **сплошной** и **павильонной** застройки.
- ❑ Здания **сплошной** застройки представляют собой многопролетные корпуса большой ширины и длины.
- ❑ Освещение таких зданий осуществляется устройством различных систем верхнего света и аэрации, либо искусственным освещением и вентиляцией.



- 1 - одноэтажные здания;
- 2 - здание павильонного типа;
- 3 - здание для специфических видов производства (мартеповский цех)

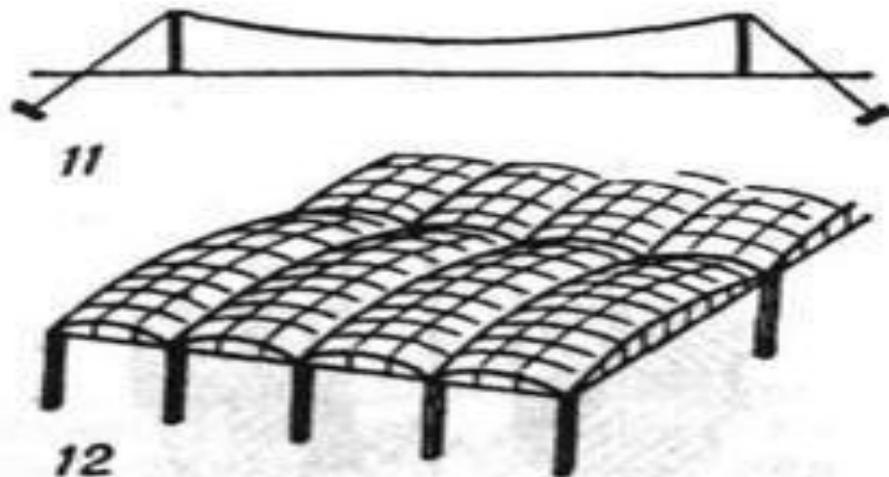
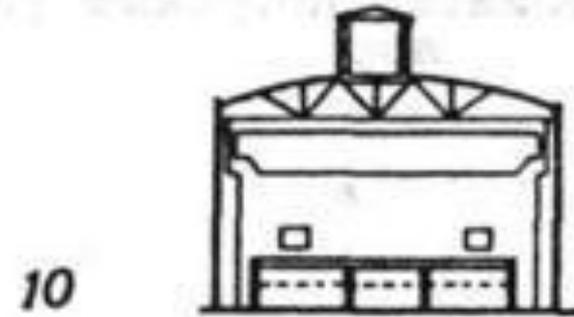
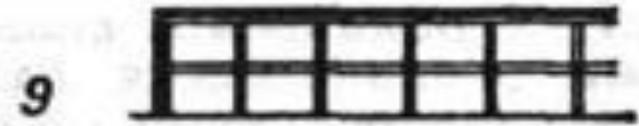
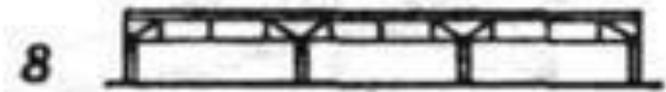
- 4 - многопролётное здание сплошной застройки;
- 5 - многопролётное здание с поперечным сборочным пролётом;
- 6 - многоэтажное здание;
- 7 - многоэтажное здание с техническими этажами



8 - одноэтажное здание с межферменным этажом;

9 - одноэтажное здание с цокольным этажом;

10 - здание с фонарями в кровельном покрытии



11 - здание с подвесной (вантовой) системой;

12 - здание с пространственными конструкциями покрытия

- Здания сплошной застройки, как правило, имеют внутренний водоотвод с многоскатной или плоской кровли.
- Здания павильонной застройки имеют сравнительно небольшое количество пролетов с боковым освещением и естественным проветриванием.
- Кровлю в зданиях павильонной застройки часто устраивают с наружным водоотводом.

К достоинствам павильонной застройки относятся меньшая пожароопасность, лучшие санитарно–гигиенические условия, возможность большей изоляции цехов с вредностями, пожаро- и взрывоопасных цехов.

В зависимости от расположения внутренних опор ОПЗ подразделяют на **пролетный, зальный и ячейковые** типы. Пролетный тип здания характеризуется преобладанием пролета над шагом колонн.

Габариты пролетов зависят от технологического процесса и оборудования.

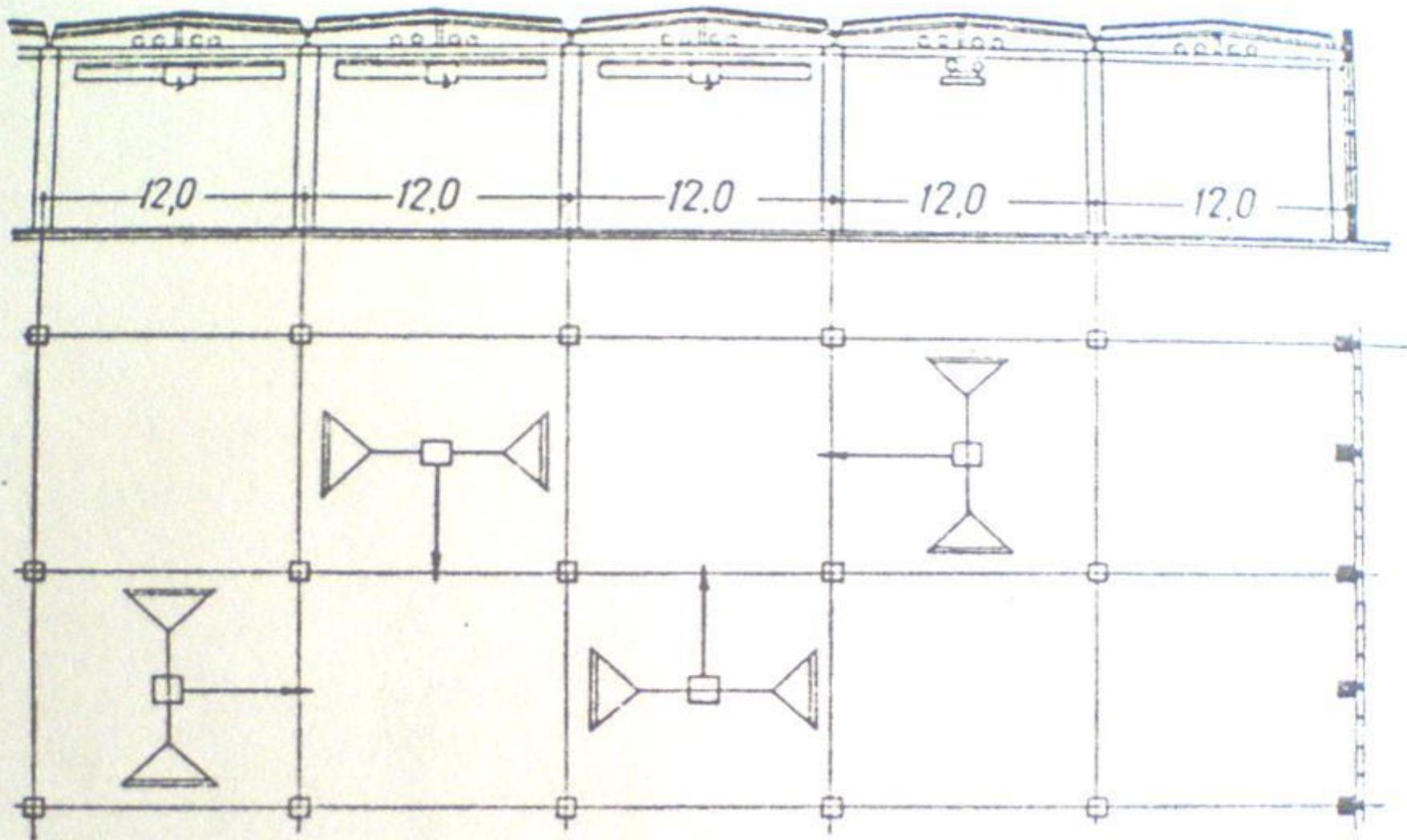


РИС. 1. ЗДАНИЕ ЯЧЕЙКОВОГО ТИПА
 С КВАДРАТНОЙ СЕТКОЙ КОЛОНН
 С НАПОЛЬНЫМ И ПОДВЕСНЫМ ТРАНСПОРТОМ
 В ДВУХ НАПРАВЛЕНИЯХ

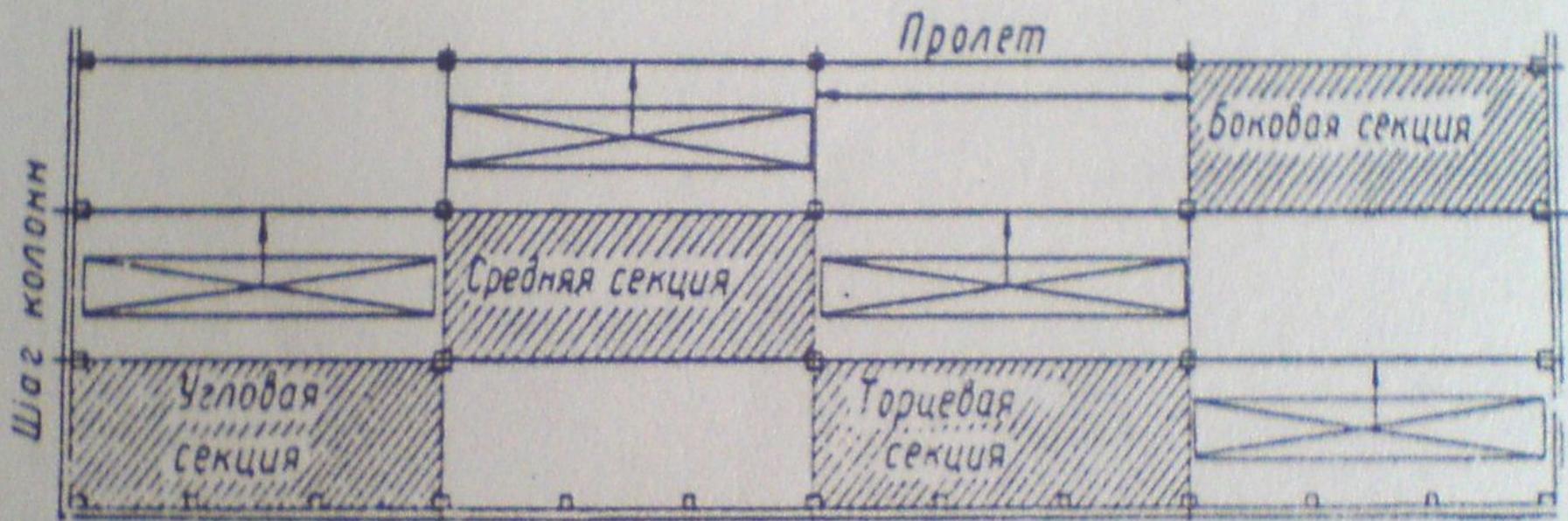
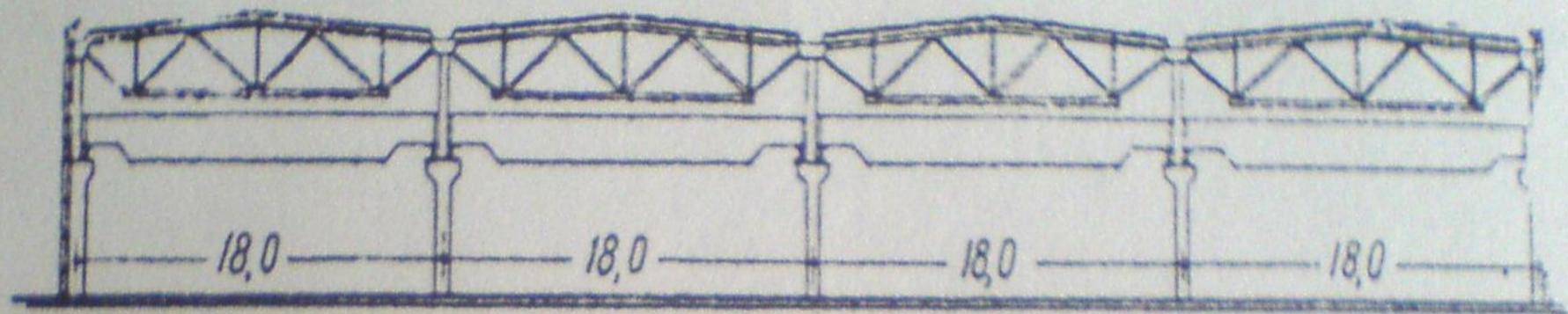


РИС. 2. ЗДАНИЕ ПРОЛЕТНОГО ТИПА.
ОБОРУДОВАННОЕ МОСТОВЫМИ КРАНАМИ

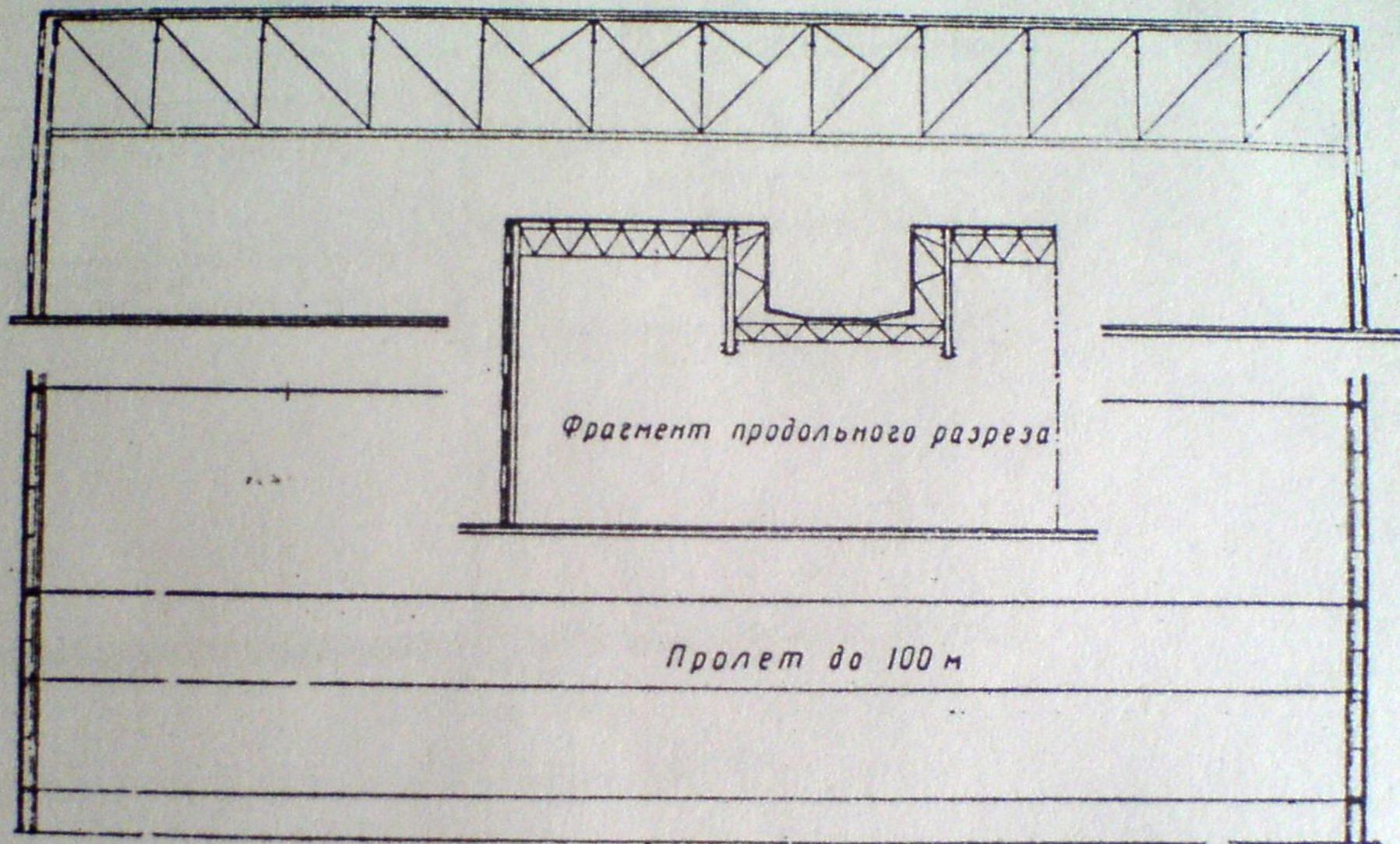


РИС. 3. БОЛЬШЕПРОЛЕТНОЕ ЗДАНИЕ
ЗАЛЬНОГО ТИПА

Строительство ОПЗ по проектам составляется с применением унифицированных типовых секций и пролетов.

Объемно–планировочное решение ОПЗ определяется крупностью сетки колонн. Анализ различных сеток колонн для цехов многих производств показал, что укрупненная сетка колонн позволяет экономичнее использовать производственную площадь.

Оптимальной для большинства производств является сетка колонн 18x12 или 24x12. На основе этих сеток создаются унифицированные технологические пролеты и типовые секции ОПЗ.

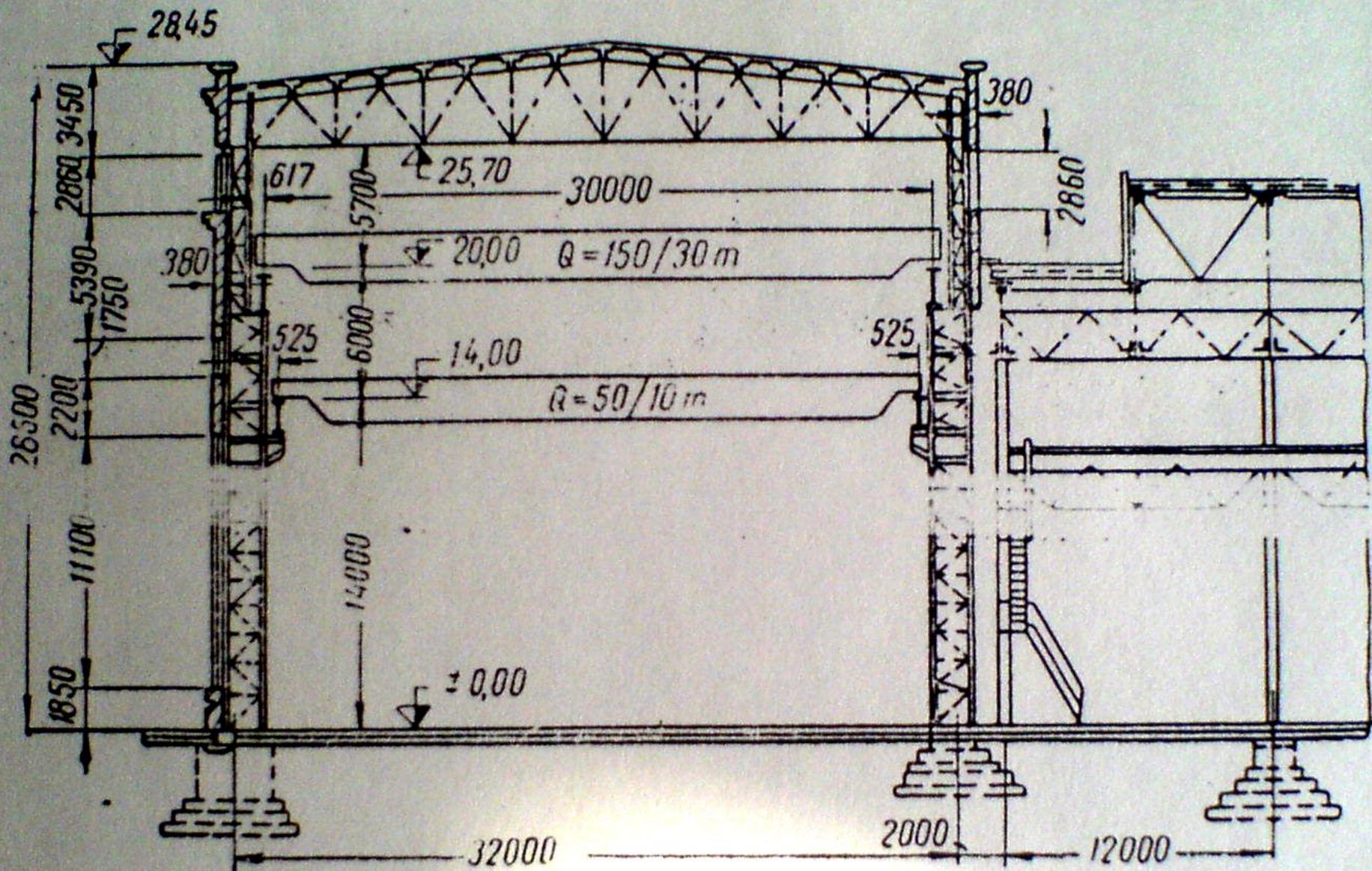
- ОПЗ могут сочетать здания **зального** типа с пролетным; ячейкового с пролетным и т.д.
- По условиям противопожарной безопасности проезды устраивают сквозными шириной не менее 4м с воротами в противоположных концах здания. Расстояния между проездами не должны превышать 50 – 75м.
- Планировка производственных зданий основывается на правильном зонировании их полезной площади. Системы зонирования: поперечная и продольная. При поперечном зонировании (от лицевой к тыльной стороне здания) последовательно размещают зоны:

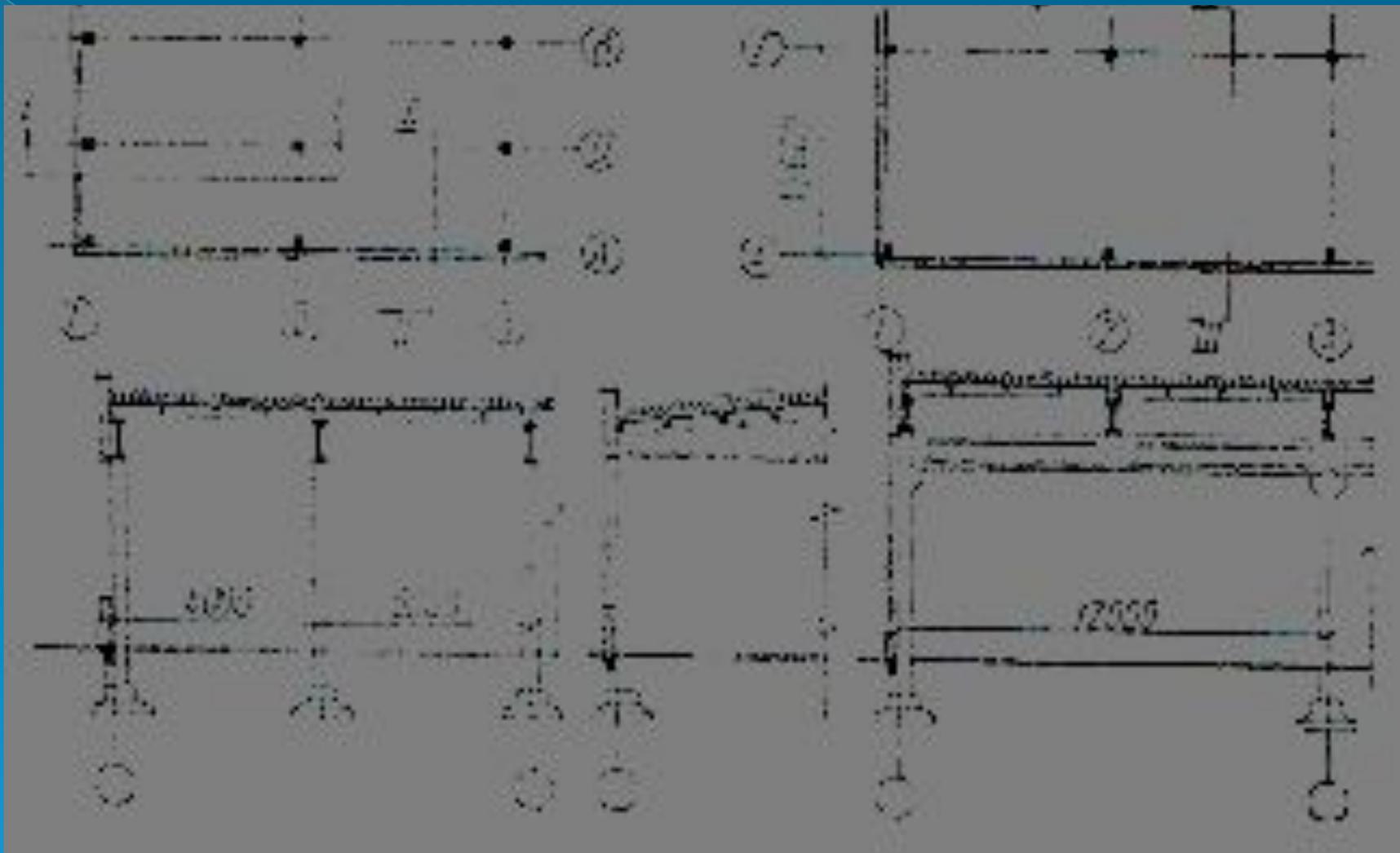
- административно – бытовых помещений;
- опытных и экспериментальных установок;
- вентиляционных и энергетических систем;
- основных производственных цехов;
- вентиляционных и энергетических систем;
- подсобно – производственных помещений;
- складов.

При продольном зонировании вспомогательные помещения размещают по границам цехов с различным производственным режимом, т.е. подсобные помещения обслуживают сразу два предприятия, а сквозные проезды идут поперек корпуса по границам основного производства.

Продольное зонирование позволяет расширение производства в направлении тыльной стороны здания.

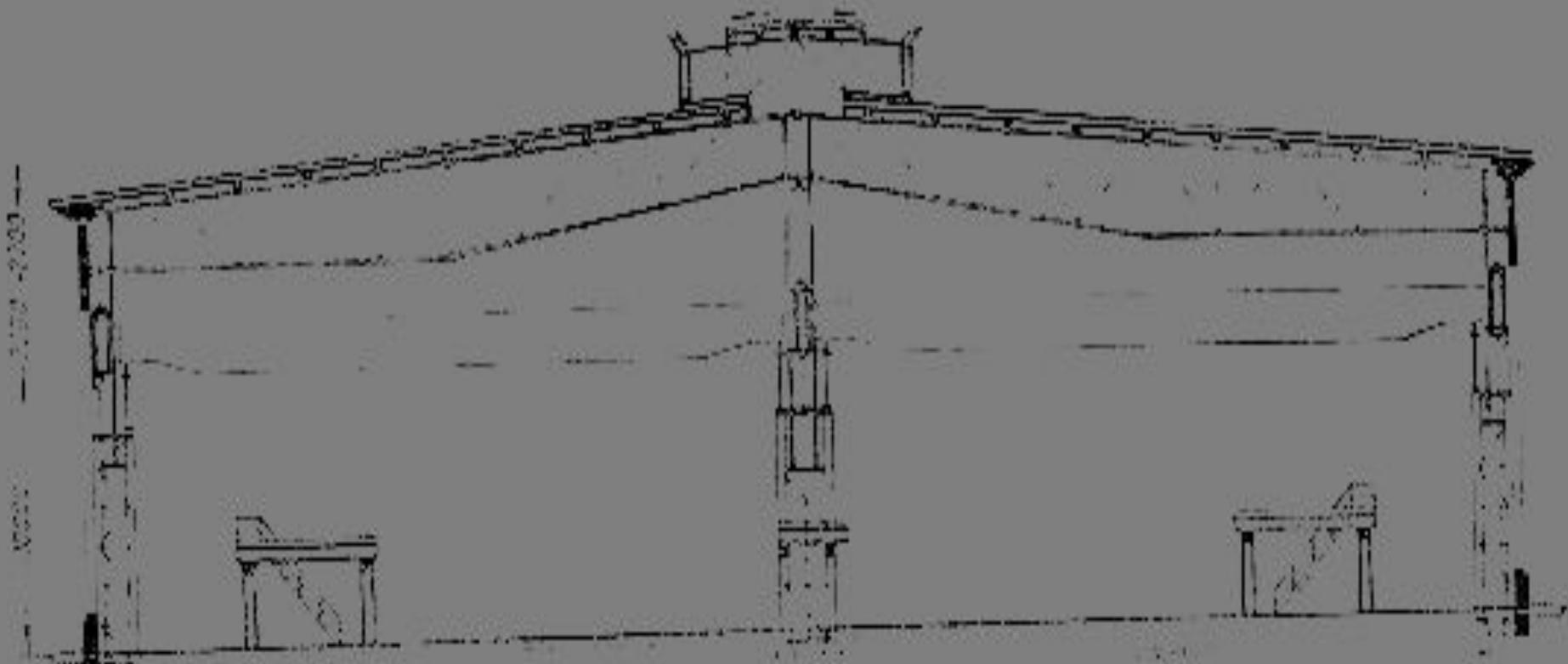
Разрез по пролету общей сборки





а – при шаге колонн 6 м; б – при шаге колонн 12 м
с подстропильными балками

Элементы стального каркаса одноэтажных производственных зданий



Конструктивная схема одноэтажного производственного здания со стальным каркасом

Несущий каркас

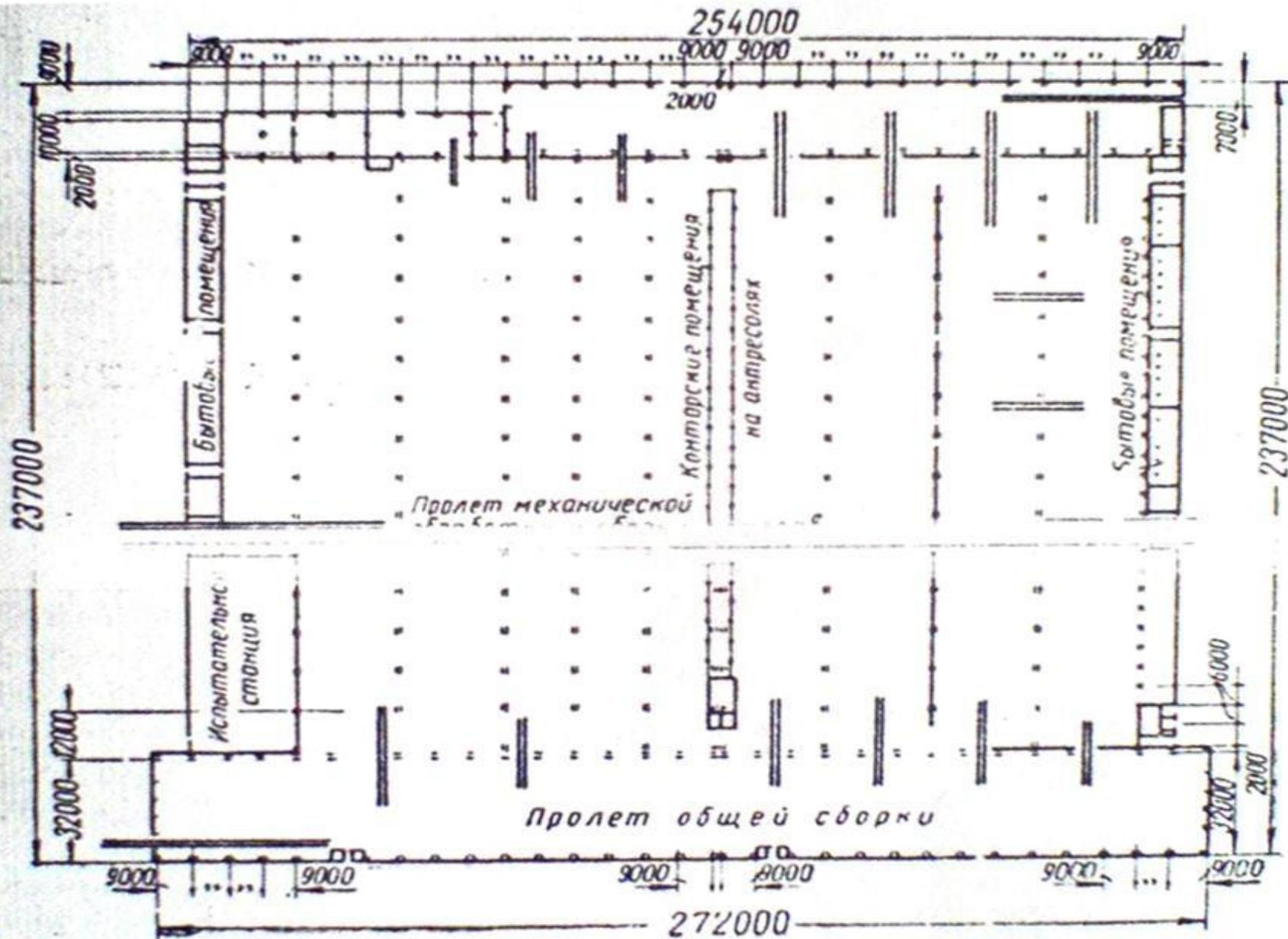
- ОПЗ – здания **каркасного** типа. Несущий каркас таких зданий состоит из колонн, установленных на фундаментах и связанных несущими конструкциями покрытия (балки, фермы, арки).
- Колонны и несущие конструкции покрытия образуют поперечные рамы.
- Продольные рамы образуются колоннами, фундаментными, обвязочными и подкрановыми балками, также элементами покрытий (прогоны, крупнопанельный настил).

- ❑ Колонны и несущие конструкции покрытия образуют поперечные рамы, которые связаны в продольном направлении фундаментными, обвязочными и подкрановыми балками, а также элементами покрытий.
- ❑ Наиболее распространены железобетонные, стальные и смешанные каркасы.

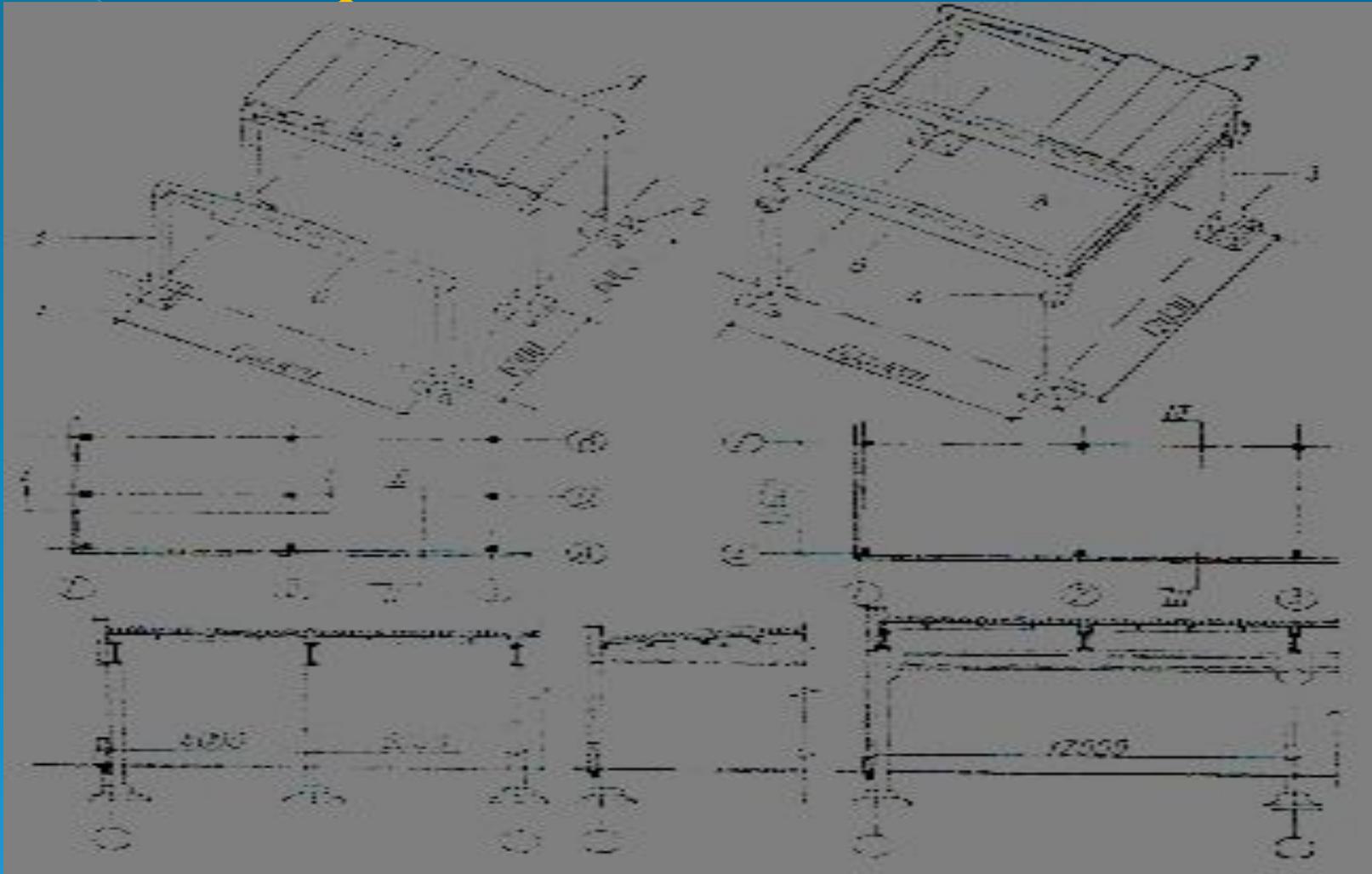
Железобетонные каркасы бывают **сборные, монолитные, сборно-монолитные**. Каркасы выполняются из **железобетона, стали и смешанные**.

Монолитные каркасы обладают большей жесткостью, что позволяет назначать меньшие сечения элементов конструкций, но более трудоемки. Монолитные каркасы обладают большей жесткостью позволяющей назначать меньшие сечения элементов конструкций, однако более трудоемки и требуют значительных затрат на опалубку. Унификация и типизация ОПЗ позволяет типоразмеры конструкций сократить до минимума, сами конструкции и изделия максимально просты и взаимозаменяемы.

План механосборочного цеха



Конструктивные схемы бескрановых производственных зданий



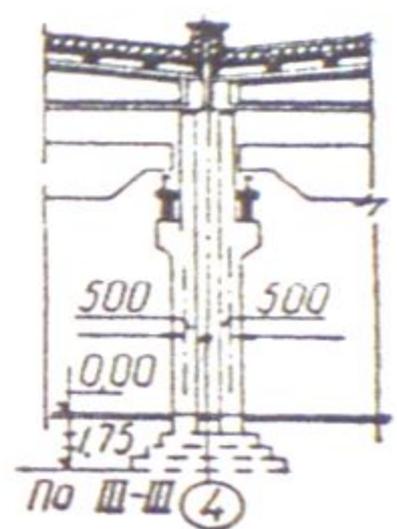
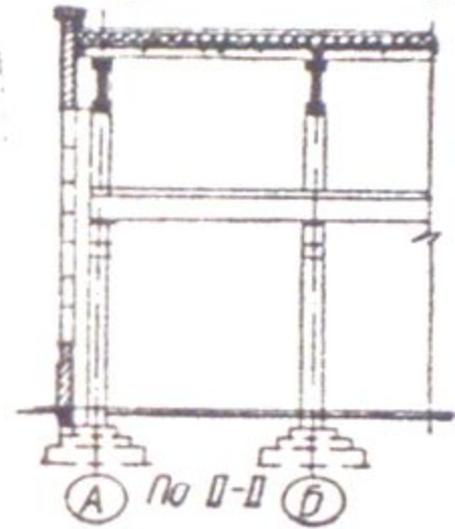
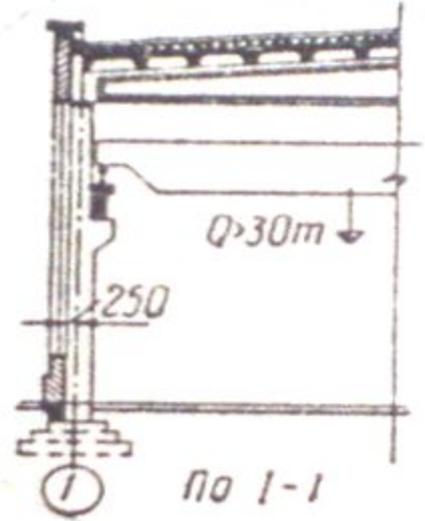
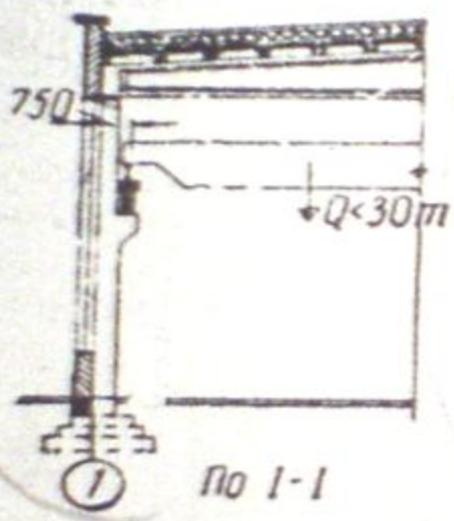
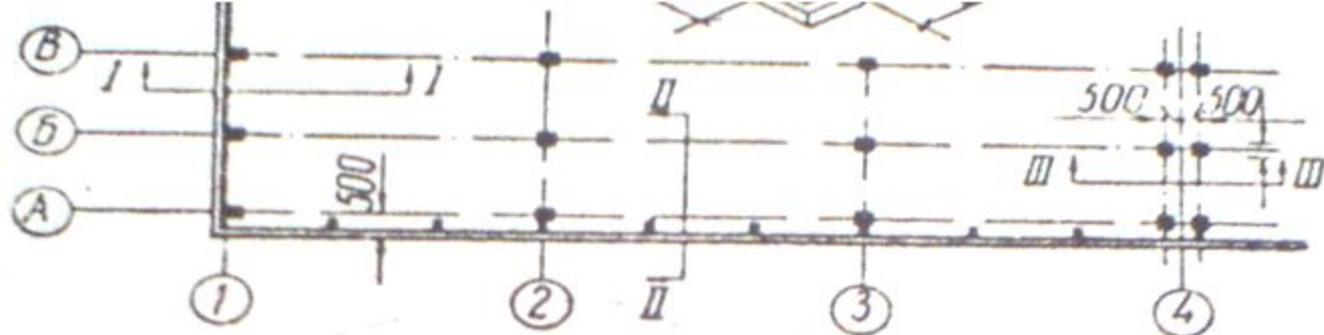
а – при шаге колонн 6 м; б – при шаге колонн 12 м
с подстропильными балками

В настоящее время применяют следующие правила привязки элементов конструкций к разбивочным осям здания: «Нулевая привязка» в зданиях без мостовых кранов и в зданиях, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 тс, при шаге колонн 6м и высоте от пола до низа несущих конструкций покрытия менее 16,2 м. «Привязка на 250мм» - наружные грани колонн и внутренние поверхности стен смещаются с продольных разбивочных осей на 250мм. Колонны средних рядов (кроме колонн, примыкающих к продольному температурному шву и колонн, установленных в местах перепада высот пролетов) располагают так, чтобы оси сечения над крановой части колонн совпадали с продольными и поперечными разбивочными осями.

Температурные швы:

продольные осуществляются на двух колоннах со вставкой, размер вставок равен 500, 1000, 1500 мм; поперечные осуществляется на парных колоннах.

- ❑ Регламентируют и расчетные нагрузки. Наиболее распространены две конструктивные схемы каркасного остова.
- ❑ В первой – стропильные конструкции опираются на колонны; во второй – стропильные конструкции опираются на подстропильные балки или фермы.



КОНСТРУКТИВНАЯ СХЕМА ОДНОЭТАЖНОГО ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ЗДАНИЯ, ОБОРУДОВАННОГО КРАНОМ

1 — разбивочные оси; 2 — сборные железобетонные фундаменты; 3 — сборные железобетонные колонны; 4 — консоли колонн; 5 — подкрановые балки; 6 — стропильные балки; 7 — плиты покрытий; 8 — подстропильные балки

Каркас одноэтажных промышленных зданий состоит из поперечных и продольных элементов, образующих рамные конструкции.

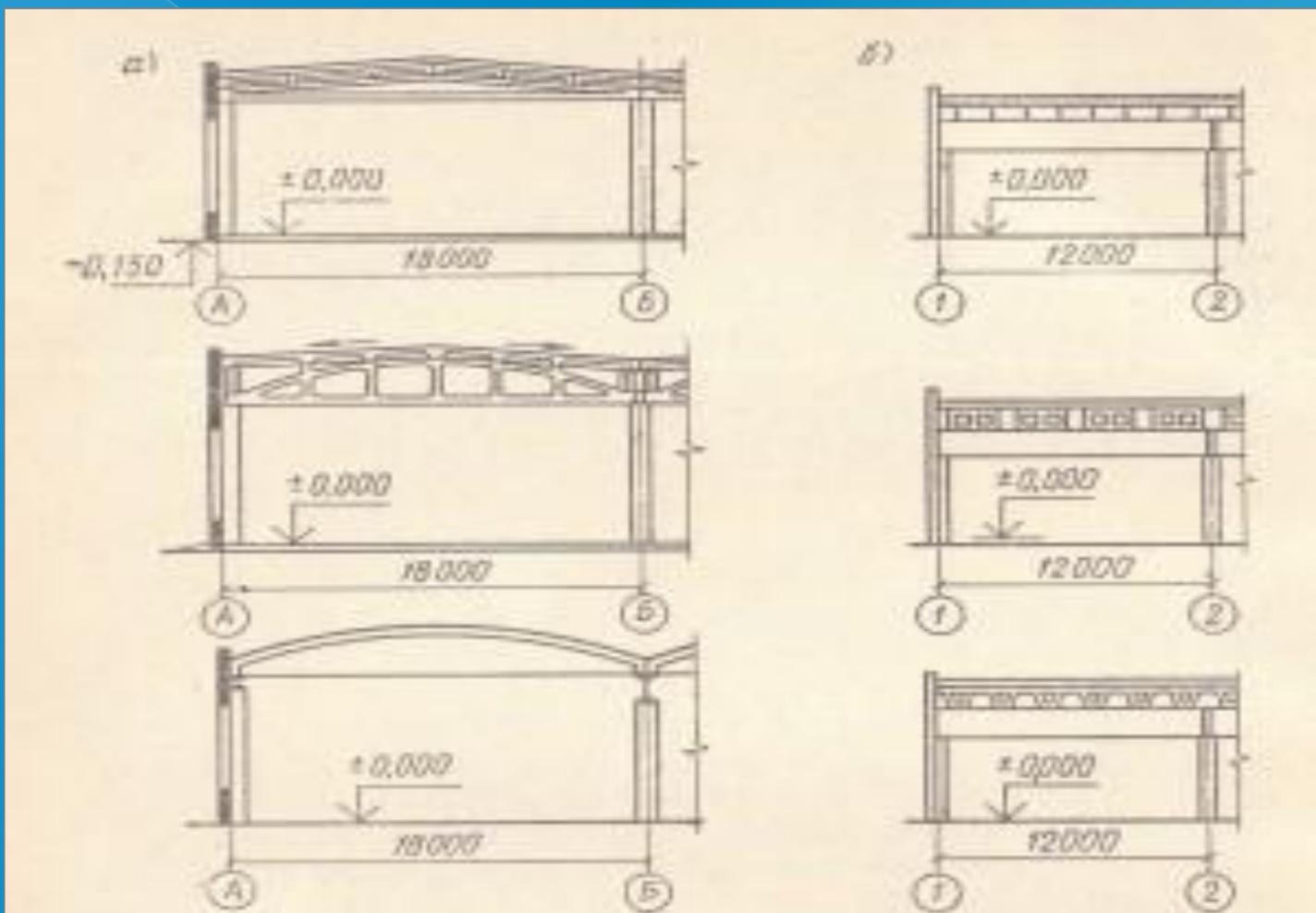


Рис. 15.1. Сборные железобетонные каркасы одноэтажных производственных зданий со скатными (а) и плоскими (б) покрытиями при пролетах 18 и 12 м

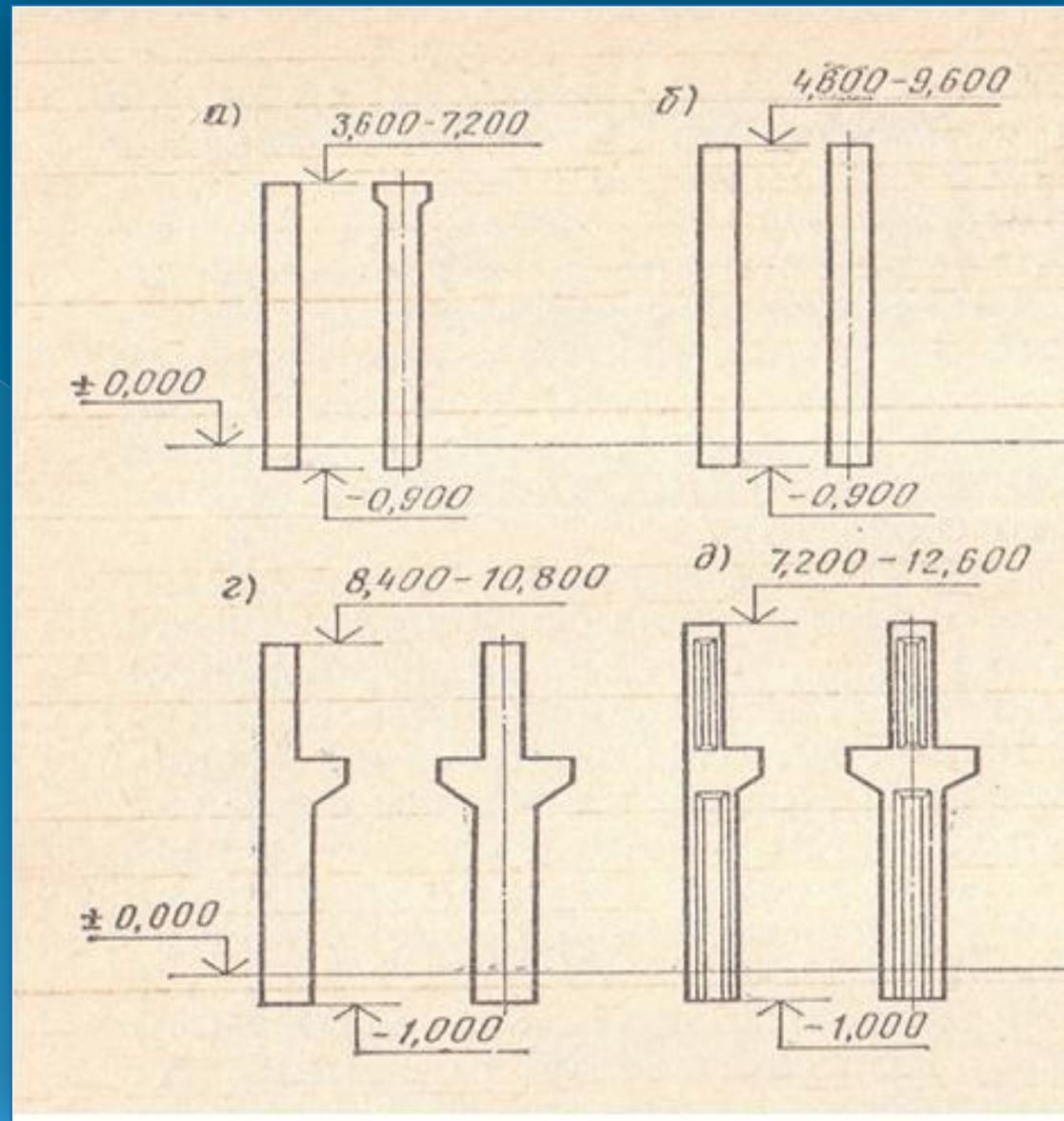
- Поперечные рамы komponуются из колонн и несущих конструкций покрытия - балок, ферм и арок. Продольные элементы каркаса - фундаментные балки, подстропильные конструкции, плиты покрытия, связи - обеспечивают устойчивость здания и воспринимают динамические нагрузки, нагрузки от работы кранового оборудования.
- Элементы каркаса ОПЗ соединяются в узлах шарнирно с помощью металлических закладных деталей, анкерных болтов и сварки.

- Каркасы одноэтажных зданий выполняются железобетонными, металлическими или смешанными. Элементы каркаса подвергаются комплексу силовых воздействий, возникающих от постоянных и временных нагрузок и должны отвечать требованиям прочности, устойчивости и долговечности.
- Металлические конструкции элементов каркаса применяют, главным образом, в цехах заводов, в которых используют краны тяжелого непрерывного режима работы. При этом необходимо применять легкие конструкции массового изготовления.

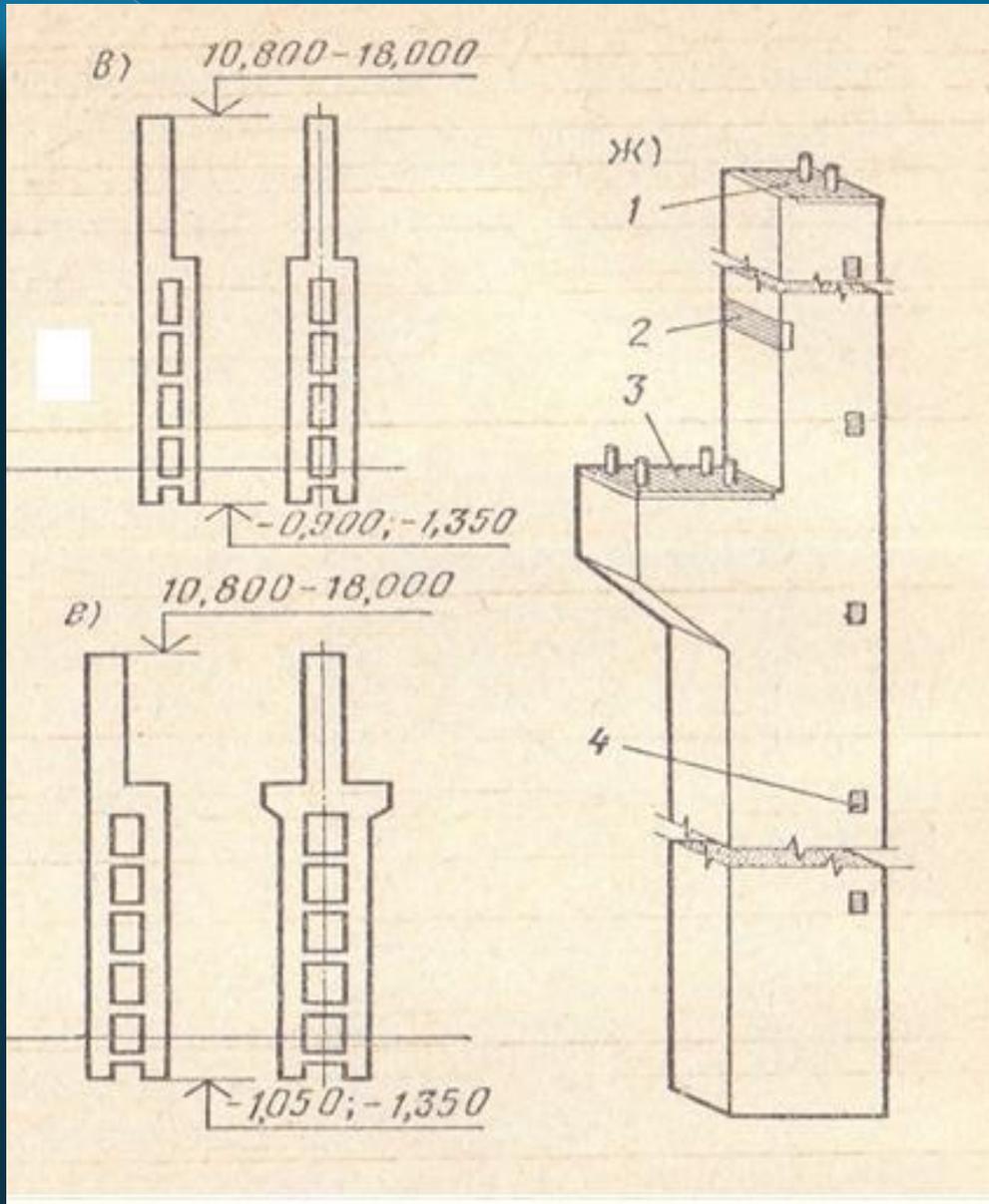
- ❑ Разработаны трубчатые фермы пролетом 24, 30, 46 м, а также колонны с применением труб и широкополочных двутавров. Под колонны каркаса зданий устраивают фундаменты из железобетона в сборном или монолитном исполнении.
- ❑ Для восприятия вертикальных и горизонтальных нагрузок в промышленных зданиях предусматривают отдельные опоры - колонны. В современном строительстве применяют преимущественно сборные железобетонные колонны заводского изготовления прямоугольного или квадратного сечения.

Железобетонные колонны ОПЗ

- а – прямоугольного сечения для зданий без мостовых кранов при шаге 6;
- б – то же, при шаге 12 м;
- г – прямоугольного сечения для зданий с мостовыми кранами;
- д – то же, двутаврового сечения;



Железобетонные колонны ОПЗ



в – двухветвевые для зданий без мостовых кранов;

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;

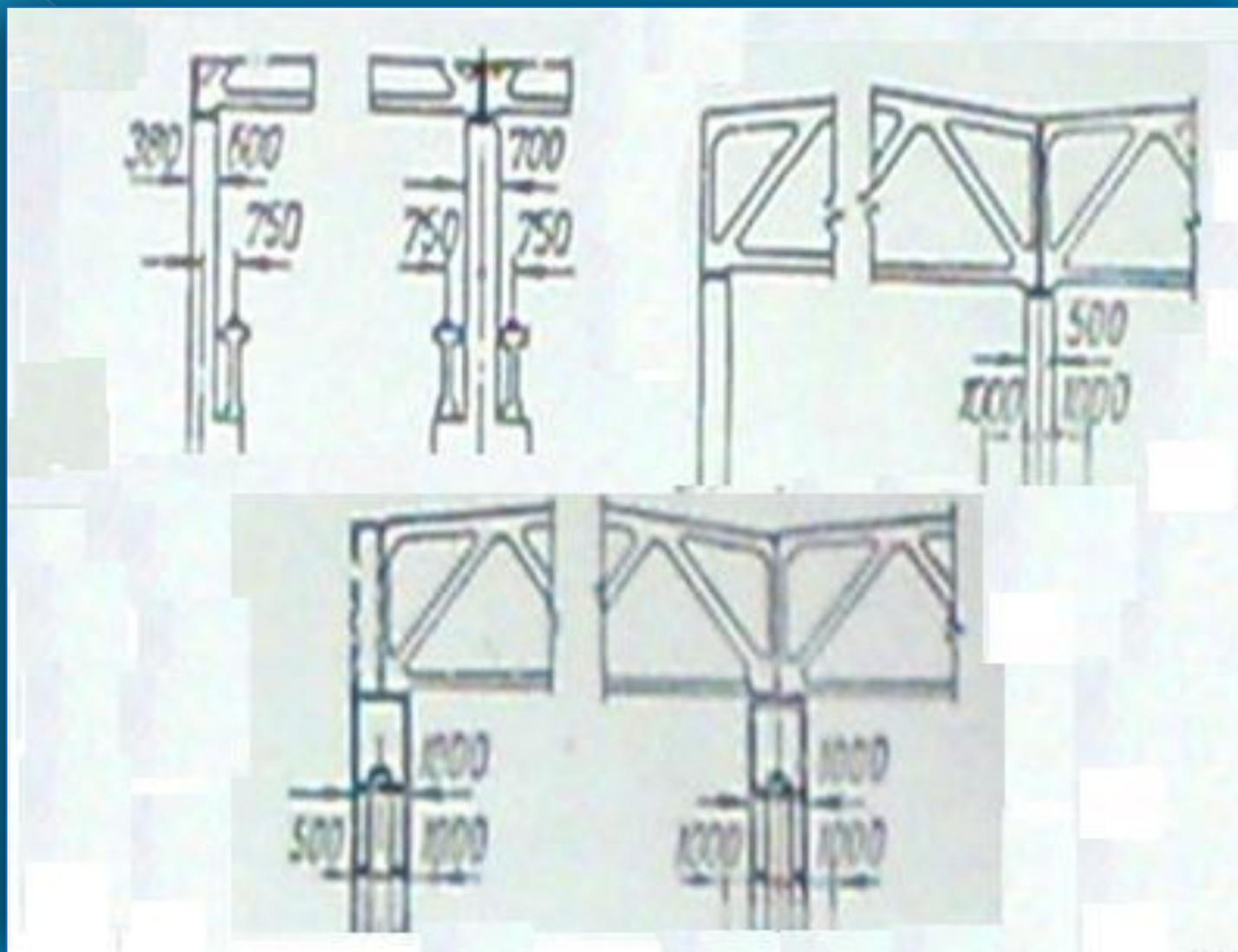
4 – то же, стеновых панелей

- Размеры сборных железобетонных колонн унифицированы по сечению, форме и длине и соответствуют установленным стандартным высотам производственных зданий.
- Сборные железобетонные колонны применяют для зданий с мостовыми кранами и без них. Для бескрановых зданий высотой до 10 800 мм применяют колонны прямоугольного сечения размером 400X400 и 500X500 мм для крайних колонн, 400X600 и 500×600 мм - для средних.

- Для каркасов зданий, оборудованных мостовыми кранами, применяют колонны прямоугольного и двухветвевое сечения. Они состоят из двух частей: надкрановой и подкрановой. Надкрановая часть (надколонник) служит для опирания несущей конструкции покрытия.
- Подкрановая часть передает нагрузку на фундамент от надколонника, а также от подкрановых балок, которые опираются на выступы консоли колонны.
- Крайние колонны крановых пролетов имеют односторонний выступ-консоль, средние - двусторонние консоли.

- ❑ Колонны изготавливают из бетона классов В20, В30 и В40, армируют их сварными каркасами из горячекатаной стали периодического профиля класса А-III, А-II.
- ❑ Для крепления связей стеновых панелей, подкрановых балок, стропильных и подстропильных конструкций в колоннах предусматривают закладные металлические детали, представляющие собой металлические пластины с приваренными к ним анкерными стержнями.
- ❑ Для распалубки, погрузки и разгрузки в колоннах предусматривают подъемные монтажные петли из стали гладкого профиля.

Сборные железобетонные колонны



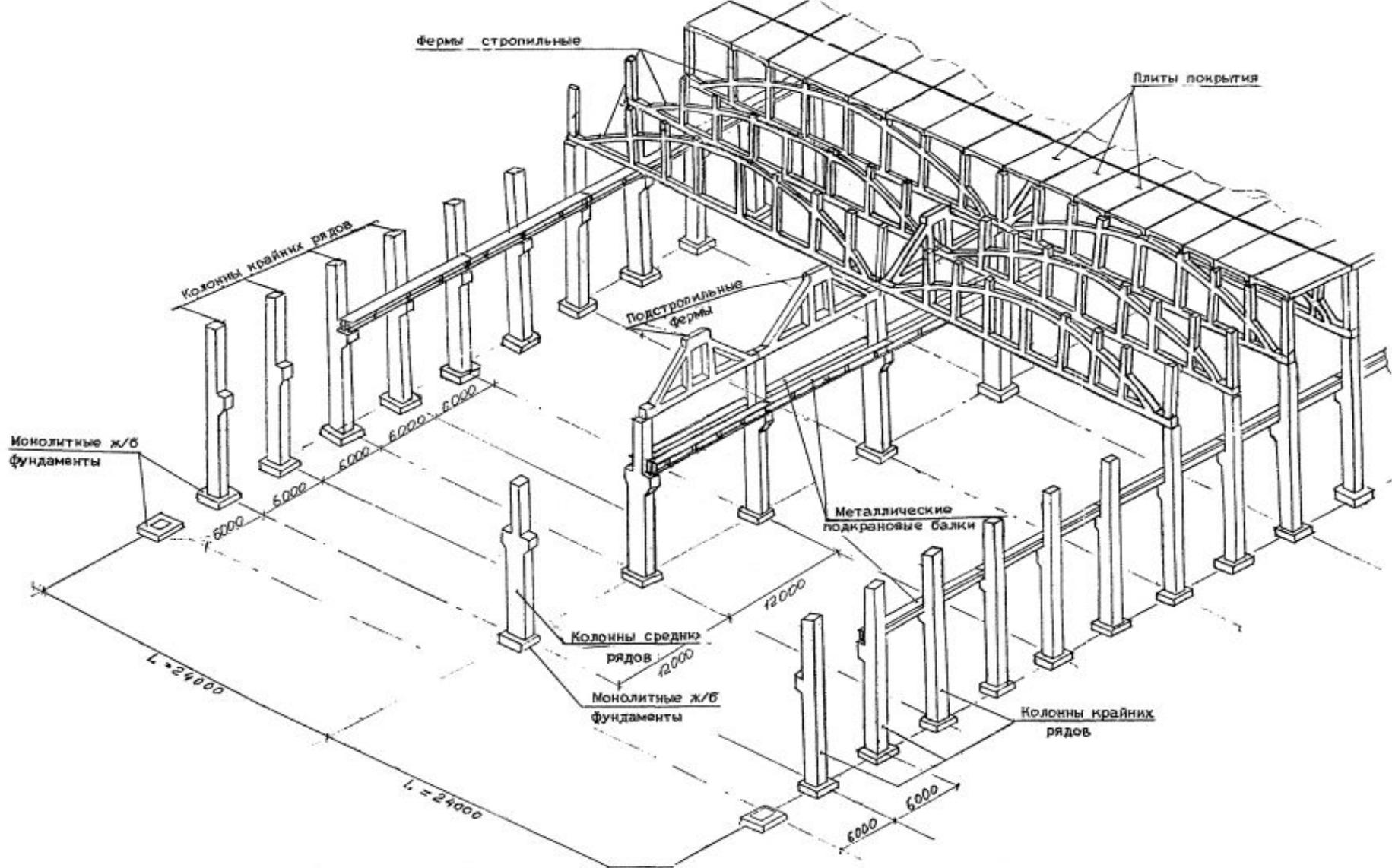
- ❑ Жесткость и устойчивость зданий достигается установкой системы вертикальных и горизонтальных связей.
- ❑ Так, для снижения и перераспределения возникающих усилий в элементах каркаса от температурных и других воздействий здание разбивают на температурные блоки и в середине каждого блока устраивают вертикальные связи между колоннами: при шаге колонн 6 м - крестовые, при шаге колонн 12 м – порталные.
- ❑ Связи выполняют из уголков или швеллеров и приваривают к закладным частям колонн. Кроме вертикальных связей между колоннами устанавливают еще горизонтальные и вертикальные связи между фермами (балками) покрытия.

- Для обеспечения работы мостовых кранов на консоли колонн монтируют подкрановые балки, на которые укладывают рельсы. Подкрановые балки также обеспечивают дополнительную пространственную жесткость здания.
- Подкрановые балки могут быть железобетонными и стальными. Железобетонные подкрановые балки по своему конструктивному решению различаются на: таврового сечения с обычным армированием, таврово-трапецеидального сечения напряженно-армированные, двутаврового сечения напряженно-армированные.

- Подкрановые балки таврового сечения с обычным армированием предназначены под краны грузоподъемностью не свыше 5 т, балки таврово-трапецеидального сечения - для кранов грузоподъемностью 5-30 т, двутаврового сечения - для кранов 30-50 т.
- Длина балок 6000 и 12 000 мм, высота 1000-1400 мм.
- Подкрановые балки изготавливают из бетона классов В30-В50, армируют их высокопрочной прядевой или стержневой арматурой. В балках предусмотрены закладные детали для крепления их к колоннам, а также крепления к ним рельсов и токопроводящих шин.

- ❑ Стальные подкрановые балки более эффективны, чем железобетонные. Они подразделяются на разрезные и неразрезные.
- ❑ Они более просты в изготовлении и при монтаже. По типу сечения подкрановые балки могут быть сквозными (решетчатыми) и сплошными.
- ❑ Балки сплошного сечения изготавливают в виде двутавра (прокатного профиля или составленного из трех листов стали с ребрами жесткости). Элементы сечения балок соединяют сваркой.

- ❑ Несущие конструкции покрытий являются важнейшими конструктивными элементами здания и принимают в зависимости от величины пролета, характера и значений действующих нагрузок, вида грузоподъемного оборудования, характера производства и других факторов.
- ❑ По характеру работы несущие конструкции покрытия бывают плоскостные и пространственные. По материалу конструкции покрытия делят на железобетонные, металлические, деревянные и комбинированные.



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

□ В связи с характером работы эти конструкции должны отвечать требованиям прочности, устойчивости, долговечности, архитектурно-художественным и экономическим. Поэтому при выборе несущих конструкций покрытия производят тщательный технико-экономический анализ нескольких вариантов.

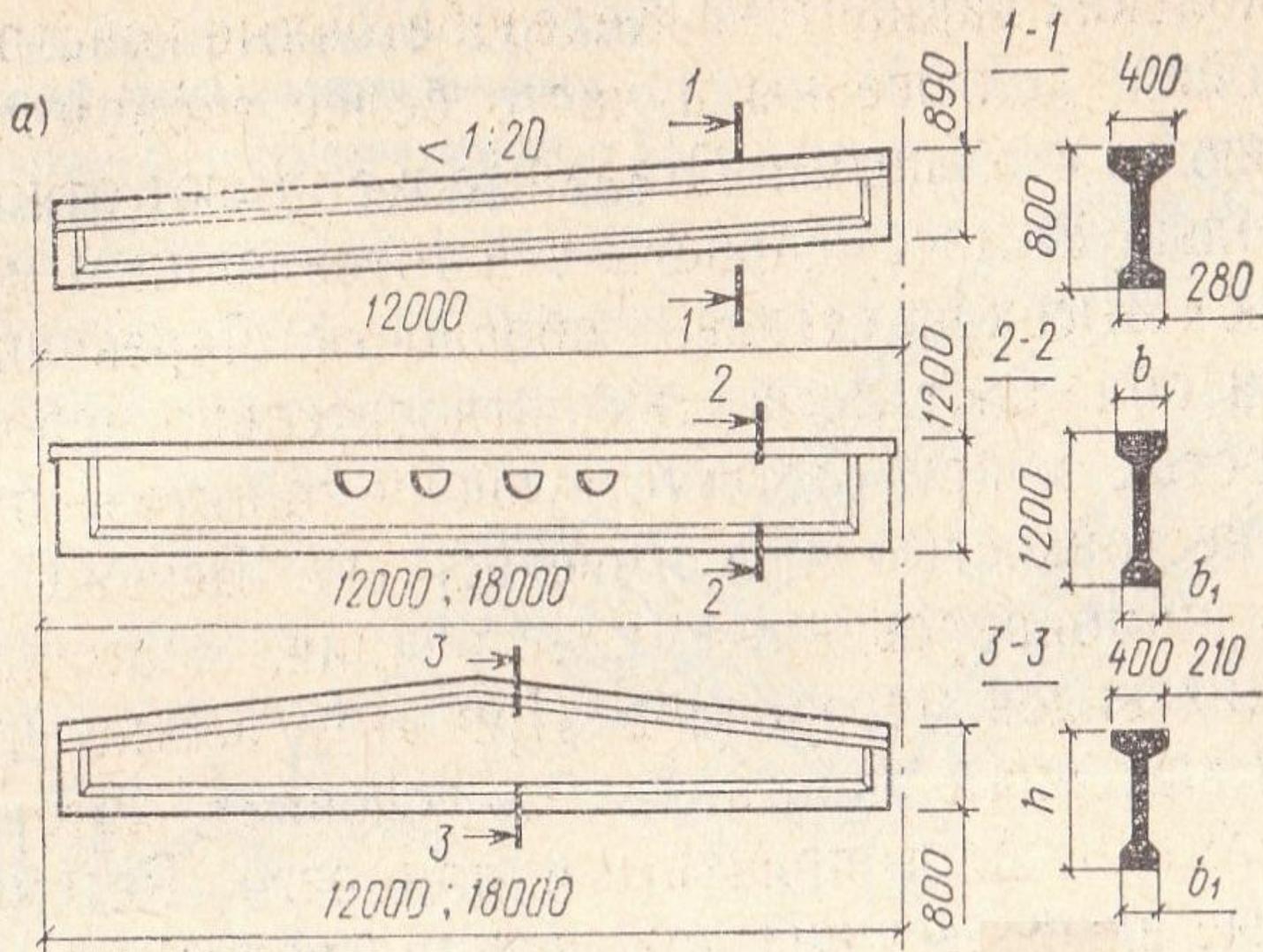
□ Железобетонные конструкции огнестойки, долговечны и часто более экономичны по сравнению со стальными. Стальные же имеют относительно небольшую массу, просты в изготовлении и монтаже, имеют высокую степень сборности.

Подкрановые балки



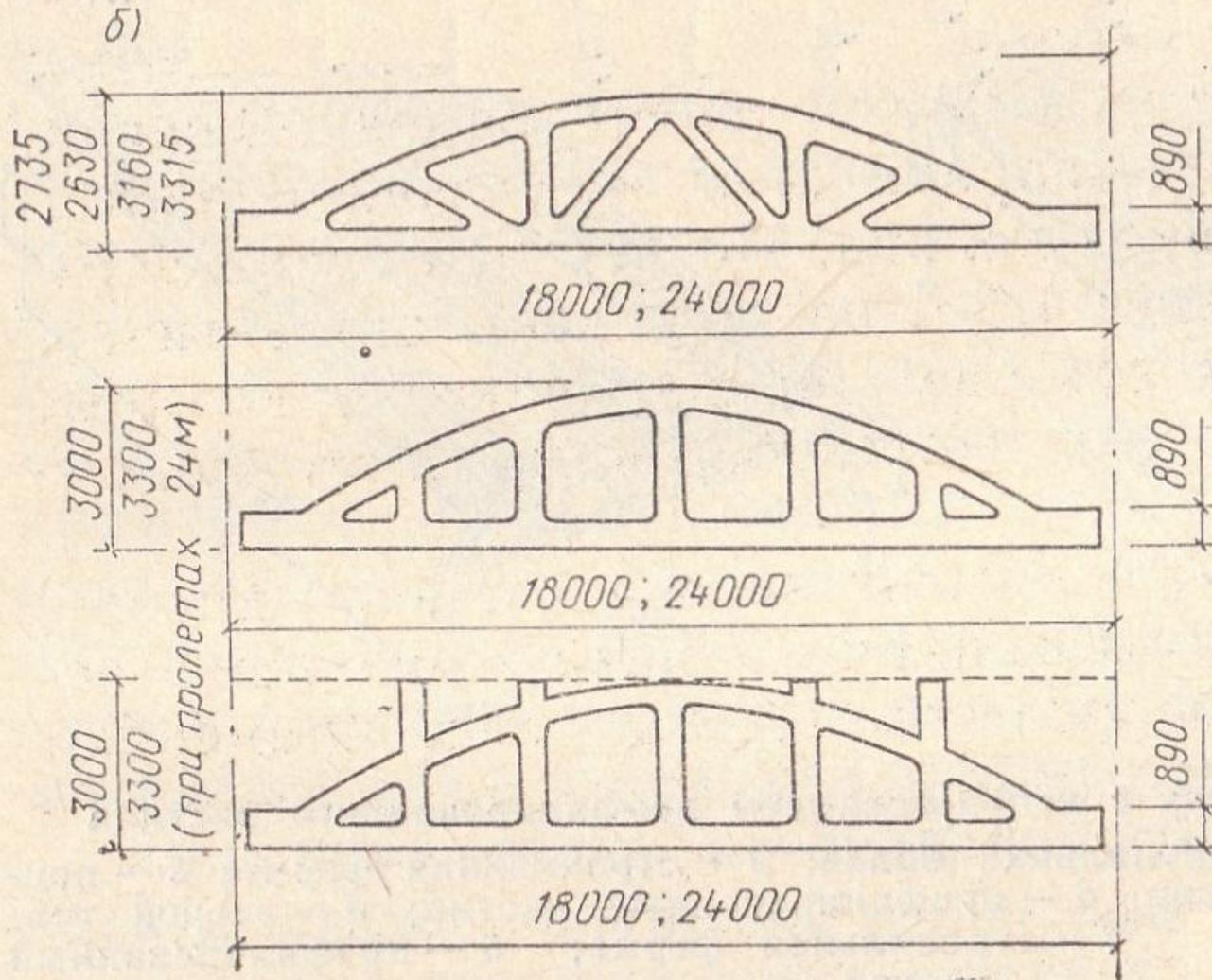
- Железобетонные балки применяют при пролетах до 18 м. Они могут быть односкатными и двускатными. Балки изготавливают из бетона классов В30 - В50, армируют высокопрочной проволочной, канатной и стержневой арматурой.
- Устойчивость балок обеспечивается креплением их опорной части к стальным закладным деталям оголовков колонн. По верхней грани верхнего пояса балки через 1,5 м расположены стальные закладные детали, к которым приваривают закладные опорные детали сборных железобетонных плит покрытия.

Схемы стропильных балок



- ❑ Очертание фермы покрытия зависит от вида кровли, расположения и формы фонаря и общей компоновки покрытия. Для зданий пролетом 18 м и более применяют железобетонные предварительно напряженные фермы из бетона класса В30-В45.
- ❑ Фермы предпочтительнее балок при наличии различных санитарно-технических и технологических сетей, удобно располагаемых в межферменном пространстве, и при значительных нагрузках от подвешеного транспорта и покрытия. В зависимости от очертания верхнего пояса различают фермы сегментные, безраскосные, арочные.

Фермы покрытий

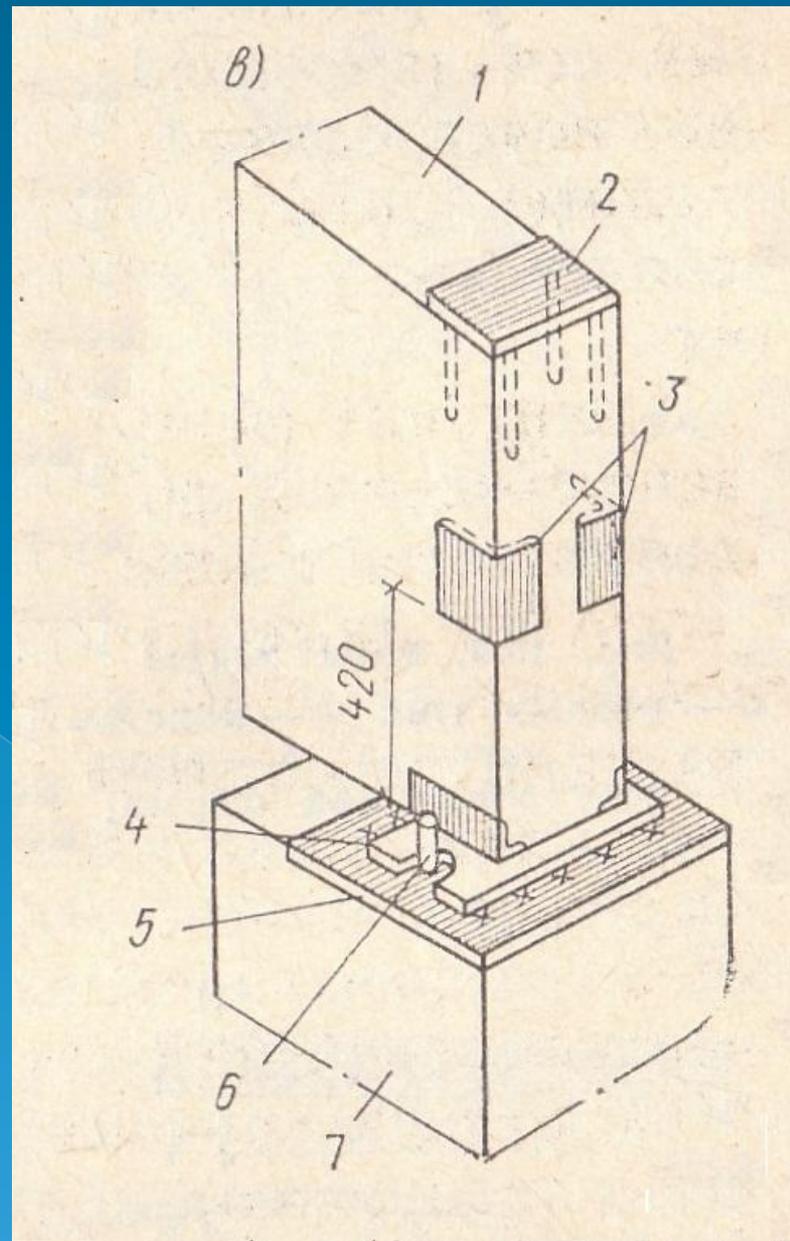


- ❑ Устанавливают фермы на железобетонные колонны или подстропильные фермы. Для крепления ферм к колоннам (подстропильным фермам), а также к фермам плит покрытия, рамам фонаря, связей в них предусмотрены соответствующие стальные закладные детали.
- ❑ Фермы выполняют с предварительным напряжением нижнего пояса. Изготавливают их из бетона классов В30-В50, рабочую арматуру - из высокопрочной арматурной стали (прядевой, проволочной или стержневой).

- Подстропильные фермы (балки) применяют в покрытиях одноэтажных многопролетных промышленных зданий в средних рядах зданий для опирания ферм или балок покрытия в тех случаях, когда их шаг составляет 6000 мм, а шаг колонн средних рядов - 12 000 мм.
- Их устанавливают вдоль зданий непосредственно на колонны, с которыми скрепляют путем сварки закладных деталей. Все фермы (балки) имеют одинаковый пролет – 12000 мм.

Деталь крепления балки покрытия к колонне:

1 – стропильная балка;
2 – стальная закладная
деталь для крепления плит
покрытия; 3- закладные
детали для крепления
наружных (панельных)
стен; 4- опорный лист
балки; 5 – опорная
закладная деталь
колонны; 6 – анкерный болт;
7- колонна.



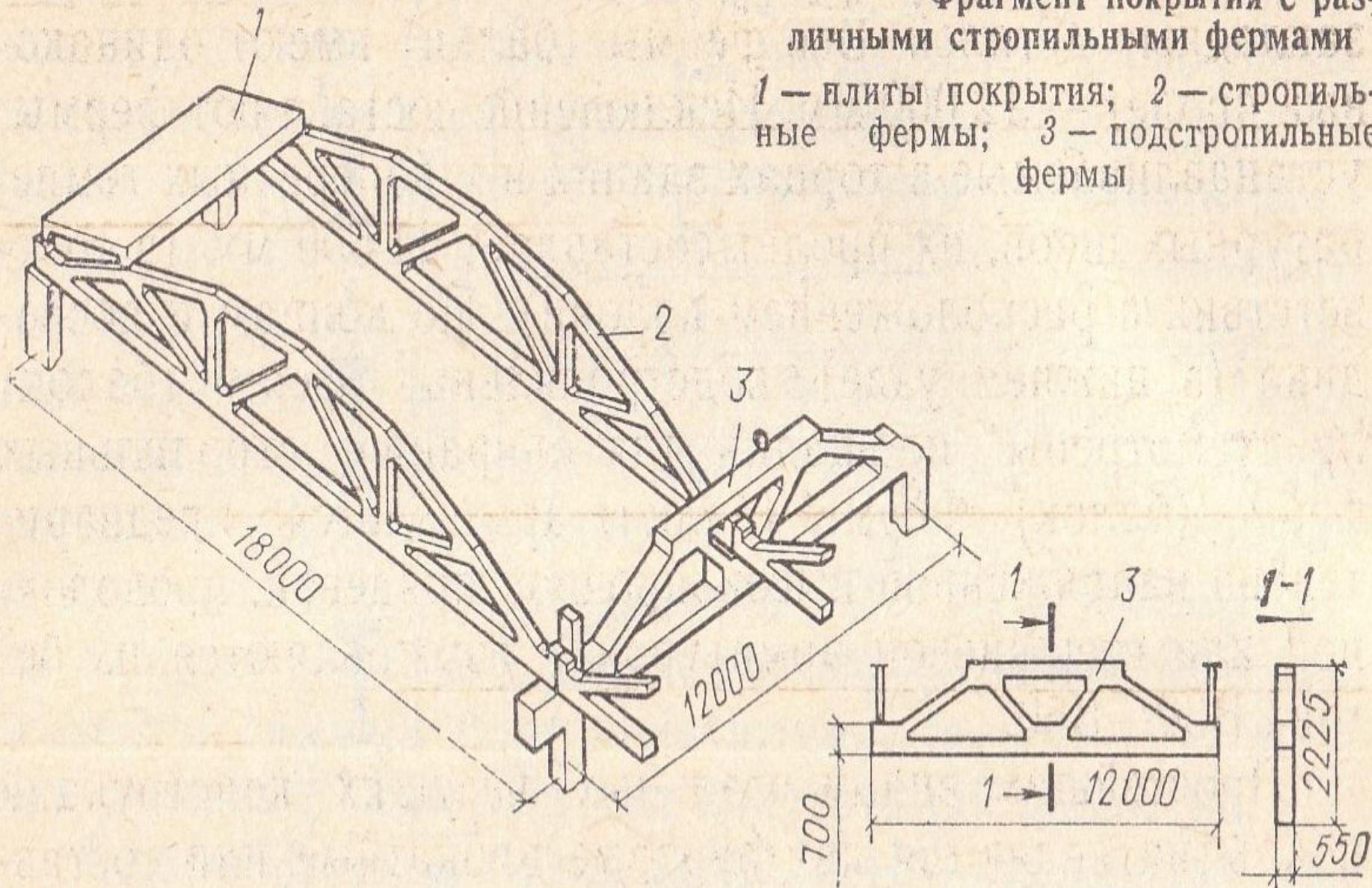
- ❑ Исключение составляют фермы, устанавливаемые в торцах здания и у поперечных температурных швов, их пролет составляет 11 500 мм (в соответствии с расположением колонн).
- ❑ По концам и посередине (в нижнем узле) подстропильных ферм (балок) предусмотрены площадки для опирания стропильных ферм (балок).
- ❑ Фермы (балки) армируются предварительно напряженной высокопрочной, проволочной или стержневой арматурой и изготавливаются из бетона В30-В50.

Подстропильная ферма



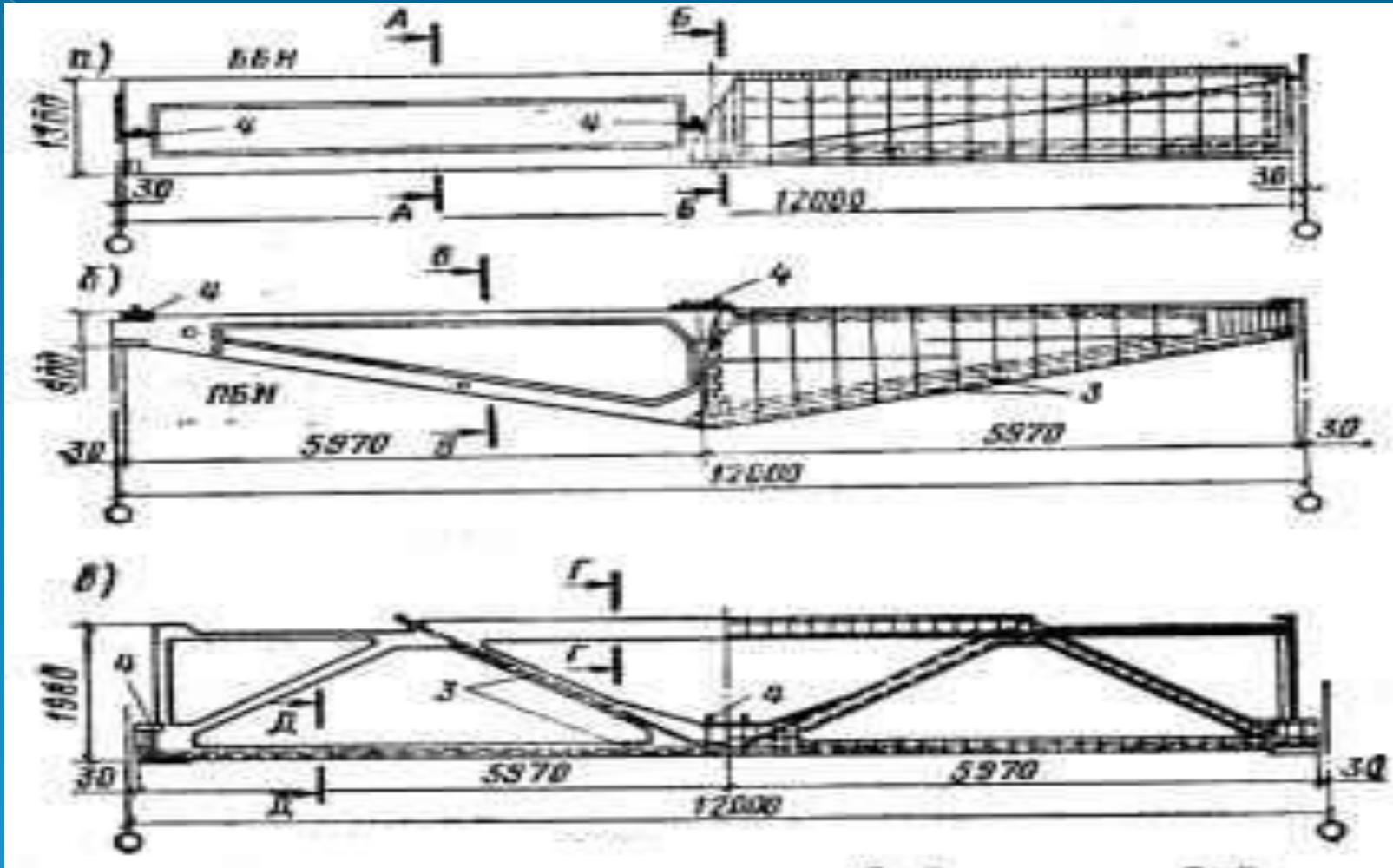
Фрагмент покрытия с различными стропильными фермами

1 — плиты покрытия; 2 — стропильные фермы; 3 — подстропильные фермы



- Простейшим видом стальных несущих конструкций покрытия являются двутавровые прокатные или составные балки пролетом 12-18 м. При больших пролетах рациональнее применять типовые стальные фермы. Их различают по характеру очертания поясов: полигональные, с параллельными поясами, а также треугольные.
- В промышленных зданиях с рулонной кровлей используют фермы трапецеидального очертания. Для малоуклонных покрытий применяют арочные фермы с рожками. При необходимости создать крутые уклоны (более 20 %) используют треугольные фермы.

Подстропильные конструкции



а, б - балки; в - ферма;

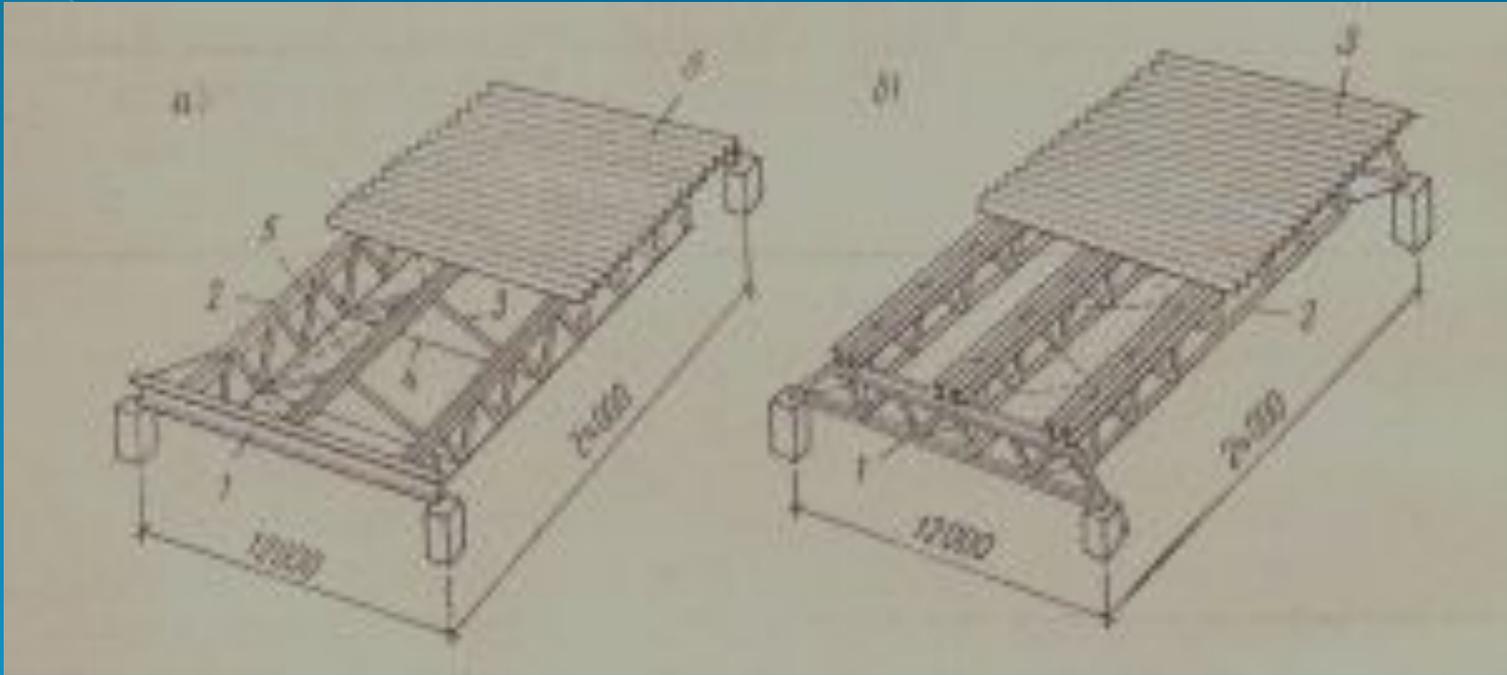
1 - вертикальные каркасы;

2 - горизонтальные каркасы; 3 - напрягаемые пучки;

4 - площадки для опирания балок или ферм покрытия

- Наиболее часто применяют унифицированные пролеты стальных ферм покрытий зданий, равные 18, 24, 30, 36 м. Для упрощения изготовления проведена унификация геометрических схем и размеров (пролет и высота) ферм. Элементы фермы соединяют в узлах, как правило, на сварке.
- При применении конвейерной сборки и крупноблочного монтажа покрытий особую важную роль получает компоновка несущих конструкций в блоках (настил, прогоны, подстропильные и стропильные фермы).

Блок покрытия с использованием профилированного настила



а – первый тип;

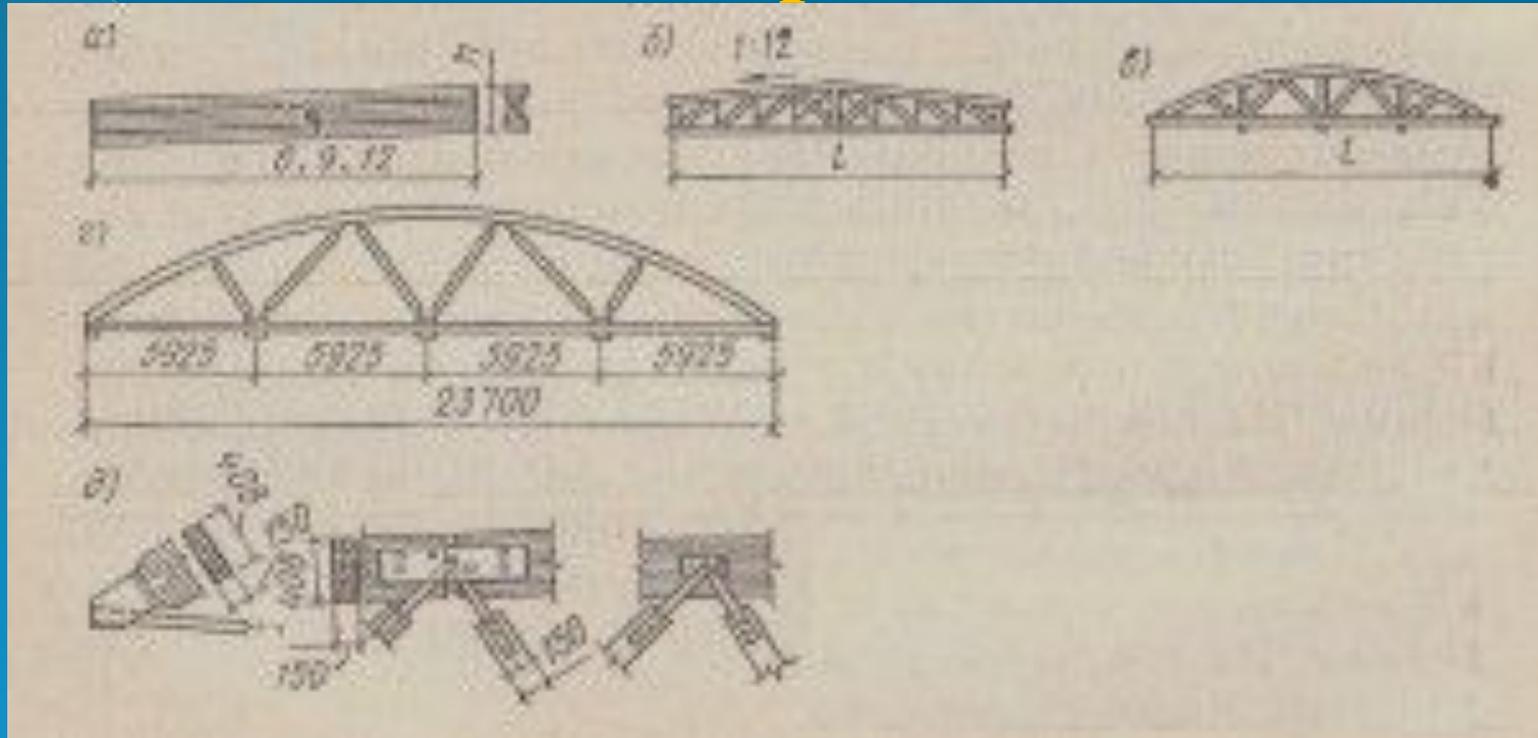
1 – подстропильная балка; 2 – стропильная ферма; 3 – подкос; 4 – затяжка; 5 – прогон; 6 – профилированный настил.

б – второй тип;

1 – подстропильная ферма; 2- стропильная ферма;
– профилированный настил.

- ❑ В ряде производств с агрессивными средами, в покрытиях складов, гаражей, мастерских и других применение клееных деревянных и клеефанерных конструкций, защищенных современными средствами от гниения и возгорания, позволяет снизить стоимость строительства и обеспечить высокую долговечность здания.
- ❑ Разработаны несущие и ограждающие конструкции из клееной древесины для покрытий производственных зданий (клееные дощатые и клеефанерные балки, клееные сегментные металлодеревянные фермы, трехшарнирные арки, панели покрытий, а также оболочки и складки).

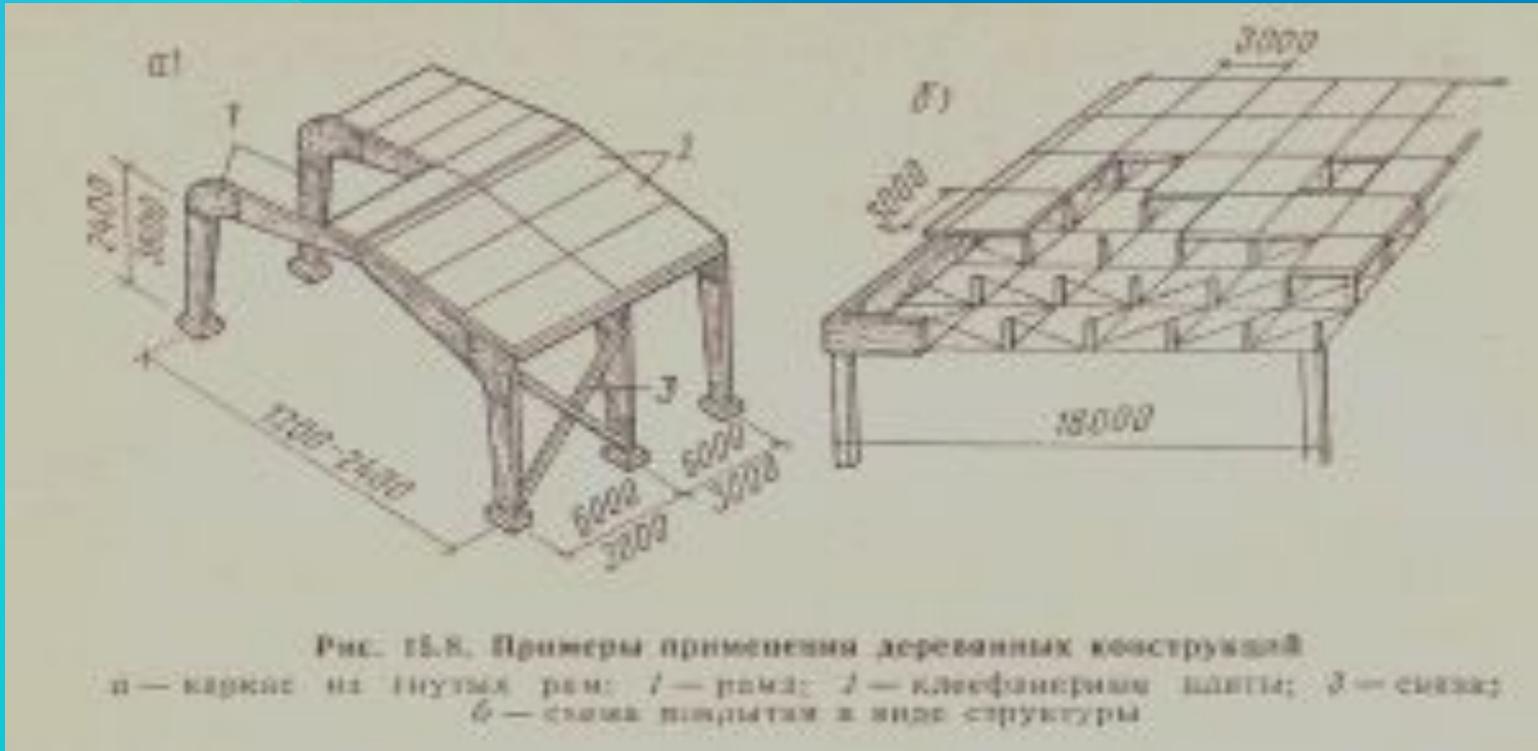
Деревянные несущие конструкции покрытий



а, б, в – клееные балки и фермы;
б – то же, металлодеревянная ферма;
д – то же, узлы фермы

Несущая дощатая клееная балка и фермы.

Примеры применения деревянных конструкций



а — каркас из гнутых рам; 1 — рама; 2 — клефанерные плиты; 3 — связи; схема покрытия в виде структуры.

□ В отечественной практике клееные конструкции находят применение, в первую очередь, в теплых и холодных однопролетных бесчердачных помещениях с наружным отводом воды, без фонарей, в которых опасность загнивания древесины является минимальной.

□ В современном промышленном строительстве для покрытий применяют также металлодеревянные фермы, в которых элементы, работающие на сжатие, делают деревянными, а на растяжение – стальным.

№	На русском/казахском/английском	Пояснение
1.	Фонарь	Стеклянный просвет в крыше здания для естественного освещения.
	Күн тартар	
	Lantern	
2.	Склад	Помещения открытого, закрытого типов для хранения материалов, изделий, конструкций.
	Қойма	
	Storehouse, warehouse, storeroom	
3.	Сварка	Соединение металлических частей в процессе плавления.
	Балқытып біріктіру	
	Welding	
4.	Лист	Тонкий и плотный пласт какого-л. материала (обычно бумажного или металлического).
	Лист	
	Plate	
5.	Монтаж	Сборка и установка сооружений, конструкций, оборудования других устройств из готовых частей по определенным чертежам;
	Құрастыру	
	Installation	

Список литературы:

- ❑ СНиП 31-03-2001 Производственные здания. 2001
- ❑ СНиП 2.09.02-85* Производственные здания. 1985
- ❑ Конструирование промышленных зданий и сооружений Шерешевский И.А. М., Архитектура – С, 2005
- ❑ Архитектурные конструкции. Казбек – Казиев З.А. и др. М. Высшая школа. 1989. 344с
- ❑ Архитектурные конструкции. Под ред. Казбек – Казиева З.А. и др. М. Архитектура-С, 2006
- ❑ Конспект лекций по Архитектуре II к. т. н. Мухамедшакирова Ш. А. Алматы, 2007
- ❑ МУ по проектированию промышленных зданий по дисциплине «АРХ II» 2009.