

## Лекция 1.

### Общие сведения о промышленных зданиях и их классификация.

Промышленное строительство – это область строительства, занимающаяся созданием основных фондов промышленности, включая выполнение комплекса строительного-монтажных работ, связанных с возведением новых, а также расширением, модернизацией и реконструкцией существующих промышленных предприятий.

К промышленным зданиям предъявляются следующие требования: функциональные, технологические, экономические и архитектурно – эстетические.

К современным аспектам промышленного строительства относятся: технологический аспект, строительный аспект и градостроительный аспект.

Основным фактором, определяющим решение промышленного здания, является технологический процесс, осуществляющийся в здании. Он определяет размеры, форму, применяемые в здании конструкции, используемое инженерное и подъемно–транспортное оборудование и т.д.

Также на объемно – планировочные и конструктивные решения промзданий, кроме технологии производственного процесса влияет его внутренняя среда, т.е. ее физико-технологический аспект, рассматривающий как воздушную внутреннюю среду в целом, так и ее световой, температурно – влажностный и шумовой режимы в частности.

Промышленные здания имеют несколько основных групп классификаций. Прежде всего, промышленные здания классифицируются по отраслям производства. Промпредприятия в пределах отрасли имеют однородное экономическое назначение продукции, характер технологического процесса, вид обрабатываемого сырья т.д. Крупные отрасли (например, машиностроение) делятся на более мелкие (для машиностроения – автостроение, тракторостроение и т.д.)

Промышленные здания, независимо от отрасли промышленности подразделяются на 4 основные группы в соответствии со своим функциональным назначением, а именно на: производственные (основные цеха), энергетические (ТЭЦ, подстанции и т.д.), транспортно–складские (гаражи, склады и т.д.) и вспомогательные (АБК).

В состав промпредприятий кроме промзданий обычно входят и инженерные сооружения, такие, как мостовые строения, мачты, опоры ЛЭП, дымовые трубы, градирни, емкостные сооружения и т.д. и т.п.

Наиболее широкая группа классификации промзданий базируется на их различных объемно–планировочных и конструктивных решениях, на различных характеристиках технологических процессах и т.д.

Промышленные здания в этой группе классификации подразделяются по следующим признакам:

§ По числу пролетов – однопролетные и многопролетные одноэтажные производственные здания;

§ По числу этажей – одноэтажные, двухэтажные, многоэтажные и смешанно – этажные промздания;

§ По наличию подъемно-транспортного оборудования – крановые и бескрановые здания;

§ По конструктивным схемам покрытия – плоские, плоскостные, пространственные и висячие покрытия промзданий;

§ По материалу основных несущих конструкций – железобетонные, металлические, деревянные или кирпичные промздания;

§ По конструктивным системам – каркасные, бескаркасные промздания и здания с неполным каркасом;

§ По системе отопления – отапливаемые и неотапливаемые промздания;

§ По системе вентиляции – промздания с естественной вентиляцией, с искусственной вентиляцией и с кондиционированием воздуха;

§ По системе освещения – промздания с естественным боковым, естественным верхним, естественным комбинированным, искусственным и совмещенным освещением;

§ По профилю покрытия–фонарные и бесфонарные промздания;

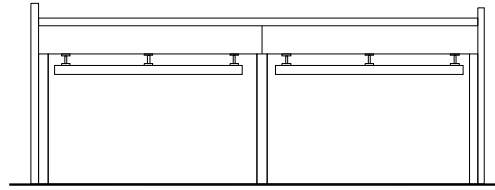
§ По расположению опор (или по объемно – планировочному решению) – промздания пролетного, ячеекового и зального типов;

§ По принципу соответствия технологического процесса архитектурно – строительному решению здания – специализированные и универсальные промздания.

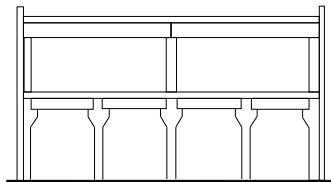
Некоторые другие признаки классификации производственных зданий будут приведены в лекции 15 «Генеральные планы промпредприятий».

Рисунок 1. Производственные здания различной этажности.

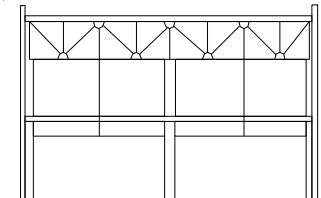
а)



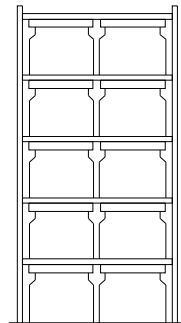
б)



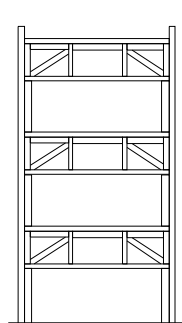
в)



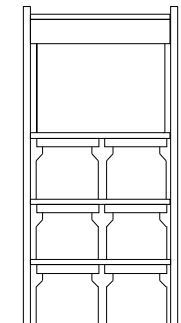
г)



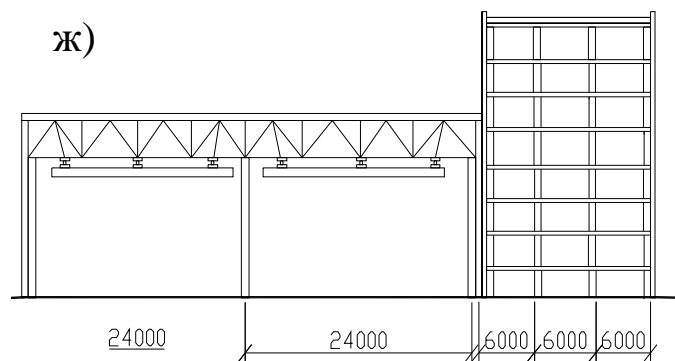
д)



е)



ж)



а – одноэтажное здание;

б – двухэтажное здание с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа;

в – двухэтажное здание с подвеской перекрытия к усиленной стропильной конструкции;

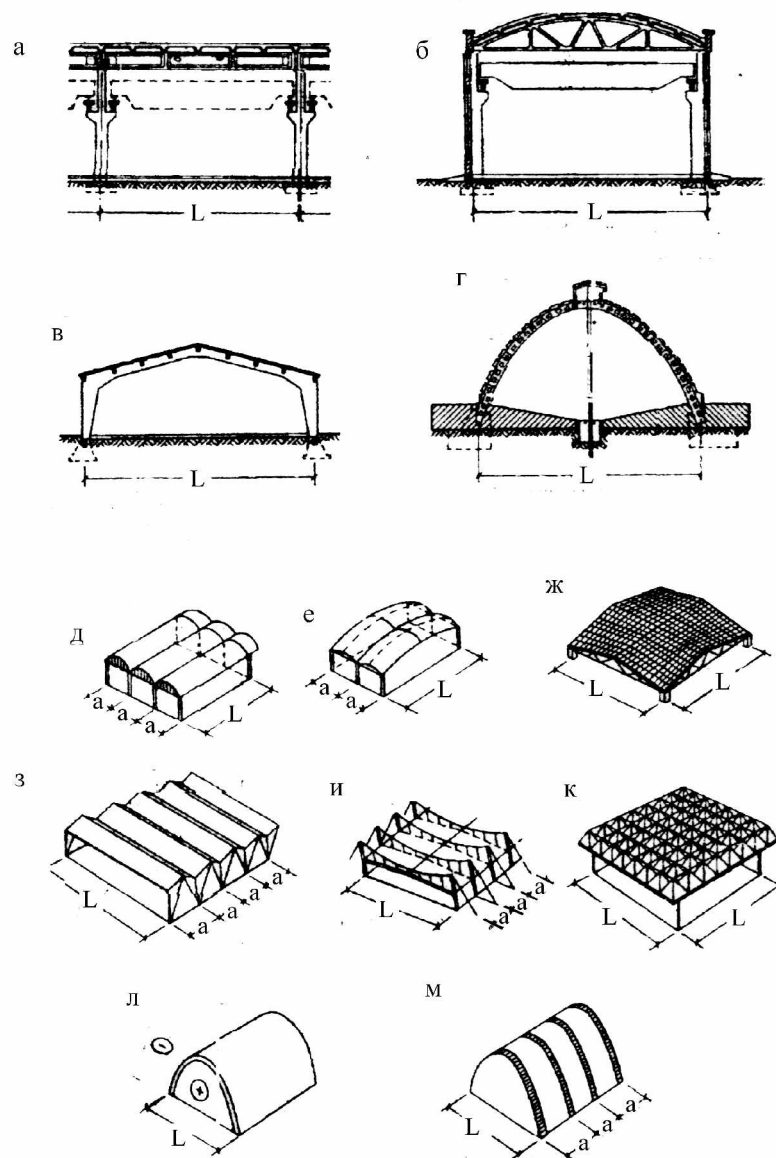
г – многоэтажное здание с постоянной сеткой колонн на всех этажах;

д – многоэтажное здание с техническими этажами;

е – многоэтажное здание с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа;

ж – здание смешанной этажности.

Рисунок 2. Конструктивные схемы покрытий каркасных промышленных зданий.



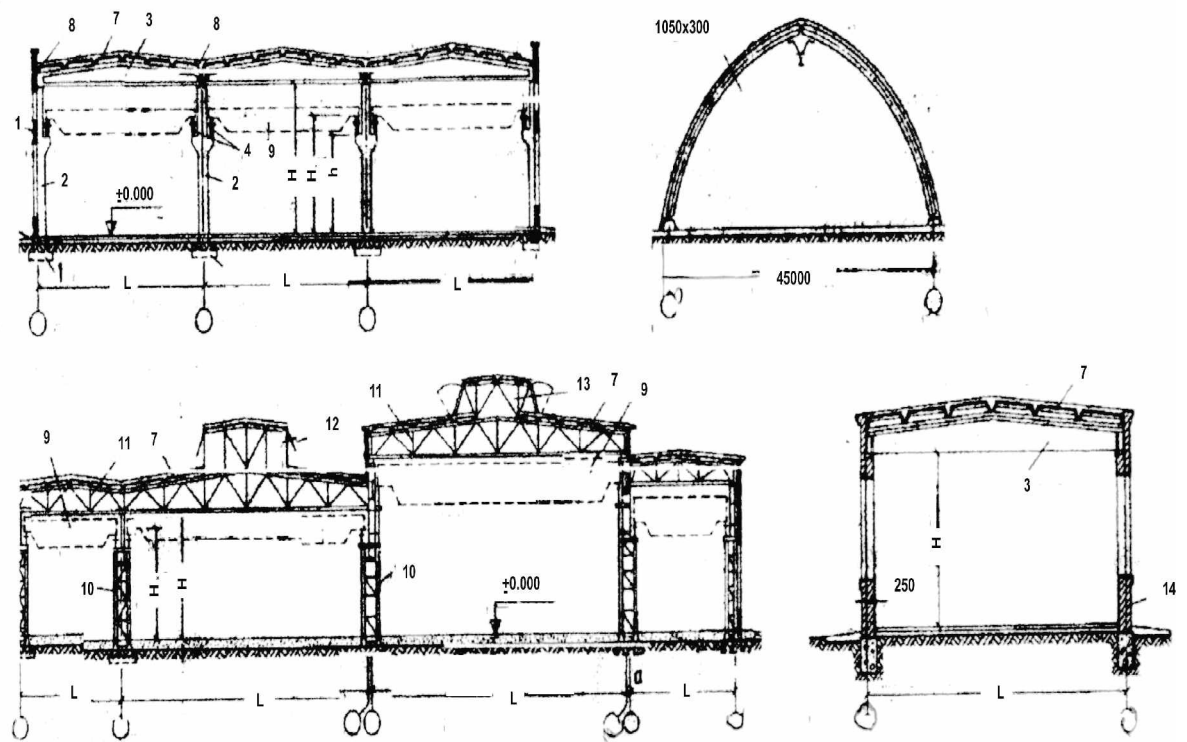
Плоскостные схемы покрытий:

а – по балкам; б – по фермам; в – по рамам; г – по аркам.

Пространственные схемы покрытий:

д – оболочки одинарной кривизны; е – оболочки двойной кривизны; ж – оболочки двойной кривизны в виде гиперболического параболоида; з – складки; и – висячие вантовые покрытия; к – перекрестно-стержневые покрытие («структура»); л – пневматическое воздушно-опорное (пневмоопорное); м – пневматическое воздушно-несущее (пневмокаркасное).

**Рисунок 3.** Основные типы промышленных зданий по материалам и конструктивным системам.



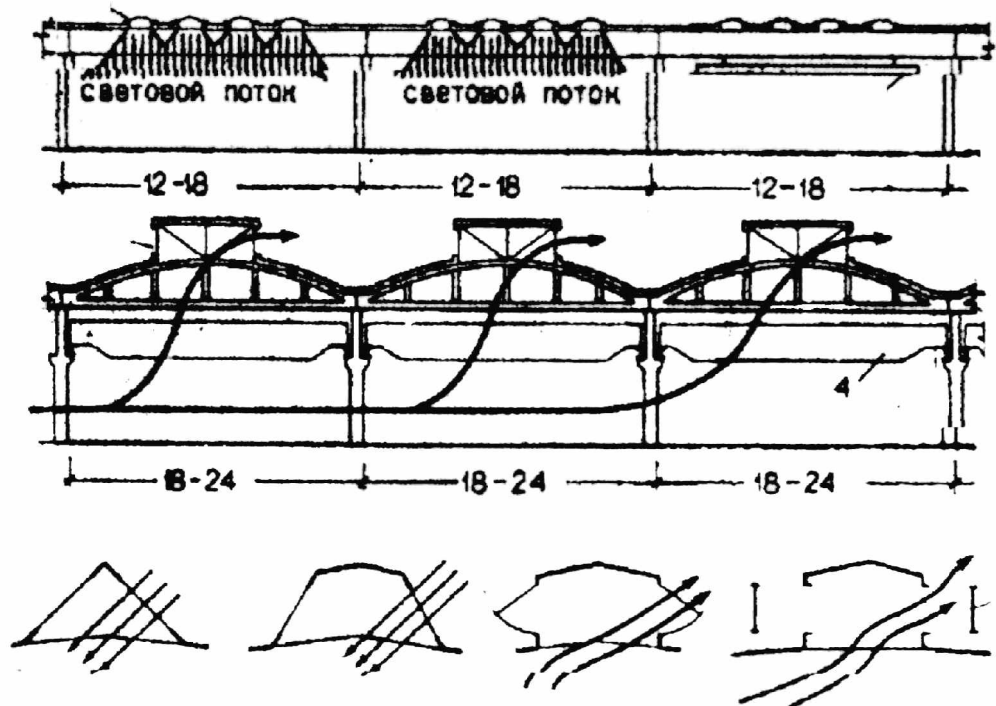
а – со сборным железобетонным каркасом; б – со стальным каркасом; в – с несущими конструкциями из деревянных трехшарнирных арок; г – с несущими кирпичными стенами и балочным покрытием.

- 1 – фундаменты;
- 2 – железобетонные колонны;
- 3 – железобетонные балки покрытия;
- 4 – подкрановые железобетонные балки;
- 5 – наружные стены;
- 6 – фундаментные балки;
- 7 – плиты покрытия;
- 8 – места расположения воронок внутреннего водостока;
- 9 – мостовые краны;
- 10 – стальные колонны;
- 11 – стальные фермы;
- 12 – светоаэрационный фонарь;
- 13 – аэрационный фонарь;
- 14 – несущая кирпичная стена;

$H_k$ ,  $H$ ,  $h$  – высоты цехов до определенных конструктивных элементов;

$L$ ,  $L_1$ ,  $L_2$  – пролеты основных несущих конструкций в цехах.

Рисунок 4. Производственные здания с фонарями.



- а – со светопрозрачными зенитными фонарями (куполами);
- б – со светоаэрационными фонарями-надстройками;
- в – профиль светового зенитного треугольного фонаря;
- г – профиль светового трапециевидного фонаря;
- д – профиль светоаэрационного прямоугольного фонаря;
- е – профиль аэрационного фонаря с ветроотбойными щитами;
- 1 – светоаэрационный фонарь;
- 2 – зенитный световой фонарь;
- 3 – подвесной кран;
- 4 – мостовой кран.

## Лекция 2.

### Объемно планировочные решения производственных зданий.

Несмотря на разнообразие протекающих в промзданиях технологических процессов, при их проектировании в большинстве случаев применяются унифицированные объемно – планировочные и конструктивные решения, основанные на Единой Модульной Системе.

Для удобства унификации объем промздания расчленяются на отдельные части или элементы.

Объемно – планировочный элемент (ОПЭ) – это часть объема здания с размерами, равными высоте этажа, пролету и шагу здания ( $H_0, L_0, B_0$ ).

Температурный блок – это часть здания, состоящая из нескольких ОПЭ и расположенная между температурными швами, между температурным швом и торцом здания, или между торцами здания (в зависимости от его размеров).

Система унификации и типизации охватывает не только отдельные фрагменты здания, но и здание в целом. Кроме ОПЭ (или унифицированного ОПЭ – УОПЭ) существуют унифицированный типовой пролет (УТП) и унифицированный типовой блок, или секция (УТБ или УТС).

Основные линейные размеры УОПЭ принимаются в зависимости от этажности здания и наличия в нем подъемно – транспортного оборудования для трех основных случаев:

- § Для одноэтажных зданий без кранов и с подвесными кранами грузоподъемностью до 5 тонн;
- § Для одноэтажных крановых зданий;
- § Для многоэтажных промзданий.

Для первого случая высота колонн  $H_0$  обычно принимается от 3 до 18м; пролет основных несущих конструкций  $L_0$  от 6 до 30м; шаг  $B_0$  от 6 до 18 метров. Наиболее часто используется  $L_0=18$  и 24м и  $B_0=6$ м.

Для второго случая принимается  $H_0$  от 6 до 18м;  $L_0$  от 12 до 36м и  $B_0$  также от 6 до 18 метров. Наиболее часто используются пролеты 18 и 24м и шаги 6 и 12м.

Для третьего случая высота этажа  $H_0$  принимается от 3,6 до 7,2м; пролет  $L_0$  – от 6 до 12м и шаг  $B_0=6$ м. Наиболее часто распространены сетки колонн 6х6 и 9х6м и высота этажа 4,8 и 6,0м.

Объемно – планировочные решения промзданий должны быть, возможно более простыми, что эффективно достигается применением унифицированных объемно – планировочных и конструктивных решений.

Значительное влияние на объемно – планировочные и конструктивные решения промышленных зданий оказывают природно-климатические характеристики района строительства и требования пожарной безопасности.

В подавляющем большинстве случаев решения одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий выполняются в каркасной системе.

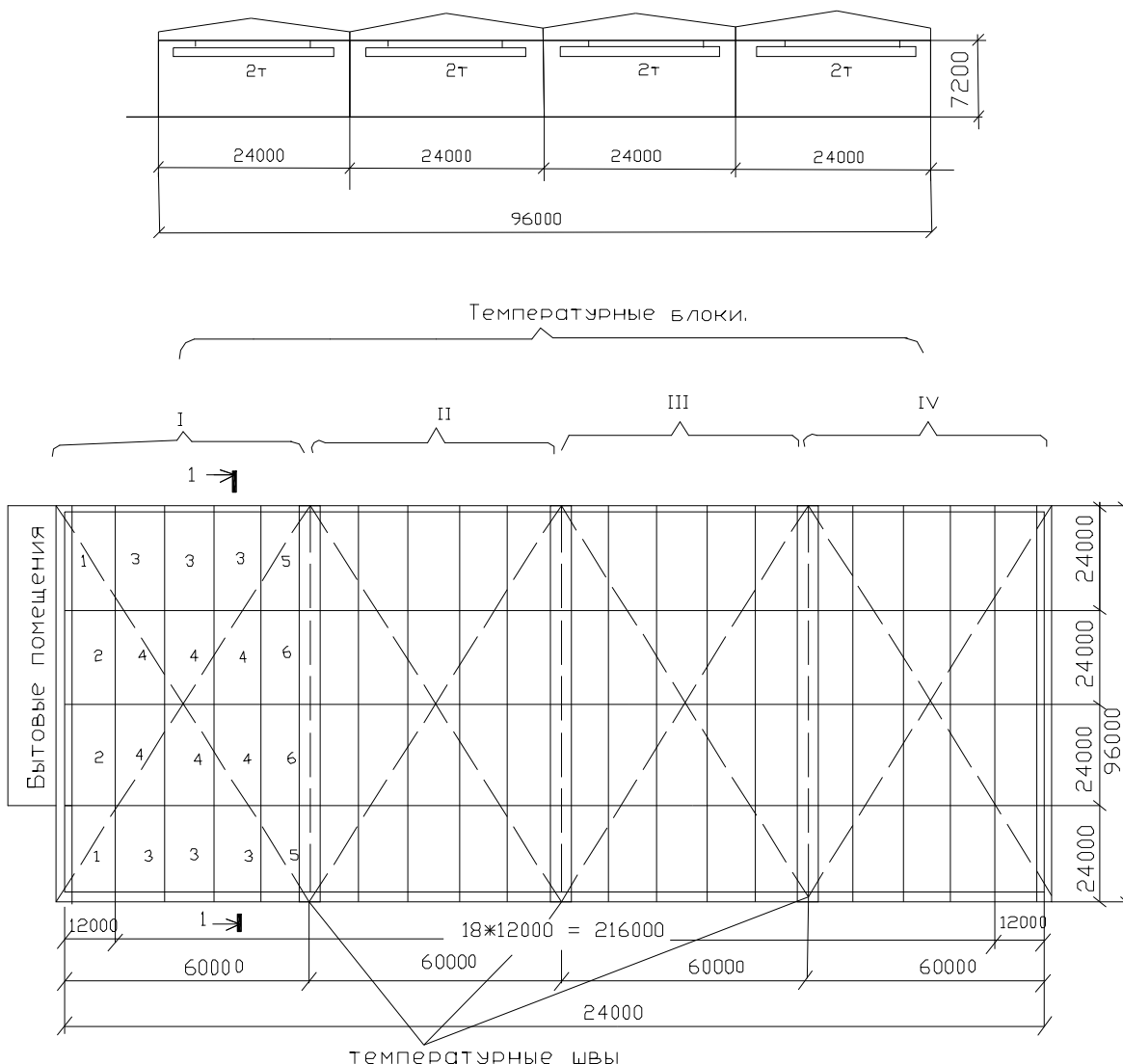
Выбор этажности производственного здания является одной из главных задач, возникающих в процессе проектирования. При выборе этажности основным критерием следует считать экономические показатели, полученные на основе сравнения вариантов возможных решений, если какие либо из технологических требований заведомо не определяют необходимостью этажность.

Унификация промзданий предусматривает определенную систему привязки конструктивных элементов к модульным разбивочным осям. Эта система позволяет получить идентичные решения различных конструктивных узлов и возможность взаимозаменяемости конструкций.

Система привязок позволяет в наибольшей степени применять унифицированные конструкции без использования разнообразных доборных элементов.

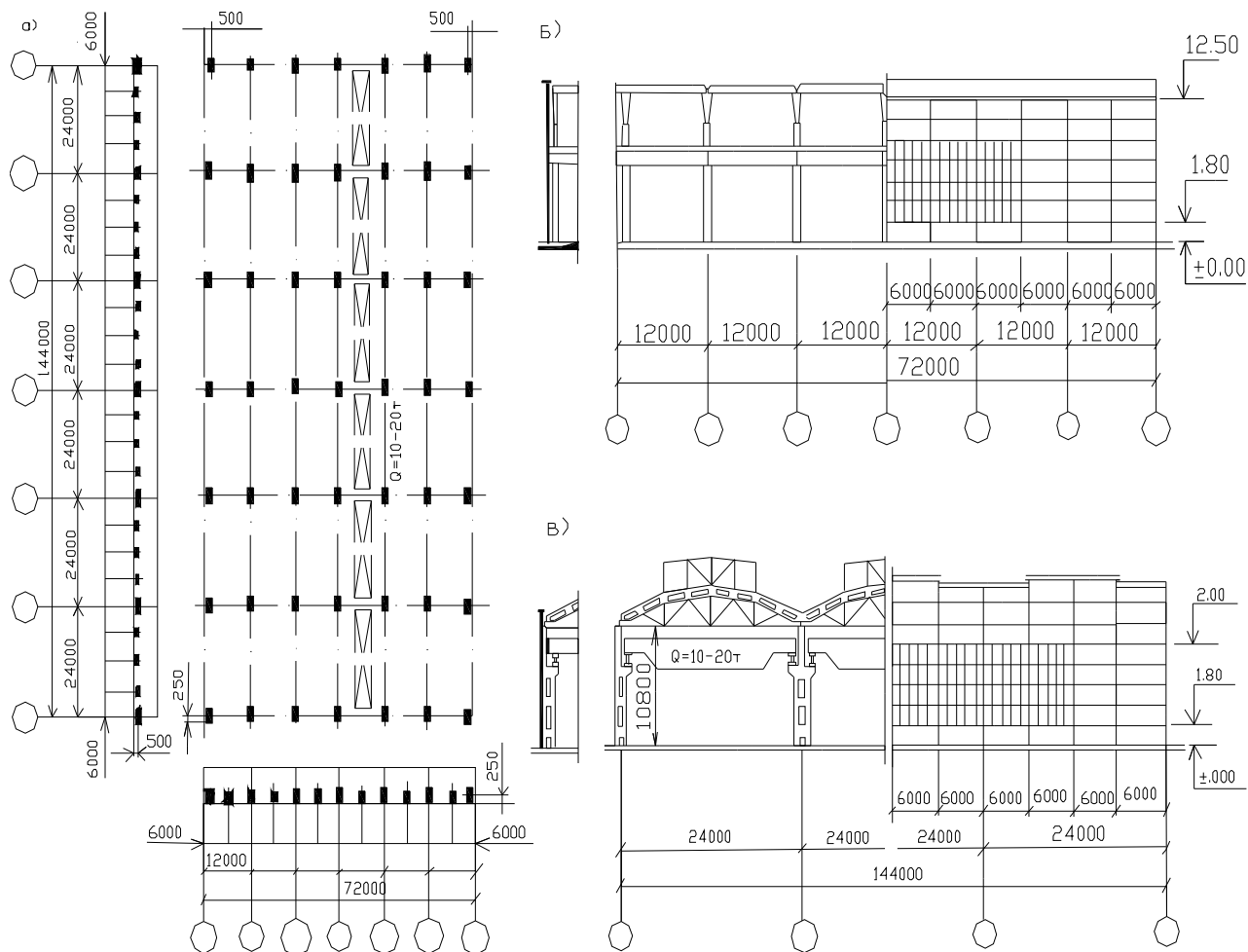


**Рисунок 1.** Членение габаритной схемы производственного здания на температурные блоки и объемно – планировочные элементы.



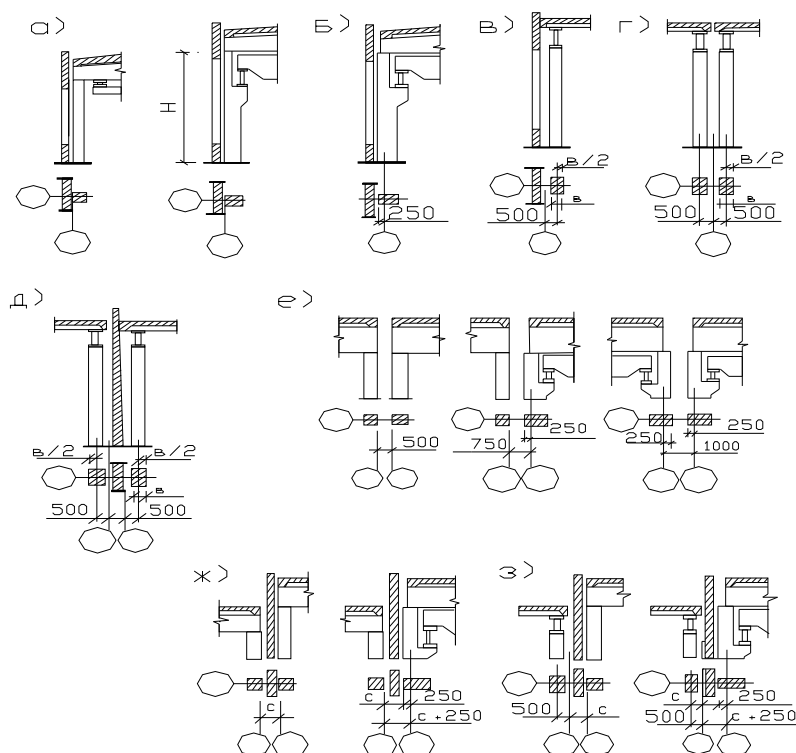
- 1 – угловые ОПЭ (УОПЭ);
- 2 – торцевые ОПЭ (УОПЭ);
- 3 – боковые ОПЭ (УОПЭ);
- 4 – средние (рядовые) ОПЭ (УОПЭ);
- 5 – боковые ОПЭ (УОПЭ) у температурного шва;
- 6 – средние (рядовые) ОПЭ (УОПЭ) у температурного шва.

**Рисунок 2.** Пример объемно – планировочного и конструктивного решения унифицированной типовой секции производственного здания.



- а – план унифицированной секции;  
 б – продольный разрез унифицированной секции и пример решения главного фасада;  
 в – поперечный разрез унифицированной секции и пример решения торцевого фасада.

**Рисунок 3. Привязка конструктивных элементов одноэтажных производственных зданий к разбивочным осям.**



а – «нулевая привязка» к продольной оси для зданий без кранов и при кранах  $Q \leq 30$ т и при высоте колонн  $H_k \leq 14,4$ м;

б – «привязка 250» при кранах  $Q > 30$ т; при высоте колонн  $H_k \geq 15,6$ м; при шаге колонн  $B=12$ м и высоте колонн  $H_k \geq 8,4$ м;

в – привязка к торцевой поперечной оси;

г – привязка колонн среднего ряда к поперечной оси у температурного шва;

д – привязка колонн среднего ряда к поперечным разбивочным осям у температурного шва со вставкой;

е – привязка колонн и размеры вставок у продольных температурных швов;

ж,з – привязки колонн и размеры вставок в местах сопряжения разновысоких параллельных и перпендикулярных пролетов.

## Лекция 3.

### Конструктивные решения одноэтажных производственных зданий с железобетонным каркасом.

В подавляющем большинстве случаев конструкции одноэтажных и многоэтажных производственных зданий решаются в каркасной конструктивной системе.

Несущим остовом одноэтажных каркасных производственных зданий являются поперечные рамы и связывающие их продольные элементы.

Поперечные рамы каркаса состоят из стоек, жестко заделанных в фундаменты и ригелей (ферм или балок), опертых на эти стойки.

Продольные элементы остова включают в себя фундаментные, обвязочные и подкрановые балки, несущие конструкции ограждающей части покрытия и связи.

Конструкции одноэтажных производственных зданий должны соответствовать своему функциональному назначению; иметь достаточные характеристики прочности и долговечности; быть технологичными в изготовлении, монтаже и эксплуатации; быть легкими и экономичными и иметь высокие эстетические качества.

Требования, предъявляемые к конструкциям производственных зданий, часто противоречат друг другу и для их удовлетворения часто прибегают к оптимизации этих требований или к предпочтительному выбору отдельных решений в зависимости от главенствующих в каждом конкретном случае критериев.

Железобетонные конструкции производственных зданий имеют следующие преимущества: высокую огнестойкость и влагостойкость, малый расход металла, наличие развитой базы стройиндустрии, возможность применения местных материалов для заполнителей бетона, возможность получения разнообразных пластических форм, возможность снижения массы конструкций в результате применения легких заполнителей.

К отрицательным сторонам железобетонных конструкций относятся: малая ремонтпригодность, большая масса, малая стойкость к щелочам и кислотам, сложность устройства стыков при использовании сборных элементов.

В массовом промышленном строительстве до последнего времени наиболее широко использовались сборные железобетонные конструкции. В настоящее время значительно увеличилась также применение стальных конструкций и

монолитного железобетона. Это объясняется как общим уменьшением объема промышленного строительства, так и повышением в нем доли относительно небольших зданий. При этом предпочтение отдается быстромонтируемым и сборно-разборным зданиям из металлических конструкций или монолитным железобетонным промышленным зданиям нетиповых архитектурных и конструктивных решений.

Железобетонные колонны каркаса – это вертикальные элементы, служащие для опирания на них несущих конструкций покрытия, восприятия крановых и технологических нагрузок и нагрузки от стен.

Шаг крайних колонн здания принимается 6 или 12 м, шаг средних колонн – 6, 12 или 18 м.

Шаг колонн увязан с шагом стропильных конструкций покрытия. Если шаг крайних колонн равен 6 м, а шаг средних – 12 м, то используются подстропильные конструкции. Высота железобетонных колонн и их градация по высоте кратна укрупненному модулю 600 мм.

Колонны классифицируются: по назначению, по размещению в здании, по воспринимаемой нагрузке и по конструкции. Высотой колонны считается отметка низа несущей конструкции.

По назначению различают несущие колонны каркаса и фахверковые колонны; по размещению колонны делятся на крайние, средние и торцевые; по нагрузке – на крановые и бескрановые и по конструкции – на сплошные (одноветвевые) и сквозные (двухветвевые).

Для зданий без мостовых кранов колонны по всей высоте имеют одинаковые размеры их квадратного или прямоугольного сечений. Высоты этих колонн равны 7,2–14,4 м; размеры сечения измеряются от 400х400 до 400х800 мм.

Для зданий с мостовыми кранами колонны имеют прямоугольное или двухветвевое сечение. Такие колонны имеют две основные части – развитую по сечению подкрановую часть и более тонкую надкрановую. Высота таких колонн варьируется в пределах от 8,4 до 18,0 м при сечениях подкрановой (сплошной или сквозной) части от 400х600 мм до 600х1900 мм. Сечение надкрановой ветви принимается от 400х380 мм до 600х600 мм.

Соединение железобетонных колонн с фундаментами осуществляется в виде жесткого сопряжения. Колонны устанавливаются в специальные стаканы (гнезда) и зазоры замоноличиваются бетоном.

Фундаменты могут выполняться монолитными и сборными. Сборные фундаменты выполняют из подколонника и одной или нескольких плит. Фундаменты имеют квадратное или прямоугольное очертание в плане. Глубина заложения фундаментов зависит от технологических требований, механических свойств грунта, глубины его промерзания и нагрузок на основание.

Отметка верхнего обреза фундамента, независимо от вышеперечисленных условий, должна быть на 150мм ниже отметки чистого пола производственного здания.

Фундаментные балки служат для опоры на них самонесущих стеновых конструкций. Эти балки передают нагрузки от стен на фундаменты и устанавливаются на специальные опорные столбики на обрезах фундамента. Сечения фундаментных балок зависит прежде всего от шага колонн, которому соответствует и шаг фундаментов. Для шага 6м их высота равна 300 – 450мм, а для шага 12м 400 – 600мм. Сечения сборных фундаментных балок может быть тавровым и трапециевидным.

Верхняя грань фундаментной балки располагается на 30 – 50мм ниже отметки чистого пола здания. Для избежания промерзания окружающего грунта и самой балки, вокруг нее устраивается шлаковая засыпка.

Подкрановые балки служат опорой для крановых рельсов, по которым на катках передвигаются мостовые краны. Эти балки опираются на консоли колонн и дополнительно обеспечивают продольную жесткость каркаса здания. Железобетонные подкрановые балки бывают как разрезными, так и неразрезными, таврового и двутаврового сечения.

Несущие конструкции покрытия производственных зданий подразделяются на стропильные конструкции и несущие элементы ограждающей части покрытия.

Стропильные и подстропильные конструкции в основном представлены балками и фермами. Несущие конструкции ограждающей части покрытия – это крупноразмерные плиты или прогоны или прогоном решении.

Железобетонные балки применяются для устройства покрытий в промзданиях в основном при пролетах 12 и 18м и значительно реже – для пролетов 6 или 24м. Балки могут быть двускатными или с параллельными поясами. Для облегчения балок в их стенках часто устраивают отверстия (т.н. «перфорированные балки»). Сечения

железобетонных балок в основном прямоугольные или двутавровые.

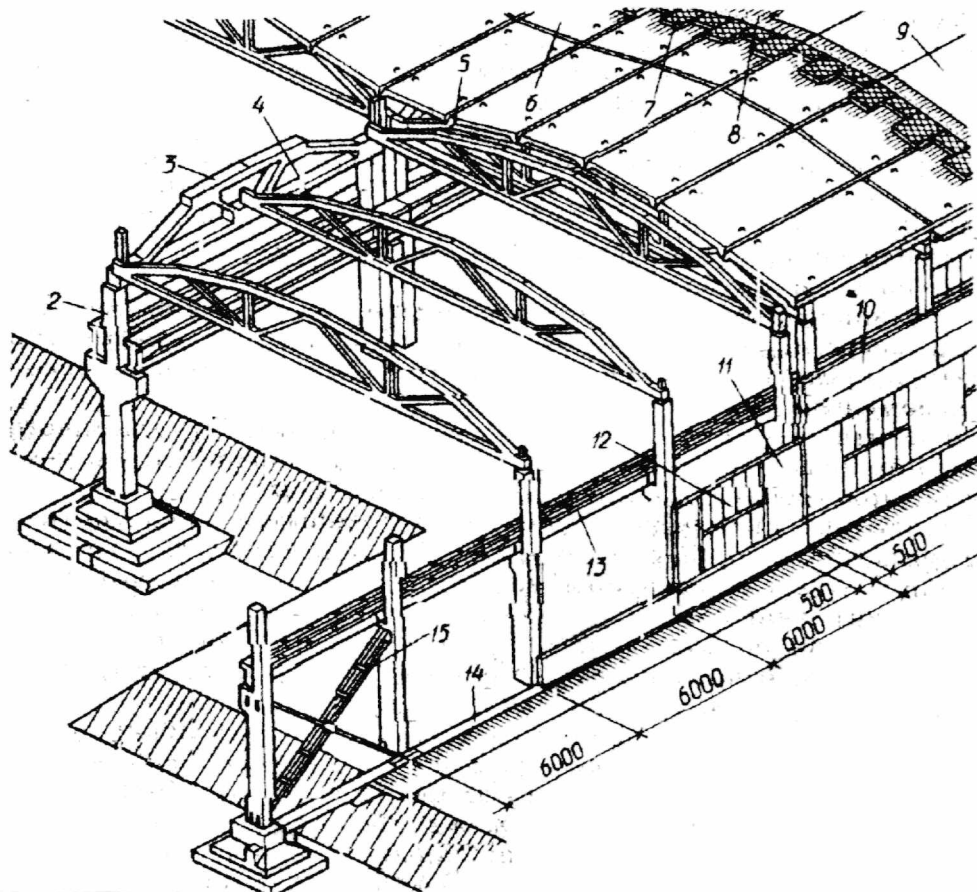
Железобетонные стропильные фермы обычно применяются для пролетов 18 и 24м при шаге колонн 6 и 12м. Фермы легче балок, но более трудоемки в изготовлении и имеют значительно большую конструктивную высоту. В современной практике промышленного строительства в основном применяются фермы сегментные (раскосные и безраскосные), фермы с параллельными поясами и полигональные фермы.

Фермы могут быть выполнены цельными или составленными, которые монтируются либо из двух полуферм, либо из ряда отдельных линейных элементов поясов и решетки.

Сегментные фермы могут выполняться с дополнительными стальными стойками над верхним поясом, что позволяет устраивать т.н. «малоуклонную кровлю».

В тех случаях, когда шаг колонн каркаса превышает шаг стропильных конструкций покрытия – балок или ферм, их опирают на подстропильные балки или фермы. Подстропильные конструкции применяют в тех зданиях, технологический процесс в которых требует широкого шага внутренних опор. Подстропильные конструкции опираются на средние ряды колонн каркаса и располагаются вдоль здания. В поперечном направлении на них опираются стропильные конструкции. Для уменьшения строительной высоты здания это опирание осуществляется на нижний пояс подстропильных конструкций.

Рисунок 1. Железобетонный каркас производственного здания.



- 1 – сборный фундамент;
- 2 – колонна среднего ряда;
- 3 – подстропильная ферма;
- 4 – стропильная ферма;
- 5 – температурный шов;
- 6 – сборная железобетонная плита покрытия;
- 7 – утеплитель по пароизоляции;
- 8 – цементно – песчаная стяжка;
- 9 – кровельный ковер (рубероид на мастике);
- 10 – рядовая стеновая панель;
- 11 – простеночная панель;
- 12 – окно;
- 13 – железобетонная подкрановая балка;
- 14 – фундаментная балка;
- 15 – крестовые металлические связи.

Рисунок 2. Конструкция железобетонных фундаментов под колонны.



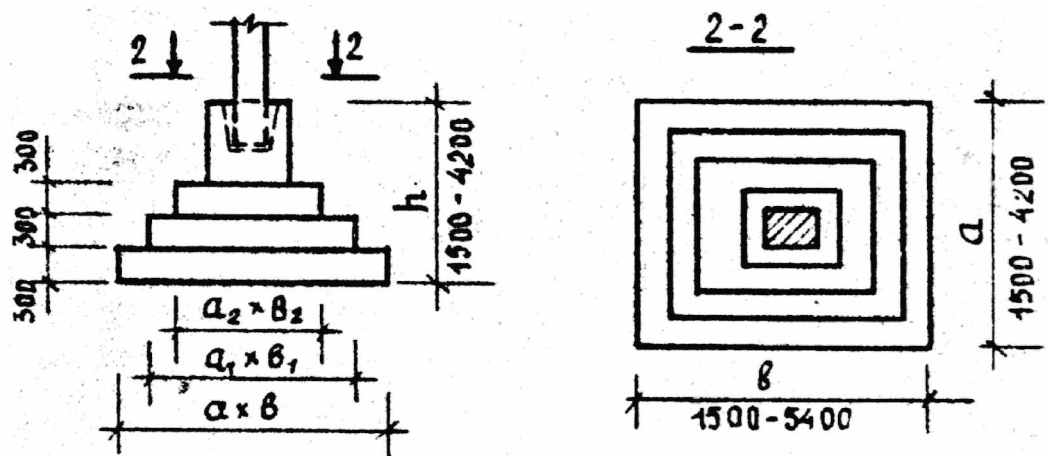
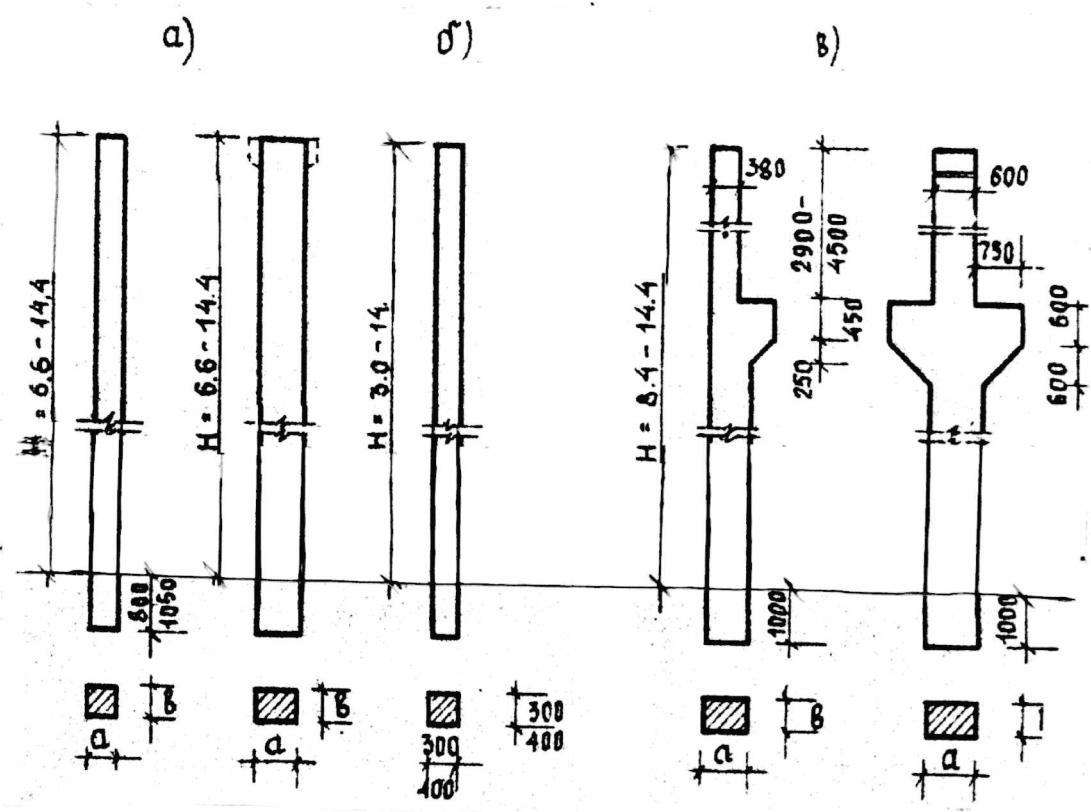
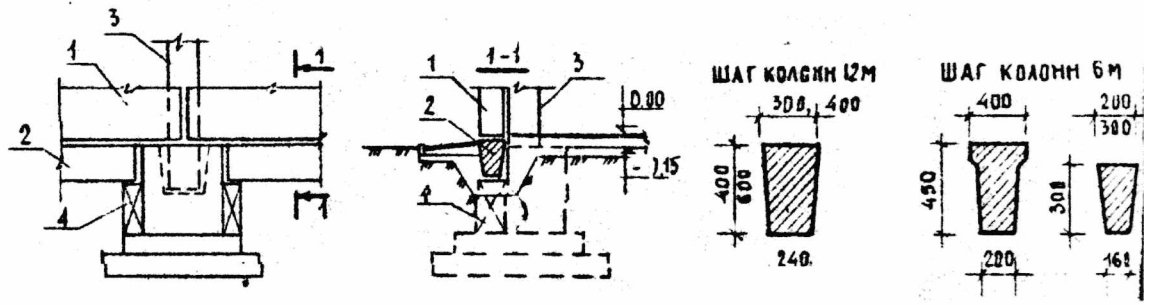


Рисунок 3. Сборные железобетонные колонны каркаса.



- а – железобетонные колонны для бескрановых зданий и зданий с подвесными кранами;
- б – железобетонные колонны фахверка;
- в – железобетонные колонны для зданий с мостовыми кранами средней грузоподъемности.

Рисунок 4. Железобетонные фундаментные балки.



- 1 – стеновая панель;
- 2 – фундаментная балка;
- 3 – железобетонная колонна;
- 4 – бетонный опорный столбик.

Рисунок 5. Железобетонные подкрановые балки.

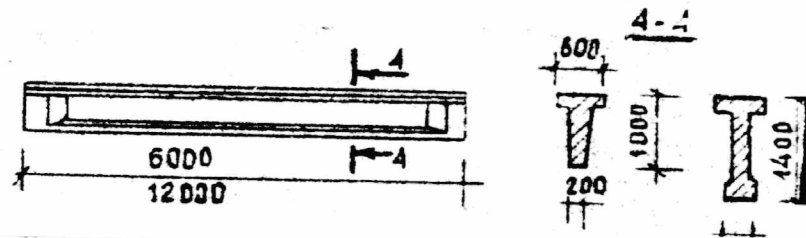
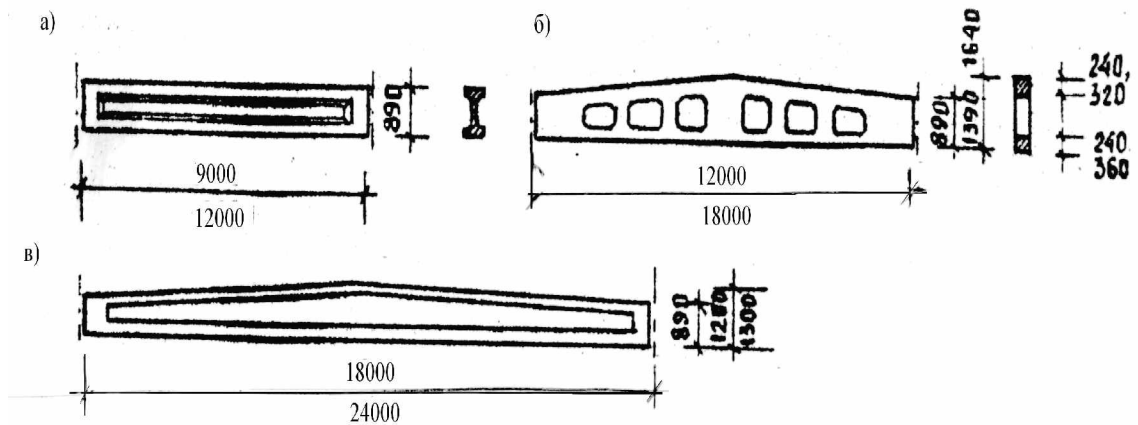
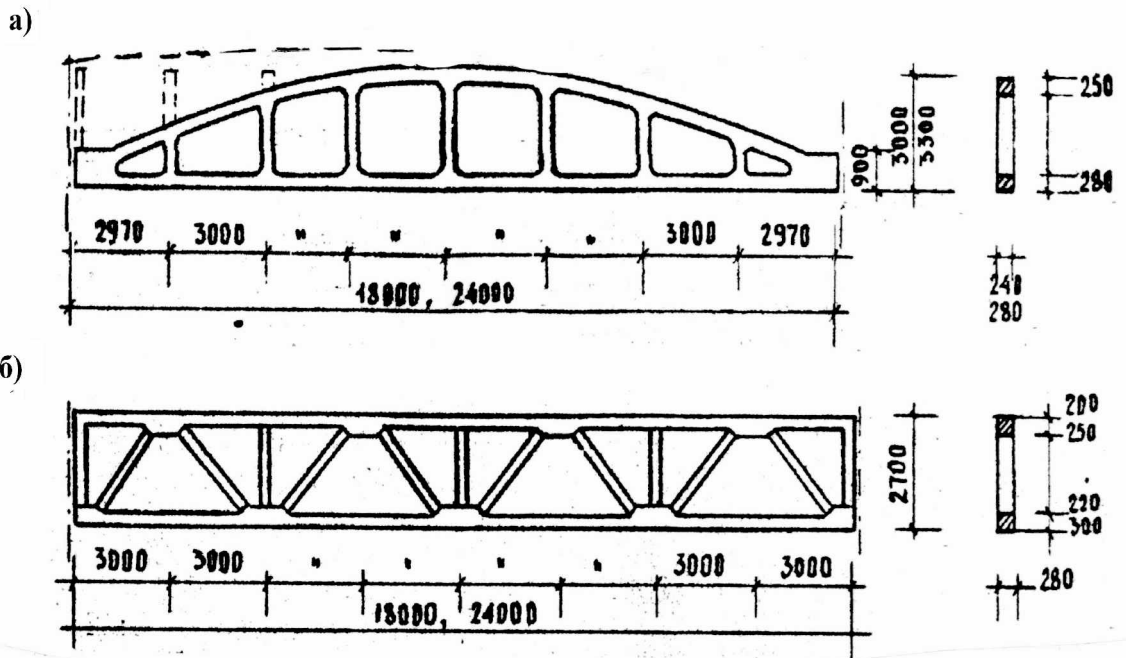


Рисунок 6. Железобетонные стропильные балки.



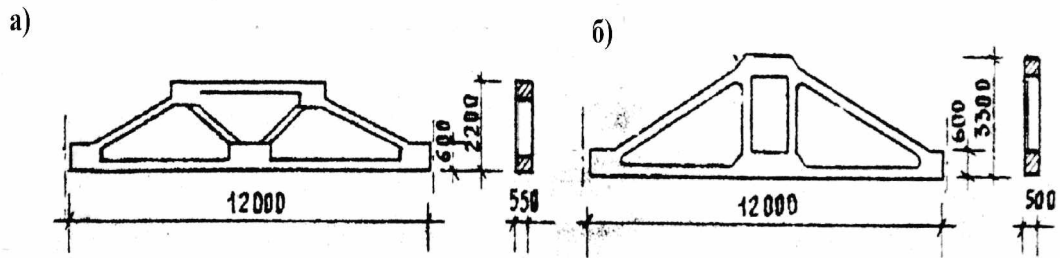
- а – балка с параллельными поясами двутаврового сечения;
- б – полигональная балка с перфорированной стенкой;
- в – полигональная балка двутаврового сечения.

Рисунок 7. Стропильные железобетонные фермы.



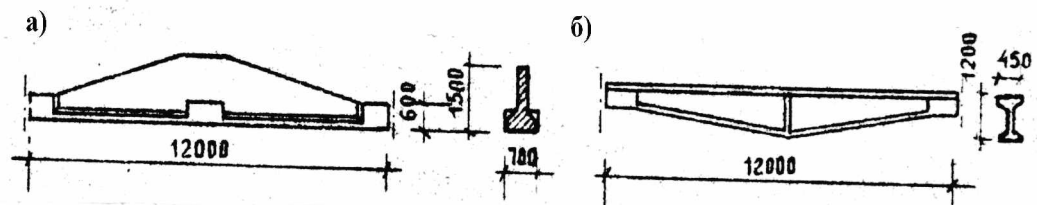
- а – сегментная безраскосная ферма;  
 б – ферма с параллельными поясами.

Рисунок 8. Подстропильные железобетонные фермы.



- а – подстропильная ферма для скатной кровли;  
 б – подстропильная ферма для плоской кровли.

Рисунок 9. Подстропильные железобетонные балки.



- а – с опиранием стропильных конструкций на нижний пояс;  
 б – с опиранием стропильных конструкций на верхний пояс.

## Лекция 4.

### Конструктивные решения одноэтажных производственных зданий с металлическим каркасом.

Металлические (стальные) конструкции производственных зданий имеют следующие преимущества: относительно малую удельную массу (в 5-7 раз меньше, чем у железобетона); высокие темпы монтажа; большую долговечность в условиях высоких температур; высокую степень ремонтпригодности; высокую прочность и т.д.

Однако у металлических конструкций имеется также ряд существенных недостатков: они весьма дороги, нестойки к агрессивным воздействиям и влажности, имеют малую огнестойкость.

Таким образом, металлические конструкции целесообразно применять при значительных нагрузках на конструкции, при больших пролетах и высотах зданий, при необходимой скорости их возведения, при возможной необходимости демонтажа или модернизации отдельных конструкций или зданий в целом и т.д.

Стальной каркас производственных зданий выполняется с аналогичной железобетонному каркасу конструктивной системой.

Фундаменты и фундаментальные балки в зданиях с металлическим каркасом выполняются из железобетона.

Металлические колонны каркаса промзданий подразделяются на сплошные (одноветвевые) для зданий без кранов или для зданий со средними мостовыми кранами и на решетчатые (двухветвевые) для зданий со средними и тяжелыми мостовыми кранами.

Соединения элементов колонн выполняют сварными, реже болтовыми или клепаными. Сплошные колонны чаще всего выполняют из прокатных профилей. Сквозные колонны состоят из отдельных ветвей, соединенных решеткой. Сплошные колонны менее трудоемки по сравнению со сквозными, но требуют большего расхода стали.

Нагрузка от колонн на фундаменты передается через опорные части колонн (опорные листы и траверсы), которые соединяются с бетоном фундаментов анкерными болтами.

Стальные подкрановые балки бывают разрезными и неразрезными, сплошными или решетчатыми.

Решетчатые подкрановые балки экономичны при больших пролетах, но при кранах средней грузоподъемности при их легком

и среднем режиме работы. При большой грузоподъемности кранов используются сплошные подкрановые балки, как правило составного сечения.

Крепление рельсов к верхним поясам подкрановых балок осуществляется посредством крюков или планок, снабженных прижимными болтами.

Для восприятия горизонтальных усилий от торможения крановой тележки при ее движении вдоль мостового крана и для обеспечения общей устойчивости подкрановых балок устраиваются т.н. «тормозные фермы», которые представляют собой горизонтальные решетчатые конструкции, прикрепляемые к верхним поясам подкрановых балок. Нижний пояс подкрановых балок крепят к колоннам анкерными болтами.

Стальные несущие конструкции покрытия в основном выполняются в виде балок, ферм или рам. Стальные балки покрытия применяются для пролетов 6 и 12м в виде двутавровых прокатных или составных конструкций.

В практике промстроительства наиболее широко используются металлические фермы с параллельными поясами (малоуклонные фермы) и треугольные фермы. Элементы ферм: верхний и нижний пояса, стойки и раскосы выполняются из прокатных уголков в виде стержней парного профиля.

Облегчить фермы можно использованием более эффективных сталей и новых типов металлических профилей, таких, как холодноотянутые тонкостенные гнутые, замкнутые или трубчатые.

Фермы применяются для пролетов 18, 24, 30 и 36м. Особенно металлические фермы эффективны на пролетах 30 и 36м.

Стальные фермы шарнирно опирают на колонны каркаса. При шаге крайних колонн 6м, а средних – 12 или 18м, возникает необходимость применения подстропильных ферм, на которые стропильные конструкции также имеют шарнирное опирание.

Стальные рамы применяются для перекрытия больших пролетов. Они имеют меньшую массу и большую жесткость, чем несущие конструкции покрытий из балок или ферм. Рамы могут быть однопролетными или многопролетными, с горизонтальным или ломаным верхним поясом, со сплошными или решетчатыми ригелями и стойками. Узлы сопряжения ригеля со стойками выполняются жесткими, а стоек с фундаментами – шарнирными.

Система связей каркаса производственных зданий призвана обеспечить их необходимостью пространственную жесткость. Они работают совместно с основными элементами каркаса и позволяют

обеспечить как жесткость здания в целом, так и жесткость, и устойчивость отделочных его элементов.

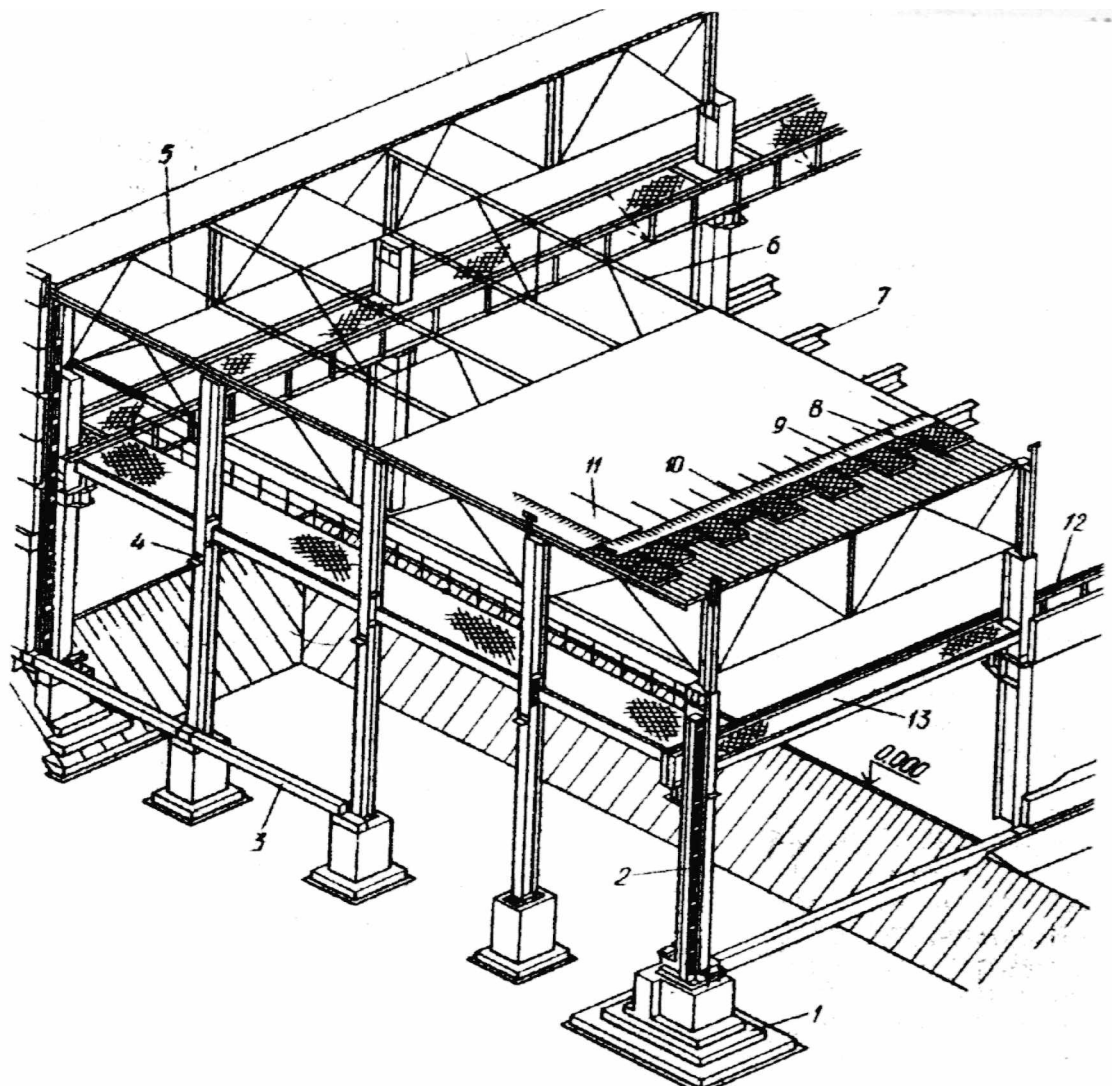
Связи бывают вертикальные и горизонтальные, выполняются из прокатных стальных профилей, и по своей геометрии подразделяются на линейные, треугольные, крестовые и порталные.

Связи придают устойчивость поясам стропильных поперечных конструкций, помогают воспринять ветровую нагрузку и тормозные усилия от мостовых кранов. В состав системы связей промзданий входят вертикальные и горизонтальные связи: по колоннам, стропильным конструкциям покрытий, по фонарям и т.д.

Вертикальные связи по колоннам располагаются в средних шагах продольных рядов колонн температурного блока здания. Горизонтальные связи устраивают по нижним поясам стропильных конструкций покрытия для железобетонных элементов и по верхним и нижним поясам при металлических стропильных элементах.

Связи по фонарям устраивают в целях объединения фонарных рам в жесткий пространственный блок. Они подразделяются на вертикальные и горизонтальные и располагаются соответственно в плоскости бокового фонарного остекления и в плоскости ограждающей части покрытия фонаря.

Рисунок 1. Стальной каркас производственного здания со стропильными и подстропильными фермами.



- 1 – фундамент;
- 2 – стальная колонна;
- 3 – фундаментная балка;
- 4 – стойка фахверка;
- 5 – подстропильная ферма;
- 6 – стропильная ферма;
- 7 – металлические прогоны;
- 8 – металлический профилированный лист;
- 9 – утеплитель по пароизоляции;
- 10 – цементно-песчаная стяжка;
- 11 – кровельный рубероидный ковер;
- 12 – стальная подкрановая балка;
- 13 – ходовой мостик.

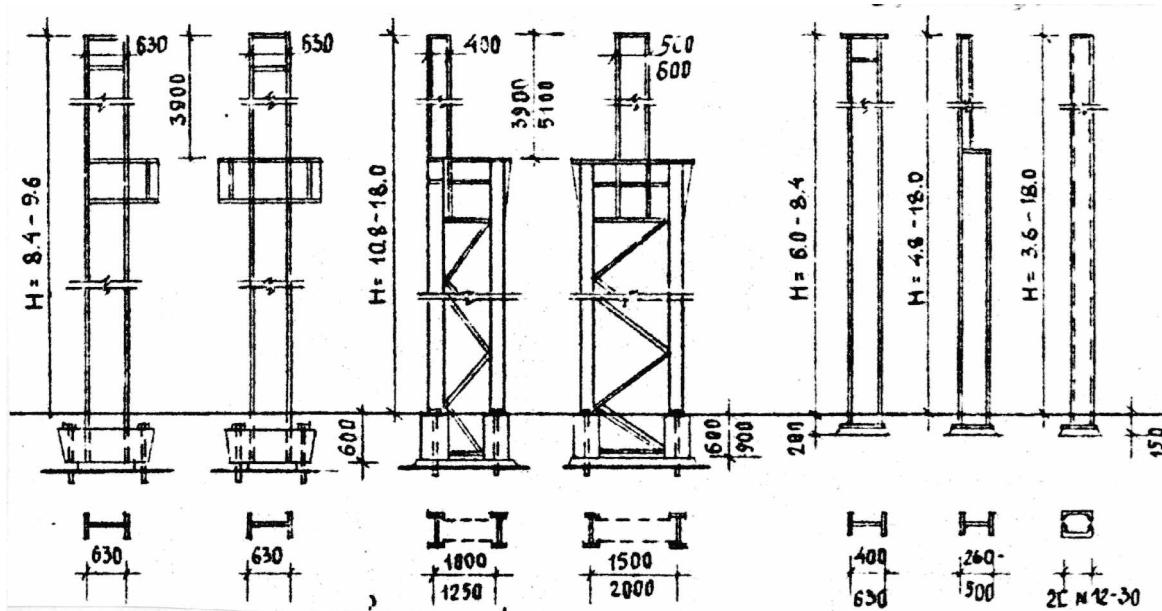
Рисунок 2. Металлические колонны производственных зданий.

а)

б)

в)

г)



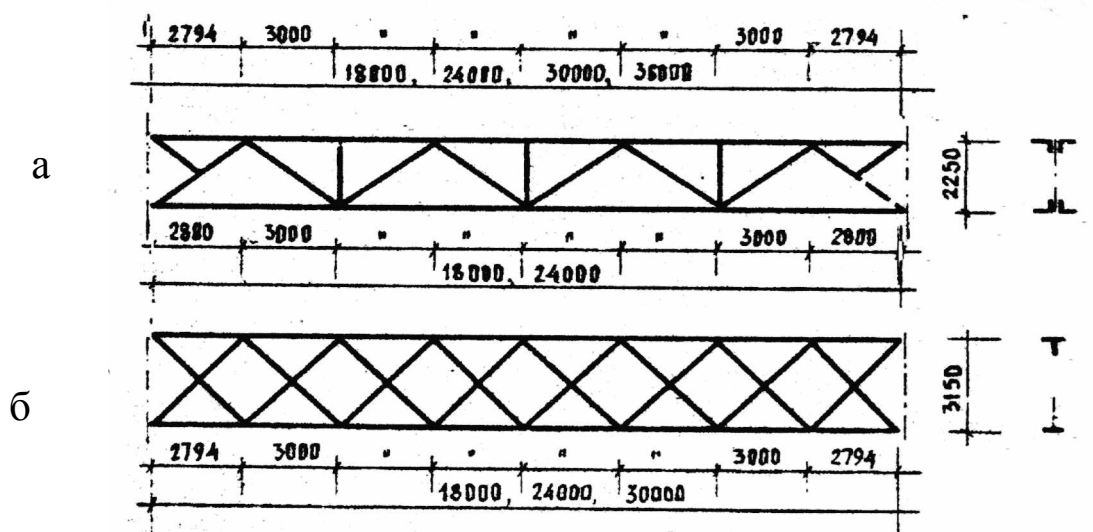
а – колонны постоянного сечения при мостовых кранах  $Q \leq 20\text{т}$ ;

б – двухветвевые колонны при мостовых кранах  $Q \leq 50\text{т}$ ;

в – колонны для бескрановых зданий и зданий с подвесными кранами;

г – стальные фахверковые колонны.

Рисунок 3. Металлические стропильные фермы.



а – ферма с параллельными поясами из прокатных уголков или широкополочных тавров;

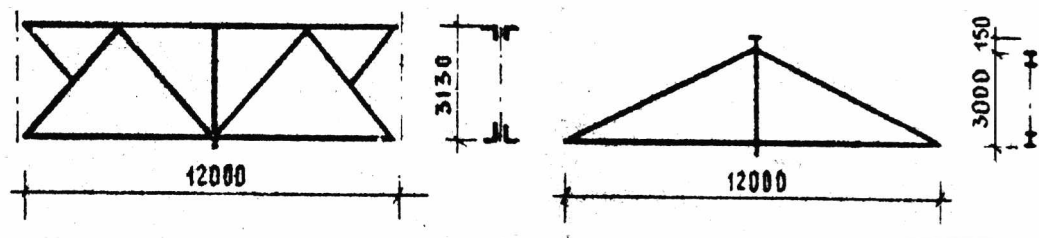
б – ферма с перекрестной решеткой из прокатных уголков или широкополочных тавров.

Рисунок 4. Металлические подстропильные фермы.

а

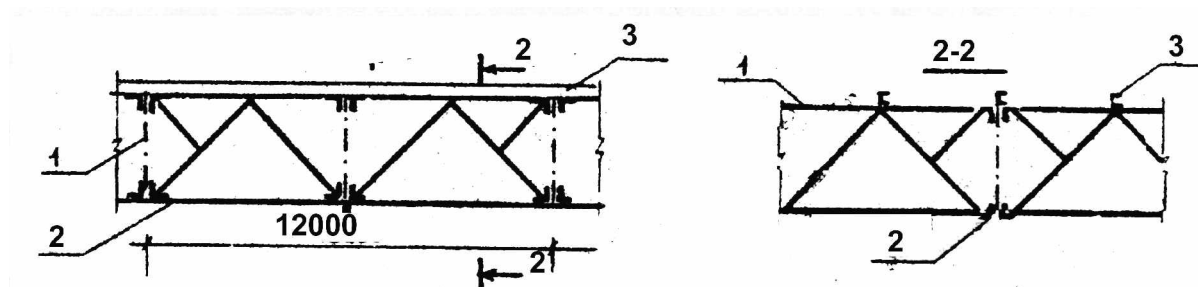
б





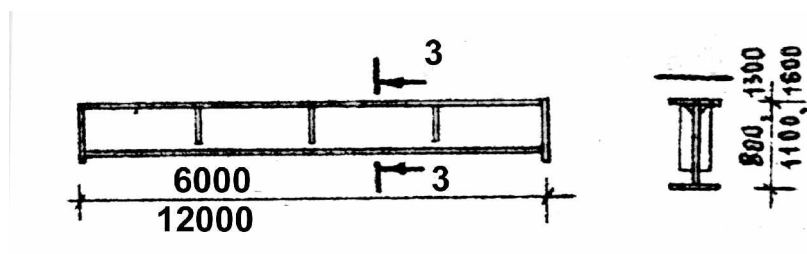
- а – с параллельными поясами;
- б – треугольная ферма.

Рисунок 5. Пример опирания металлических стропильных ферм на подстропильные.



- 1 – стропильная конструкция;
- 2 – подстропильная конструкция;
- 3 – стальной прогон.

Рисунок 6. Конструкция металлической подкрановой балки.



## Лекция 5.

### Подъемно-транспортное оборудование в промзданиях.

Производственный транспорт в промзданиях служит для перемещения сырья, полуфабрикатов, оборудования и готовой продукции.

По видам производственный транспорт подразделяется на рельсовый, безрельсовый, механический, гидравлический и пневматический. Первые два вида включают в себя большую часть всех возможных транспортных устройств в промзданиях; последние три вида относятся к специальным видам производственного транспорта.

По способу действия производственный транспорт делится на транспорт циклического и непрерывного действия.

По направлению действия производственный транспорт подразделяется на горизонтальный, вертикальный и наклонный.

По размещению в промышленном здании производственный транспорт подразделяется на напольный и надпольный.

В современных производственных зданиях в основном применяются напольный безрельсовый и рельсовый транспорт (кары и ж/д транспорт) и напольный рельсовый транспорт в виде подвесных кран-балок и мостовых кранов.

В пределах курса «Архитектура промышленных зданий» наибольшее внимание должно быть уделено рассмотрению транспортного оборудования, влияющего на объемно-планировочные и конструктивные решения промзданий. В основном – это тали, подвесные краны и мостовые краны.

Таль представляет собой подъемное устройство, которое при помощи тележки с механизмами передвижения и подъема перемещает груз по двум направлениям: вертикально и вдоль направляющей, на которой подвешивается таль. Направляющая (монорельс) обычно выполняется из прокатного двутавра. Тали выполняются с ручным или электрическим приводом перемещения и называются соответственно «кошками» и «тельферами». Грузоподъемность талей составляет от 1 до 10 тонн (но чаще не более 2 тонн).

Подвесные краны (кран-балки) состоят из основной (несущей) двутавровой стальной балки, снабженной катками, которые движутся по нижнему поясу направляющих балок (монорельсов), которые подвешиваются к несущим конструкциям покрытия. По

нижней полке основной балки движется электроталь (тельфер). Кран-балка перемещают груз по трем направлениям: вертикально, вдоль и поперек пролета. Грузоподъемность подвесных кранов не превышает 10 тонн (обычно 2, 3 и 5 тонн). При использовании кран-балок может обслуживаться практически вся площадь производственного здания, когда как при применении талей – лишь относительно узкая полоса производственной площади под монорельсом.

Мостовые краны являются наиболее сложными и мощными механизмами из всех типов подъемно-транспортного оборудования. Они представляют собой мост из металлических балок или ферм, поставленный на катки и тележки с механизмами подъема и передвижения. Тележка, представляющая собой стальную раму с колесами, ставится на уложенные по верхним поясам мостовых балок или ферм рельсы. Груз перемещается в трех направлениях: лебедкой на тележке – вертикально, тележкой поперек пролета и самим краном – вдоль пролета.

Мостовые краны перемещаются вдоль пролетов производственных зданий по рельсам, уложенным на подкрановые балки, которые опираются на консоли колонн каркаса или на пилястры стен при бескаркасном решении.

В зависимости от грузоподъемности все мостовые краны подразделяются на легкие (до 5 тонн), средние (до 50 тонн) и тяжелые (до 250 тонн).

Мостовые краны в зависимости от интенсивности своей работы (т.е. продолжительность их работы в единицу времени эксплуатации цеха) подразделяются на краны весьма тяжелого, тяжелого, среднего и легкого режима работы с соответствующими с коэффициентами использования 0,8; 0,4; 0,25 и 0,15.

К специальным кранам относятся консольно-поворотные краны, устанавливаемые либо на специальных стойках или на стенах и не имеющие возможности горизонтального перемещения и консольно-катучные краны, перемещающиеся по трем подкрановым рельсам, установленным на стене или на колоннах каркаса. Грузоподъемность таких кранов составляет: для поворотных на стойке до 1 тонны, для поворотных на стенах до 5 тонн и для катучных – до 10 тонн.

Металлургические краны представляют собой особую группу мостовых кранов, снабженных специальным оборудованием, монтируемом на тележке. Различают металлургические краны следующих типов: мутьдо-магнитные, мутьдо-шаржирные

(загрузочные), для «раздевания» слитков металла (стриперные), колодцевые, литейные (с двумя лебедками на тележке), кран «с лапами» и кран-кантователь с двумя тележками.

Для обслуживания складов используют специальные подвесные краны-штабелеры, в которых крюковая подвеска заменена вертикальными жесткими подвесками постоянной длины или телескопического типа, оснащенными вильчатым захватом.

Козловые краны состоят из передвижного моста, установленного на высоких опорах. По мосту передвигаются грузоподъемные устройства различных типов (например, таль или грузовая тележка). Такие краны упрощают конструктивное решение производственного здания, но увеличивают его габариты и требуют обеспечения специальных мер безопасности. Грузоподъемность козловых кранов достигает 50 тонн.

Некоторые тельферы, козловые краны и подавляющее большинство мостовых кранов оснащены кабинами крановщиков. Другие краны, как правило, подвесные легкие могут управляться дистанционно.

#### Рисунок 1. Электростали.

а,б – подвесные неподвижные; в,г – самоходные; д,е – с кабиной крановщика; ж – зона действия электростали (план и разрез).

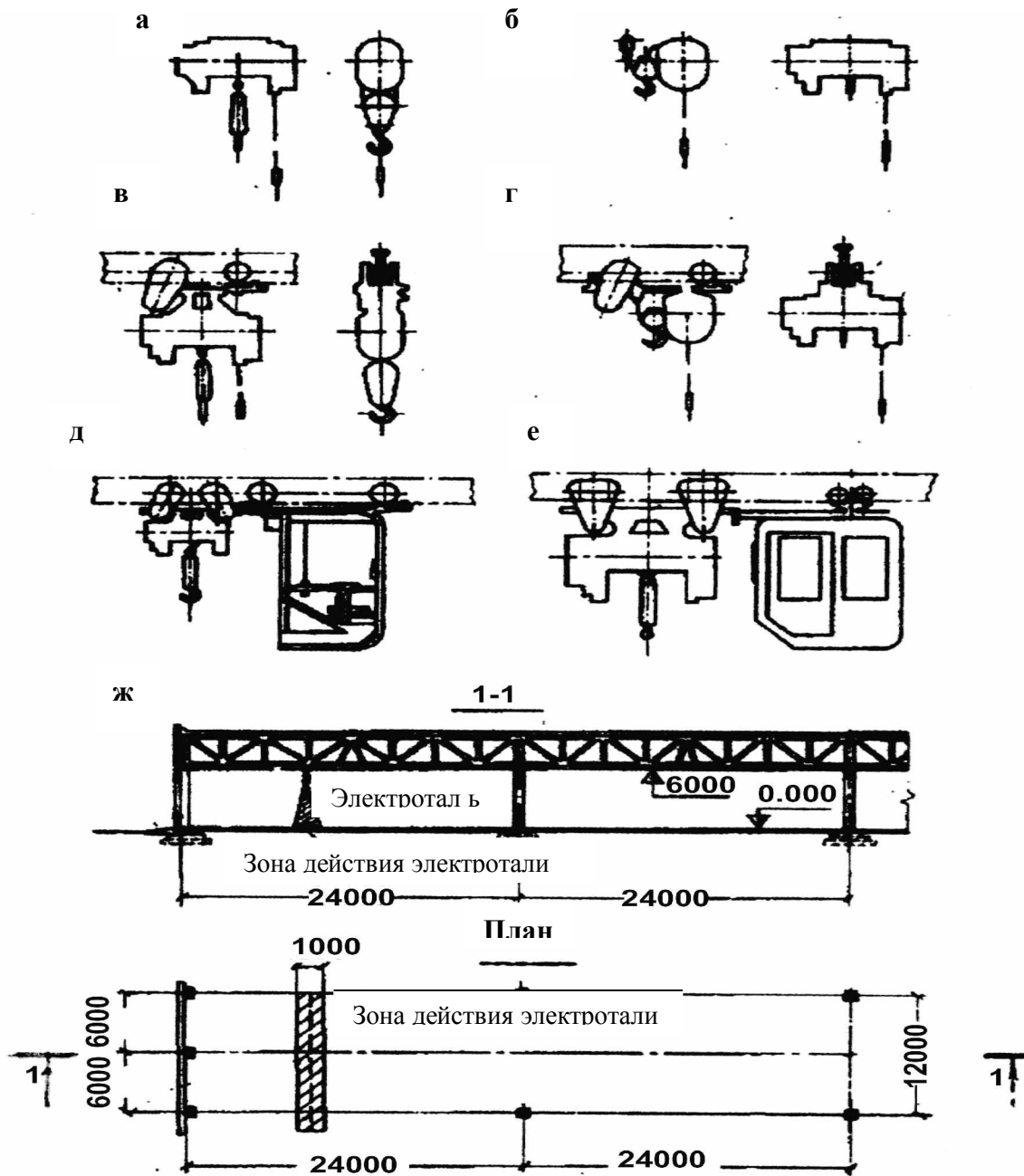


Рисунок 2. Подвесные краны.

а – изображение подвесных кранов на плане здания;

б – изображение подвесных кранов на разрезах здания.

а

б

д

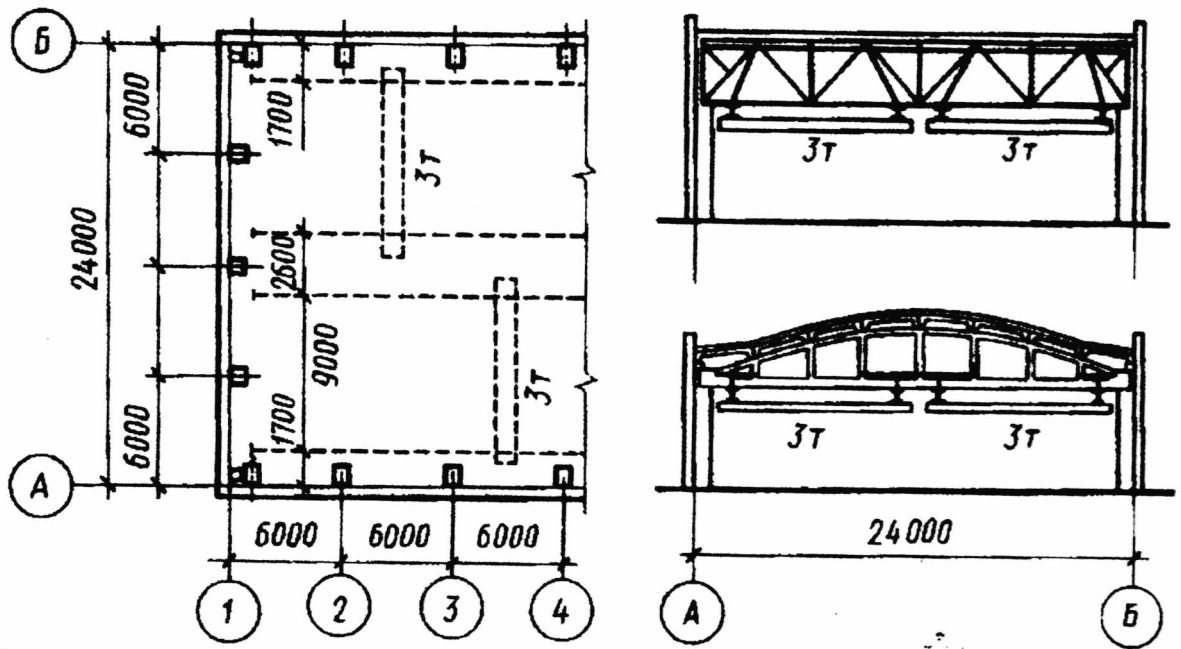


Рисунок 3. Подвесные краны.

а – схема расположения подвесных кранов в здании;

б – конструкция подвесного крана.

1 – балка крана; 2 – переходной мостик; 3 – тяговая цепь с блоком и крюком; 4 – монорельс; 5 – механизм подъема и перемещения.

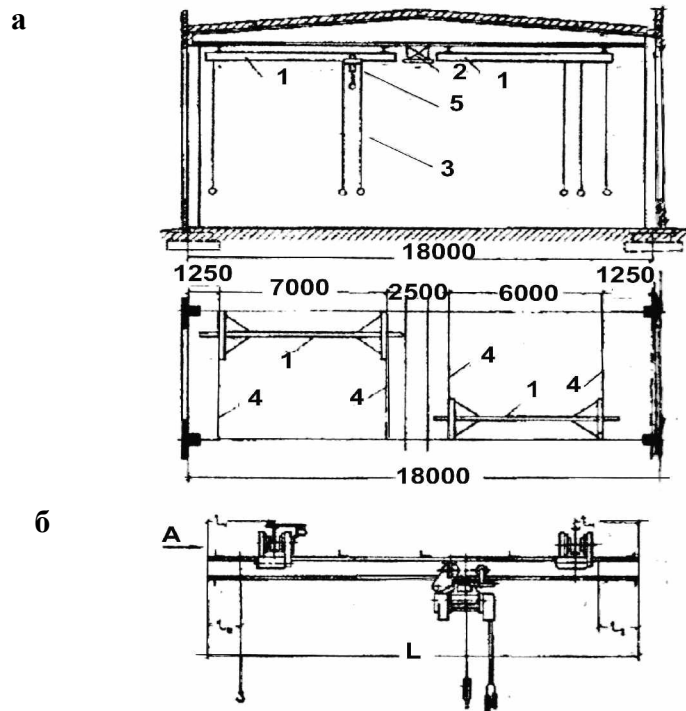


Рисунок 4. Поперечный разрез производственного здания с мостовым опорным краном.

- 1- Опорный мост;
- 2- Кабина крановщика;
- 3- Механизм передвижения по крановому пути;
- 4- Тележка с подъемным устройством;
- 5- Подкрановая балка;
- 6- Токопровод.

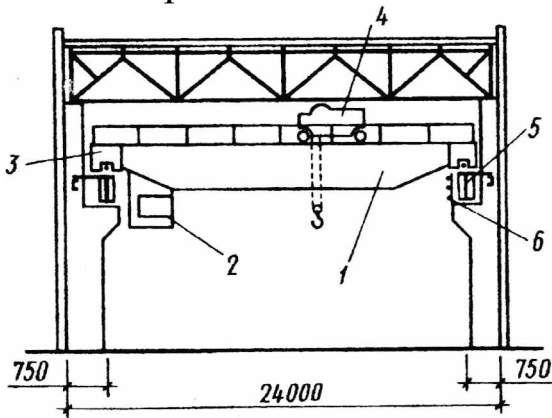


Рисунок 5. Пример конструктивного решения электрического мостового крана грузоподъемностью от 5/3 до 50/10 тонн (при двух крюках).

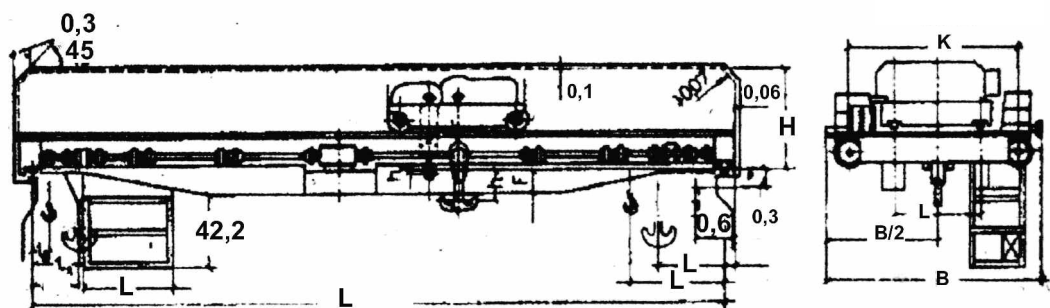
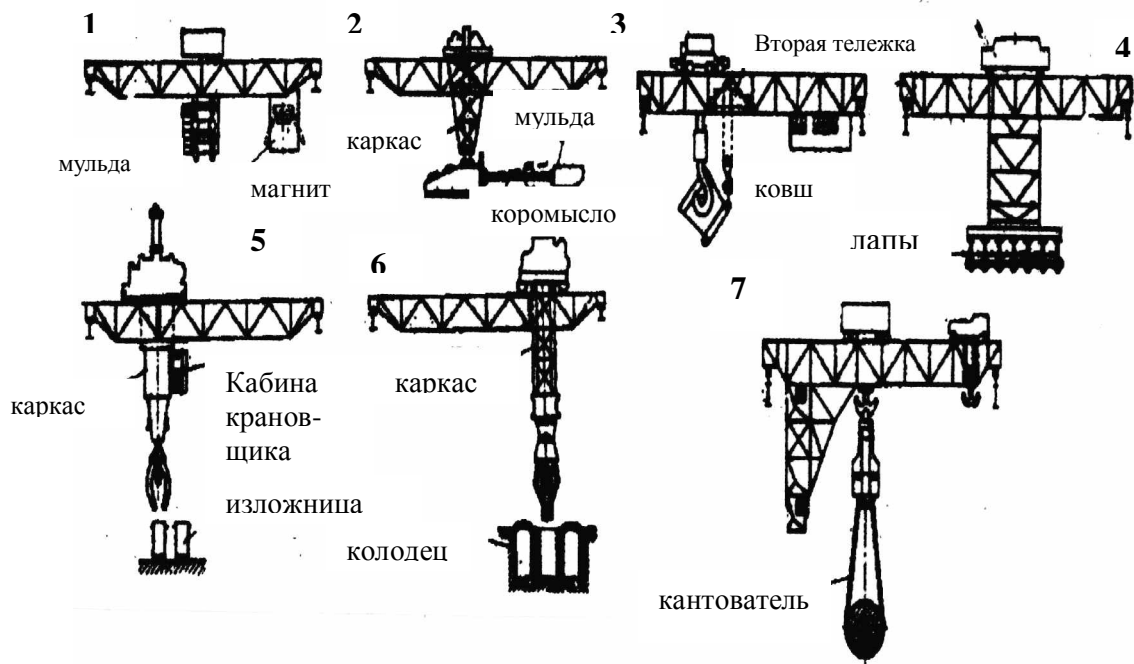


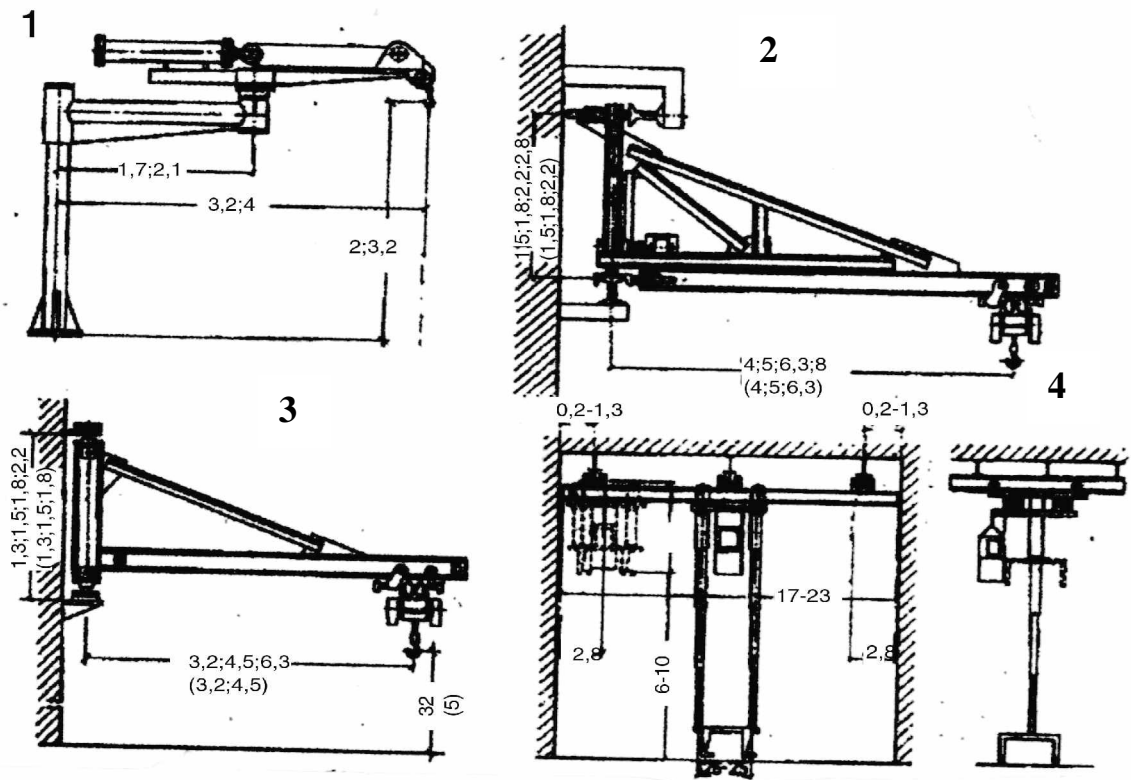
Рисунок 6. Металлургические мостовые краны.



- 1 – Мульдо – магнитный;
- 2 – Завалочный;
- 3 – Литейный;
- 4 – Кран с лапами;
- 5 – Кран для раздевания слитков;
- 6 – Колодцевый;
- 7 – Ковочный кран.

Рисунок 7. Специальные краны.





- 1 – Консольный на колонне (стойке);
- 2 – Консольно – настенный передвижной;
- 3 – Консольно – настенный;
- 4 – Кран-штабелер.

## Лекция 6.

### Производственные вредности и микроклиматы производственных зданий.

Создание благоприятных условий труда находится в прямой зависимости от состояния внутренней среды в производственных помещениях (микроклимата).

На параметры микроклимата помещений влияют:

температурно – влажностный режим, газовыделения и пылевыведения, воздухообмен, освещенность и шум (вопросы естественного освещения зданий будут рассмотрены в отдельной лекции).

Воздушная среда производственного здания характеризуется температурой ( $t_{в}$ ), влажностью ( $\phi_{в}$ ) и скоростью движения ( $V_{в}$ ), а также содержанием в воздухе химических и механических примесей.

В зависимости от величины избыточного тепла от технологического процесса, избыточной инсоляции или температуры наружного воздуха производственные помещения делятся на две основные группы: со значительными избытками тепла и с незначительными избытками.

Оптимальные и допустимые параметры воздушной среды. В рабочей зоне производственных помещений для этих двух вышеупомянутых групп зависит также от категории работы (легкая, средняя или тяжелая) и времени года (холодный, переходный или теплый).

Например, для производственных помещений с незначительными тепловыделениями при работе средней тяжести в теплый период года оптимальными являются следующие значения:  $t_{в}=18-20^{\circ}\text{C}$ ;  $\phi=30-60\%$ ;  $V_{в}=0,2-0,5^{\text{м}}/\text{сек}$ .

В состав воздуха входят влага, выделяемая людьми и элементами технического процесса, инертные и вредные газы, механические примеси органического и неорганического происхождения.

Установлены предельно – допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ и газов в воздушной среде.

Методы борьбы с вредностями заключаются в их подавлении или утилизации в источнике вредности, в создании преград на пути распространения вредностей в личной защите работающих.

Пыль воздействует как на конструкции здания, так и на оборудование и на работающих. Воздействие может быть как прямым, так и косвенным.

Пыль воздействует на органы дыхания, зрения и кожные покровы человека. Пыль в воздухе и на конструкциях ухудшает освещенность в помещении. Кроме этого, пыль, впитывая влагу из воздуха, осажаясь на конструкциях, способствует их карродированию. Практически все газы являются кислотообразующими и конструкции подвергаются не только воздействию влаги, аккумулированной пылью, но и слабым растворам кислот в этой влаге.

Существуют активные и пассивные методы борьбы с пылью, с ее прямым и косвенным воздействием к активным методам борьбы относятся: уменьшение пылевыделений от технологических процессов, улавливание пыли, улучшение микроклимата путем совершенствования внутрицехового пространства. К пассивным методам борьбы относятся сокращение площади конструкций и совершенствование их формы, создание защитного покрытия на конструкциях и использование материалов, стойких в агрессивной среде.

Аэрация – это организованный управляемый воздухообмен, являющаяся частью системы естественной вентиляции производственных помещений. Аэрация способствует удалению из производственного здания избыточного тепла, пыли и вредных газов.

Процесс аэрации может регулироваться в соответствии с внешними и внутренними условиями. Этот процесс осуществляется при помощи системы приточных и вытяжных проемов.

Процесс аэрации обусловлен разностью объемных весов внутреннего и наружного воздуха, а также, а также разницей давления при действии ветра.

Для улучшения воздухообмена аэрационные проемы целесообразно располагать перпендикулярно к направлению господствующих ветров летних месяцев в районе строительства, когда особенно необходима интенсивная аэрация.

Шумы и вибрации в производственных помещениях ухудшают условия труда, снижают его производительность, приводят к профессиональным заболеваниям и увеличению травматизма.

В производственных зданиях наиболее распространенными являются шумы механического, аэродинамического и гидродинамического происхождения.

По характеру спектра шумы могут быть широкополосными (от 16 до 12500 Гц) и тональными. Тональные или импульсные шумы подразделяются на низкочастотные (16 – 250 Гц), среднечастотные (250 – 1000 Гц) и высокочастотные (1000 – 12500 Гц).

По уровню звукового давления шумы могут быть слабыми (до 40 дБ), средними (от 40 до 90 дБ) и сильными или высокими (от 90 до 130 дБ).

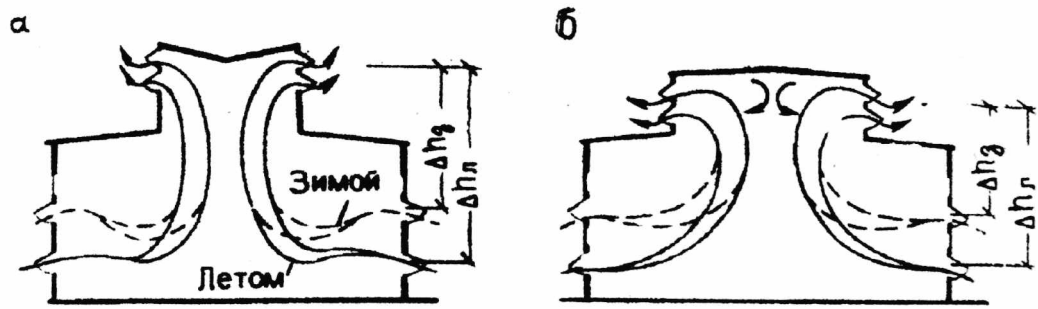
В значительной степени уменьшение и локализация шума в производственных зданиях зависит от их планировочного решения при учете зонирования по степени шумности помещений и соответствующей их группировке.

Кроме этого, большой эффект по борьбе с шумом может оказать модернизация технологического процесса с внедрением менее шумогенерирующих операций и соответствующей заменой оборудования.

Основными мерами по устранению шума и вибрации являются замена «ударного» оборудования на «безударное» и предотвращение распространения вибраций в оборудовании в окружающую производственную среду.

Когда меры по устранению шума в источнике его образования исчерпаны, принимаются меры по уменьшению шума на пути его распространения, а именно: удаление источника шума от объекта воздействия, создание шумозащитных барьеров на пути распространения шума в виде экранов и стенок, а также соответствующие ландшафтные и планировочные мероприятия в масштабе территории рассматриваемого промышленного предприятия.

Рисунок 1. Схема аэрации однопролетного производственного здания в летних и зимних условиях.



а – при фонаре с внутренним водоотводом;

б – при фонаре с наружным водоотводом.

$\Delta h_{л}$  – летний высотный перепад;

$\Delta h_{з}$  – зимний высотный перепад.

Рисунок 2. Требуемое расположение производственного здания относительно «розы ветров» для создания наиболее эффективной аэрации.

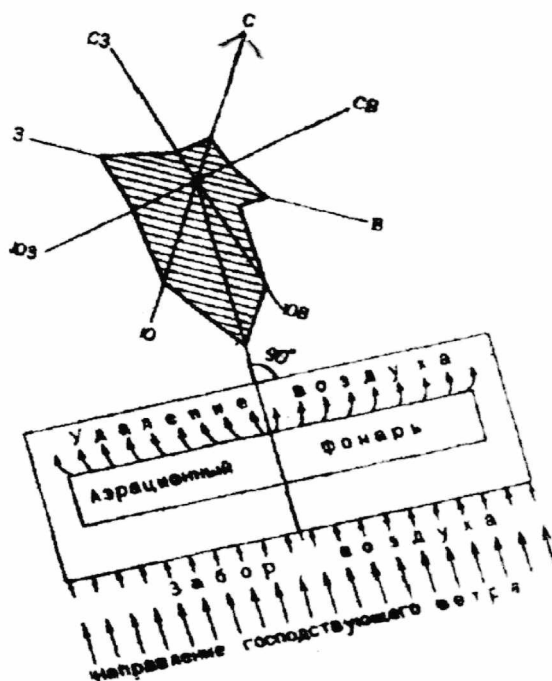
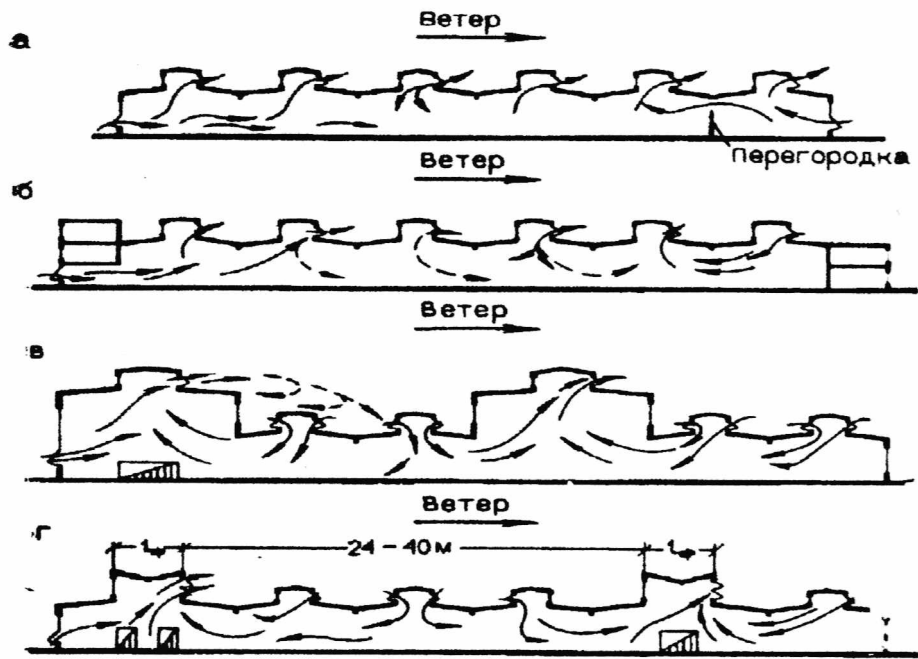


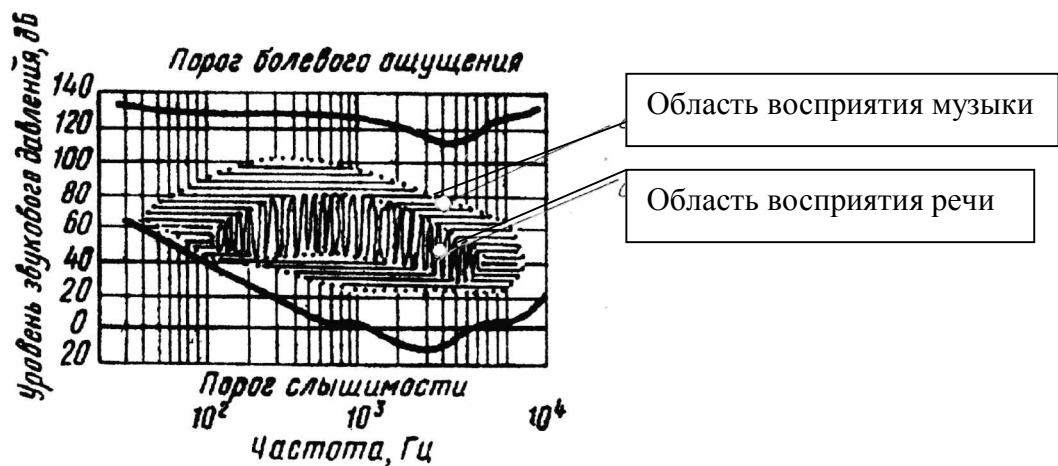
Рисунок 3.  
зданий.

Схема аэрации многопролетных одноэтажных



- а - при постоянной высоте здания и незастроенном периметре;  
 б - при постоянной высоте здания и застроенном периметре;  
 в - при перепадах высот и внутренних источниках тепловыделений;  
 г - при разных высотах фонарей и внутренних источниках тепловыделений.

Рисунок 4. Диаграмма, характеризующая восприятие звука человеком.



## Лекция 7.

### Стены производственных зданий.

Стены промышленных зданий подвергаются более сложному комплексу внешних и внутренних силовых и несиловых воздействий, чем стены гражданских зданий.

Стены промзданий должны отвечать следующим основным требованиям:

- § Обеспечивать нормальный температурно-влажностный режим в здании;
- § Обладать прочностью и устойчивостью под воздействием статических и динамических нагрузок;
- § Обладать долговечностью и стойкостью к агрессивным воздействиям;
- § Быть экономичными и иметь малый вес;
- § Быть индустриальными в изготовлении;
- § Быть ремонтпригодными и удобными при эксплуатации;
- § Иметь высокие эстетические качества.

Стены промзданий классифицируются по следующим основным признакам:

- § По местоположению стены подразделяются на наружные и внутренние;
- § По характеристике статической работы стены подразделяются на несущие, самонесущие и навесные;
- § По конструкции стены подразделяются на крупноэлементные, мелкоэлементные и монолитные;
- § По структуре стены подразделяются на однородные и неоднородные.

Стены промзданий могут выполняться из кирпича или мелких блоков, из крупных блоков, из сборных крупных панелей. Последняя конструкция стен в настоящее время применяется наиболее широко и такие стены выполняются как из железобетонных, так и стальных элементов.

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

По местоположению в стене здания панели подразделяются на рядовые, угловые, перемычечные, парапетные, карнизные и простеночные.

Размеры панелей: высота 900, 1200, 1500, 1800мм; длина 6 и 12м; толщина 200, 250, 300 и 350мм.

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.

В самонесущих крупноразмерных стенах перемычные панели опираются на простеночные, с которых нагрузка передается на цокольные панели и затем на фундаментные балки.

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

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

Стены производственных зданий из металлических листов значительно снижают их вес и убыстряют процесс монтажа. 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 1м, высоту до 12м и толщину от 50 до 150мм, 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 0,8мм. 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.

Рисунок 1. Пример решения фасада производственного здания из крупных панелей.

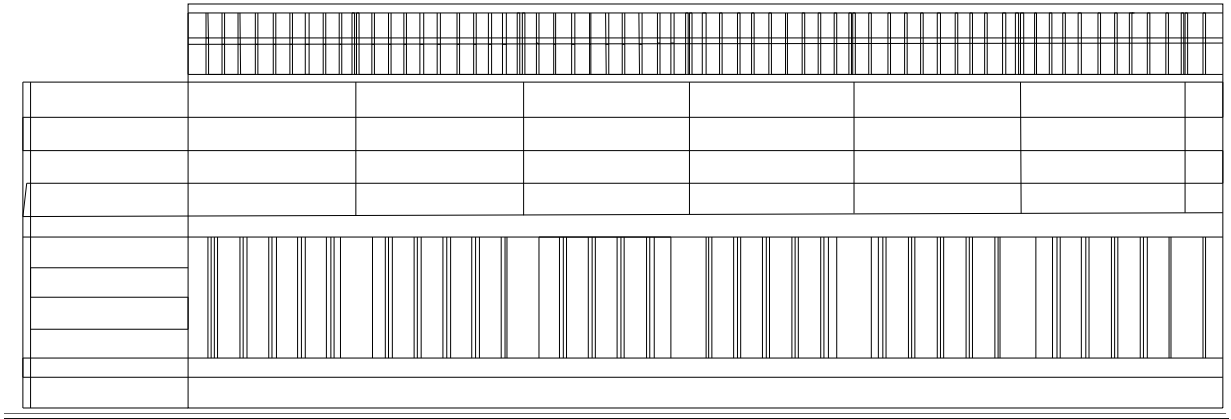


Рисунок 2.Пример решения фасада производственного здания из металлических панелей.

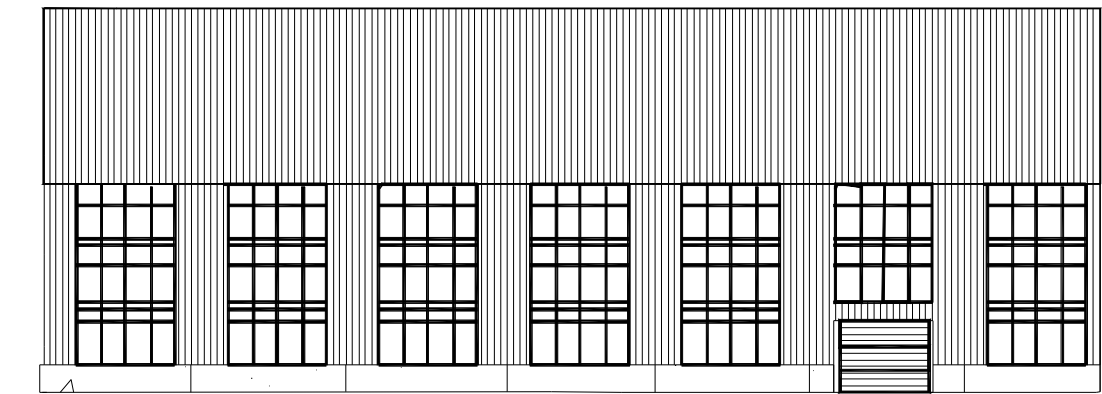


Рисунок 3. Схема раскладки крупных панелей для продольных стен одноэтажных промзданий.

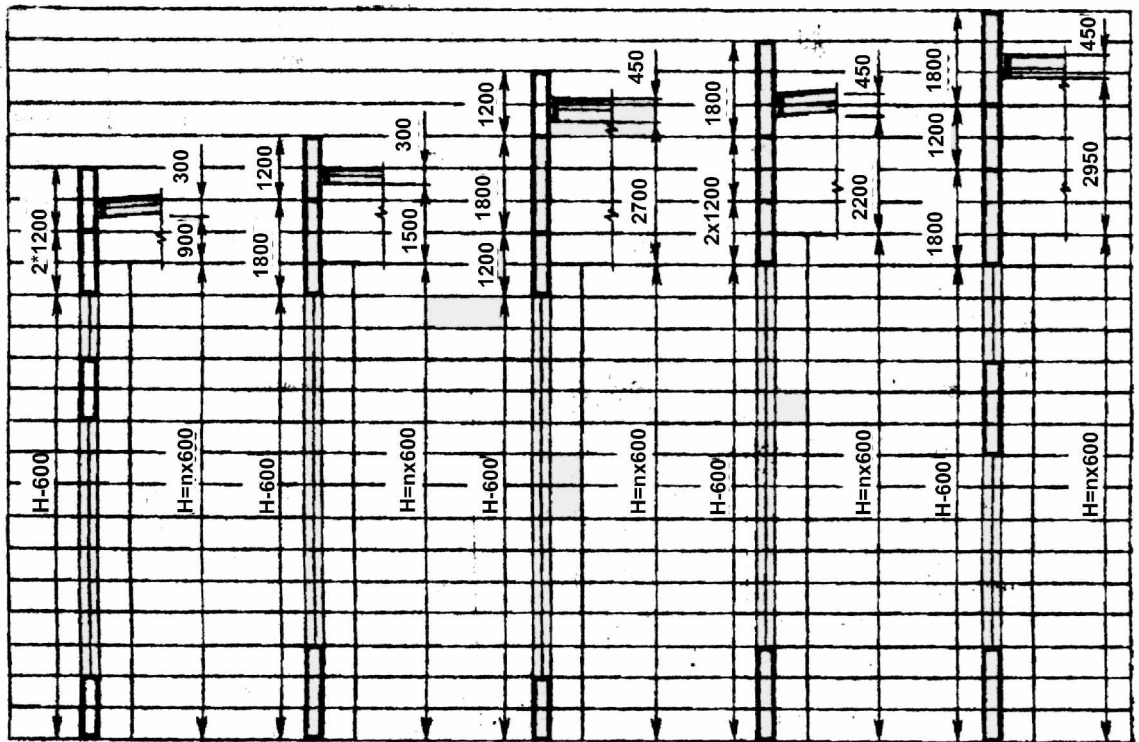
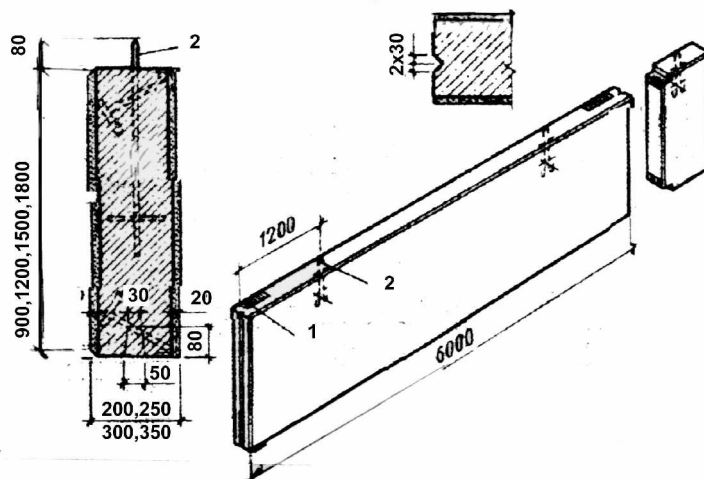


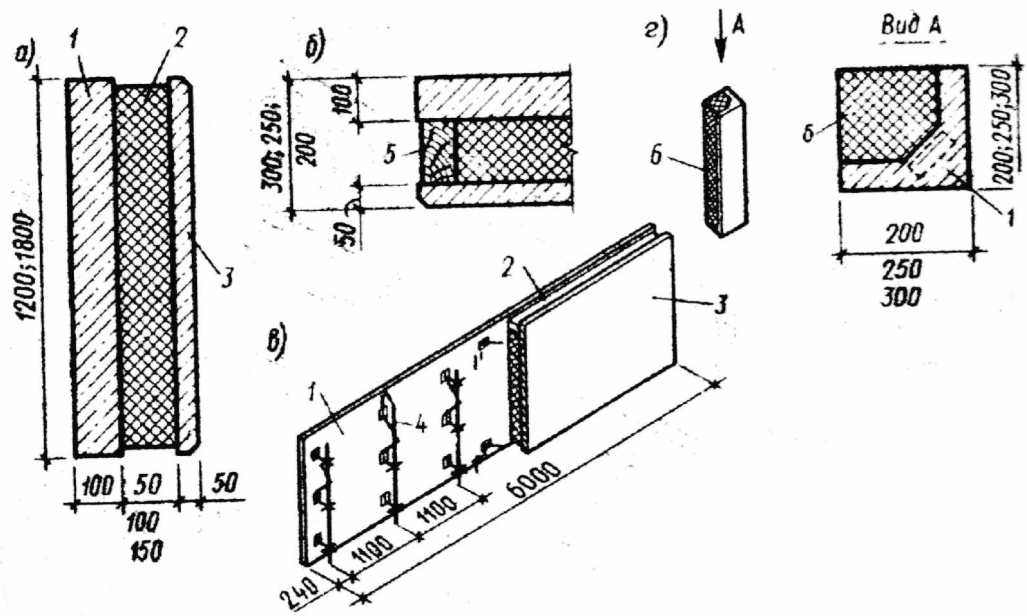
Рисунок 4. Легкобетонные стеновые панели длиной 6м.



- а – сечение панели;
- б – фрагмент боковой грани;
- в – общий вид панели;
- г – доборный угловой элемент.

1 – закладная деталь; 2 – монтажная петля.

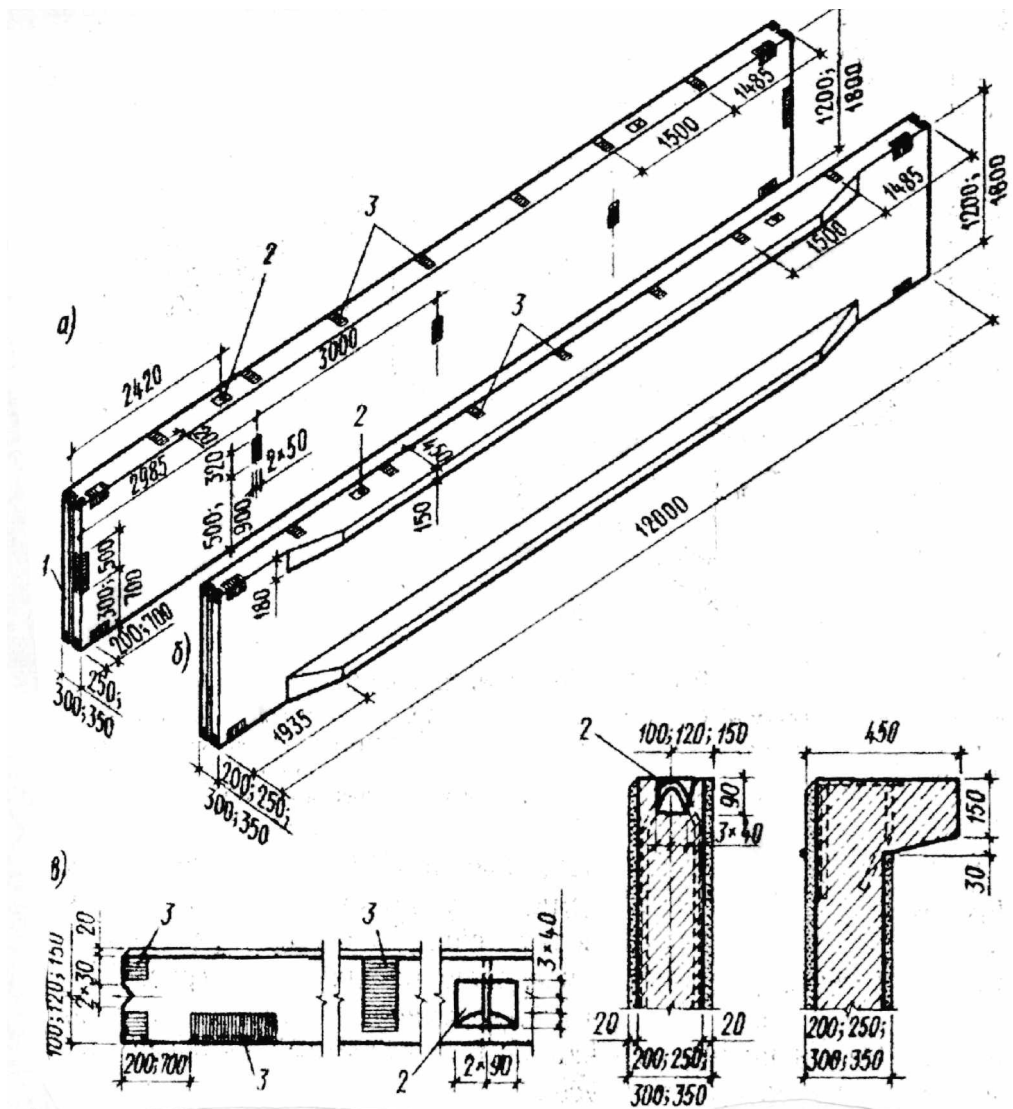
Рисунок 5. Трехслойная стеновая панель промздания.



а – сечение; б – фрагмент боковой грани; в – общий вид панели; г – доборный угловой блок.

1 – внутренняя ж/б плита; 2 – эффективный утеплитель; 3 – наружная ж/б панель; 4 – плоский арматурный каркас с монтажной петлей; 5 – антисептированный деревянный брус; 6 – вкладыш из эффективного утеплителя.

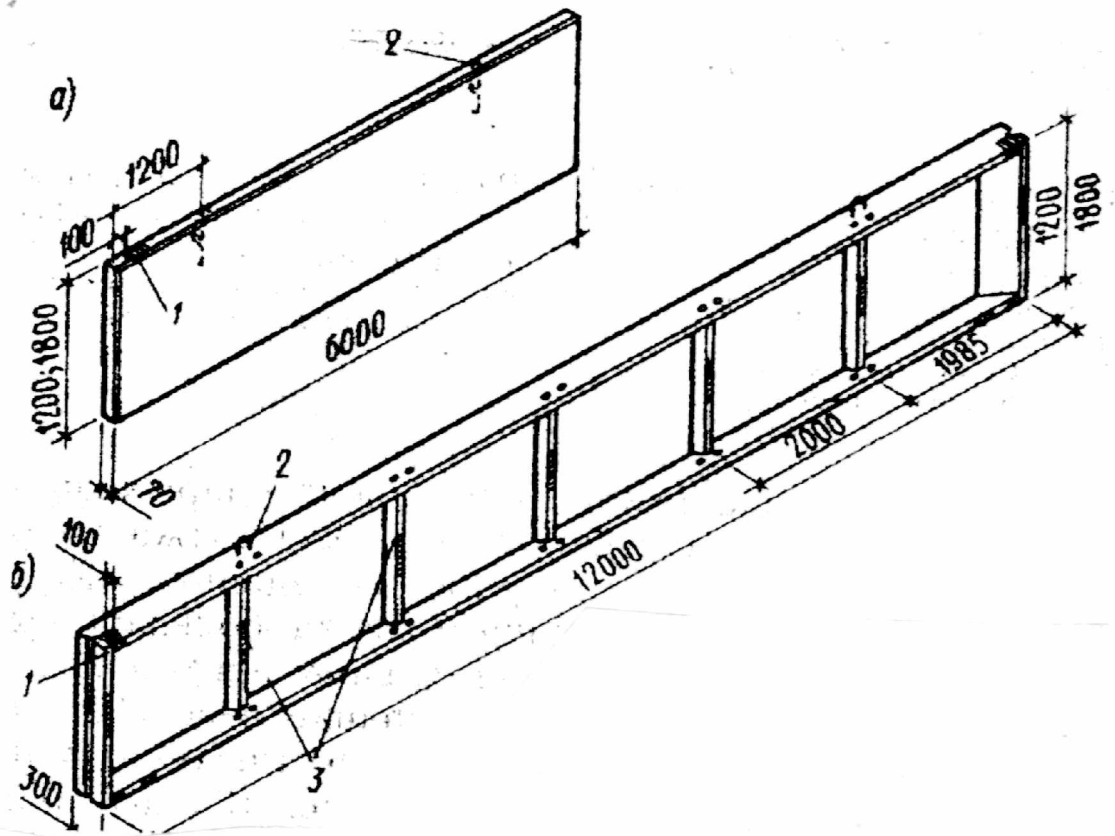
Рисунок 6. Легкобетонные стеновые панели длиной 12м.



а – рядовая панель; б – перемычная панель, усиленная ребрами со стороны оконных проемов; в – детали панелей.

1 – паз для растворной шпонки; 2 – монтажная петля; 3 – закладные крепежные элементы.

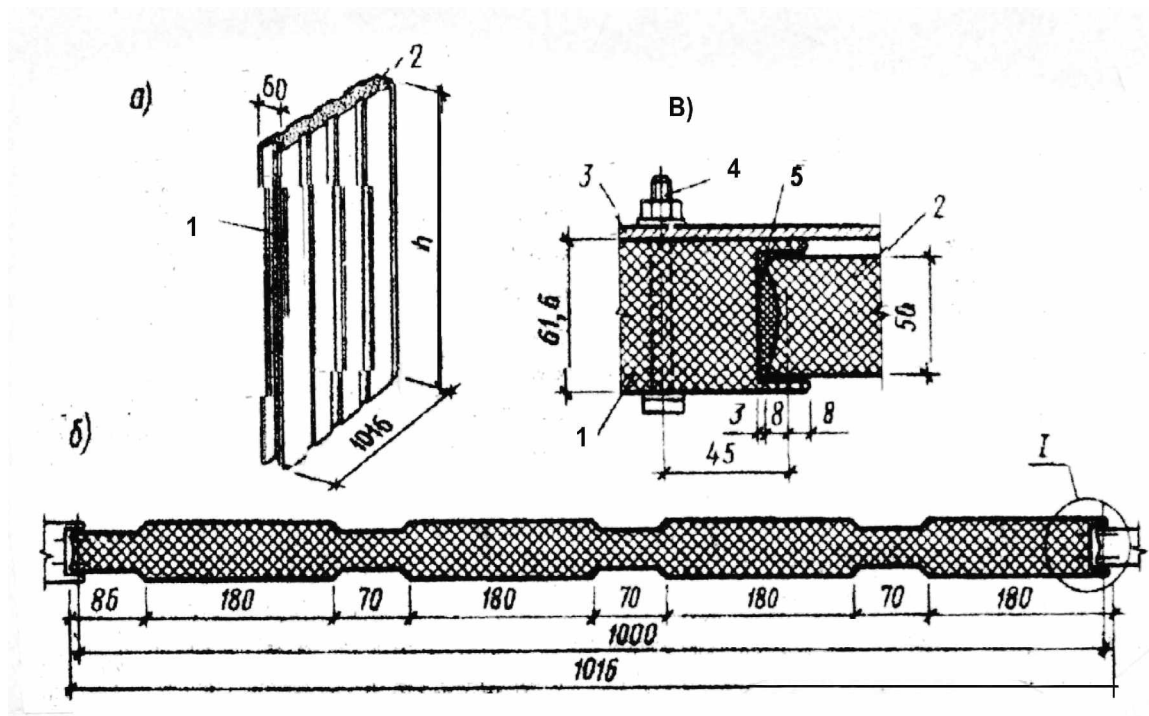
Рисунок 7. Железобетонные стеновые панели для неотопливаемых.



а – общий вид; б – сечение панелей; в – узел стыка.

- 1 – паз панели;
- 2 – гребень панели;
- 3 – стенка опорного горизонтального ригеля;
- 4 – крепежный болт;
- 5 – герметизирующая прокладка.

Рисунок 8. Металлическая стеновая панель типа «сэндвич».



а – общий вид; б – сечение панели; в – узел стыка.

- 1 – паз панели;
- 2 – гребень панели;
- 3 – стенка опорного горизонтального ригеля;
- 4 – крепежный болт;
- 5 – герметизирующая прокладка.

## Лекция 8.

### Покрытия и кровли производственных зданий.

Покрытия промзданий подразделяются на плоскостные и пространственные, прогонные и беспрогонные, холодные и теплые, чердачные и бесчердачные, с наружным или внутренними водостоками, плоские или скатные.

В промзданиях покрытия подвергаются более разнообразным и интенсивным воздействиям, чем в гражданских зданиях. Их несущие конструкции воспринимают значительные нагрузки от собственной массы, снега и ветра. Кроме этого, на конструкции покрытия передаются и динамические нагрузки, определяемые технологическим процессом в здании.

Степень влияния несилowych воздействий, таких, как осадки, солнечная радиация, агрессивные вещества и т.д. на покрытие зависит от климата района строительства и технологических особенностей производства.

В соответствии со своим функциональным назначением покрытие состоит из ограждающей и несущей частей.

Ограждающая часть покрытия состоит из отдельных слоев различного назначения, которые при эксплуатации здания обеспечивают нормальную работу покрытия.

В зависимости от конструкции несущей части покрытия бывают традиционные беспрогонные конструкции из крупноразмерных железобетонных плит – настилов и легкие прогонные конструкции из металлического профилированного настила по прогонам.

И плиты и прогоны опираются на строительные конструкции каркаса здания (балки или фермы).

При утепленном покрытии по железобетонным плитам его ограждающая часть состоит из пароизоляционного слоя, укладываемого по выровненному железобетонному основанию, теплоизоляционного слоя, выравнивающей стяжки и гидроизоляционного ковра с защитным слоем.

Такое покрытие устраивается как построечного изготовления, так и заводского изготовления в виде т.н. «комплексных» плит.

При устройстве ограждающей части покрытия по железобетонным плитам для неотапливаемых зданий по железобетонному основанию непосредственно устраивается



цементно-песчаная стяжка и по ней – гидроизоляционный ковер с защитным слоем.

Наиболее распространенным видом легких покрытий для отапливаемых зданий являются покрытия с основанием из металлических оцинкованных профилированных листов.

При построечном изготовлении по настилу укладывают пароизоляцию, теплоизоляционный слой, при необходимости - цементно-песчаную стяжку и окончательно – гидроизоляционный рулонный ковер с защитным слоем.

Металлический профнастил используется в конструкциях ограждающих частей покрытия также в виде трехслойных панелей и монопанелей, изготавливаемых в заводских условиях. Трехслойные металлические панели покрытия, по аналогии со стеновыми панелями, имеют утеплитель, заключенный между двумя слоями листового металла без слоя гидроизоляции; монопанели состоят из одного слоя профнастила и теплоизоляции, покрытой сверху приформованной к нему при изготовлении слоем гидроизоляции.

«Холодные» ограждающие части покрытия для неотапливаемых зданий, выполненные из металлических листов, состоит собственно только из стального профнастила, без пароизоляционного и теплоизолирующего слоев.

Железобетонные плиты – настилы, служащие основанием для ограждающей конструкции покрытия, выполняются ребристыми размером 3х6м или 1,5х6м при шаге стропильных конструкций 6м и 3х12м или 1,5х12м при шаге 12м.

Длинномерные настилы, работающие «на пролет» применяются для пролетов зданий в 18 и 24м. Они монтируются поперек здания, опираясь на балки или фермы, смонтированные по колоннам продольных рядов фактически такие настилы совмещают в себе поперечные стропильные конструкции покрытия и несущие конструкции покрытия, т.е. фермы или балки и ребристые плиты.

Пролеты балок или ферм, в случае применения длинномерных настилов, определяется шагом колонн и составляет 6м или 12м. Номинальная ширина длинномерных настилов равняется 3м. Наиболее широкое применение нашли длинномерные плиты типов «КЖС», «П – образных», «2Т» и «коробчатых». Относительно большая их высота на опорах и в пролете позволяет в пределах покрытия прокладывать инженерные коммуникации.

В покрытиях с прогонным решением профилированный металлический настил опираются на металлические прогоны. При

шаге стропильных конструкций покрытия бм металлические прогоны по ним выполняются из прокатных стальных швеллеров. В особых случаях применяются усиленные прогоны из двух швеллеров. При шаге стропильных конструкций 12м прогоны устраиваются решетчатыми (сквозными) с горизонтальным верхним поясом и ломаным или треугольным нижним поясом, выполненным из швеллеров и уголков, или прутковыми параллельными поясами из швеллеров или уголков и раскосной решеткой из арматурных стержней.

Для устройства кровельного ковра чаще всего используют рубероид на горячих или холодных мастиках или мастичный слой из холодных битумно – латексных эмульсий.

В качестве защитного слоя устраивают посыпку кровельного ковра мелким гравием светлых тонов, который втапливается в битумную мастику, или устраивается поверхностный слой «бронированного» рубероида.

При железобетонных настилах в качестве утеплителя используют легкие и ячеистые бетоны, минераловатные и стекловолоконные материалы, фибролит. При легких металлических настилах целесообразнее применять более легкие и эффективные утеплители – пенополистирол, пенополиуретан и другие полимерные утепляющие материалы.

Выравнивающая стяжка, устраиваемая по слою утеплителя, выполняется из цементно – песчаного раствора толщиной до 25мм или асфальта, толщиной до 15мм.

Пароизоляционный слой устраивают из рубероида, толя или синтетической пленки, либо из мастик. В некоторых случаях допускается устройство пароизоляции из водостойких красок, наносимых на внутренние поверхности несущих плит покрытия, обращенные в помещение.

Наиболее широкое применение в производственных зданиях получил внутренний организованный отвод дождевой и талой воды с покрытий.

Система внутренних водостоков состоит из водоприемных воронок, стояков, трубопроводов и выпусков.

Водоприемные воронки принимают стекающую с кровли воду, канализируя ее в стояки, откуда она по трубопроводам и выпускам поступает в наружные канализационные сети.

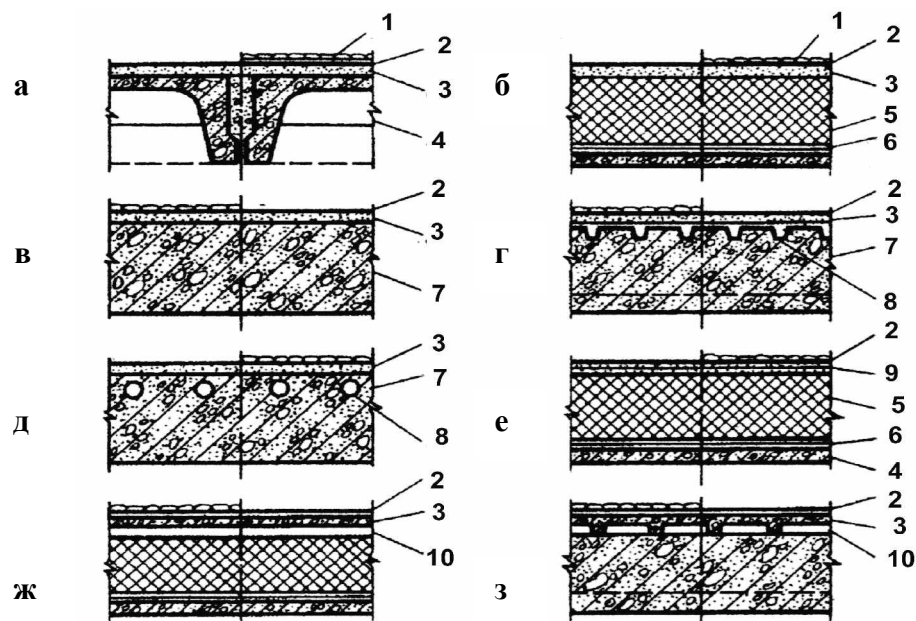
Схему внутреннего водостока выбирают в зависимости от размеров и назначения здания, числа пролетов, конструкции покрытия и т.д.

Площадь водосбора, приходящуюся на одну воронку, определяют с учетом климата, типа кровли, уклонов покрытия и т.д. Главным фактором климатических условий, подлежащих учету, является интенсивность дождевых осадков.

Водосборные воронки устраиваются в ендовах. Расстояние между воронками при скатных покрытиях не должно превышать 48м, а при плоских или малоуклонных покрытиях – 60м.

При устройстве воронок рубероидный ковер зажимается между сливным патрубком и прижимным фланцем. Сверху над воронками размещаются защитные решетчатые колпаки.

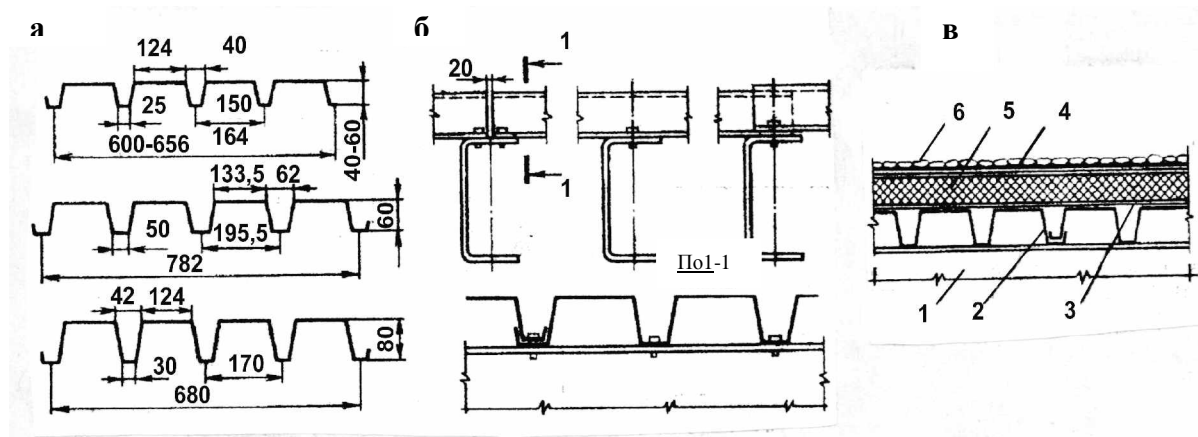
Рисунок 1. Основные типы покрытий по железобетонным плитам.



а-в – невентилируемые; г,д – частично вентилируемые; е-з – вентилируемые.

1 – защитный слой; 2 – водоизоляционный ковер; 3 – стяжка; 4 – несущая плита; 5 – утеплитель; 6 – пароизоляция; 7 – «комплексная» плита; 8 – каналы и борозды; 9 – перфорированный рубероид с гравийной посыпкой; 10 – воздушная прослойка.

Рисунок 2. Покрyтия из стального профилированного настила.



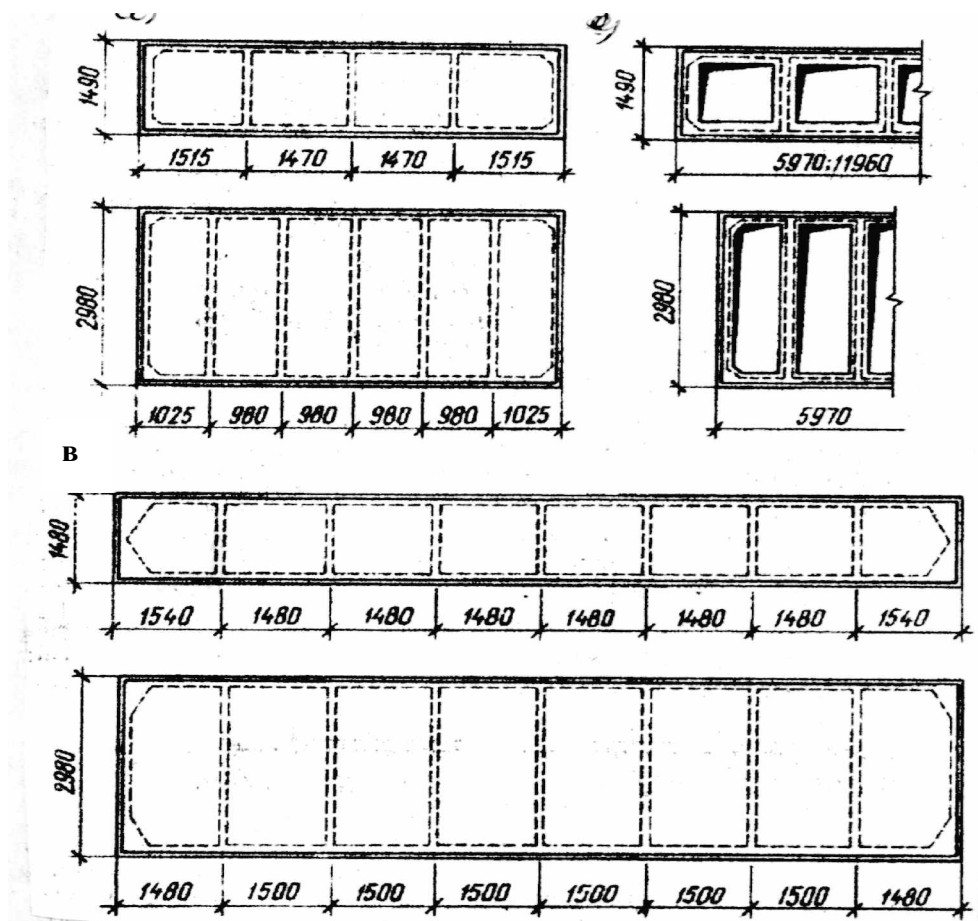
а – типы настилов; б – крепление настила к прогонам; в – утепленное покрытие по металлическому профилированному настилу.

1 – швеллерный прогон; 2 – стальной настил; 3 – пароизоляция из слоя рубероида на мастике; 4 – основной рубероидный ковер; 5 – пенополистирол; 6 – защитный слой из гравия, втопленного в мастику.

Рисунок 3. Железобетонные ребристые плиты покрытия.

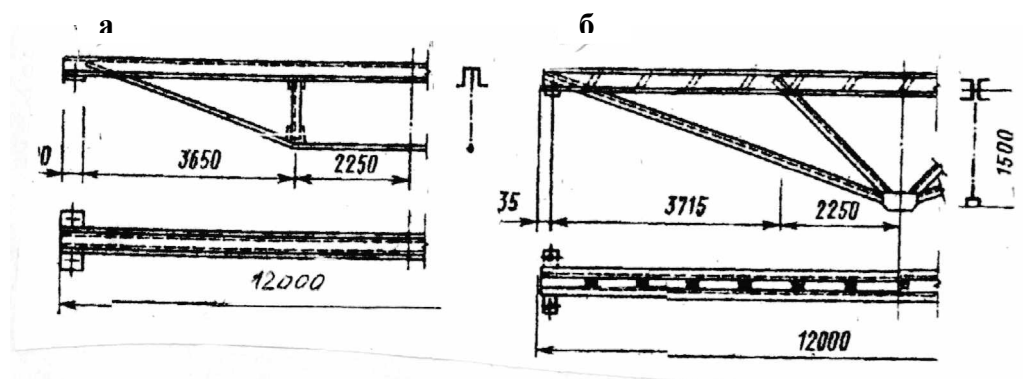
а

б



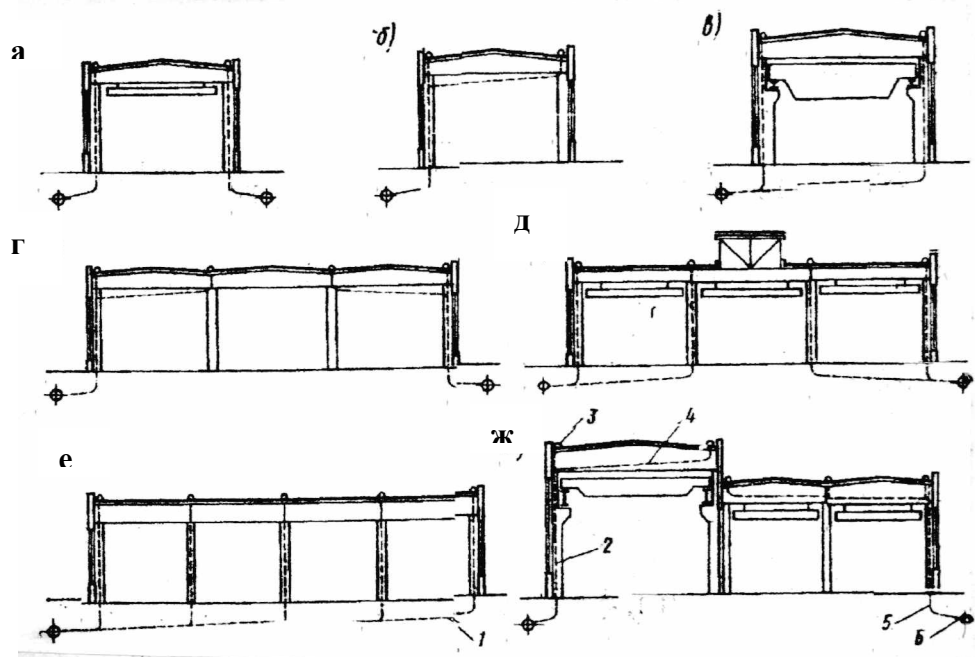
- а – для шага стропильных конструкций 6м;
- б – для шага стропильных конструкций 12м;
- в – фрагмент плит для легко сбрасываемых покрытий.

Рисунок 4. Сквозные (решетчатые) прогоны пролетом 12м.



- а – прогон с ломаным нижним поясом из арматурных стержней;
- б – прогон с треугольным нижним поясом из прокатных уголков.

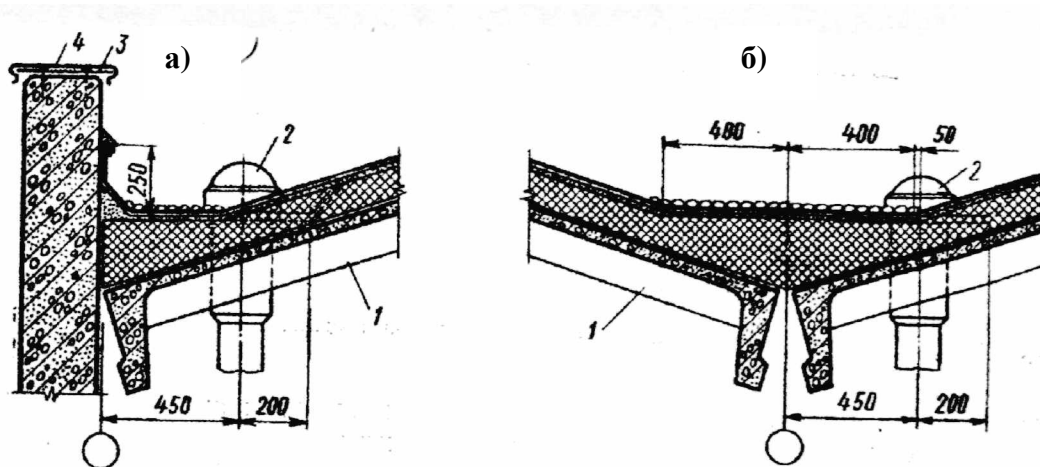
Рисунок 5. Основные схемы внутренних водостоков.



а-в – для однопролетных зданий; г-ж – для многопролетных зданий.

1 – подпольный трубопровод; 2 – стояк; 3 – водоприемная воронка; 4 – подвесной трубопровод; 5 – выпуск; 6 – канализационный коллектор.

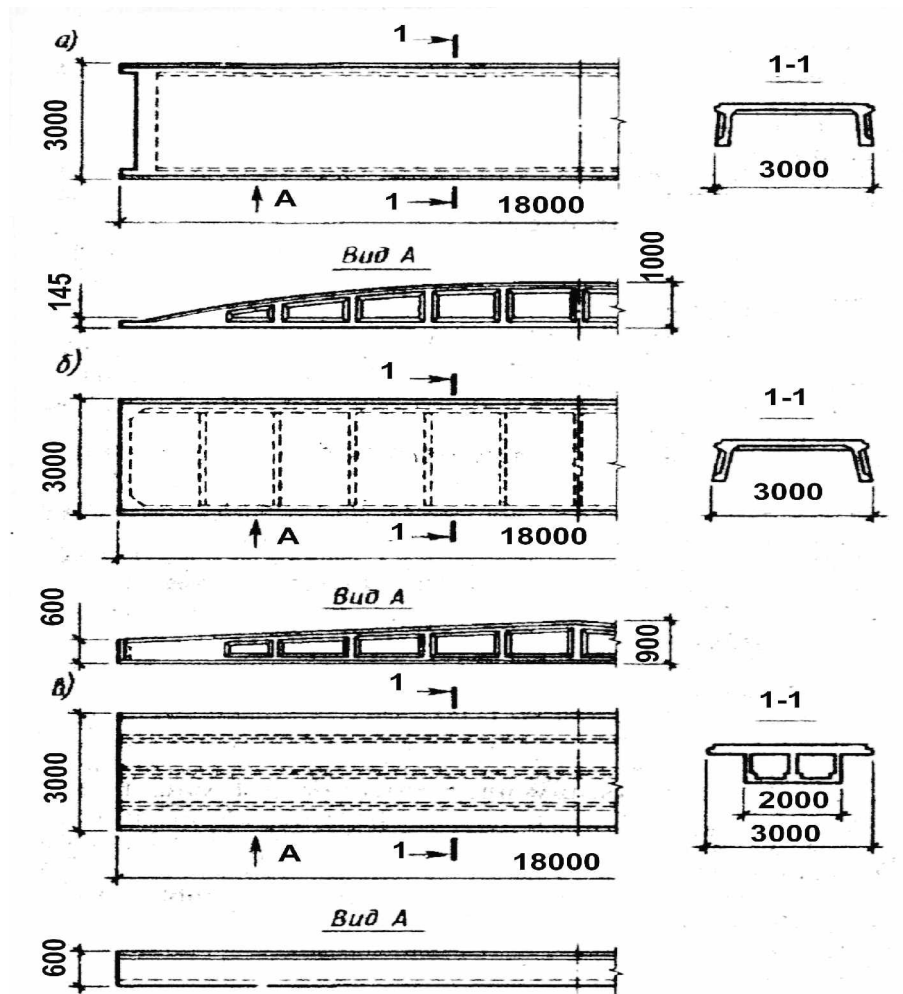
Рисунок 6. Детали внутренних водостоков.



а – пристенная ендова; б – средняя ендова.

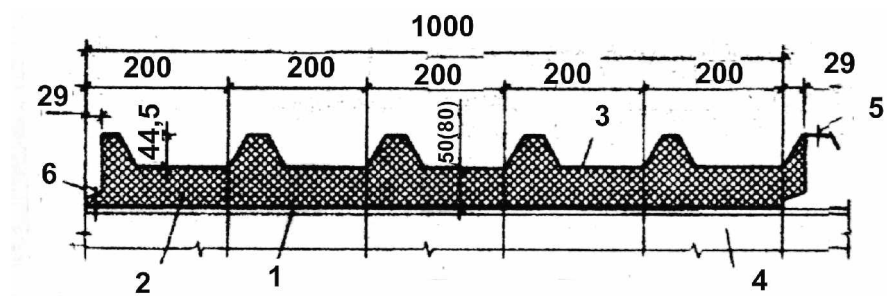
1 – плита покрытия;  
 2 – воронка водостока с колпаком;  
 3 – костыли на дюбелях;  
 4 – оцинкованная сталь.

Рисунок 7. Длинномерные плиты покрытия.



а – плита типа КЖС; б – плита П-образного сечения; в – плита коробчатого сечения.

Рисунок 8. Трехслойная легкая панель покрытия.



1 – облицовочный нижний лист; 2 – эффективный утеплитель; 3 – облицовочный верхний лист; 4 – металлический прогон; 5 – комбинированная заклепка; 6 – самонарезающий болт.

## Лекция 9.

### Многоэтажные промздания.

Для предприятий легкой промышленности и для различных точных производств как правило, применяются многоэтажные каркасные производственные здания.

Элементы каркаса многоэтажных промзданий выполняются из сборного или монолитного железобетона или из стали. Каркасы применяются как балочные, так и безбалочные.

В настоящее время в нашей стране возведение многоэтажных промзданий осуществляется в более широких масштабах, чем раньше, однако еще в меньшей степени, чем за рубежом.

К основным достоинствам многоэтажных промзданий относится: малая площадь застройки и, как следствие, экономия территории; минимальная площадь ограждающих конструкций при заданной рабочей площади здания; возможность развития технологического процесса по вертикали и возможность получения выразительного архитектурного решения.

К основным недостаткам многоэтажных промзданий относятся: относительная сложность возведения; сложность обеспечения необходимого естественного освещения и вентиляции интерьеров; сложность обеспечения эвакуации персонала; большой расход площади на вертикальные коммуникации; относительно малая допустимая нагрузка на перекрытия.

Увеличение в последнее время объема строительства многоэтажных производственных зданий объясняется следующими основными причинами: увеличением стоимостью земли и общим дефицитом территории; совершенствованием конструктивных систем промзданий; повышением архитектурной и градоформирующей роли промышленных зданий.

Традиционными отраслями промышленности, в которых используется многоэтажные промздания, являются: отрасли легкой промышленности (обувная, ткацкая, швейная и т.д.), приборостроение и электроника, пищевая и горнорудная. Многоэтажные промздания также широко используются в химических и машиностроительных отраслях промышленности.

#### Многоэтажные промздания классифицируются:

По назначению: производственные (включая подсобные и складские) и вспомогательные (АБК);



По ширине застройки: узкие (до 30м) и широкие (свыше 30м);

По конструктивным системам: каркасные, бескаркасные, с неполным каркасом, с ядрами жесткости;

По конструкциям перекрытий: балочные и безбалочные;

По материалу конструкций каркаса: со стальным, железобетонным или деревянным каркасом. Последний тип до сих пор широко используется за рубежом, а в отечественной практике встречается в стальных промзданиях.

По способу возведения: традиционным методом и методом подъема перекрытий (подъема этажей);

По планировочному решению: с постоянной сеткой колонн на всех этажах, с увеличенной сеткой колонн на верхнем этаже и с техническими этажами.

Многоэтажные промздания с балочными перекрытиями из сборных железобетонных элементов являются основным типом таких зданий. Как правило, они выполняются высотой до 5 этажей с сеткой колонн 6х6 и 6х9м.

Основными элементами каркаса являются фундаменты, колонны, ригели, плиты перекрытий и покрытия и связи жесткости. Ригели в сочетании с колоннами образуют рамы (как правило, поперечные).

Плиты перекрытий и связи обеспечивают жесткость и устойчивость здания в продольном направлении; в поперечном направлении это достигается за счет жесткости узлов рам.

Высоты этажей многоэтажных промзданий изменяются в широких пределах и составляют 3,6; 4,8; 6,0; 7,2м (наиболее часто используемые). Применяются также высоты 3,0; 4,2; 8,4м.

Привязки средних колонн каркаса – центральная, а крайних колонн – нулевая или центральная.

Колонны каркаса многоэтажных промзданий бывают высотой на 1 или на 2 этажа, крайние и средние, сечением 400х400 или 400х600мм, с развитыми консолями, направленными «в пролет» для опирания на них ригелей.

Плиты перекрытий и покрытия – ребристые усиленного профиля высотой 400мм, модульной шириной 1500мм (рядовые плиты) и 750мм (доборные плиты) и модульной длиной 5000, 5500 и 6000мм.

Ригели обычно применяются прямоугольные и типа «обратный тавр» высотой 800мм и шириной соответственно 300 и 600мм.

Ригели проектируются на пролет 6м и 9м с модульными длинами 5000, 5300, 5500, 8000, 8300 и 8500мм.

Безбалочные перекрытия, как сборные, так и монолитные, применяются при больших нагрузках на перекрытия или необходимости устройства гладкого потолка для активизации вентиляции или необходимости размещения коммуникаций инженерных систем.

Сборные безбалочные перекрытия выполняются с надколонными (межколонными) плитами в одном или двух направлениях, без надколонных (межколонных) плит, с развитыми или плоскими капителями на колоннах и т.д.

При пролетах каркаса многоэтажных промзданий 12м, их целесообразно перекрывать специальными фермами, высота которых достигает 3 – 4м. Это позволяет использовать их высоту для устройства междуэтажных технических этажей. При этом варианты применяющихся ферм – ригелей могут быть следующими: арочная ферма, безраскосная ферма, безраскосная ферма с восходящими опорными подкосами. Последний тип ферм в настоящее время является наиболее широко применяемой. Плиты перекрытий над и под пространством технического этажа опираются на верхний и нижний пояса ферм.

Рисунок 1. Характерные поперечные разрезы многоэтажных промзданий с различным типом ригелей.

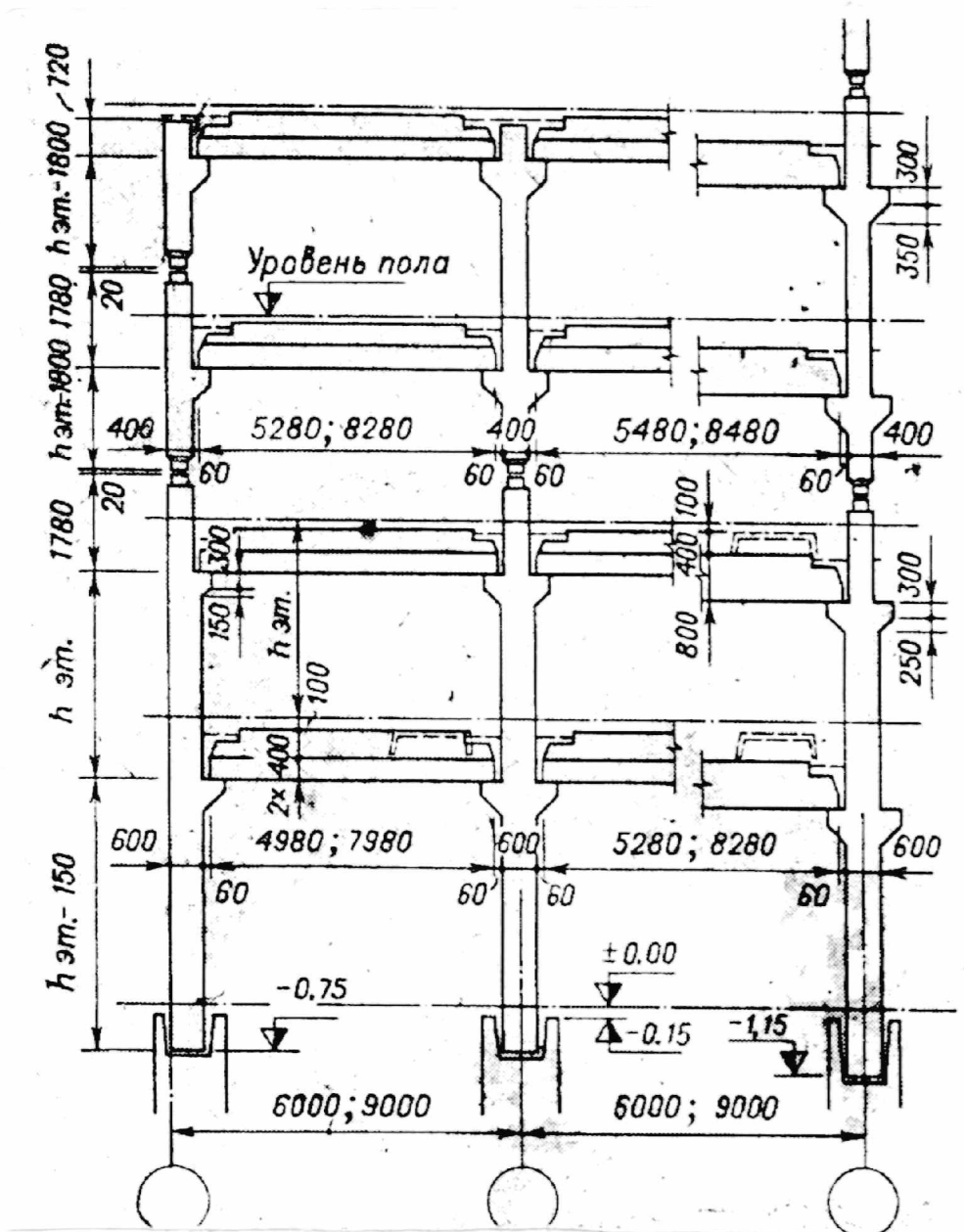


Рисунок 2. Элементы балочного железобетонного каркаса.

а – колонны; б – ригели перекрытий и покрытия; в – плиты перекрытий и покрытия.

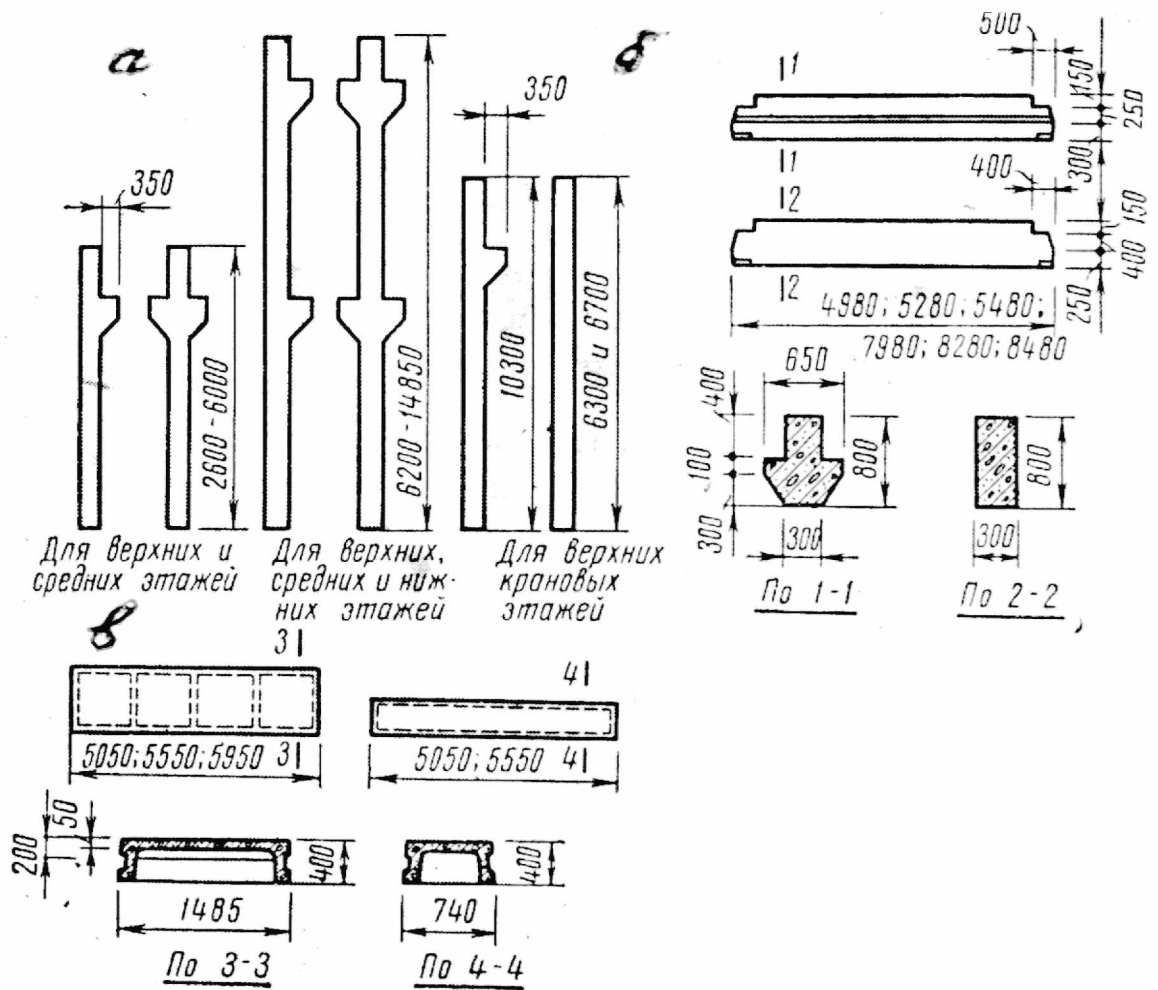
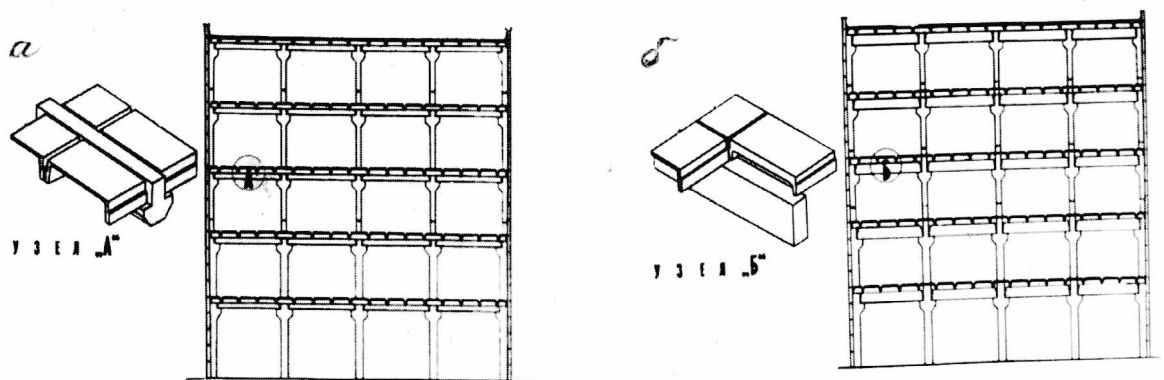


Рисунок 3. Примеры унифицированных каркасов многоэтажных зданий.



а – здание с сеткой колонн бхб или 9х9м с опиранием плит на полки ригелей; б – здание с сеткой колонн бхб или 9х9м с опиранием плит поверху ригелей.

Рисунок 4. Многоэтажное промздание с техническими этажами с использованием железобетонных безраскосных ферм с восходящими подкосами пролетом 12м.

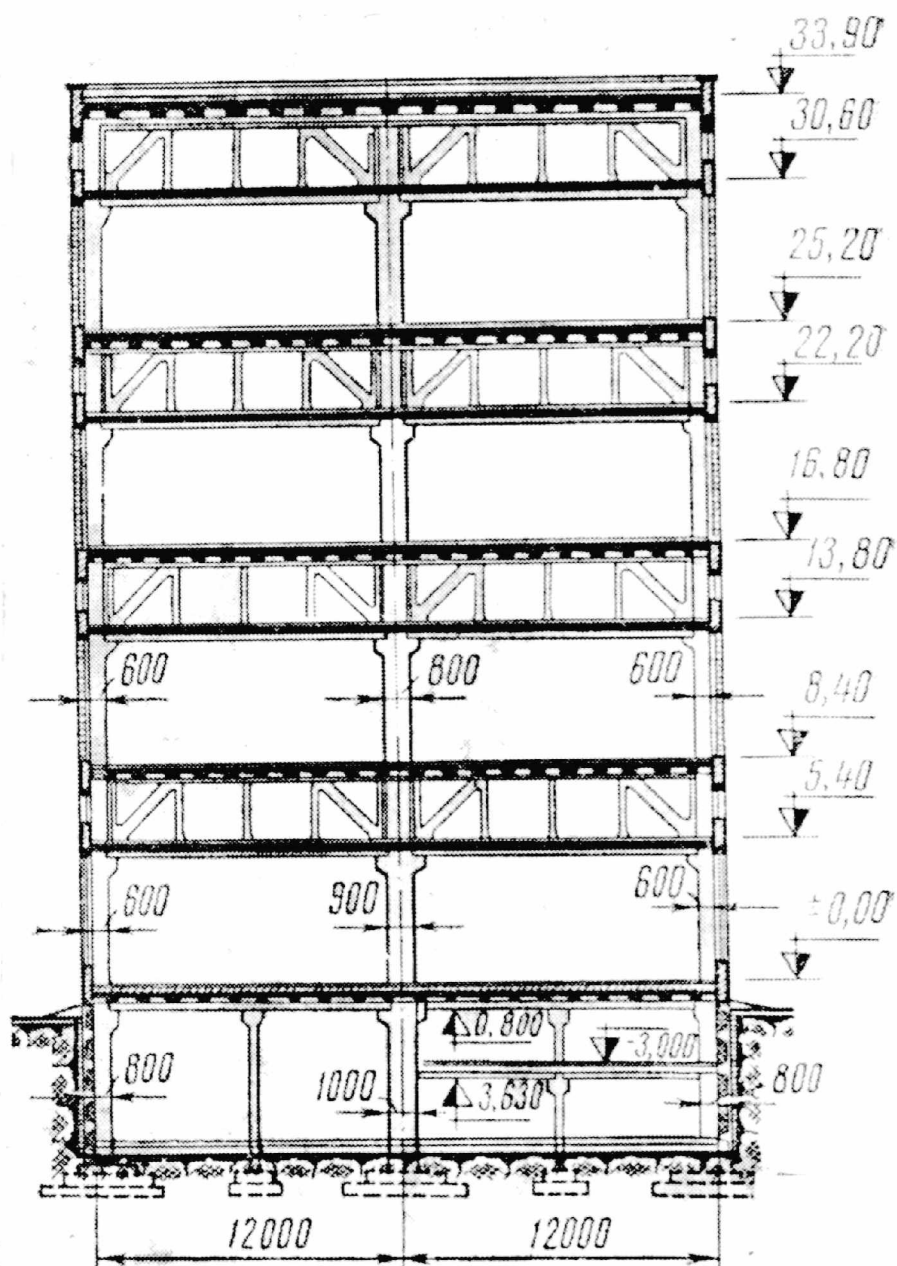
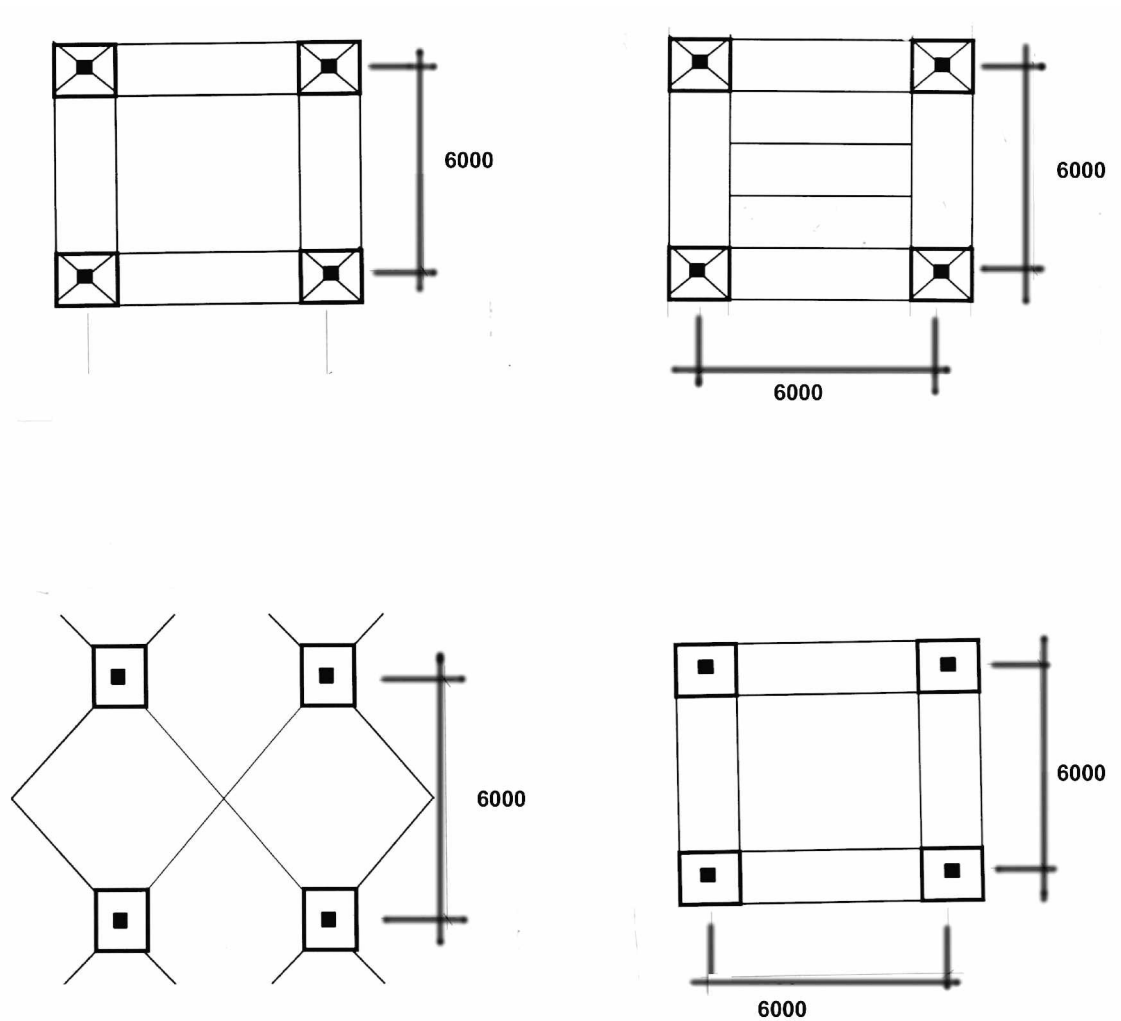
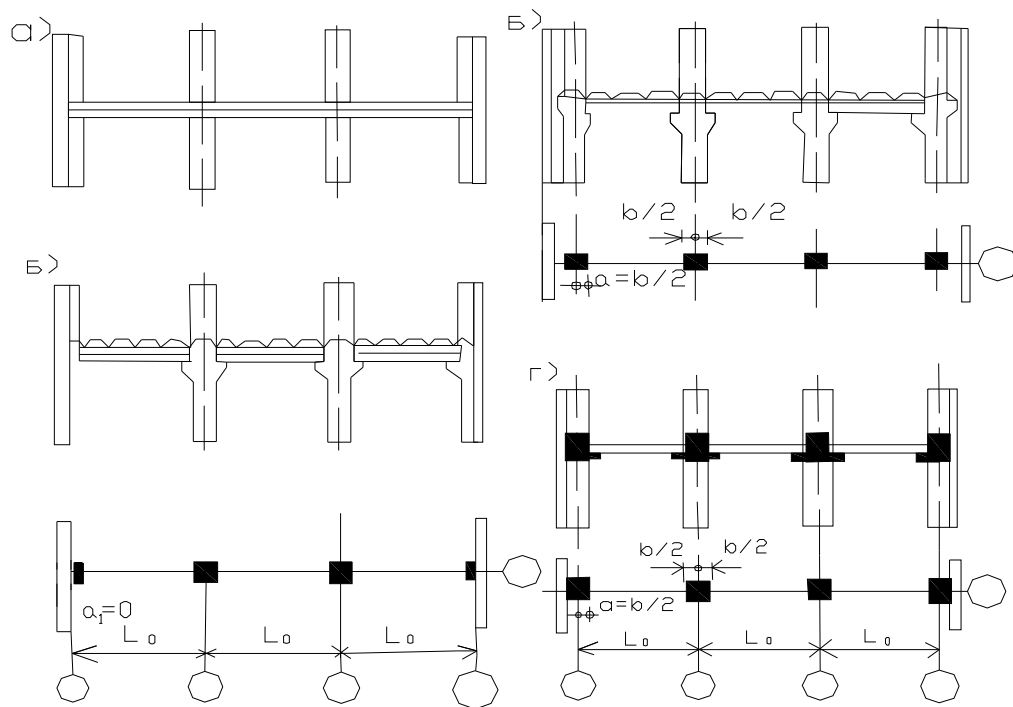


Рисунок 5. Основные виды безбалочных перекрытий.



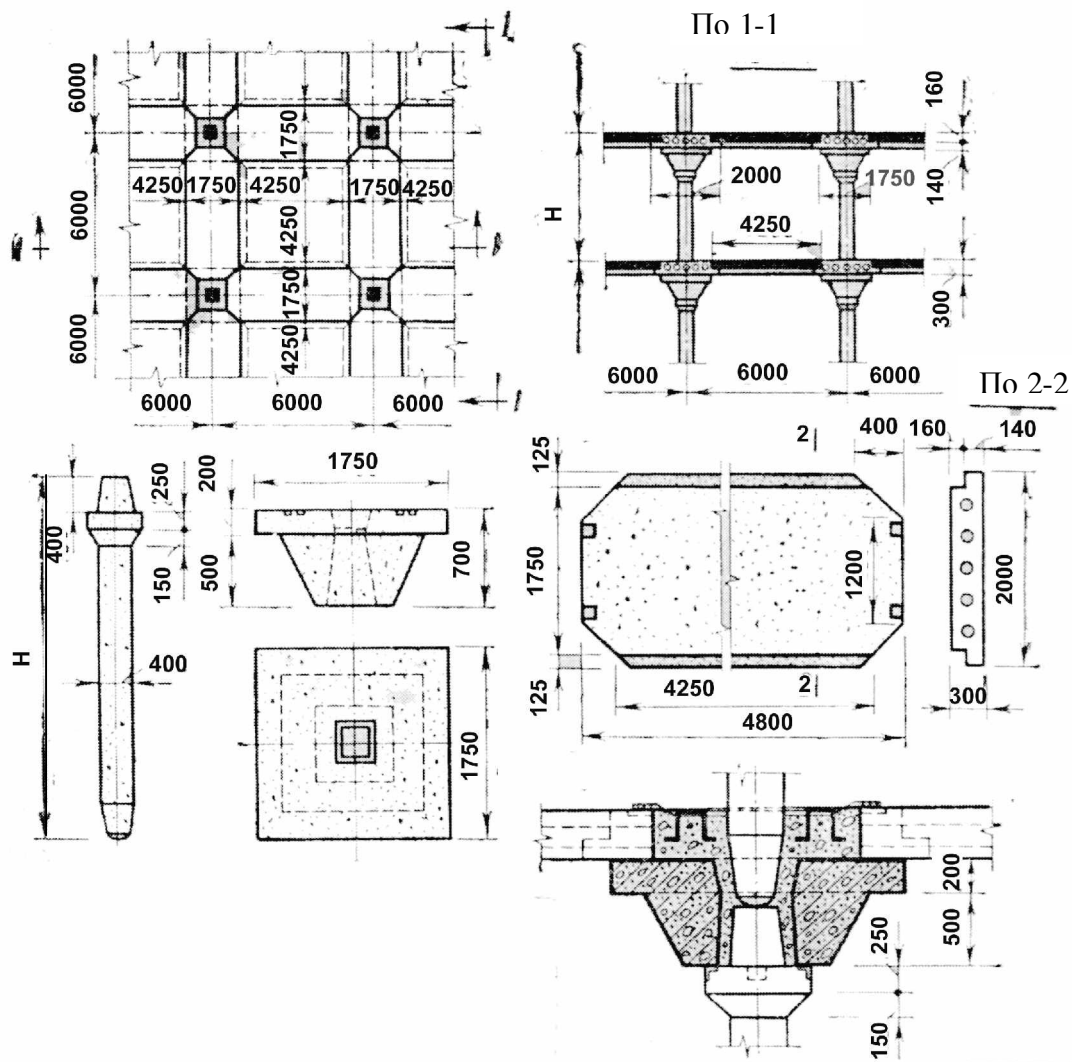
а – межколонные (надколонные) плиты в двух направлениях;  
 б – межколонные (надколонные) плиты в одном направлении;  
 в – без межколонных (надколонных) плит;  
 г – с межколонными (надколонными) плитами в двух направлениях и плоскими капителями.

**Рисунок 6.** Привязка колонн и стен многоэтажных промзданий к модульным разбивочным осям.



а,б – нулевая; в,г – равная половине сечения внутренних КОЛОНН.

Рисунок 7. Элементы безбалочного каркаса.



а – монтажная схема; б – колонна; в – капитель; г – надколонная (межколонная) плита; д – деталь сопряжения.



## Лекция 10.

### Вспомогательные здания промпредприятий.

Для нормальной работы промышленное предприятие должно быть обеспечено комплексом вспомогательных помещений.

Эти помещения могут располагаться как индивидуально, так и группироваться в блоки и корпуса.

По назначению вспомогательные помещения делятся на две основные группы: помещения культурно-бытового обслуживания и помещения административно-технического назначения. К первой группе относятся: санитарно-бытовые помещения, помещения общественного питания, помещения здравоохранения и помещения культурного обслуживания. Ко второй группе относятся помещения учреждений и конструкторских бюро и помещения общественных организаций и учебно-лабораторные помещения.

Административно-бытовые помещения могут располагаться как в производственных зданиях в виде отдельных помещений или блоков, так и быть пристроенных к производственным зданиям или располагаться в отдельно-стоящих корпусах. В зависимости от расположения административно-бытовых помещений относительно производственного здания они подразделяются на встроенные, пристроенные и отдельно-стоящие. Пристроенные и отдельно-стоящие вспомогательные помещения обычно называются административно-бытовыми корпусами (АБК).

Кроме АБК, определенная часть некоторых вспомогательных помещений располагается непосредственно в производственном здании. Все вспомогательные помещения объединяются в следующие функциональные группы или блоки: гардеробно-душевой блок с гардеробными, душевыми, преддушевыми, туалетами, подсобными помещениями и т.д.; блок помещений медицинского пункта; блок рабочих комнат администрации и конструкторского бюро и блок культурно-общественных помещений. Каждый функциональный блок имеет определенное количество санузлов и подсобно-хозяйственных помещений. Непосредственно у рабочих мест обычно располагается часть туалетов, комната отдыха работающих и часть конторских помещений.

Площадь всех потребных вспомогательных помещений и количество санитарно-технического оборудования определяются расчетом на основе двух основных факторов: количества

работающих в рассматриваемом производственном здании и санитарной характеристики протекающего в данном здании технологического процесса.

Все производственные процессы по своим санитарным характеристикам подразделяются на 4 группы:

Группа I – нормативный микроклимат в производственном помещении или здании. При незначительном воздействии загрязняющих веществ малой степени вредности;

Группа II – неблагоприятный микроклимат с выделением тепла, ваги, пыли или при низких температурах;

Группа III – неблагоприятный микроклимат с резко выраженными вредными факторами;

Группа IV – особый микроклиматический режим производства для обеспечения качества продукции.

Группы производственных процессов для удобства разделены на подгруппы (А, Б, В и т.д.), имеющих более детальное описание санитарных характеристик.

Административно-бытовые корпуса обычно проектируют каркасными с сеткой колонн 6х6, 6х9 и 6х3м или крупнопанельными бескаркасными с поперечными несущими стенами.

Высота этажа принимается в бескаркасных АБК 2,8 или 3,0м и в каркасных зданиях 3,3м.

Наиболее распространены следующие габариты АБК:

Высота от 2 до 4 этажей;

Длина 24,30,48,60 метров;

Ширина 15,18,24 метра.

В АБК должно быть не менее двух лестниц, расположенных в лестничных клетках и имеющих естественное освещение.

Функциональное зонирование типично АБК обычно осуществляется следующим образом:

На 1 этаже располагается пищеблок, вестибюль, проход в цех, медпункт и гардеробно-душевой блок (как правило, женский);

На 2 этаже располагается мужской гардеробно-душевой блок большей, чем на 1 этаже площади, часто занимающий весь этаж;

На 3 этаже располагаются помещения администрации, помещения общественных организаций, зал собраний или «красный уголок», помещения КБ и т.д.

Основным функциональным ядром любого АБК являются помещения гардеробно-душевого блока (ГДБ). Схемы движения людей в гардеробно-душевом блоке, объединяющем основные

санитарно-бытовые помещения и взаимосвязь этих помещений определяется в основном санитарными характеристиками производства, т.е. группой и подгруппой производственных процессов, характерной для конкретного рассматриваемого производства. При этом гардеробы могут предназначаться для хранения всех видов одежды, а могут быть отдельными – для хранения уличной и домашней одежды в одном гардеробном помещении, а рабочей одежды в другом.

Различают три основные схемы:

Хранение одежды в одном помещении;

Хранение одежды отдельно в двух помещениях по т.н. «черно-белой» схеме;

Хранение одежды отдельно в двух помещениях по т.н. схеме «санпропускника».

В АБК используются следующие санитарно-технические приборы и оборудование:

Шкафы для одежды (обычно с откидываемыми скамьями), располагаемые рядами перпендикулярно наружным продольным стенам. Ширина шкафчиков 250,330,400мм, а глубина 500мм;

Душевые кабины размером 900х900мм или кабины с индивидуальными преддушевыми общим размером 1800х900мм.;

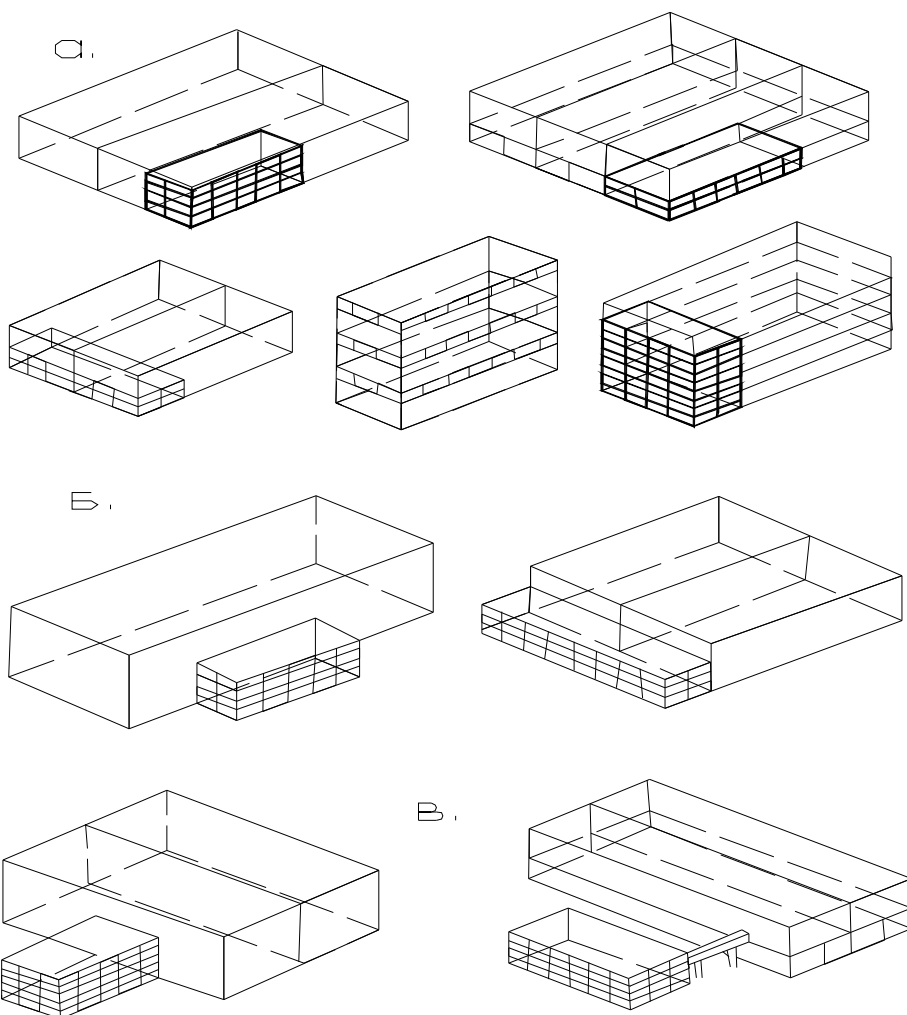
Умывальники в виде индивидуальных приборов и групповых круглых или лотковых умывальников;

Унитазы в кабинах размером 1200х800мм и писсуары.

Площадь помещения обеденного зала столовой или буфета вычисляется в зависимости от количества работающих на предприятии в рабочую смену и количества «посадок» в обеденный перерыв.

Помещение медпункта следует располагать на первом этаже АБК, как можно ближе к выходу из корпуса и к переходу в производственное здание с тем, чтобы обеспечить быстрейший прием и эвакуацию пациентов.

Рисунок 1. Взаимное расположение административно-бытовых помещений и производственных зданий.



- а- встроенные бытовые помещения (блоки);  
 б- пристроенные административно-бытовые помещения (блоки или корпуса);  
 в- отдельно-стоящие административные помещения (корпуса).

Рисунок 2. Связь между отдельно-стоящими АБК и производственным корпусом.

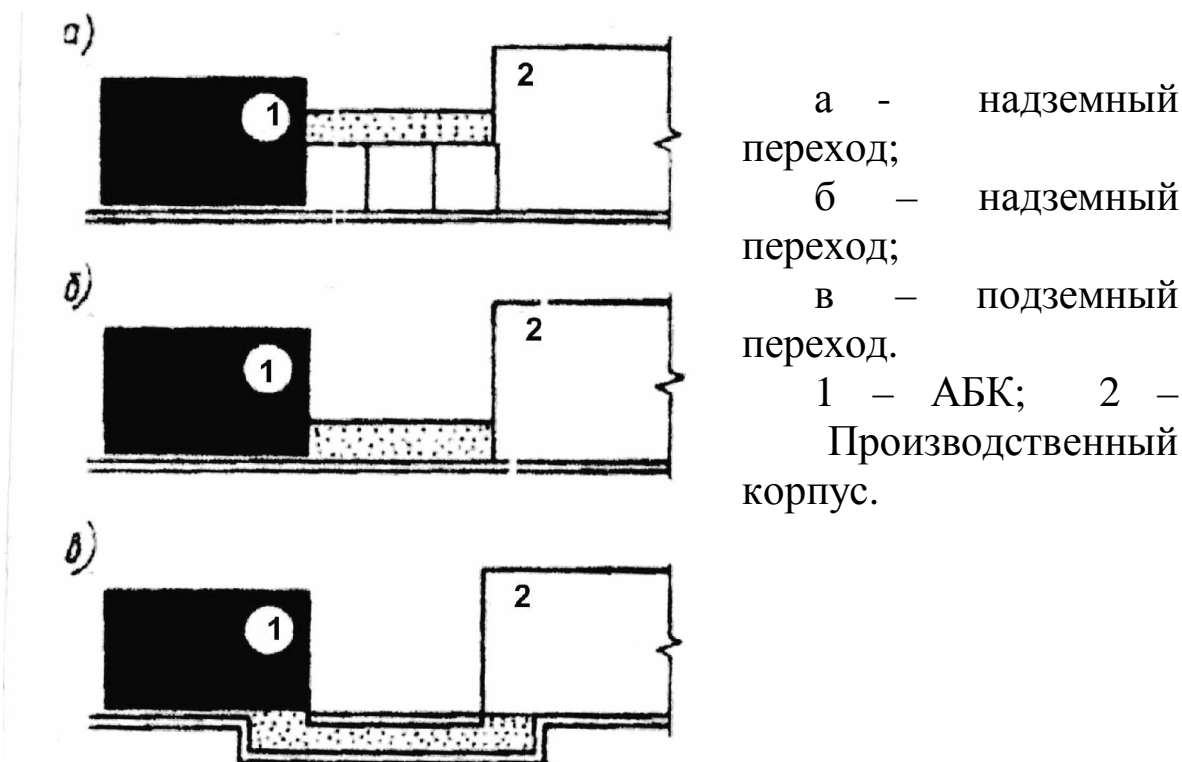


Рисунок 3. Пример решения фасада АБК при его каркасной конструктивной системе.

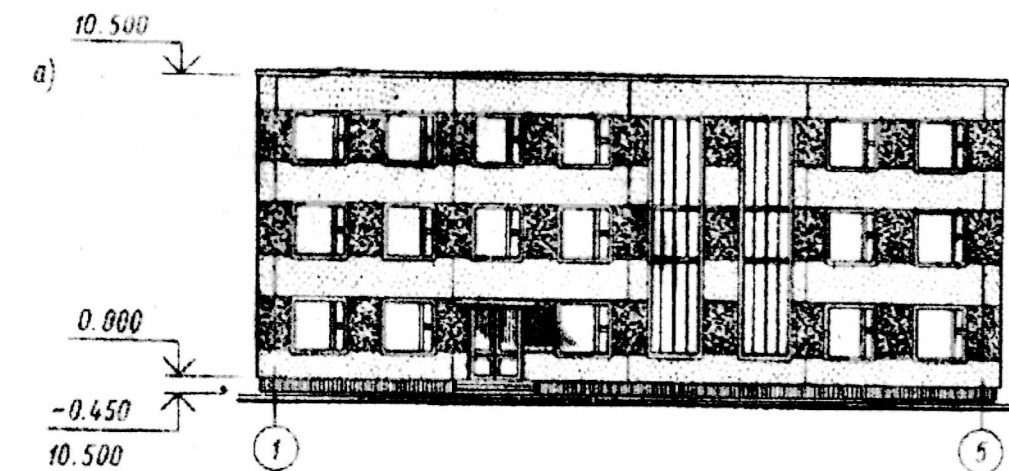


Рисунок 4. Пример продольного разреза по АБК при поперечном расположении ригелей.

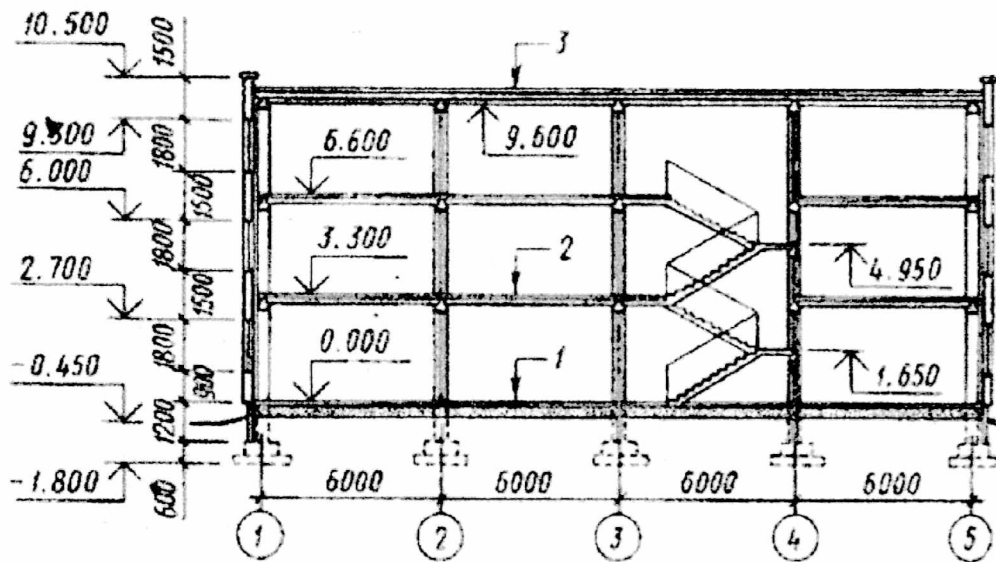


Рисунок 5. Пример продольного разреза по АБК при продольном расположении ригелей.

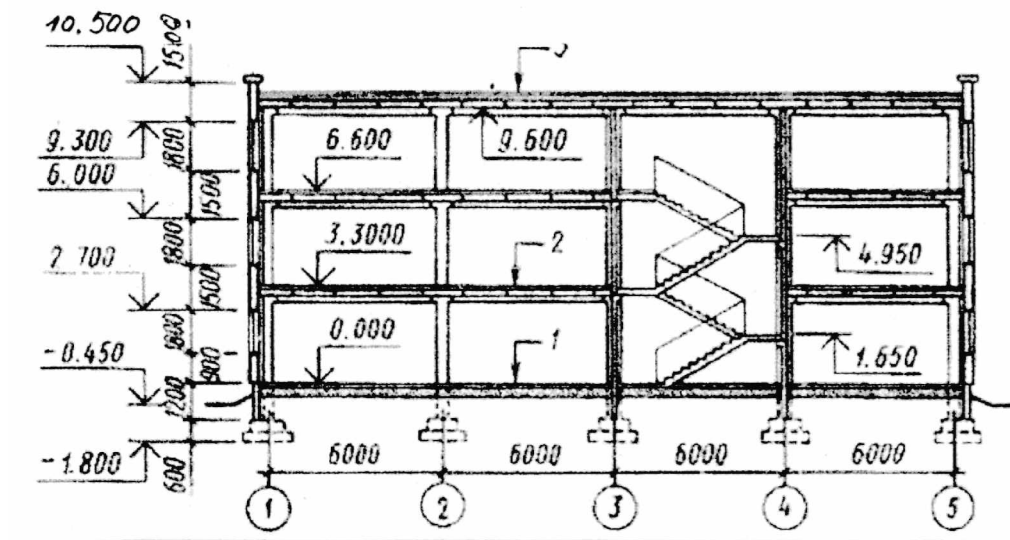


Рисунок 6. Пример планировочного решения первого этажа каркасного трехэтажного АБК.



## Лекция 11.

### Окна и фонари производственных зданий.

Остекленные поверхности стен промзданий делают значительно большей площади, чем в гражданских зданиях. Это вызвано необходимостью обеспечения необходимых для рабочего процесса уровней естественной освещенности и активизации естественной вентиляции (аэрации) помещений.

Размеры оконных проемов номинально (модульно) принимаются кратными по высоте 0,6м и по ширине 0,5м. Обычно полная ширина проемов принимается равной 1,5; 3,0; 4,5и 6,0м. Высота оконного проема диктуется как конструкцией его заполнения, так и типом и размерами конструктивных элементов каркаса здания.

Створки оконных переплетов бывают с вертикальной или горизонтальной осью навески. В последнем случае различают верхне-, нижне- и средне- подвесные переплеты.

Остекление оконных проемов устраивается одинарным, двойным или смешанным, т.е. двойным в нижней части оконных проемов и одинарным – в верхней части.

Переплеты в окнах производственных зданий бывают деревянными, стальными или железобетонными, открывающимися или глухими.

Кроме листового стекла для заполнения окон или устройства более крупных светопрозрачных и светопропускающих ограждений (перегородки, витражи или даже стены) используются стеклоблоки, стеклопрофилит (стекер) или стекопластик.

Фонари в промзданиях подразделяются на световые, светоаэрационные и аэрационные. Обычно фонари состоят из несущей конструкции (в виде каркаса из металлических или железобетонных рам) и из ограждающих конструкций.

По профилю фонари подразделяются на фонари – надстройки (двухсторонние фонари) фонари – шеды (односторонние фонари) и зенитные фонари (купольные или плафонные фонари).

В большинстве случаев в производственных зданиях используются светоаэрационные фонари – надстройки. Ширина фонари  $B_{\phi} = 6\text{м}$  для пролетов 12 и 18м и  $B_{\phi} = 12\text{м}$  для пролетов 24 и 30м. Высота фонаря  $H_{\phi}$  назначается по расчету, с учетом необходимой площади остекления. Длина фонарей – надстроек  $L_{\phi}$



не превышает 84м. От торцов здания, деформационных и температурных швов фонари отодвигают на 6 или 12м.

Фонари – надстройки, независимо от назначения, имеют приблизительно одинаковую конструктивную схему. Каркас фонарей состоит из поперечных рам и ряда продольных элементов (прогонов, связей бортовые элементы и элементы покрытия фонарей).

Рамы фонаря устанавливаются на несущие конструкции покрытия. Эти рамы состоят из стоек, верхнего пояса и раскосов. Как правило, все элементы рамы фонарей выполняются из прокатного металла и соединяются между собой на сварке и на болтах. На горизонтальные обвязочные элементы навешиваются металлические рамы вертикального остекления.

К световым фонарем и светопрозрачным конструкциям покрытия предъявляются следующие основные требования: они должны иметь простое конструктивное решение, высокую светопропускающую способность и низкую инсоляционную способность.

Световая активность фонарей верхнего света зависит от размеров фонарей, их конструкции, применяемого светопрозрачного материала и угла его наклона к горизонтали.

Защита рабочей зоны производственного здания от чрезмерной инсоляции осуществляется применением светопрозрачных материалов, не пропускающих прямой солнечный свет, а также устройством светорассеивающего заполнения фонарей и солнцезащитных элементов.

Наиболее широкое применение нашли т.н. «зенитные» фонари. Они имеют высокую световую активность и большую свободу размещения на покрытии промзданий. Распространена конструкция зенитных фонарей куполообразной формы, прямоугольные или квадратные в плане (т.н. «панельные» и «точечные»). Светопропускающие купола состоят из двух слоев оргстекла. Опорная конструкция выполняется из деревянной рамы и металлического или железобетонного стакана, располагающегося по краям проема в покрытии. Конструкции зенитных фонарей имеют в плане размеры 1200х400мм и 1400х600мм (в свету).

Зенитные фонари могут устраиваться также с плоским или незначительно наклонным светопрозрачным заполнением, которое выполняется из армированного стекла или стеклопакетов, из стеклоблоков, стеклопрофилита (стекора) и из стеклопластика.

Аэрационная активность фонарей достигается устройством системы «незадуваемости» фонарей, т.е. закрыванием проемов фонарей с наветренной стороны и открыванием их с подветренной. Устраиваются специальные глухие «ветроотбойные» или «ветрозащитные» щиты мобильного типа.

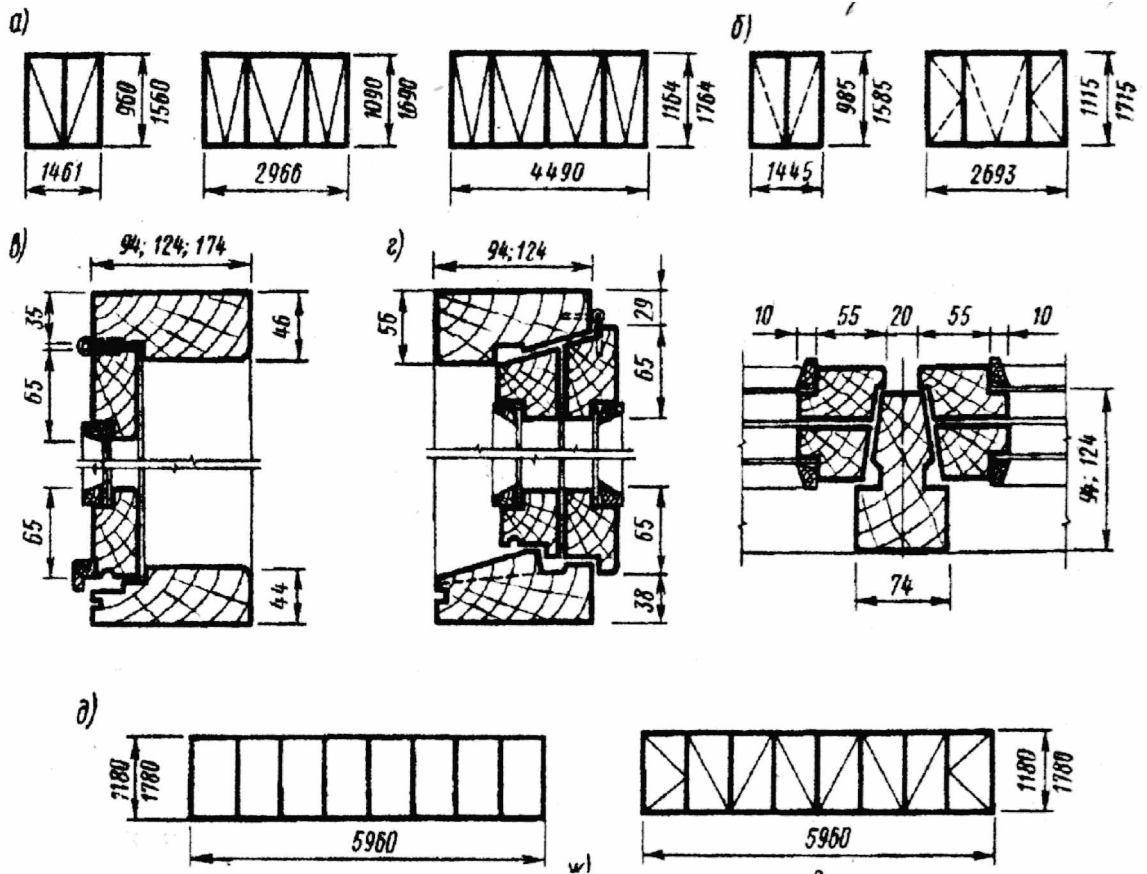
При этом светопропускание таких фонарей значительно снижается и их целесообразно рассматривать как «аэрационные» фонари.

Аэрационные фонари не имеют заполнения проемов светопрозрачными материалами и устраиваются над производственными зданиями со значительными тепловыделениями или с выделением вредных веществ и пыли в результате технологического процесса, т.е. там, где необходима активизация аэрации.

Наибольшее распространение получили аэрационные фонари следующих конструктивных типов: фонарь конструкции КТИС, фонарь конструкции ПСК, фонарь конструкции Батурина и фонарь конструкции Гипромеза.

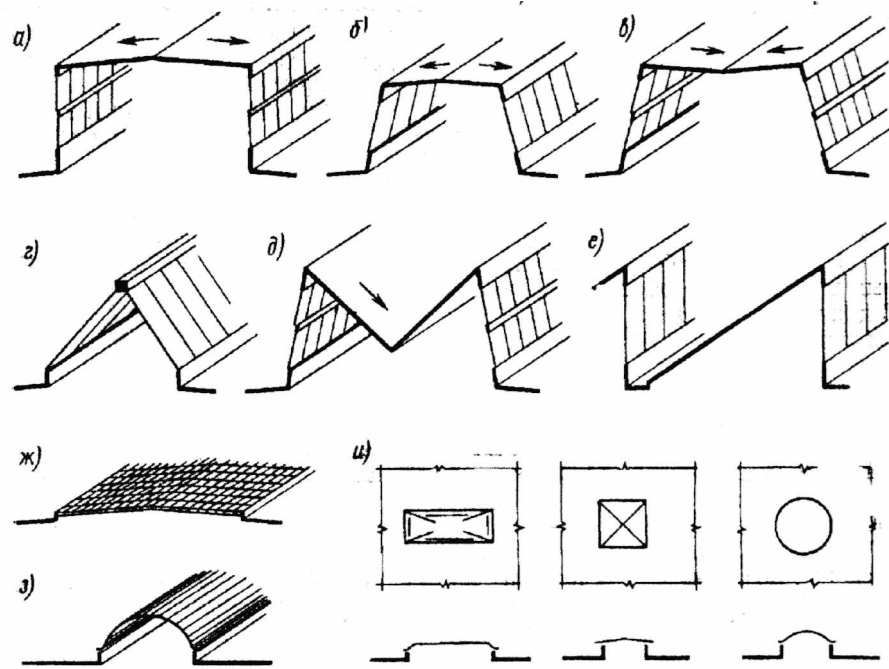


Рисунок 2. Оконные блоки и панели с деревянными переплетами.



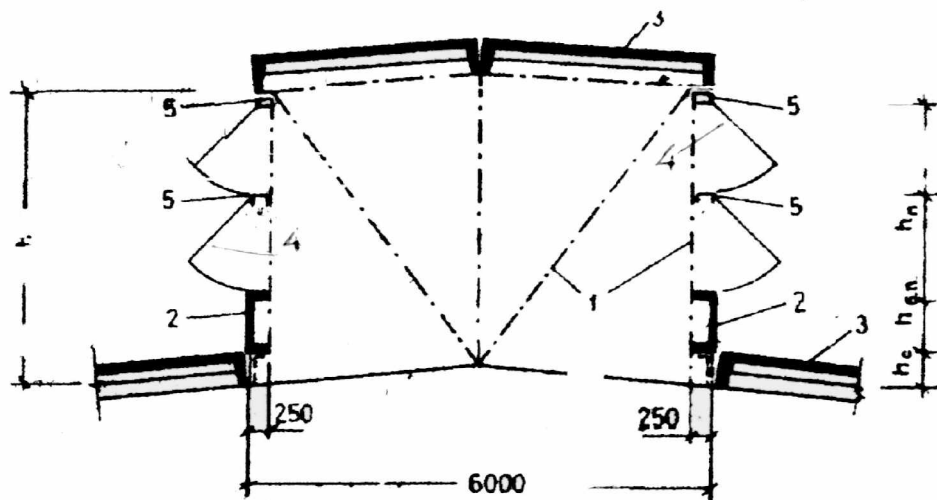
а – схемы переплетов с наружным открыванием створок; б – схемы переплетов с внутренним открыванием створок; в – сечение оконного блока с одинарным переплетом; г – сечения оконного блока с двойными переплетами; д – глухая и створная оконные панели.

Рисунок 3. Световые и светоаэрационные фонари.



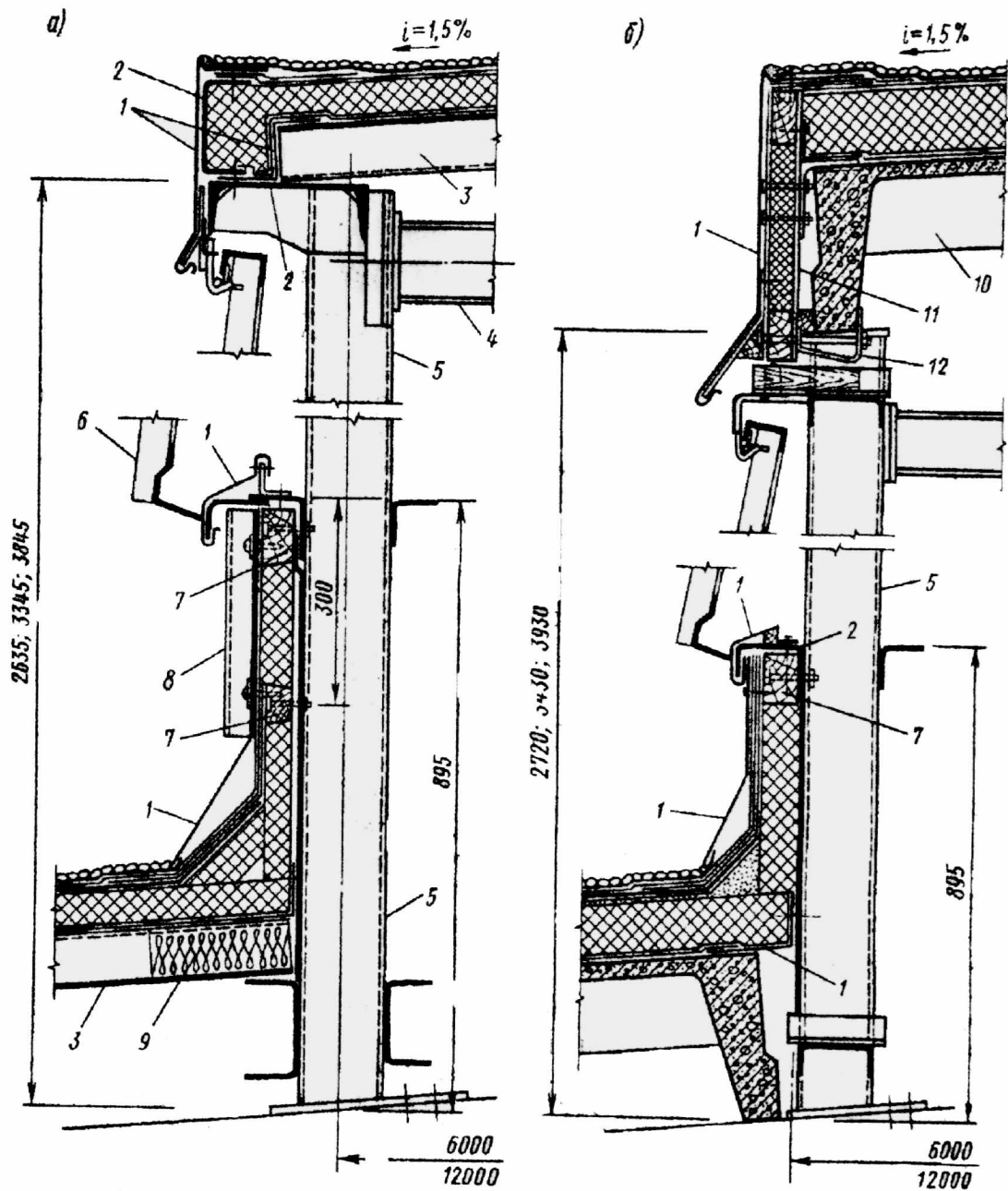
а – прямоугольный светоаэрационный; б,в – трапециевидные светоаэрационные; г – треугольный светоаэрационный; д – М-образный светоаэрационный; е – шедовый светоаэрационный; ж,з,и – зенитные световые.

Рисунок 4. Конструктивная схема светоаэрационного фонаря.



1 – поперечная рама фонаря; 2 – бортовая плита; 3 – плиты покрытия; 4 – створки переплетов остекления; 5 – прогоны для крепления створок.

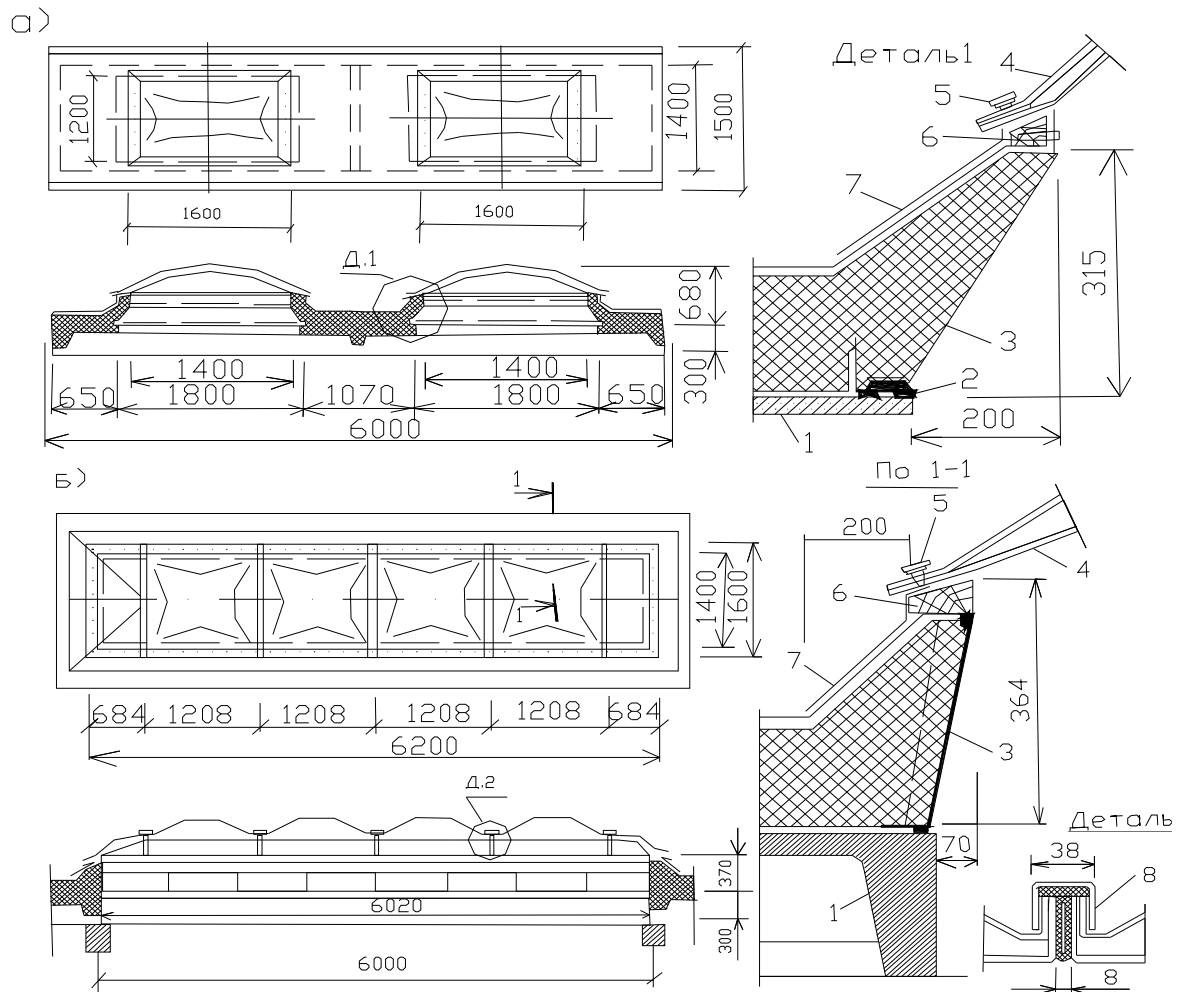
Рисунок 5. Конструктивные детали светоаэрационных фонарей.



а – для покрытий из стального профнастила; б – для покрытий из железобетонных плит.

1 – оцинкованная сталь; 2 – швеллер; 3 – профилированный настил; 4 – фонарный ригель; 5 – фонарная стойка; 6 – переплет; 7 – деревянные бруски; 8 – асбоцементные или стальные волнистые листы; 9 – противопожарная заглушка; 10 – железобетонная плита; 11 – асбоцементная карнизная панель; 12 – крепежный анкер.

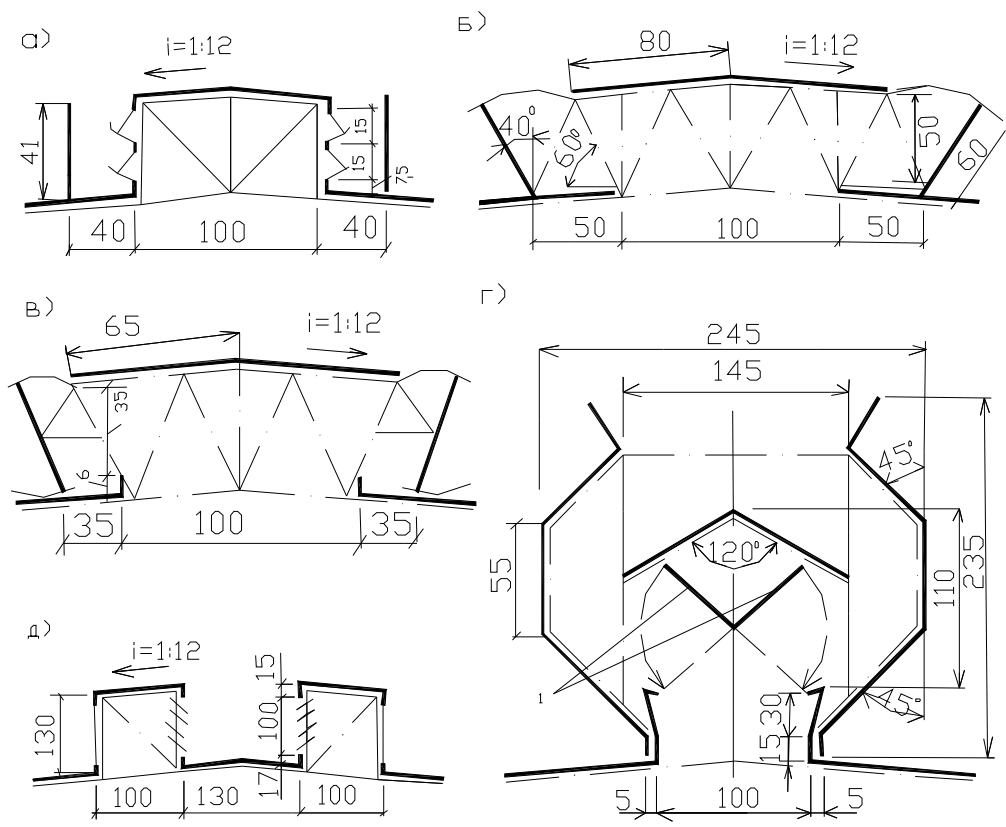
**Рисунок 6.** Конструкция зенитных световых фонарей.



а – точечного типа; б – панельного типа.

- 1 – железобетонная плита покрытия;
- 2 – герметик;
- 3 – стальной опорный стакан;
- 4 – двухслойный купол из стеклопластика;
- 5 – защитный колпачок;
- 6 – опорная деревянная рама;
- 7 – оцинкованная кровельная сталь;
- 8 – фиксирующая накладка из оргстекла.

**Рисунок 7.** Основные типы аэрационных фонарей.



- а – светоаэрационный фонарь со стационарными ветрозащитными (ветроотбойными) панелями;  
 б – фонарь конструкции КТИС;  
 в – фонарь конструкции ПСК;  
 г – фонарь конструкции Гипромеза;  
 д – фонарь конструкции Батурина.



## Лекция 12.

### Полы в производственных зданиях.

В промышленных зданиях, так же, как и в гражданских зданиях, полы устраиваются как по перекрытиям, так и по грунту.

К полам предъявляются целый ряд требований. Они должны обладать высокой механической прочностью; иметь гладкую, ровную, но не скользкую поверхность; обладать малой истираемостью; должны обладать эластичностью (т.е. быть бесшумными); должны иметь малый коэффициент теплоусвоения (т.е. быть теплыми); должны быть огнестойкими, влагостойкими и влагонепроницаемыми; обладать стойкостью к температурным и агрессивным воздействиям; не должны быть токопроводными и не должны давать искр при ударах; должны быть удобны в эксплуатации, экономичными и индустриальными в изготовлении и иметь привлекательный внешний вид и быть ремонтно-пригодными.

Все эти требования определяются конкретными производственными условиями и воздействиями и их трудно удовлетворить одновременно, т.к. зачастую они имеют взаимоисключающий характер. Поэтому в производственных зданиях могут одновременно устраиваться полы нескольких видов, либо при выборе конструкции пола учитываются лишь наиболее важные требования к нему.

Основными конструктивными слоями полов в промышленных зданиях являются: покрытие пола, прослойка, стяжка, подстилающий слой, гидроизоляция, звуко- и теплоизоляция, основание. Эти слои употребляются в различных комбинациях для различных типов полов, которые выбираются в зависимости от расположения пола по грунту или по перекрытию, материала покрытия пола, и общего комплекса воздействий на его конструкцию.

Покрытие пола («одежда» пола, «чистый» пол) непосредственно воспринимает все внешние воздействия. Покрытия могут быть сплошными (бесшовные), из штучных материалов, из листовых или рулонных материалов. Как правило, по материалу покрытия пола называется и вся конструкция пола (бетонный, плиточный, линолеумный и т.д.).

Прослойка – это промежуточный слой для связи покрытия пола из штучных или рулонных (листовых) материалов с нижележащими слоями.

Стяжка применяется для создания плотной и ровной поверхности поверх нижерасположенных слоев и для создания, в случае необходимости, уклона.

Подстилающий слой применяется для распределения нагрузки на основание пола. Подстилающий слой используется в основном при устройстве полов по грунту.

Гидроизоляция используется против сточных вод и других жидкостей, а также против грунтовых вод. В первом случае гидроизоляция устраивается под покрытием пола, а во втором – под подстилающим слоем.

Теплоизоляция или звукоизоляция конструкции пола устраиваются из легких, но плотных материалов (т.е. из материалов с малой объемной массой).

Основанием конструкции пола являются плиты междуэтажных перекрытий или грунт основания (соответственно для полов по перекрытиям или полов по грунту).

Сплошные или бесшовные полы включают в себя такие типы полов как глинобитный пол, гравийный или щебеночный пол, бетонный пол, цементный (цементно-песчаный) пол и асфальтобетонный пол.

Глинобитные полы выполняются из смеси песка и глины, которая укладывается и трамбуется послойно. Покрытие пола является одновременно и подстилающим слоем. При добавлении в смесь до 60% гравия или щебня получается т.н. «глинобетонный» пол.

Гравийные или щебеночные полы устраиваются послойно с трамбованием и с пропиткой верхнего слоя битумной мастикой.

Бетонные и цементные покрытия полов устраиваются толщиной до 50мм. Для увеличения прочности и стойкости к агрессивным воздействиям возможно добавление в цемент металлической стружки (т.н. «металлоцементный» пол) и в бетон – крупного заполнителя из гранита и базальта.

Асфальтобетонные полы выполняются из смеси битума и песка (асфальт) со щебнем.

Полы из штучных материалов представлены такими основными типами, как пол из плитки, пол из брусчатки, деревянный пол, стальной или чугунный пол.

Плиточные полы выполняются из бетонных, цементных или каменных плит (плиток) на битумной или цементной прослойке. Подстилающий слой в случае применения такого типа покрытия пола устраивается жестким. Такие полы экономичны, ремонтнопригодны и эстетичны.

Брусчатые полы выполняются в основном из базальта, гнейса, диабазы и иногда из гранита. Брусчатка укладывается по бетонному, песчаному или грунтовому (земляному) подстилающему слою. Эти полы обладают высокой прочностью и химической стойкостью.

Деревянные полы устраиваются из деревянных шашек (обычно изготавливаемых из хвойных пород) толщиной до 80мм, устанавливаемых на торец по слою мастики. Такие полы называют «торцовкой».

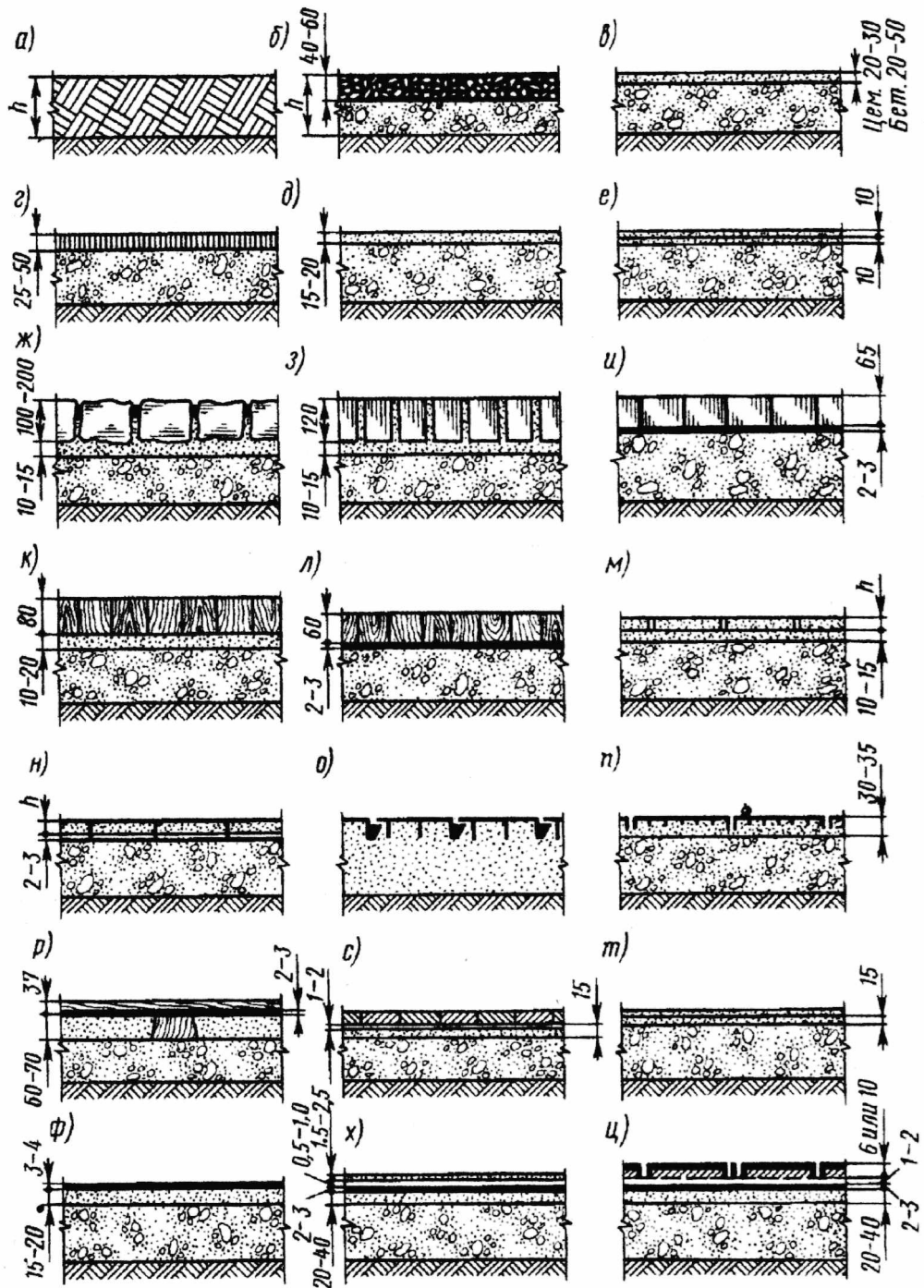
Металлические (стальные или чугунные) полы устраивают из стальных или чугунных плит (плиток) с ребрами, обращенными вниз и рельефной наружной поверхностью. Эти элементы укладываются на слой песка, цементно-песчаного раствора или мелкозернистого бетона.

Листовые (рулонные) полы устраивают из линолеума, резины или винилпласта. Их конструкция аналогична полам, применяющимся в гражданских зданиях.

В некоторых вспомогательных зданиях (в АБК, лабораторных корпусах) или на отдельных участках производственных корпусов могут также устраиваться традиционные дощатые или паркетные полы.

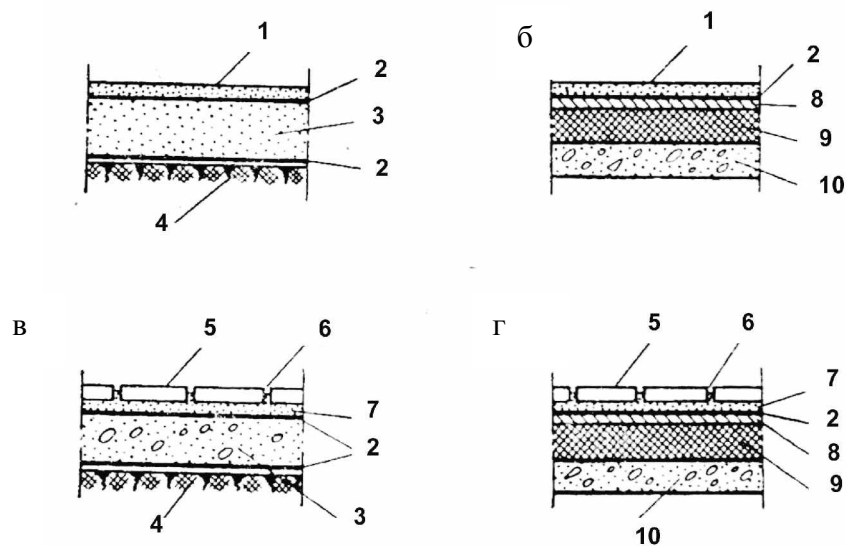
В настоящее время также находят широкое применение новые типы полов – в основном на основе полимерных материалов и композиций. На основе полимеров могут использоваться как мастичные полы, так и плиточные и полимерцементные или полимербетонные.

Рисунок 1. Основные типы полов в промышленных зданиях.



а — глинобитный; б — гравийный или щебеночный; в — бетонный; г — асфальтобетонный; д,е — ксилолитовые; ж — брусчатый; з,и — кирпичные; к,л — торцовые; м,н — плиточные; о,п — металлические; р — дощатые; с — паркетный; т — линолеумный; ф — поливинилцементный; х — из поливинилхлоридного линолеума; ц — из фенолитовых плиток.

Рисунок 2. Конструктивный состав полов промзданий.



а – сплошные на грунте; б – сплошные на перекрытии; в – из штучных материалов на грунте; г – из штучных материалов на перекрытии.

1 – покрытие сплошное; 2 – гидроизоляция; 3 – подстилающий слой; 4 – основание; 5 – покрытие из штучных материалов; 6 – заполнение из швов; 7 – прослойка; 8 – стяжка; 9 – звукоизоляция; 10 – плита перекрытия.

## Лекция 13.

### Прочие элементы производственных зданий (лестницы, перегородки, этажерки, ворота).

Лестницы в промзданиях подразделяются на аварийные, служебные, пожарные. Основные лестницы служат для сообщения между этажами ( в многоэтажных производственных зданиях или в АБК), служебные – для подъема или перехода к одиночным рабочим местам, пожарные – для противопожарных целей, а аварийные – для эвакуации персонала.

Основные лестницы могут иметь до 5 маршей между этажами, располагаются они в лестничных клетках, выполняются обычно из сборного или монолитного железобетона и имеют обычно уклон в 30°. Конструкции и геометрические параметры этих лестниц аналогичны применяющимся в каркасных и бескаркасных гражданских зданиях.

Служебные лестницы имеют уклон от 45 до 90°. Они выполняются из листового, полосового, стержневого и уголкового металла. Ширина марша – до 900мм. Такие лестницы используются для подъема на этажерки, к рабочим площадкам или к крановому оборудованию.

Пожарные лестницы устраиваются вертикальными, из металла, шириной до 700мм. Их устраивают наружными, у простенков здания или торцов фонарей – надстроек и не доводят до земли на 1,5-2м.

Аварийные лестницы выполняются многомаршевыми из металла, с уклоном маршей до 45°, шириной марша до 700мм, с расстоянием между площадками не более 3,6м. Их обязательно доводят до земли.

Перегородки в промзданиях подразделяются на выгораживающие и ограждающие.

Выгораживающие перегородки («выгородки», инвентарные перегородки) устраиваются сборно-разборными на высоту, меньшую чем высота цеха. Они делаются из щитов с различным заполнением (из стекла, дерева, металла и т.д.). Выгораживающие перегородки отделяют друг от друга различные технологические участки производственного здания с одинаковыми микроклиматическими параметрами.

Технологические участки с различным температурно-влажностным режимом, с опасностью возгорания, взрыва или

вредными технологическими выделениями отгораживаются друг от друга стационарными ограждающими перегородками из кирпича, мелких блоков или стеновых панелей. Они устраиваются на всю высоту помещения и часто требуют сооружения дополнительного фахверка для крепления крупноразмерных элементов таких перегородок или устройства пилястр при строительстве ограждающих перегородок из мелкогазобетонных элементов.

В последнее время значительно расширилось применение выгораживающих перегородок из стеклоблоков, стеклопрофилита, стеклопластика и т.д. с легким каркасом из алюминиевых или гнутых стальных профилей. Также возможно применение легких трансформируемых перегородок – откатных, складчатых, раздвижных и т.д. Конструкции таких перегородок аналогичны конструкциям соответствующих типов ворот.

Ворота в промзданиях устраиваются для ввода в них транспортных средств, перемещения грузов или оборудования и прохода большого количества работающих в здании людей.

Размеры ворот устанавливаются в соответствии с требованиями технологического процесса, протекающего в промздании и с требованиями унификации конструктивных элементов здания.

Размеры проемов ворот принимаются кратными укрупненному модулю 600мм. Основные размеры ворот имеют следующие значения (ВхН): 2,4х2,4м; 3,0х3,0м; 3,6х3,0м; 3,6х3,6м; 3,6х4,2м; 4,8х5,4м.

По способу открывания ворота подразделяются на распашные, раздвижные, складчатые, откатные, подъемные и шторные.

Конструктивные элементы ворот выполняются из дерева или металла. Они могут быть утепленными или холодными, с калитками для прохода или без них.

Наиболее широко в настоящее время используются распашные и раздвижные ворота, полотна которых могут открываться как вручную, так и при помощи специальных механизмов.

Двери в промышленных зданиях по своему конструктивному решению, способу открывания и расположению в здании практически аналогичны рассмотренным ранее типам дверей для гражданских зданий.

Этажерки предназначены для размещения технологического оборудования в производственных зданиях и вне него. Они имеют открытую ярусную каркасную конструкции и выполняются из стали, сборного и монолитного железобетона.

Этажерки – это обобщающий термин, который охватывает рабочие или технологические площадки, эстакады и собственно этажерки.

Рабочие, или технологические площадки устанавливаются для обслуживания кранов, промышленных вентиляторов и технологического оборудования. Их подразделяют на переходные, посадочные, ремонтные или смотровые.

Если на рабочих площадках устанавливается технологическое оборудование, то они носят название эстакад (при высоте в 1 ярус) или этажерок (при высоте в несколько ярусов).

Этажерки подразделяются на низкие (до 4 ярусов) и высокие, на стальные или железобетонные, на стационарные и сборно-разборные.

Для подъема на площадки и этажерки устраиваются специальные лифты, и даже подъемники.

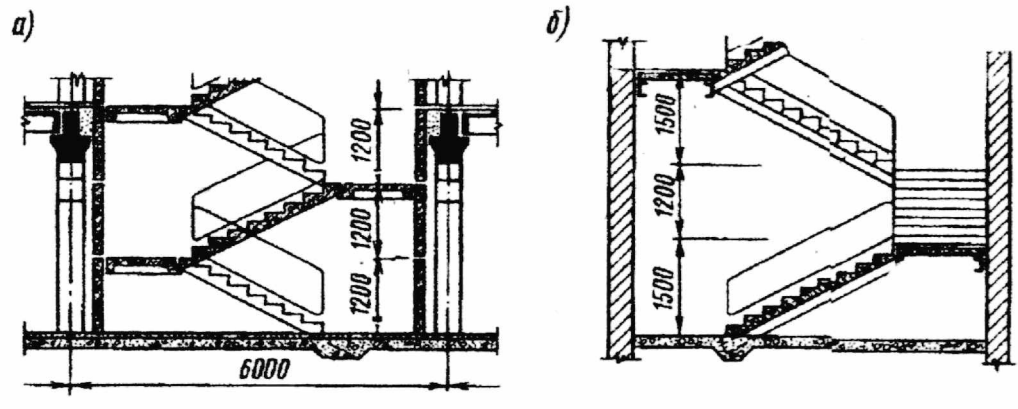
Конструкции площадок, эстакад и этажерок, как правило, состоит из балочной клетки с настилом, которые образуют перекрытия и системы опор.

В качестве опор используются либо существующие колонны каркаса промзданий, либо собственно оборудование, либо специальные колонны.

Рамы каркаса этажерок располагаются в поперечном направлении и между их колоннами устраиваются связи.

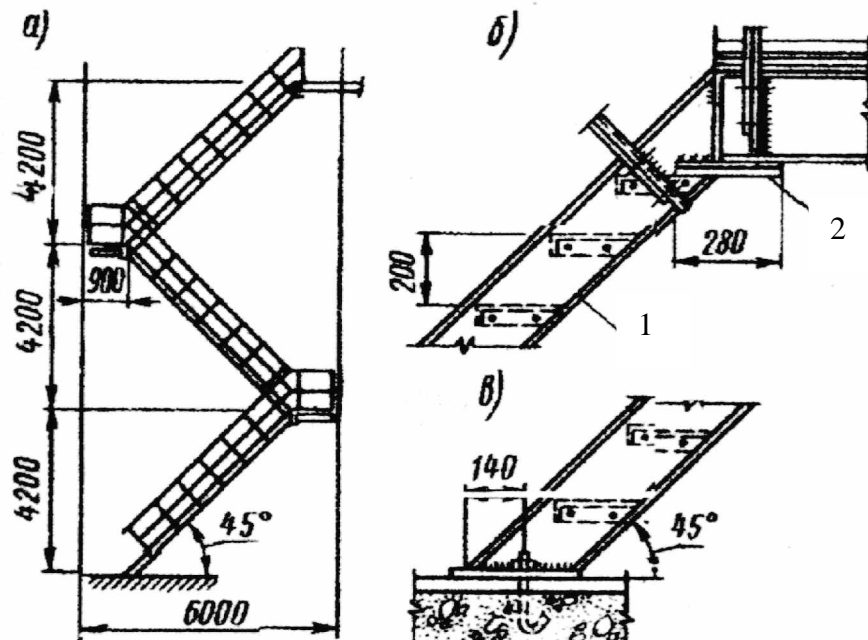
Рисунок 1. Основные лестницы в промышленных зданиях.





а – двухмаршевая лестница; б – трехмаршевая лестница.

Рисунок 2. Конструктивное решение служебных лестниц.

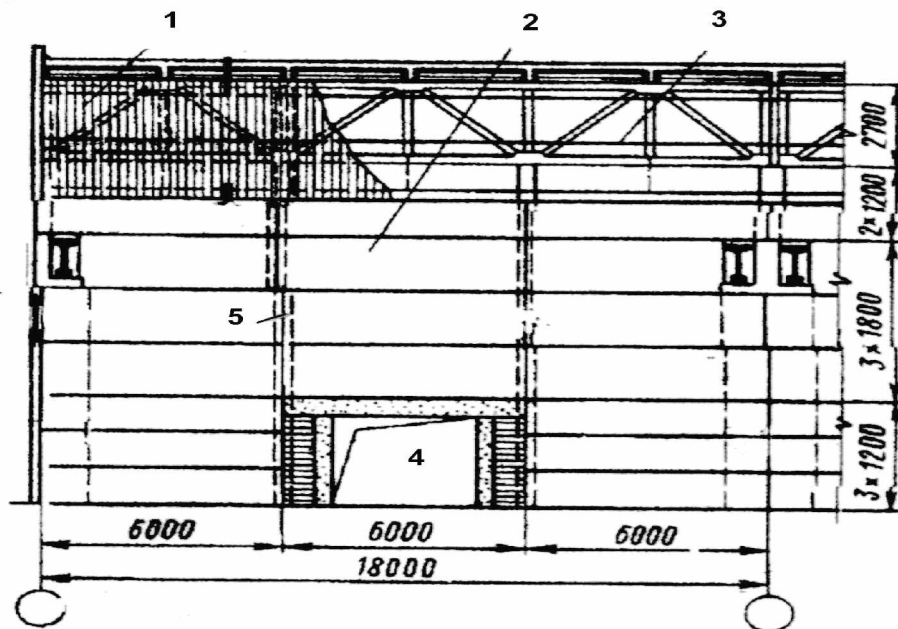


а – маршевая стальная лестница; б – верхний узел опирания марша; в – нижний узел опирания марша.

1 – косоур из швеллера;

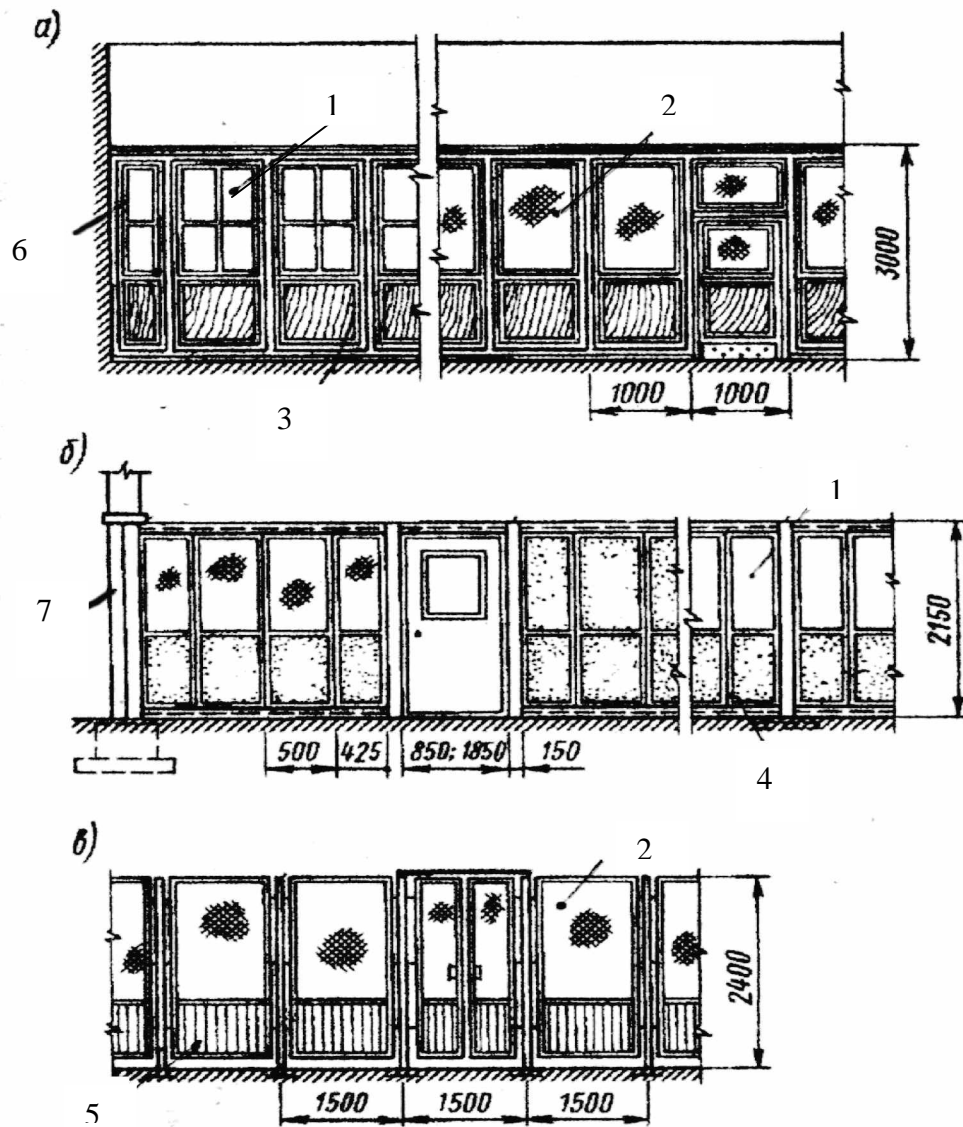
2 – опора проступи из уголка.

Рисунок 3. Пример ограждающей панельной перегородки.



- 1 – доборные асбоцементные листы;
- 2 – тонкие железобетонные панели;
- 3 – обвязочный стальной ригель;
- 4 – проем ворот;
- 5 – стойка фахверка перегородки.

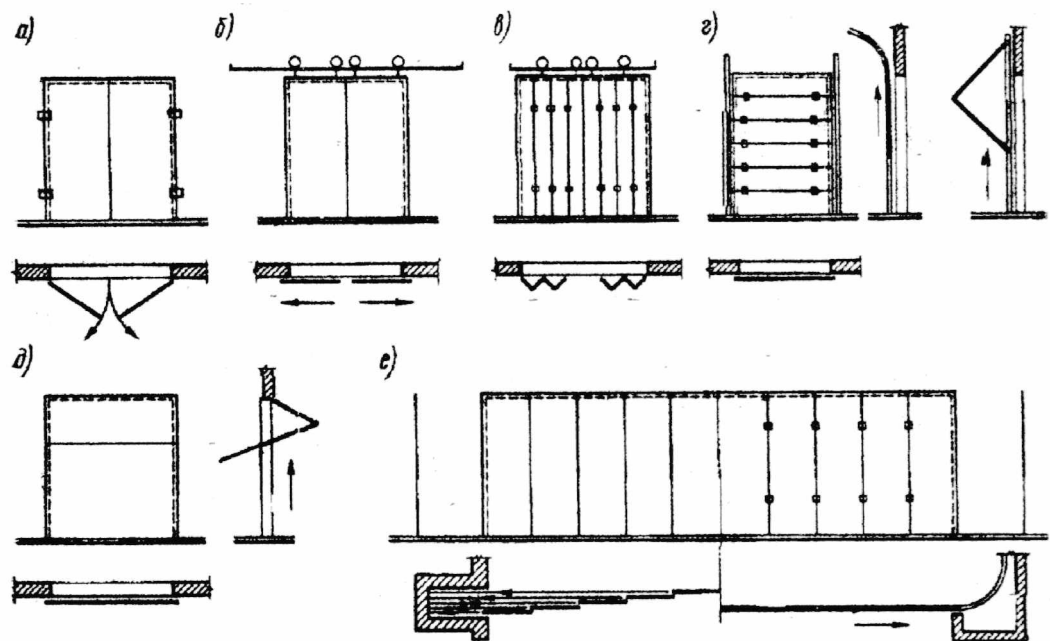
Рисунок 4. Примеры щитовых выгораживающих перегородок.



а – деревянные;  
 б – железобетонные;  
 в – стальные.

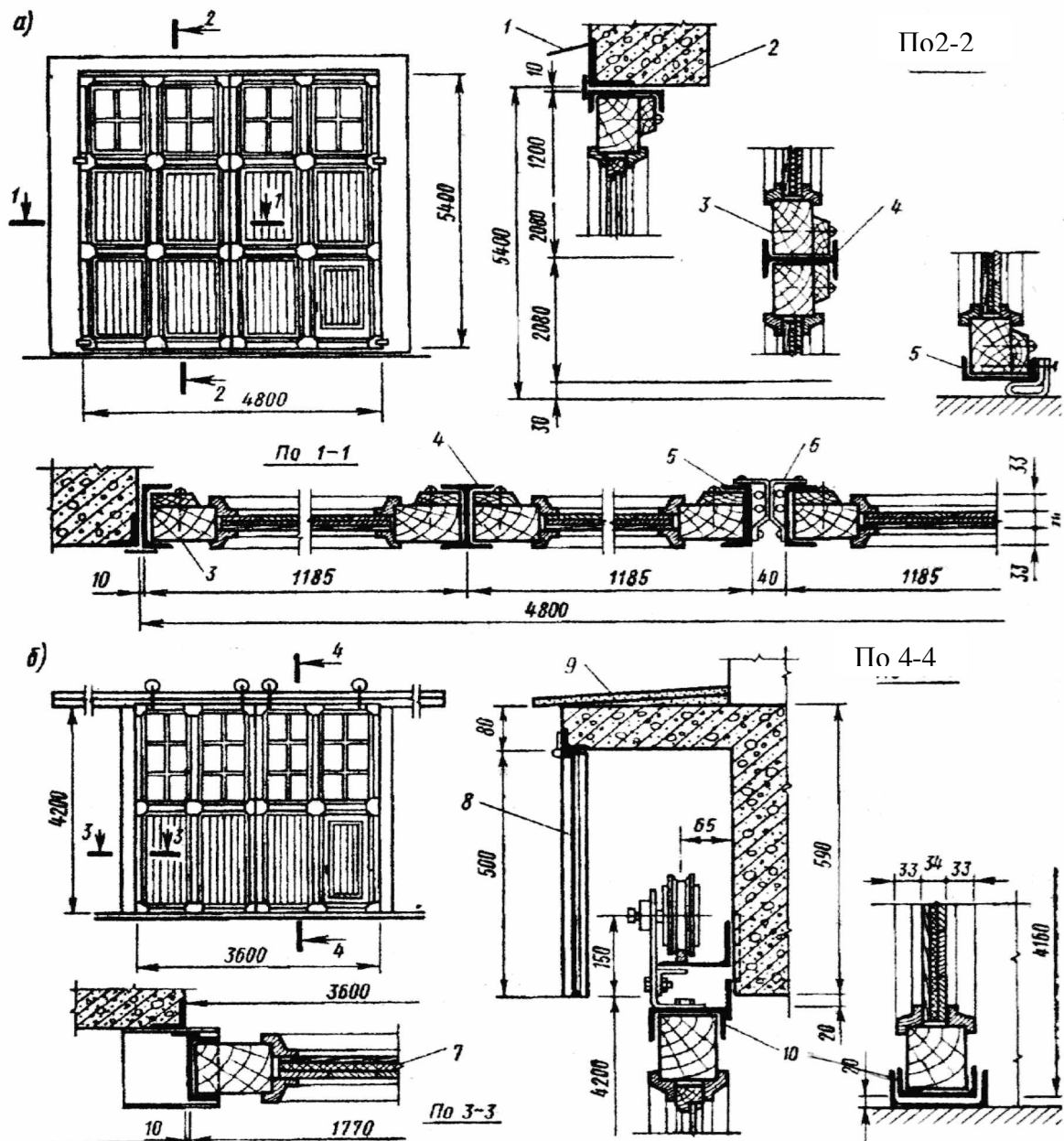
1 – стекло;  
 2 – металлическая сетка;  
 3 – деревянная панель щитовой перегородки;  
 4 – железобетонная панель щитовой перегородки;  
 5 – металлическая панель щитовой перегородки;  
 6 – стена;  
 7 – колонна каркаса.

Рисунок 5. Основные виды ворот промышленных зданий.



а – распашные; б – раздвижные; в – складчатые; г – подъемные;  
 д – подъемно-складчатые; е – откатные.

Рисунок 6. Примеры конструктивного решения ворот.



а – распашные ворота; б – раздвижные ворота.

1 – металлическая полоса; 2 – ригель рамы ворот; 3 – деревянная обвязка; 4 – двутавр; 5 – швеллер; 6 – резиновый нащельник; 7 – утеплитель полотна ворот (войлок, минвата и т.д.); 8 – стальной лист; 9 – асбоцементный лист по цементно-песчаной стяжке с уклоном; 10 – швеллер (верхняя и нижняя направляющие).

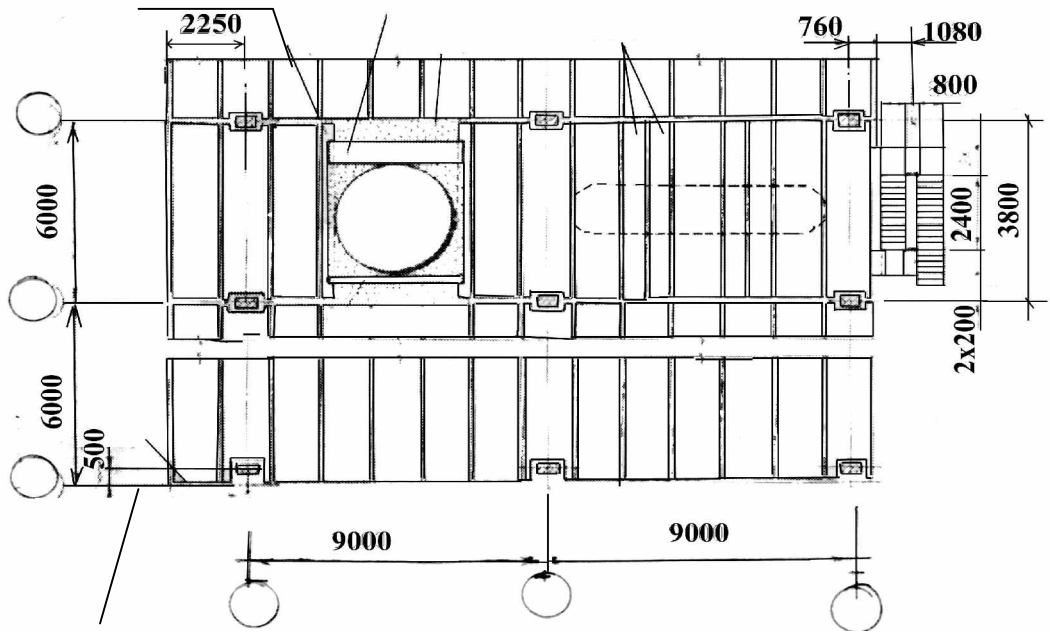
Рисунок 7. Пример этажерки для технологического оборудования в производственном здании павильонного типа.

Фрагмент плана.

Балки под  
покрытия

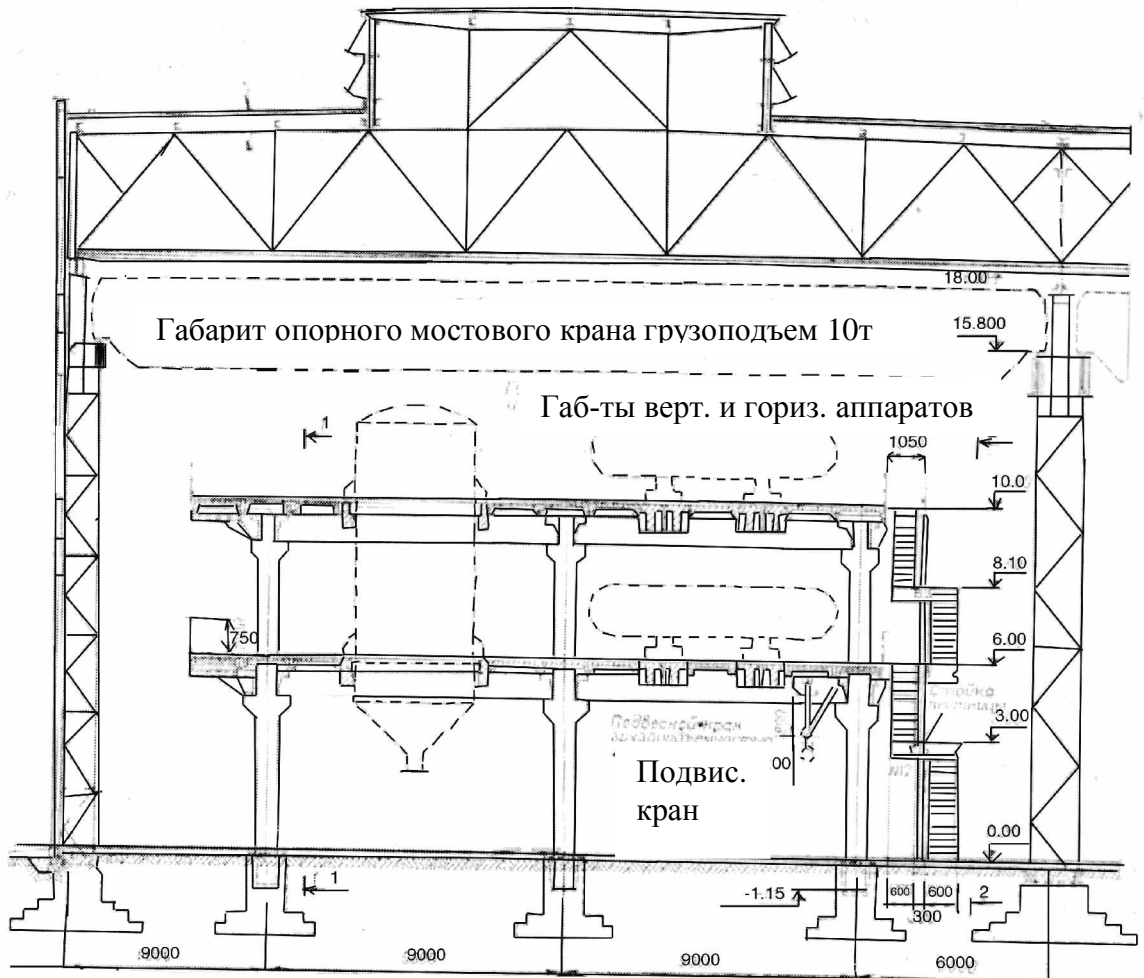
Плита  
ш.700 | 4000

Балки под  
аппараты



Границы  
покрытия

Фрагмент разреза.



## Лекция 14.

### Большепролетные конструкции промзданий.

Возведение большепролетных конструкций промзданий в основном диктуется как производственной и технологической необходимостью, так и требованиями технологической гибкости и универсальности производства.

Определяющим критерием в проектировании простых, экономичных, эффективных и архитектурно – выразительных большепролетных промзданий является выбор соответствующих несущих конструкций покрытия.

Покрытия в большепролетных промзданиях подразделяются на плоскостные, пространственные и висячие.

Большепролетные плоскостные конструкции аналогичны обычным плоскостным конструкциям покрытия, но более сложны и трудоемки. Обычно большепролетной считается конструкция, имеющая пролет более 36м. Такие конструкции наиболее эффективны на пролетах 48 – 60м. Они проще и дешевле пространственных или висячих конструкций покрытия, но тяжелы, имеют большое сечение (рабочую высоту) и работают независимо друг от друга.

Покрытие по большепролетным плоскостным конструкциям устраиваются аналогично известным традиционным решениям. По несущим большепролетным фермам, рамам или аркам укладываются ограждающие элементы покрытия по прогонной или беспрогонной схеме.

Большепролетные конструкции покрытия промзданий в основном представлены металлическими или железобетонными фермами и металлическими или железобетонными арками и рамами. Железобетонные конструкции в основном применяются предварительно – напряженными.

По способу конструктивного решения висячие конструкции покрытия подразделяются на вантовые и собственно висячие.

Основными несущими конструкциями вантовых покрытий являются ванты, т.е. канаты из высокопрочной проволоки, а основой собственно висячих покрытий является мембрана из стального листа. Эти конструкции работают на растяжение, что дает возможность использовать в них высокопрочные марки стали, имеющих большое сопротивление растягивающим усилиям и

достичь, таким образом, экономичных и эффективных конструктивных решений.

Висячие вантовые конструкции характеризуются еще и тем, что в них для восприятия распора устраиваются мощные опорные конструкции, а вантовой обеспечивается системой стабилизирующих тросов. По несущим и стабилизирующим тросам устраивается ограждение покрытия железобетонных элементов.

Пространственные покрытия являются весьма рациональным типом большепролетных конструкций, т.к. в них совмещены несущие и ограждающие функции.

Основными типами пространственных большепролетных конструкций являются оболочки, складки, купола и своды, которые в основном выполняются из сборного или монолитного железобетона, а также перекрестно – стержневые конструкции, выполняемые из стали в виде «структурной» большепролетной плиты покрытия.

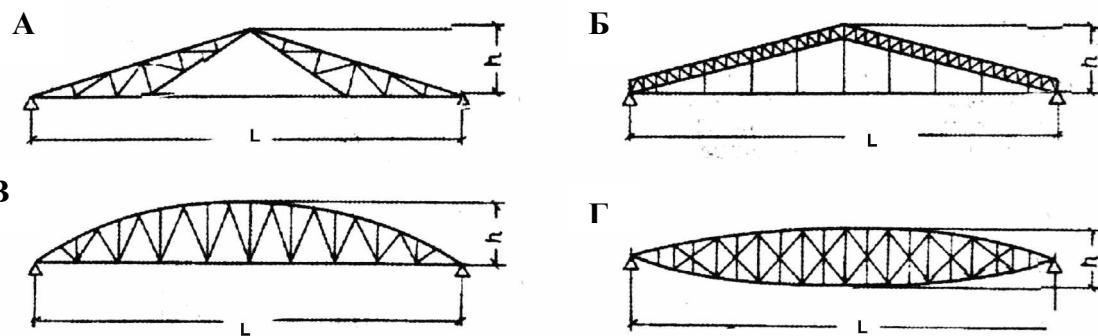
Кроме рассмотренных большепролетных конструкций необходимо также отметить и такой специфический тип конструкций, как пневматические, которые используют для сохранения своего проектного положения, формы и несущей способности в них используется избыточное давление воздуха.

Пневматические сооружения имеют в качестве ограждающей конструкции мягкую оболочку, которая в случае нагнетания в нее воздуха под минимальным избыточным давлением в  $10 - 20 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$  ( $100 - 200 \text{ Па}$ ) образует т.н. «пневмоопорную» конструкцию. «Пневмокаркасные» конструкции, в свою очередь, используют отдельные несущие конструктивные элементы из мягких материалов, которые принимают необходимую конструктивную форму с помощью пневматики.

Пространственные и висячие большепролетные конструкции чрезвычайно эффективны с архитектурной точки зрения и могут применяться для формирования зданий и комплексов градоформирующего характера.

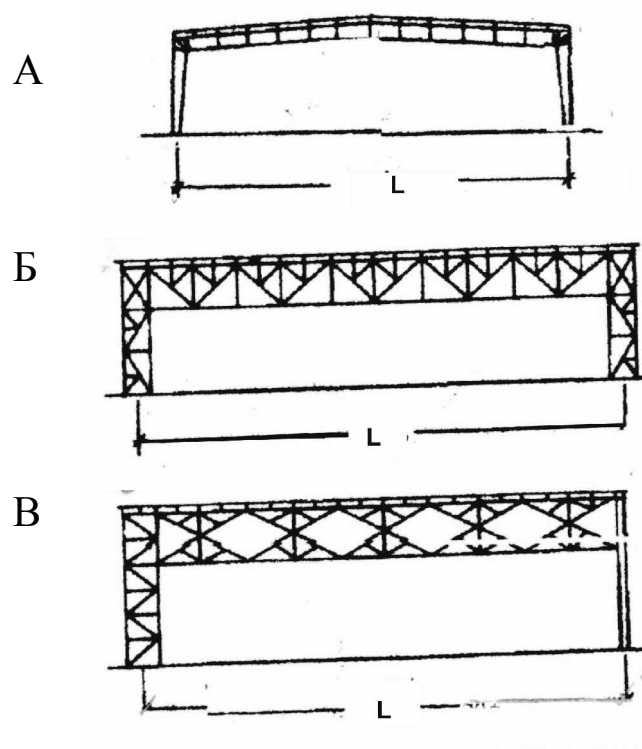
Рисунок 1. Геометрические схемы большепролетных ферм.





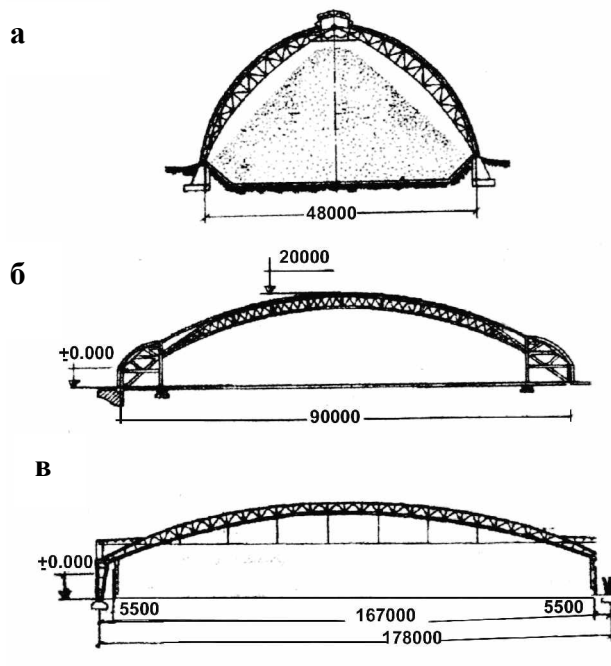
А – треугольная ферма; Б – треугольная с затяжкой;  
 В – сегментная ферма; Г – ферма параболического очертания.

Рисунок 2. Схемы однопролетных стальных порталных рам.



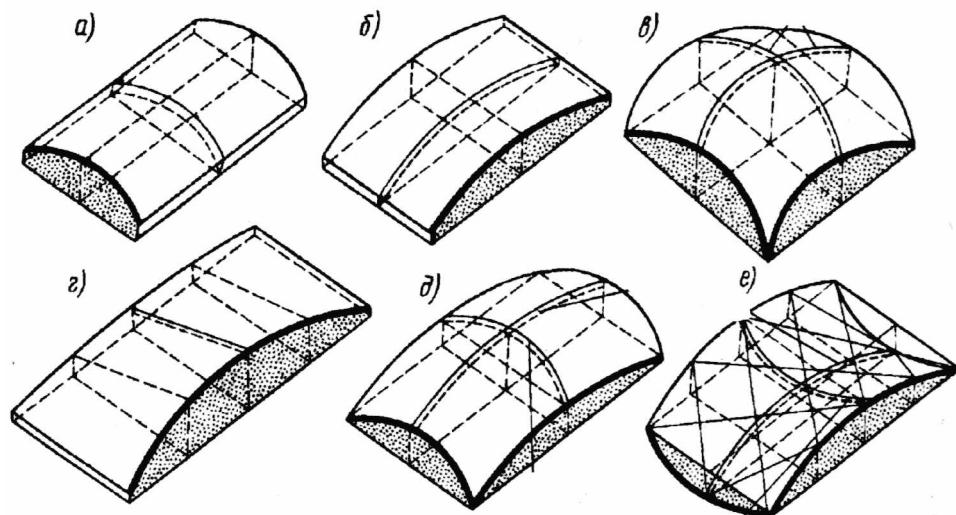
А – сплошная рама; Б – сквозная рама; В – со сквозным ригелем, одной сквозной и одной сплошной опорой.

Рисунок 3. Схемы сквозных металлических арок.



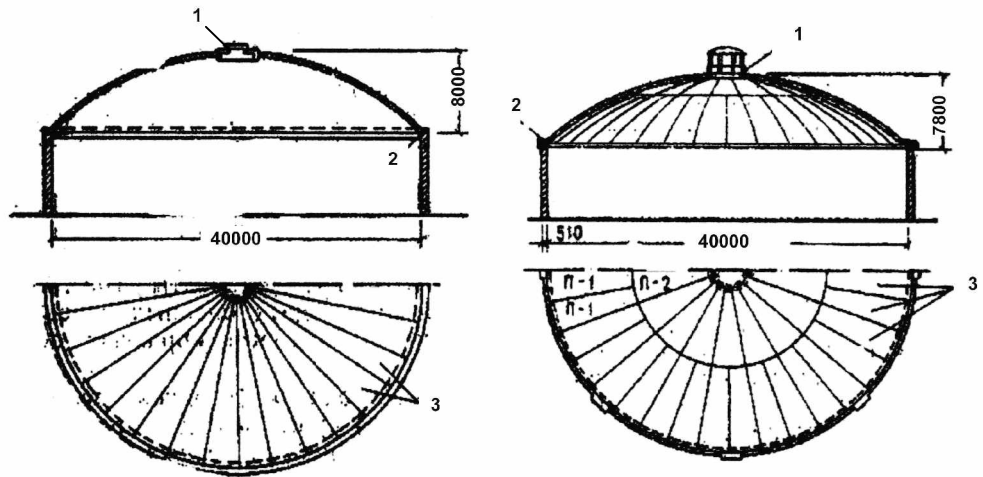
А – трехшарнирная арка; Б – двухшарнирная арка; В – арка с приподнятой затяжкой.

Рисунок 4. Основные виды оболочек.



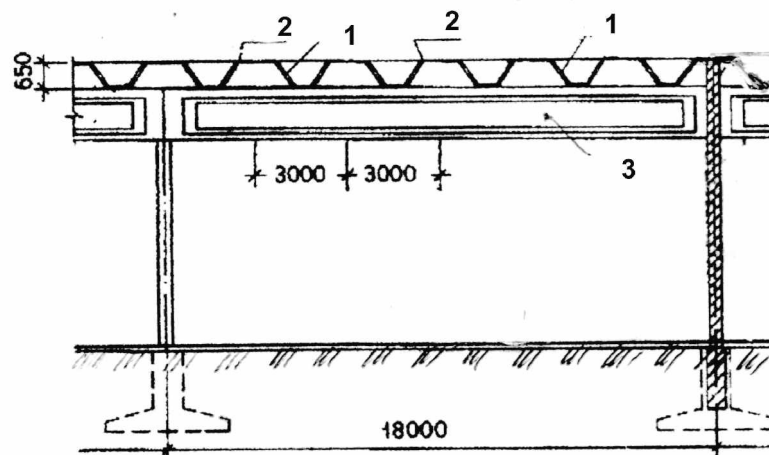
а – цилиндрическая длинная; б – цилиндрическая короткая; в – купольная (парусная); г – коноидальная; д – параболическая; е – гиперболическая.

Рисунок 5. Сборные железобетонные купола.



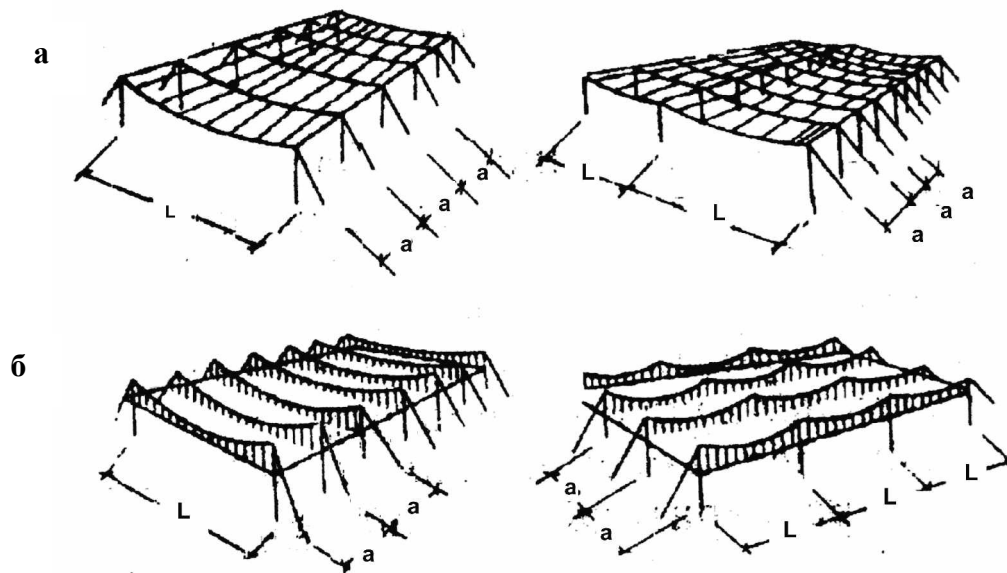
- а – с радиальной разрезкой на сборные элементы;  
 б – с радиально – кольцевой разрезкой на сборные элементы;  
 1 – верхнее опорное кольцо;  
 2 – нижнее опорное кольцо;  
 3 – сборные элементы купола.

Рисунок 6. Поперечный разрез здания со складчатым покрытием.



- 1 – круглые световые проемы;  
 2 – сборная панель – складка пролетом 18м.;  
 3 – стропильная железобетонная балка.

Рисунок 7. Конструктивные схемы вантовых покрытий.



а – однопролетные и многопролетные висячие покрытия;  
 б – однопролетные и многопролетные подвесные покрытия.

Рисунок 8. Пример висячего покрытия в виде тонкостенной стальной мембраны.

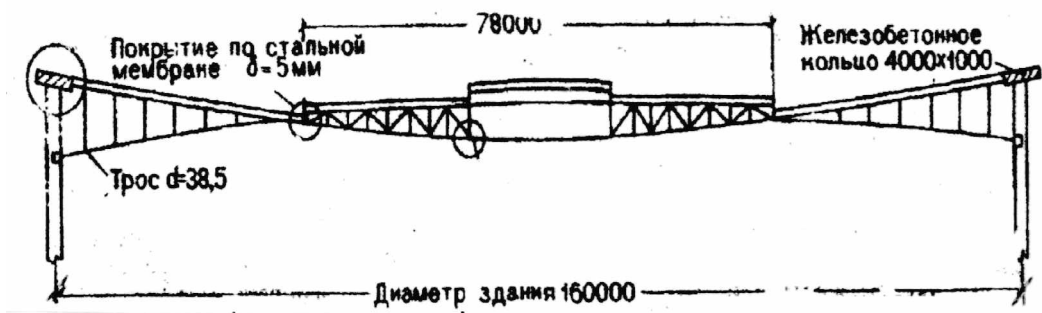
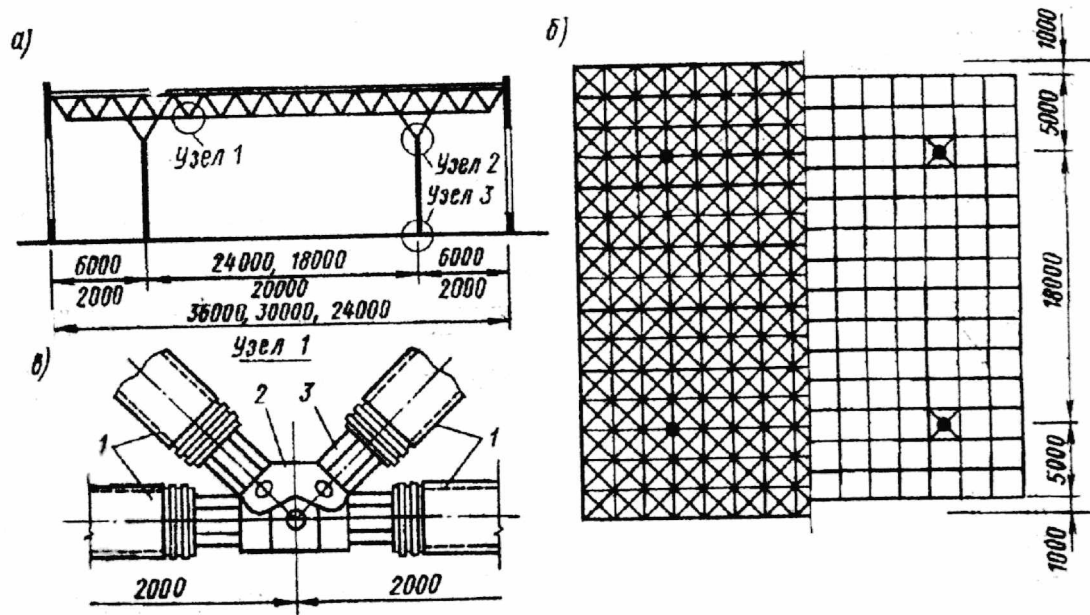


Рисунок 9. Пример пространственного перекрестно – стержневого структурного покрытия из стали.



а – схема разреза; б – план покрытия по верхнему и нижнему поясу; в – узел соединения стержневых элементов.

- 1 – стержневой элемент;
- 2 – узловой элемент;
- 3 – соединительный элемент.

## Лекция 15.

### Естественное освещение промзданий.

Одним из существенных факторов, определяющим оптимальность внутренней микроклиматической является освещенность.

Необходимая освещенность рабочих помещений производственных зданий обеспечивается естественным, естественным и совмещенным светом.

Естественное освещение обеспечивается через светопроемы в ограждающих конструкциях здания и может быть боковым (освещение через окна), верхним (освещение через фонари) и освещенным (одновременное освещение через окна и фонари).

Искусственное освещение осуществляется при помощи электросветильников в виде общего освещения (светильники над всей площадью помещения), местного освещения (светильники над рабочими местами) и комбинированного освещения (одновременное действие общего и местного освещения). Вопросы, связанные с искусственным освещением в курсе «Архитектура промышленных зданий» не рассматриваются.

В последнее время все более широко используется система совмещенного освещения. Совмещенное освещение предусматривает освещение рабочих мест одновременно искусственным и естественным светом. Для обеспечения требуемых уровней освещенности в помещении при недостаточной наружной освещенности.

Система бокового освещения, обеспечивает максимальное значение освещенности у светопроемов, а при системе верхнего освещения максимальная освещенность обеспечивается под фонарем.

Наибольшей световой активностью обладают зенитные фонари. Фонари – надстройки обладают средней световой активностью, а шеды – наименьшей. Световая активность характеризует степень пропускания фонарями прямого естественного света.

Зенитные фонари целесообразно применять в северных широтах, фонари – надстройки – в средней полосе, а шеды – на юге.

Естественное освещение необходимо для всех промзданий с постоянным режимом работы. В частности, в зависимости от сменности работы, географической широты и времени года

естественное освещение используется на производстве от 20 до 80% рабочего времени. В остальное время действует совмещенное и искусственное освещение.

Естественное освещение имеет целый ряд существенных достоинств, но имеет также и ряд недостатков. К достоинствам естественного освещения относятся обеспечение контакта с окружающей средой за счет динамики изменения наружной освещенности и спектрального состава естественного света, а также отсутствие энергозатрат на искусственное освещение. К недостаткам относятся непостоянство значений естественной освещенности, трудность его регулирования а также большая стоимость остекления светопроемов и стоимость дополнительного отопления из-за значительных теплопотерь через окна и фонари.

Проблемы естественного освещения рассматриваются в разделе Строительной Физики, который называется Строительная Светотехника. Основными задачами Строительной Светотехники являются исследование условий, определяющих создание оптимального светового режима в помещениях, отвечающих протекающим в них функциональным процессам и разработка отвечающих этим условиям архитектурно – планировочным и конструктивных решений этих помещений в частности и зданий в целом.

В строительной светотехнике для оценки естественной освещенности используют относительную величину – коэффициент естественной освещенности (к.е.о.)

Коэффициент естественной освещенности ( $e$ ) представляет собой отношение освещенности в рассматриваемой точке внутри помещения к одновременной освещенности этой точки диффузным светом всего небосвода, т.е.  $e = \frac{E_{вн}}{E_{нар}} \cdot 100\%$ . В данном случае

внутренняя и наружная освещенности определяются в абсолютных единицах – люксах ( ЛК ).

Основным расчетным допущением является предположение о том, что небосвод – пасмурный, с облачностью 10 баллов и свет, поступающий от него – диффузный.

При этом считается, что распределение яркости небосвода по меридиану подчиняется закону Муна – Спенсер, т.е. яркость небосвода в зените в 3 раза превышает яркость неба на горизонте:

$$L_{\theta} = L_{н}(1 + 2\sin\theta);$$

при  $\Theta \rightarrow 90^\circ$   $L_\Theta \rightarrow L_z$ , где:

$L_H$  – яркость неба на горизонте;

$L_\Theta$  – яркость неба под произвольным углом к горизонту;

$L_z$  – яркость неба в зените;

$\Theta$  – угол наблюдения небосвода, изменяющийся в пределах от  $0^\circ$  до  $90^\circ$

Данный закон является основой для разработки графиков А.М. Данилюка, на которых базируется принципиальная методика светотехнического расчета. Небосвод с таким распределением яркости называется «небосвод МКО» (Международная Комиссия по Освещению).

Значения к.е.о. определяются в расчетных точках, которые выбираются на характерном разрыве помещения (не менее 5 точек) и располагаются на т.н. «условной рабочей поверхности» ( у.р.п., как правило на расстоянии 800мм от плоскости пола) на равном расстоянии одна от другой.

Для научных исследований расчет к.е.о. производится по СНиП 23 – 05 – 95 «естественное и искусственное освещение» (199 г). Однако, для учебных целей данного курса допускается использование предыдущего выпуска СНиП II – 4 – 79 «естественное и искусственное освещение» (1979г), т.к. имеющиеся учебные, методические и справочные материалы ориентированы именно на эти Нормы.

Полученные в результате расчета значения к.е.о. сравниваются с нормируемыми значениями. При этом для бокового естественного освещения сравнивается минимальное значение к.е.о. в дальней от окон зоне помещения, а для верхнего освещения – среднее значение к.е.о. по всем расчетным точкам.

При боковом естественном освещении к.е.о. определяется по формуле:

$$e_p^b = (\epsilon_b \cdot q + \epsilon_{зд} \cdot R) \cdot \frac{r_1 \cdot \tau_0}{k_3}$$

При верхнем естественном освещении к.е.о. определяется по формуле:

$$e_p^B = [\epsilon_B + \epsilon_{cp} (r_2 \cdot k_\phi - 1)] \tau_0 \cdot k_3$$



При комбинированном естественном освещении к.е.о. определяется по формуле:

$$e_p^k = e_p^{\delta} + e_p^B, \quad \text{где:}$$

$\mathcal{E}_{\delta}$  – геометрический к.е.о. в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий прямой свет неба, определяемый по графикам А.М. Данилюка;

$q$  – коэффициент, учитывающий неравномерную яркость неба;

$\mathcal{E}_{зд}$  – геометрический к.е.о. в расчетной точке при боковом освещении, учитывающий свет, отраженный от противостоящих зданий, определяемый по графикам А.М. Данилюка;

$R$  – коэффициент, учитывающий относительную яркость фасадов противостоящих зданий;

$k_3$  – коэффициент запаса;

$\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания; определяемый по формуле:

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4 \cdot \tau_5;$$

$r_1$  – коэффициент, учитывающий повышение к.е.о. при боковом освещении благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей помещения;

$\mathcal{E}_B$  – геометрический к.е.о. в расчетной точке при верхнем освещении, определяемый по графикам А.М. Данилюка;

$\mathcal{E}_{cp}$  – среднее значение геометрического к.е.о. при верхнем освещении, определяемое по формуле:

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{1}{N} (\mathcal{E}_{B1} + \mathcal{E}_{B2} + \dots + \mathcal{E}_{B_N})$$

$r_2$  – коэффициент, учитывающий повышение к.е.о. при верхнем освещении, благодаря свету, отраженному от внутренних поверхностей помещения;

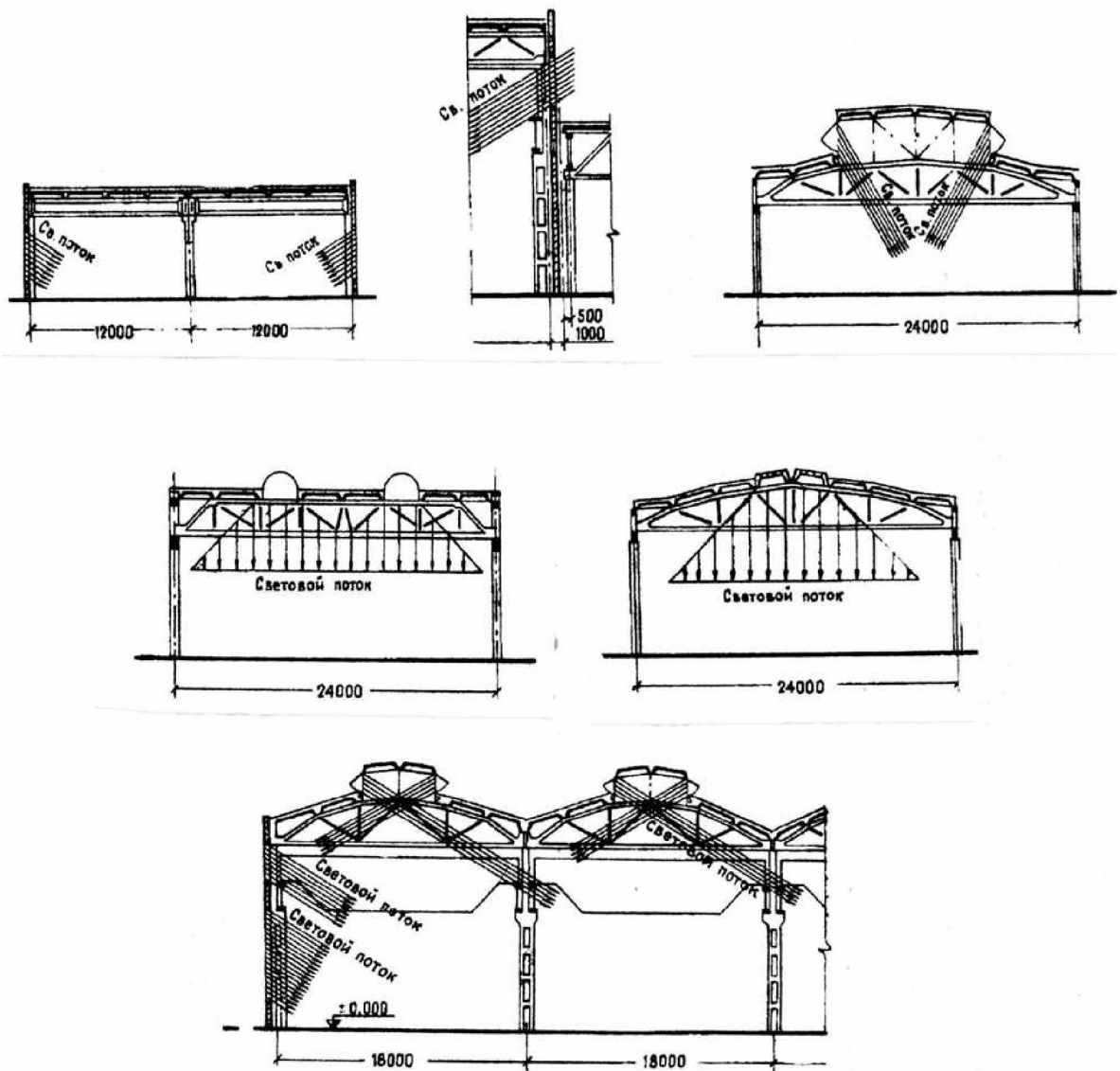
$k_{\phi}$  – коэффициент, учитывающий тип фонаря.

Порядок расчета значений к.е.о. по этим формулам, их физический смысл и характеристика используемых коэффициентов рассматриваются при проведении практических занятий и

лабораторной работы по данной теме. При этом целесообразно пользоваться также соответствующими Нормами, разделами учебников и методическими пособиями.

Основой светотехнического расчета является графики А.М. Данилюка для бокового и верхнего естественного освещения. По материалам расчетов строятся графики распределения к.е.о. по характерному разрезу помещения (т.н. «кривые естественной освещенности»), делаются требуемые для каждого конкретного случая выводы и даются соответствующие рекомендации.

Рисунок 1. Основные виды естественного освещения



- а – боковое через окна в наружных стенах;
- б – верхнебоковое через окна на перепаде высот;
- в – верхнее через фонари – надстройки;
- г – верхнее через зенитные фонари купольного типа;
- д – верхнее через плоские зенитные фонари плафонного типа;
- е – комбинированное (боковое и верхнее).

Рисунок 2. Неравномерное распределение яркости облачного неба МКО.

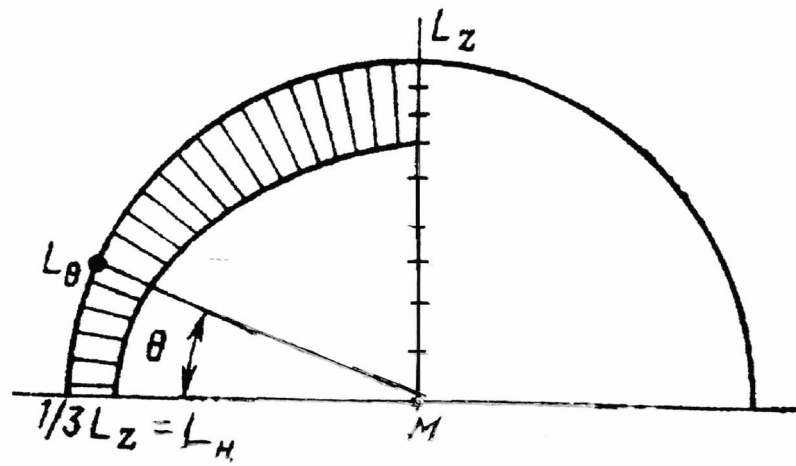
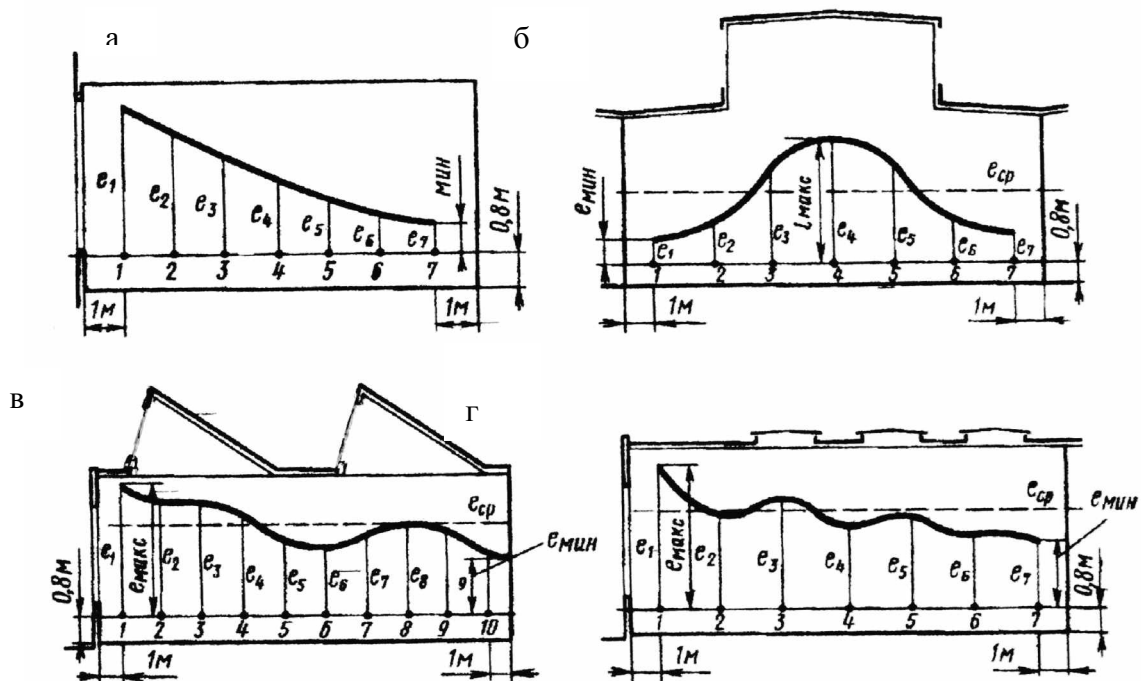


Рисунок 3. Графики значений к.е.о. (кривые освещенности)



- а – при одностороннем боковом освещении;
- б – при верхнем освещении через фонари – надстройки;
- в – при комбинированном освещении через окна и фонари типа «шед»;
- г – при комбинированном освещении через окна и зенитные фонари плафонного типа.

## Лекция 16.

### Генеральные планы промышленных предприятий.

Генеральный план – это комплексное проектное решение планировки, застройки, транспортных и инженерных коммуникаций и благоустройства территории промышленного предприятия.

Промышленные предприятия являются важнейшей составляющей частью современных городов как с точки зрения занимаемой территории (до 30% общей территории города), так и с точки зрения градообразующих и градоформирующих критериев.

Промпредприятия в зависимости от вида производства и степени воздействия выделяемых вредностей на окружающую среду три основные группы: вне города, на окраине города и в городе. Такое подразделение осуществляется на основании принципа санитарного зонирования городской территории при расположении на ней промышленных предприятий.

Основными требованиями при размещении промпредприятий в городах являются: сокращение или исключение вредных воздействий от промпредприятий; экономичность использования территорий под промпредприятиями; обеспечение кратчайших транспортных связей промпредприятий в пределах города; концентрированное расположение промпредприятий в городе.

По санитарной классификации промпредприятия в зависимости от выделяемых вредностей и шумов подразделяются на 5 классов с соответствующей минимальной шириной санитарно-защитных зон: I класс имеет санитарно-защитную зону шириной не менее 1000м, II класс- 500м, III класс- 300м; IV класс- 100м и V класс- 50м.

I класс относится к наиболее вредным производствам (металлургия, химия), а V класс- к наименее вредным (электроника, приборостроение).

Функциональное зонирование городских территорий заключается в рациональном размещении на ней следующих основных функциональных зон: селитебной (жилой); промышленной, санитарно-защитной; рекреационной (зоны отдыха), а также зоны внешнего транспорта и коммунально-складской зоны.

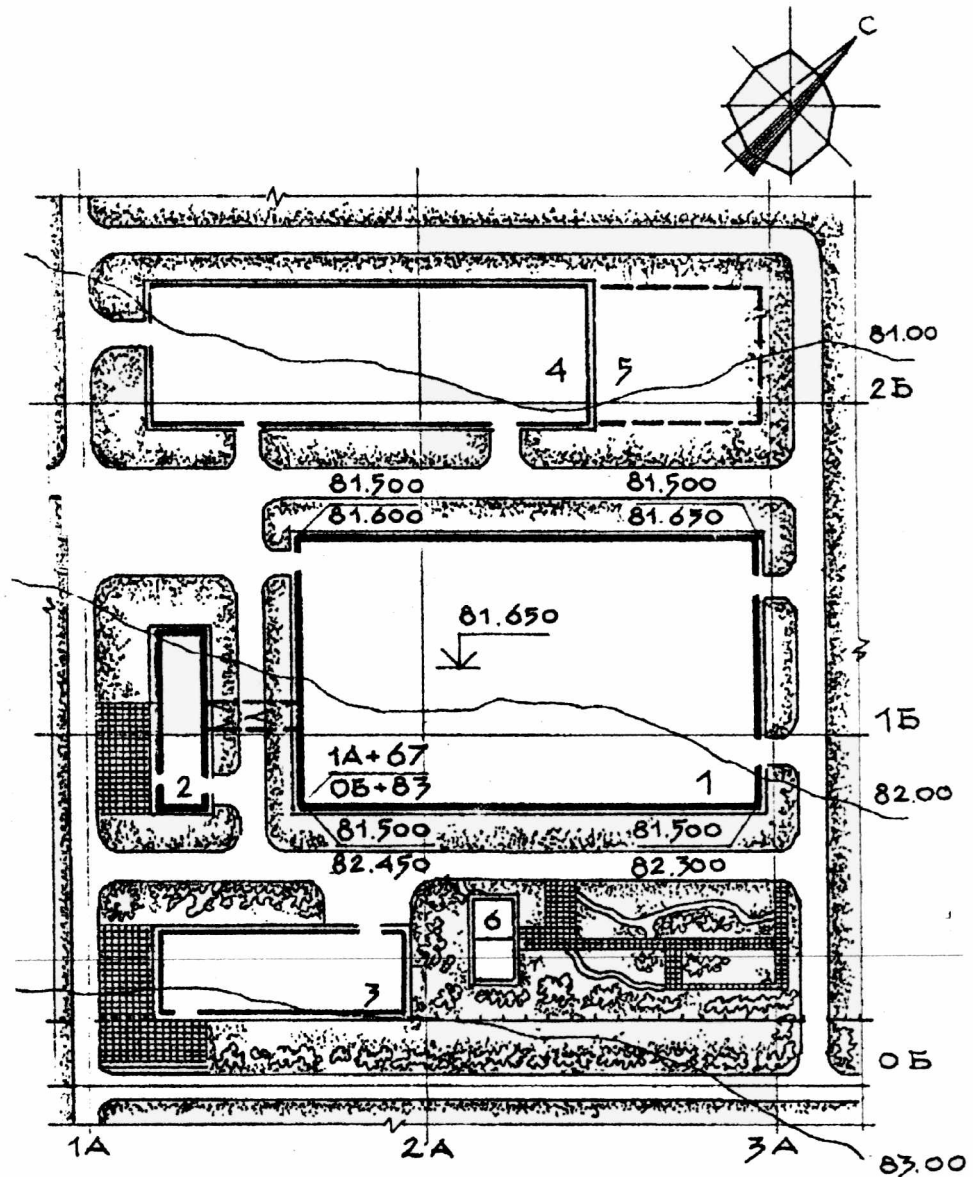
Функциональное зонирование территории промпредприятия: предзаводская зона; производственная зона; подсобно-вспомогательная зона и транспортно-складская зона.

Застройка территории промпредприятий осуществляется по следующим основным схемам: квартально-панельная схема застройки, павильонная схема и сплошная застройка.

Общее планировочное решение промышленных районов в пределах городской территории и тенденция их расширения строится по лучевой, ленточной или глубинной схемам.

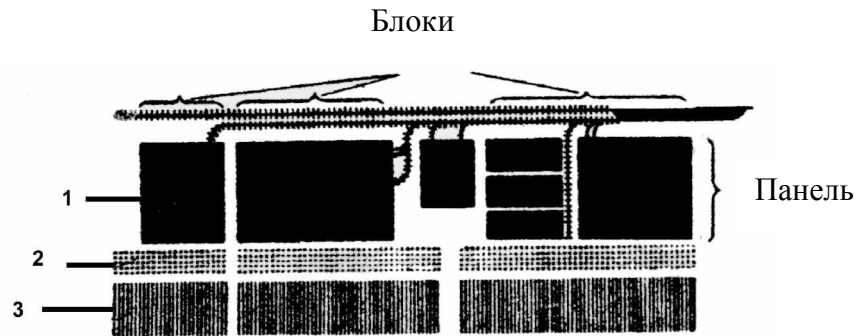
Кроме функционального зонирования на территории промпредприятий осуществляется также благоустройство территории и «вертикальное» зонирование, т.е. вертикальная планировка участка застройки и определение расположения на нем всех наземных, надземных и подземных зданий, сооружений и коммуникации.

Рисунок 1. Пример решения генплана промпредприятия.



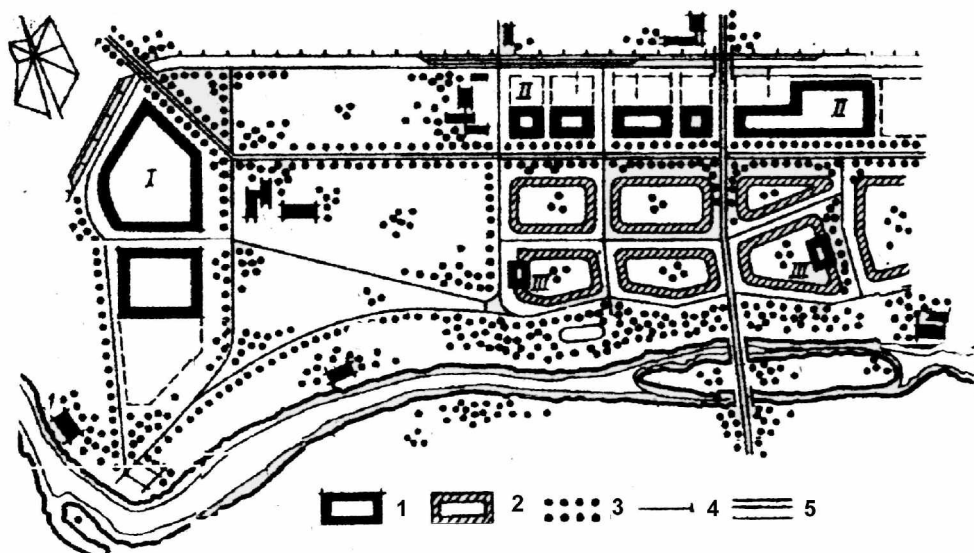
- 1- Производственный корпус; 2- административно-бытовой корпус; 3- здание заводууправления, КБ и лабораторий; 4- блок подсобно-производственных цехов; 5- зона расширения блока подсобных цехов; 6- спортивная площадка и зона отдыха.

Рисунок 2. Панельно-блочное расположение промзданий.



1- Промышленные здания; 2- санитарно-защитная зона; 3- селитебные (жилые) кварталы города.

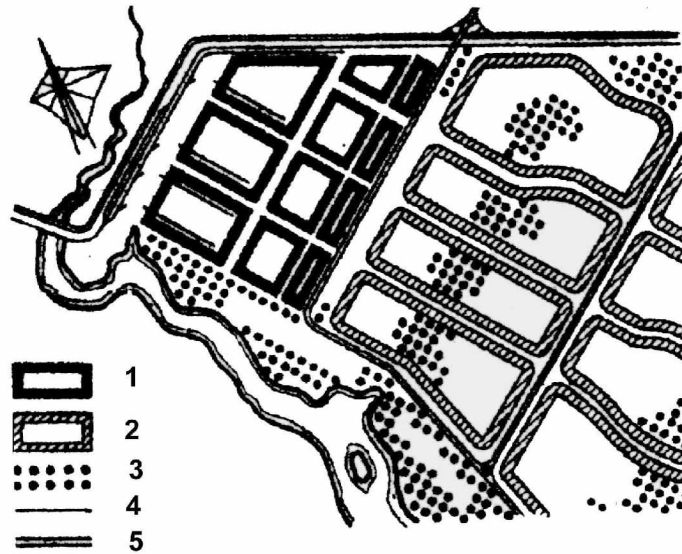
Рисунок 3. Размещение промпредприятий в городской структуре с учетом класса вредности производств.



I, II, III- классы санитарной классификации промпроизводств.  
1- промышленные предприятия; 2- селитебные районы; 3- зеленые насаждения; 4- железные дороги; 5- автодороги.

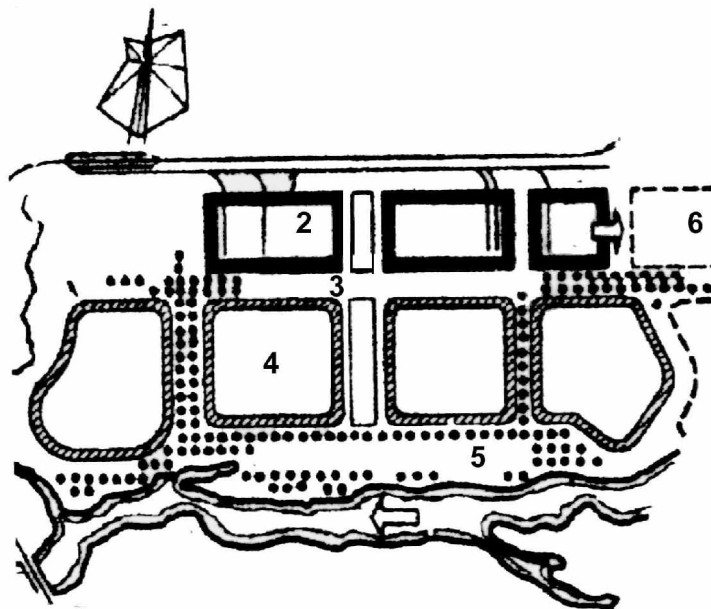


Рисунок 4. Пример многорядного размещения промпредприятий.



1- Промышленные предприятия; 2- селитебная зона; 3- зеленые насаждения; 4- железная дорога; 5- автомобильная дорога.

Рисунок 5. Пример однорядного размещения промпредприятий.



1- Зона внешнего транспорта; 2- промышленная зона; 3- санитарно-защитная зона; 4- селитебная зона; 5- зона отдыха и спорта; 6- резервная территория.

Рисунок 6. Принцип размещения промпредприятий в городской структуре и тенденции их расширения.

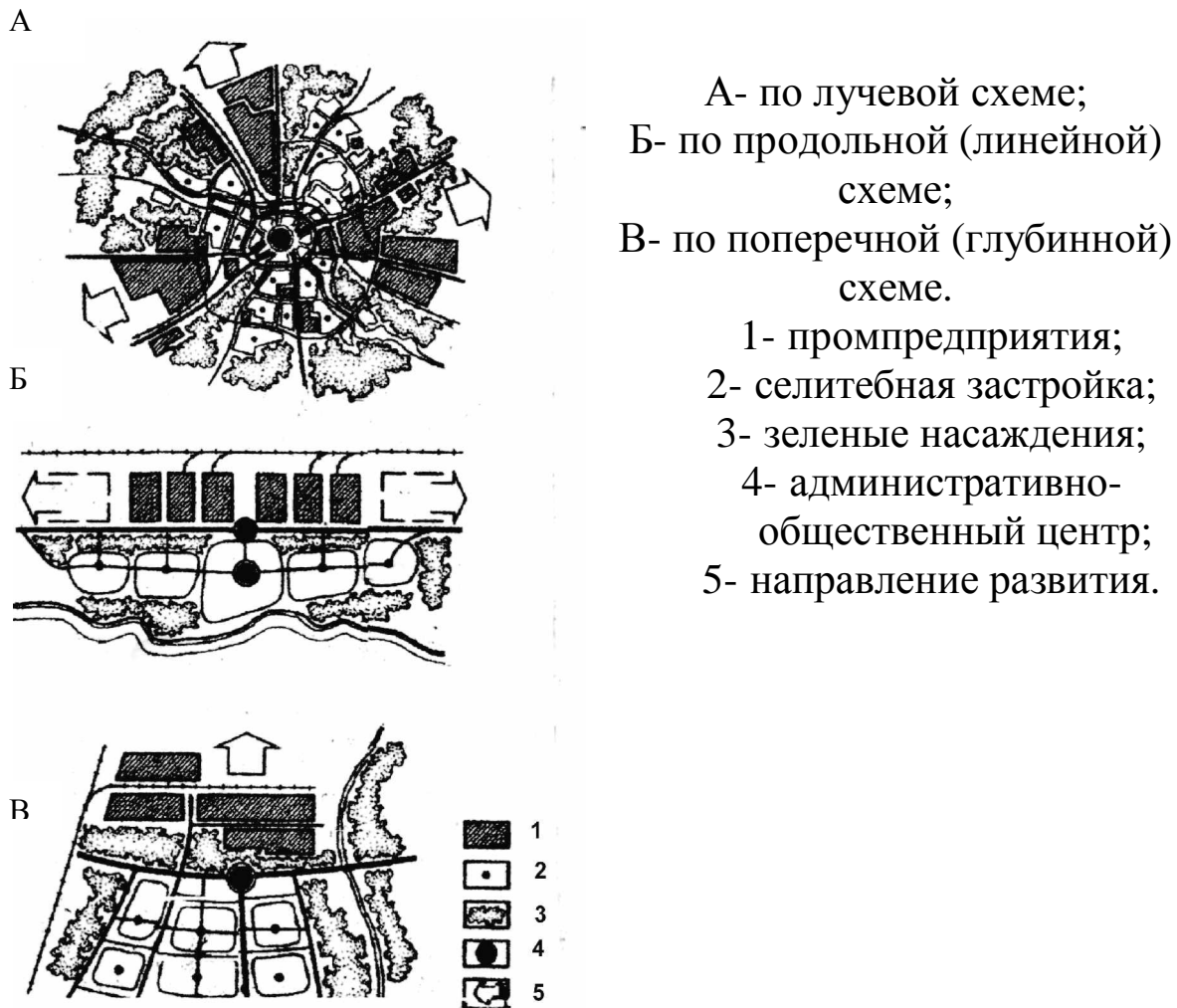
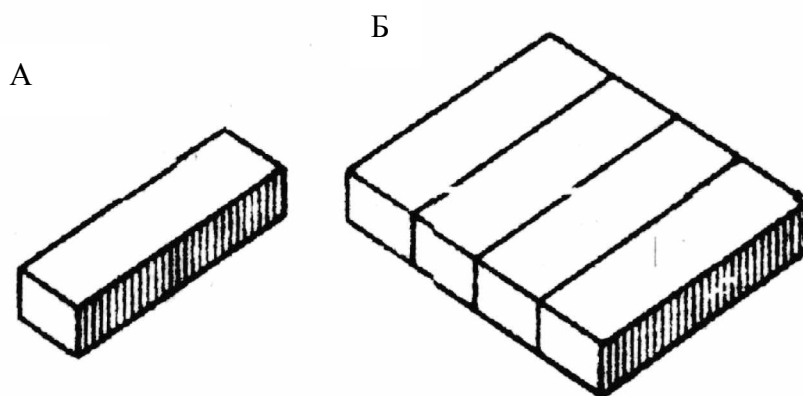
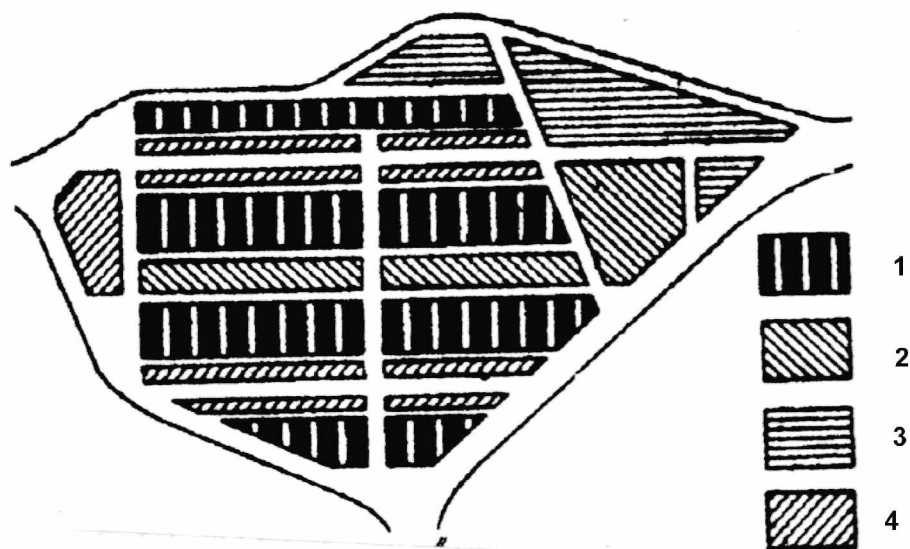


Рисунок 7. Схемы основных видов застройки промзданий.



A- здание павильонного типа;  
Б- здание сплошной застройки.

Рисунок 8. Структура функционального зонирования промпредприятия.



- 1-Производственная зона;  
 2- Зона вспомогательного производства ;  
 3- Транспортно-складская зона;  
 4- Предзаводская (административно-общественная) зона.

### Оглавление.

1. Общие сведения о промышленных зданиях и их классификация.	2
--	---

2. Объемно-планировочные решения производственных зданий.	8
3. Конструктивные решения производственных зданий с железобетонным каркасом.	13
4. Конструктивное решение производственных зданий с металлическим каркасом.	21
5. Подъемно-транспортное оборудование в производственных зданиях.	27
6. Производственные вредности и микроклимат производственных зданий.	35
7. Стены производственных зданий.	40
8. Покрытия производственных зданий.	49
9. Многоэтажные производственные здания.	57
10. Вспомогательные здания предприятий.	66
11. Окна и фонари производственных зданий.	73
12. Полы в производственных зданиях.	82
13. Прочие элементы производственных зданий (лестницы, перегородки, этажерки, ворота).	87
14. Большепролетные конструкции производственных зданий.	96
15. Естественное освещение производственных зданий и основы строительной светотехники.	103
16. Генеральные планы промпредприятий.	110