

Т.С. Крупеня, В.В. Дымченко

# **Архитектура промышленных зданий и сооружений**

*Учебное пособие*

Нижний Новгород  
2023

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»

Т.С. Крупеня, В.В. Дымченко

## Архитектура промышленных зданий и сооружений

Утверждено редакционно-издательским советом университета в качестве  
учебного пособия

Нижегород  
ННГАСУ  
2023

УДК 725 (075.8)  
К 84  
Д 88  
ББК 38.72

Рецензенты:

*В.Ю. Шиман* – заслуженный строитель России, член Союза архитекторов России  
*Н.Я. Даняев* – директор ООО «Проект НН», лицензированный архитектор

Крупеня Т.С. Архитектура промышленных зданий и сооружений [Текст]: учеб. пособие / Т.С. Крупеня, В.В. Дымченко; Нижегород. гос.архитектур.-строит. ун-т – Н.Новгород: ННГАСУ, 2023 – 186 с.: ил. ISBN 978-5-528-00547-8

В учебном пособии изложены общие принципы проектирования промышленных зданий. Рассмотрены объемно-планировочные и конструктивные решения одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий.

Пособие предназначено для обучающихся в ННГАСУ по подготовке к лекциям и практическим занятиям по дисциплине «Архитектура промышленных зданий и сооружений» по направлению подготовки 08.03.01. Строительство, направленность (профиль) Промышленное и гражданское строительство.

ББК 38.72

## Содержание

	Введение.....	5
1.	Планировка городов и населенных мест.....	6
1.1.	Системы расселения и классификация поселений.....	6
1.2.	Понятие о районной планировке. Промышленные районы.....	8
1.3.	Планировочная структура поселений. Производственная территория.....	9
1.4.	Размещение промышленных зон. Приемы планировки промышленных районов (узлов).....	10
1.5.	Санитарная классификация промышленных предприятий. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ).....	13
1.6.	Типологическая классификация промышленных предприятий...	15
2.	Генеральные планы промышленных предприятий.....	15
2.1.	Содержание комплекта чертежей марки ГП.....	15
2.2.	Основные принципы проектирования генеральных планов промышленных предприятий.....	16
2.3.	Виды зонирования территории промышленных предприятий.....	18
2.4.	Классификация промышленных объектов и виды застройки ими территорий промышленных предприятий.....	20
2.5.	Транспорт и транспортные магистрали на промышленных предприятиях.....	22
2.6.	Инженерные сети промышленных предприятий.....	25
2.7.	Благоустройство территорий промышленных предприятий.....	26
2.8.	Расстояния между зданиями. Техничко-экономические показатели генерального плана промышленных предприятий.....	28
3.	Общие положения проектирования промышленных зданий.....	29
3.1.	Виды промышленных зданий.....	29
3.2.	Требования, предъявляемые к промышленным зданиям.....	38
3.3.	Технологический процесс как основа проектирования промышленных зданий и сооружений.....	39
3.4.	Подъемно-транспортное оборудование промышленных зданий....	65
3.5.	Физико-технические факторы проектирования промышленных зданий.....	69
4.	Объемно-планировочные решения промышленных зданий.....	72
4.1.	Объемно-планировочные решения одноэтажных промышленных зданий.....	72
4.2.	Объемно-планировочные решения многоэтажных промышленных зданий.....	74
4.3.	Унификация промышленных зданий и их конструкций.....	75
4.3.1.	Унификация.....	75
4.3.2.	Привязка конструктивных элементов к разбивочным осям.....	78
5.	Конструкции промышленных зданий.....	83
5.1.	Конструктивные системы и схемы промышленных зданий.....	83
5.2.	Фундаменты и фундаментные балки.....	86

5.3.	Железобетонный каркас одноэтажных зданий.....	91
5.4.	Стальной каркас одноэтажных зданий.....	103
5.5.	Пространственные покрытия одноэтажных зданий.....	109
5.6.	Железобетонный каркас многоэтажных зданий.....	119
5.7.	Стены.....	127
5.8.	Деформационные швы.....	137
5.9.	Окна, двери, ворота.....	140
5.10.	Крыши и фонари.....	151
5.10.1.	Железобетонные ребристые плиты.....	151
5.10.2.	Кровли и отвод воды с покрытий.....	153
5.10.3.	Светоаэрационные и зенитные фонари.....	156
5.11.	Перегородки и полы.....	161
5.12.	Внутренние конструкции. Лестницы.....	166
6.	Архитектурно-художественное решение промышленных зданий..	171
	Литература.....	185

## Введение

Промышленные предприятия являются важнейшей составной частью современных городов и в большинстве случаев градообразующими.

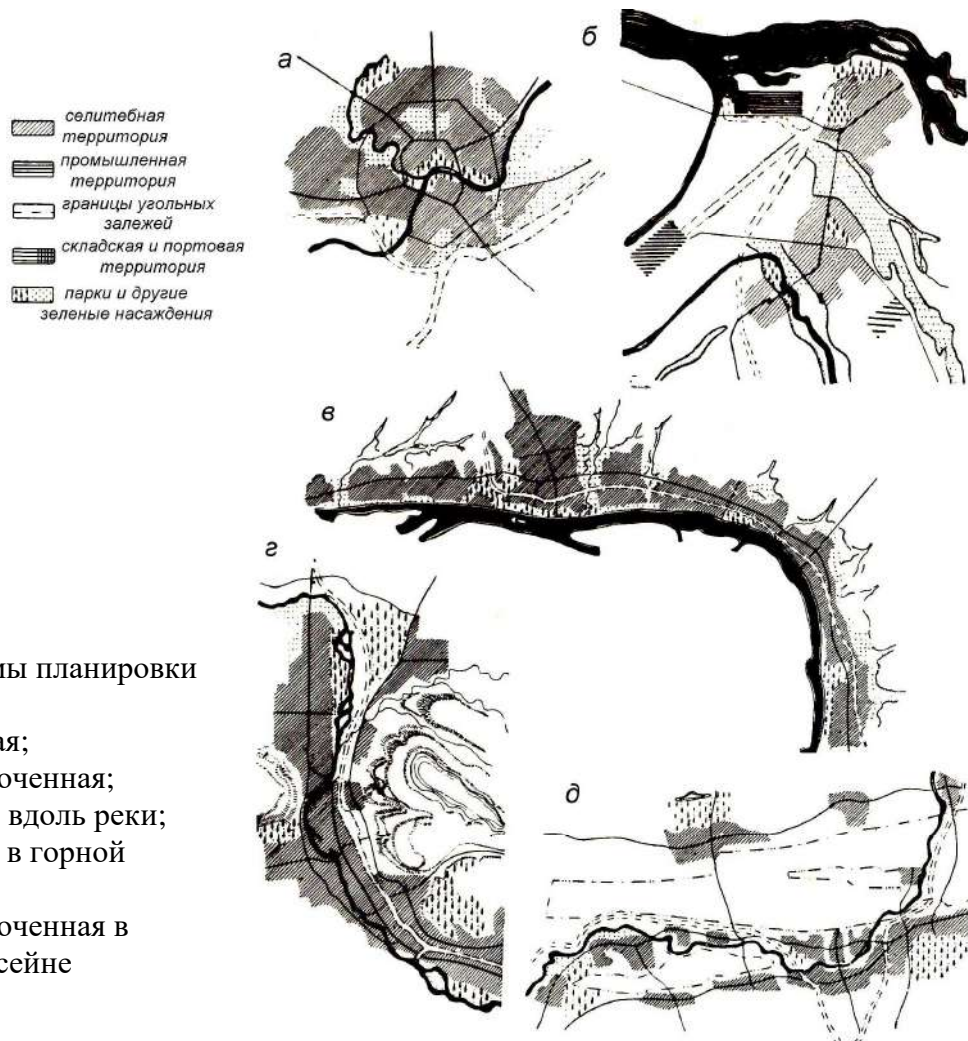
Проектировщики совместно с технологами, конструкторами, строителями, а также со специалистами-проектировщиками всех возможных видов коммуникаций должны обеспечить в производственных зданиях наилучшие условия для технологического процесса и для повышения производительности. Выполнение сложных задач промышленного строительства может быть обеспечено при условии правильного методического подхода к проектированию конструкций промышленных предприятий. В настоящем учебно-методическом пособии излагаются правила конструирования одно- и многоэтажных производственных зданий применительно к основным этапам решения архитектурно-строительных задач.

Современное промышленное предприятие – сложный комплекс, в состав которого помимо производственных зданий и сооружений входит большая группа вспомогательных или общественных зданий и помещений, предназначенных для обслуживания работающих, а также технического обслуживания производства и управления им. В пособии рассматриваются также вопросы проектирования и конструирования административных и бытовых зданий и помещений.

# 1. Планировка городов и населённых мест

## 1.1. Системы расселения и классификация поселений

Под термином «**расселение**» понимают систему размещения на территории страны различных поселений или населенных мест. В настоящее время в нашей стране существует два **основных вида поселений**: **городское** (города, поселки городского типа) и **сельское** (села, деревни, поселки сельского типа).



В зависимости от проектной численности населения на расчетный срок развития все поселения делятся на следующие типы (табл. 1.1).

*Типы городов и сельских поселений*

Города	Численность, тыс. чел.	Сельские поселения	Численность, чел.
Сверхкрупные	более 3 000	-	-
Крупнейшие	от 1 000 до 3 000	-	-
Крупные	от 250 до 1 000	Крупные	от 5 000 до 10 000
Большие	от 100 до 250	Большие	от 1 000 до 5 000
Средние	от 50 до 100	Средние	от 200 чел. до 5 000
Малые города и посёлки	от 10 до 50	Малые	менее 200 чел.

В зависимости от степени концентрации населения в тех или иных поселениях они могут быть сформированы концентрировано, кучно (сосредоточенное поселение) или рассредоточено, дисперсно (рассредоточенное поселение). Взаимное расположение поселений, наличие и характер связей между ними определяют форму расселения: **групповую**, **автономную** и **оазисную** (очаговую). Для **автономной** системы расселения характерна значительная удаленность населённых пунктов друг от друга, они развиваются изолированно, без устойчивых функциональных связей. При **групповой** системе расселения между соседними населёнными пунктами устанавливаются постоянные производственные, бытовые и культурные связи. Групповая форма расселения может быть реализована различным образом. Если в группе поселений выделяется одно наиболее крупное, к которому по своим экономическим, культурными административным связям тяготеют остальные, то такие связи составляют агломерацию.

Различают следующие виды агломераций:

- моноцентрические агломерации (с явным лидером, например, Москва, Санкт-Петербург);
- полицентрические (Нижний Новгород, Новокузнецк, Челябинск).

**Оазисная** форма реализуется:

- при развитии территориально-производственных комплексов (ТПК) (например, Норильск);
- на базе природных факторов (города-курорты – Минеральные воды);
- на базе агропромышленных комплексов (АПК) и объединений.



## 1.2. Понятие о районной планировке. Промышленные районы

Возникновение и развитие новых поселений в стране, за некоторым исключением, связано с комплексным решением задач развития экономики, социальной сферы и охраны природы. Инженерное решение эти задачи находят в форме разработки районных планировок.

Районная планировка разрабатывается на двух уровнях (в 2 стадии): схема и проект. На уровне схемы определяются возможности природных, экономических, трудовых и других региональных ресурсов. Определяются зоны размещения промышленности, селитьбы, сельских поселений, транспортных систем, природных комплексов, резервных территорий. Определяются вопросы энергетических и других видов жизнеобеспечения района, решаются другие вопросы, а также определяются объекты следующего этапа (уровня) работы – этапа разработки проектов районной планировки. На уровне (этапе) проекта районной планировки конкретизируется и углубленно прорабатываются вопросы предыдущего этапа. Проекты выполняются в последовательности, начиная с наиболее важных зон. Схемы и проекты районной планировки выполняют на два срока: на первую очередь (7 - 10 лет развития) и на расчетный срок (на 25 - 30 лет вперед). Могут быть проработки и на более удаленную перспективу (для важных объектов).

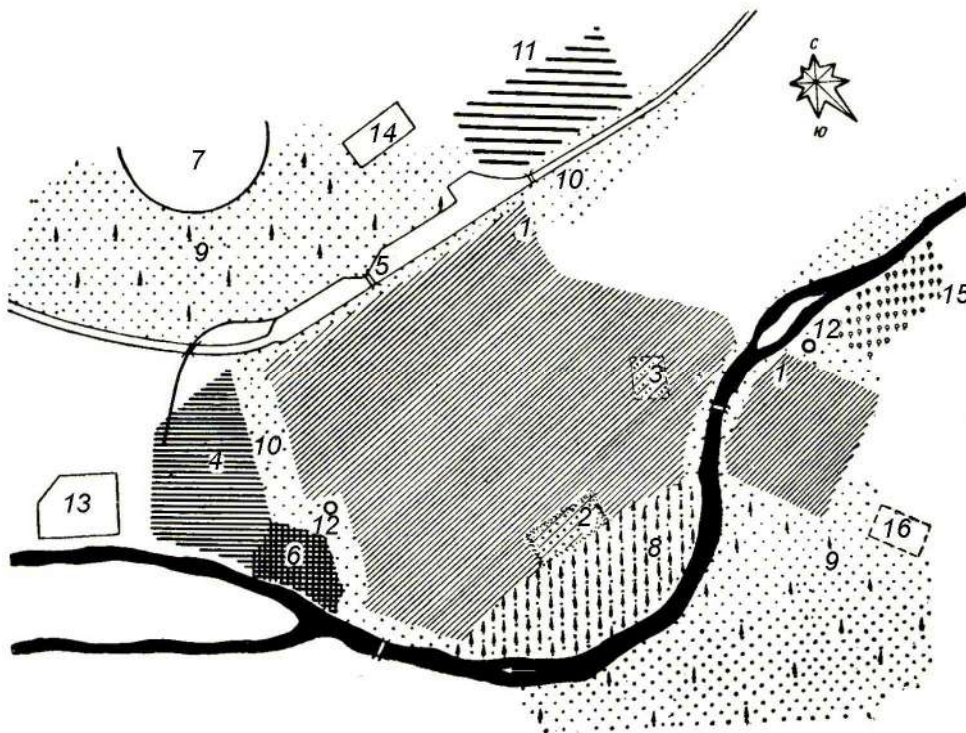


Рис.1.2. Схемы членения территории города на части, различные по назначению:  
 1 – селитебная территория; 2 – участок больницы; 3 – участок ВУЗа; 4 – промышленная территория; 5 – полоса отвода железной дороги; 6 – территория речного порта; 7 – территория аэропорта; 8 – территория городского парка; 9 – территория лесопарка; 10 – защитная зеленая зона; 11 – территория складов; 12 – источник водоснабжения; 13 – очистные сооружения канализации; 14 – поля компостирования; 15 – питомник; 16 – кладбище

После проработки схем и проектов районной планировки наступает этап разработки на их базе генеральных планов населенных пунктов на расчетный срок 25-30 лет. На стадии разработки схемы районной планировки выявляется главное народнохозяйственное направление развития данного региона (промышленное, сельскохозяйственное). Если выяснилось, что приоритетным должно стать промышленное развитие района, то начинается проработка вопросов комплексной территориальной организации производства с учетом оптимальной системы расселения. При этом необходимо учесть обеспеченность региона трудовыми ресурсами, источниками энергии, сырья, близость потребителей готовой продукции, наличие транспортных коммуникаций, возможность снабжения людей продуктами сельского хозяйства и т.д. Здесь же прорабатываются вопросы охраны природы от загрязнений и гражданской обороны.

### 1.3. Планировочная структура поселений. Производственная территория

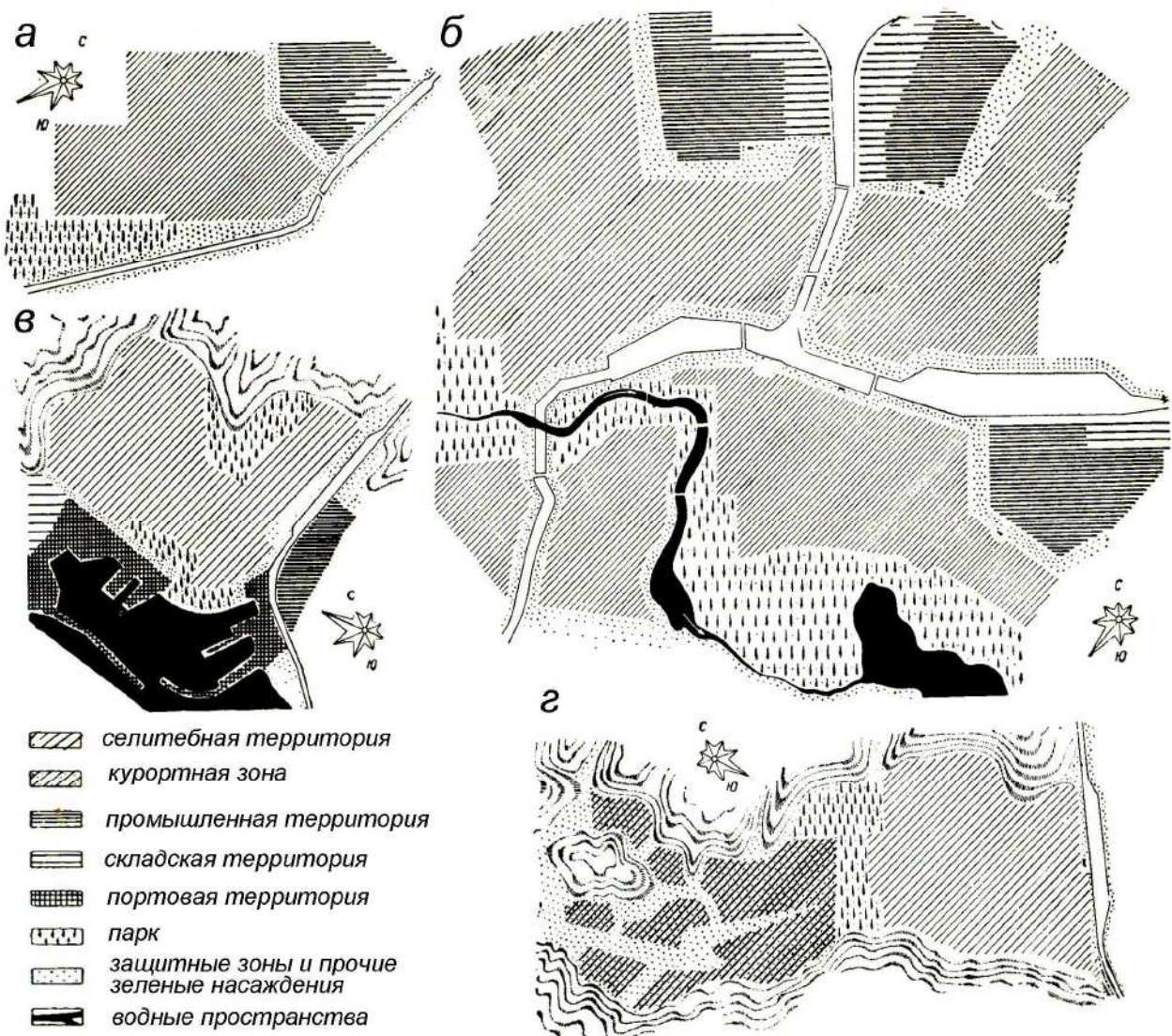


Рис.1.3. Схемы планировочной структуры городов, различных по величине и значению:  
а – малый город; б – большой город; в – портовый город; г – курортный город

В зависимости от множества исторических, гидрогеологических, экономических, природно-охранных и других факторов наши города имеют три основных схемы планировочных структур: компактную, расчлененную и рассредоточенную (рис. 1.1).

Городская территория в зависимости от преимущественного функционального использования подразделяется на три основные части:

- селитебную;
- производственную и
- ландшафтно-рекреационную.

Территории сельского населения подразделяются на селитебную территорию и производственную. Сельская производственная территория включает в себя животноводческие и другие комплексы и фермы, цехи и установки по переработке продуктов земледелия и животноводства, машинные дворы, мастерские и т.д.

Городские производственные территории включают в себя промышленные предприятия и объекты их обслуживания, НИИ, КБ и их опытные производства, отдельные производственные здания (филиалы), коммунально-складские объекты, сооружения внешнего транспорта (аэропорты), внешние транспортные магистрали.

Соответственно перечисленные объекты размещаются в своих зонах:

- в промышленной;
- в научно-производственной;
- в коммунально-складской;
- в зоне внешнего транспорта.

#### **1.4. Размещение промышленных зон. Приемы планировки промышленных районов (узлов)**

Важнейшее значение имеет правильное размещение промышленной зоны относительно селитебной. Промышленная зона должна размещаться с подветренной стороны для преобладающих ветров, особенно летнего периода, и ниже по течению рек. Необходимо обеспечивать их беспрепятственную связь с селитебной зоной по кратчайшему пути. Должно также обеспечиваться беспрепятственное присоединение предприятий к линиям внешнего транспорта, но следует избегать устройства транзитного движения транспорта через промышленную зону.

В целях эффективности капитальных вложений группу предприятий объединяют в единый производственный комплекс, который называется **промышленным узлом** или **районом**.

**Промышленным узлом** называют группу предприятий с общими объектами вспомогательных производств и хозяйств, инженерными сооружениями и коммуникациями, а также с единой системой культурно-бытового и других видов обслуживания, а при наличии соответствующих условий – с кооперированием основных производств. В состав промышленного

узла следует включать всю группу близко расположенных предприятий независимо от характера их производства и ведомственной принадлежности.

Потребная промышленная территория, зависящая от трудоемкости производства (списочного состава работающих) и других факторов, определяется в результате суммирования площадей ряда отдельных предприятий, взятых по соответствующим проектам-аналогам. Городские территории разделяют на зоны: селитебную, санитарно-защитную, промышленную, коммунально-складскую, внешнего транспорта, отдыха и спорта и другие. Зоны городской территории при наличии водных пространств могут быть расположены перпендикулярно реке или вдоль ее (рис. 1.5).

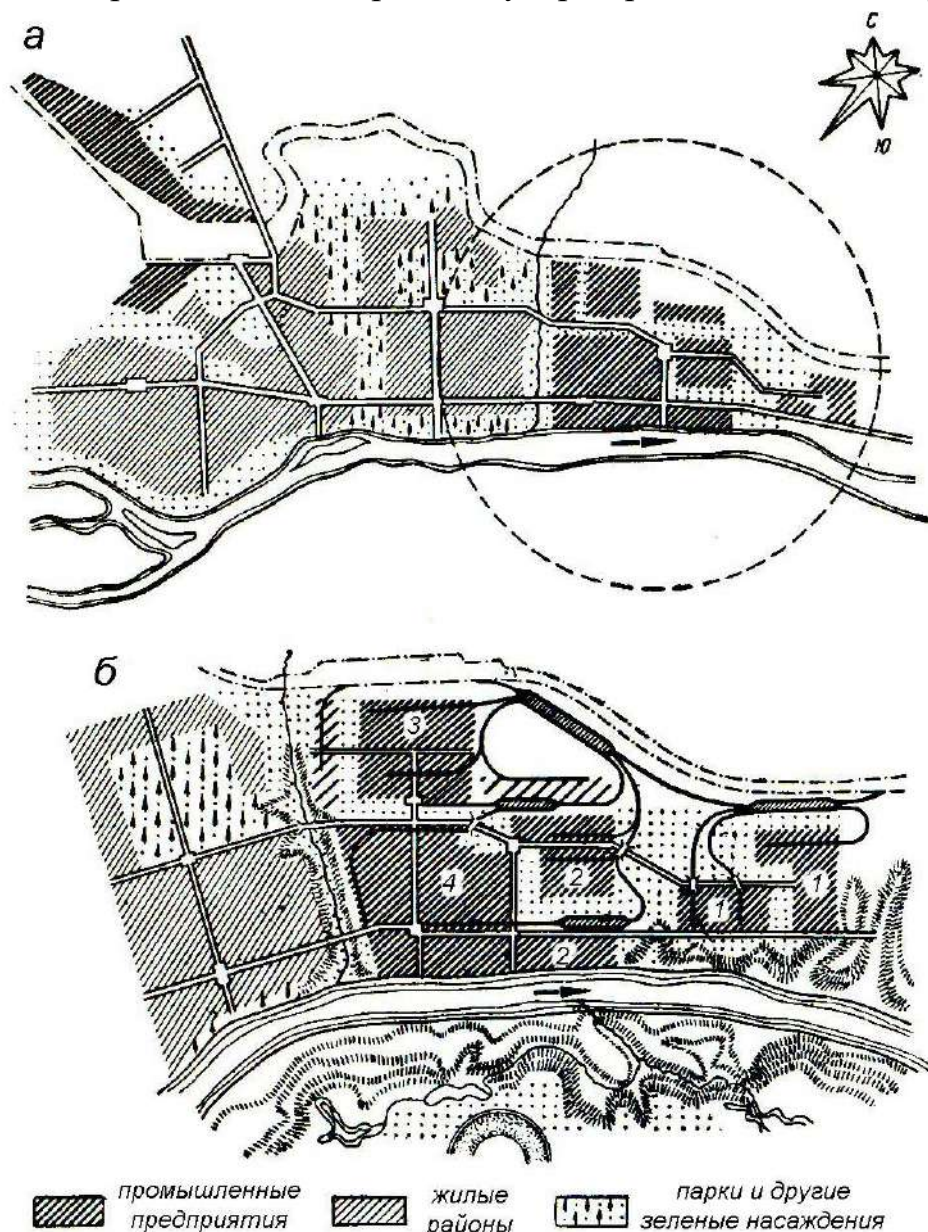


Рис.1.4. Схемы планировки промышленного района города:

*а – положение промышленного района в плане города; б – схема размещения промышленных предприятий различных классов в промышленном районе: 1 – предприятия I класса; 2 – предприятия II класса; 3 – предприятия III класса; 4 – предприятия IV, V классов*

Важным принципом является функциональное зонирование территории промышленного узла. При этом следует учитывать характер и особенности производств и служб, санитарных и противопожарных требований, видов транспорта, характер грузооборота, людских потоков и другие факторы.

В практике сложились системы планировки промышленных узлов ленточного (полосового) и глубинного (последовательного) типа (рис. 1.6).

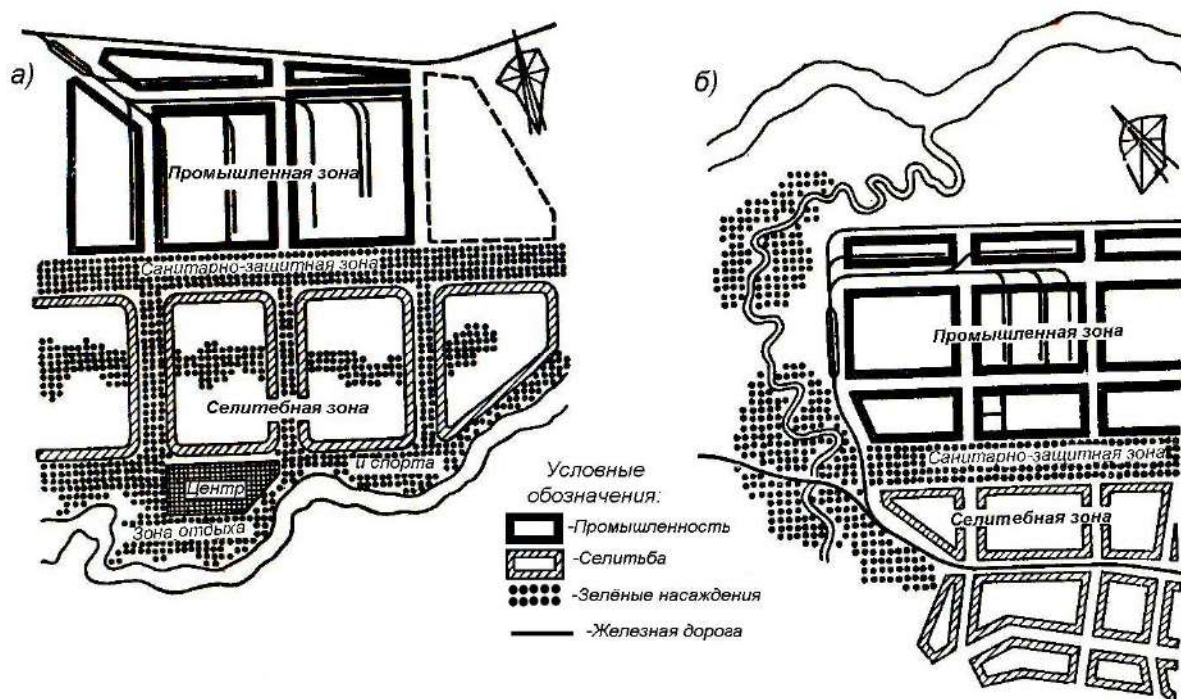


Рис.1.5. Варианты схем общего зонирования территории города:  
а – от реки; б – вдоль реки

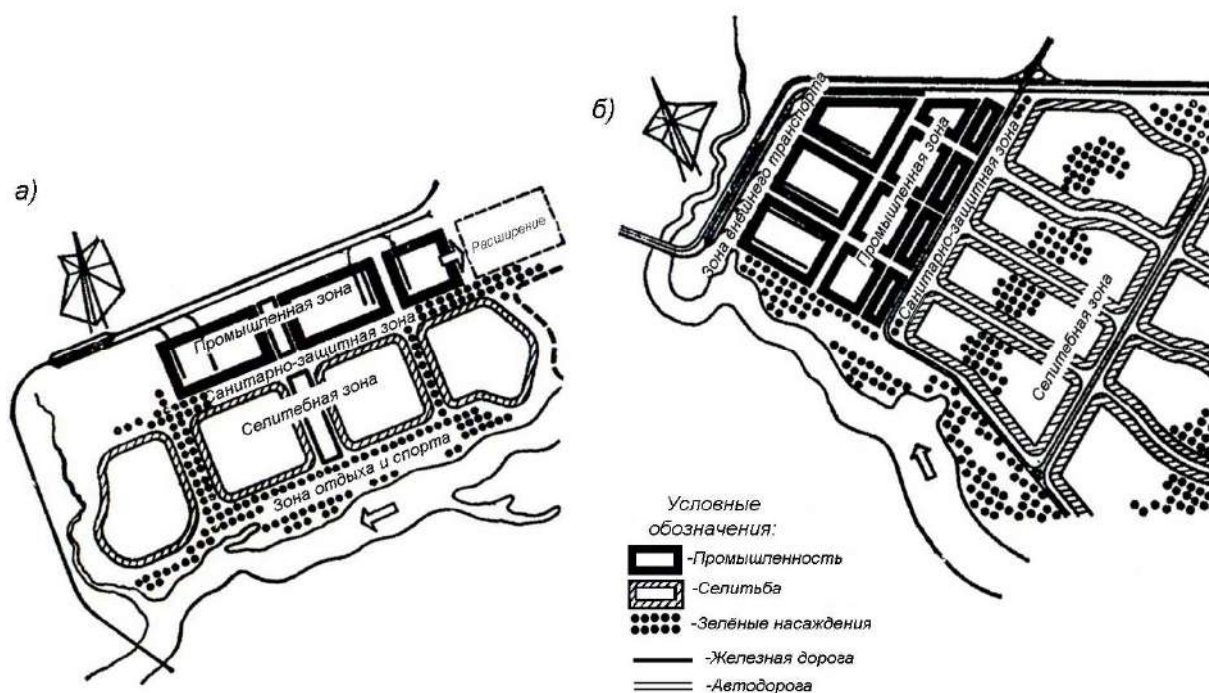


Рис.1.6. Системы планировок промышленного узла:  
а – ленточного (полосового) типа; б – глубинного (последовательного) типа

Ленточная планировка промышленного района применяется при размещении предприятий, имеющих по санитарной классификации одинаковый или близкий класс. Глубинная планировка применяется при различном классе предприятий. Принцип ленточной планировки: линейное развитие промышленной территории параллельно селитебной территории города.

Плюсы ленточной планировки:

- удобная связь с общественным транспортом промышленных и жилых районов;
- одинаковое удаление предприятий от жилья;
- взаимосвязанный рост промышленного и селитебного районов.

Минусы ленточной планировки:

- неравномерная загрузка общественного транспорта в часы «пик».

Глубинная планировка строится по принципу развития промышленности в направлении города, наиболее вредные производства удалены от жилой застройки. Для такой схемы планировки характерно наличие одного или нескольких глубоких вводов автомагистралей для связи промышленности с селитебной зоной. Железные дороги находятся с тыльной стороны, поэтому потоки грузов и людей не пересекаются. Недостаток схемы: большая протяженность территории промышленного района, что удлинит линии общественного городского транспорта (усложняет его функционирование).

### 1.5. Санитарная классификация промышленных предприятий. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ)

В зависимости от интенсивности выделения вредных веществ и условий технологического процесса, объемов железнодорожного грузооборота, промышленные предприятия делят на 5 классов. Для каждого класса установлен свой размер СЗЗ (СанПин 2.2.1/2.1.1.567-96 – Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов). Ширина санитарно-защитной зоны по классам: I - 1000 м; II - 500 м; III - 300 м; IV - 100 м; V - 50 м. Исходя из этого, возможны 3 варианта расположения производственной зоны или отдельного предприятия относительно селитебной зоны.

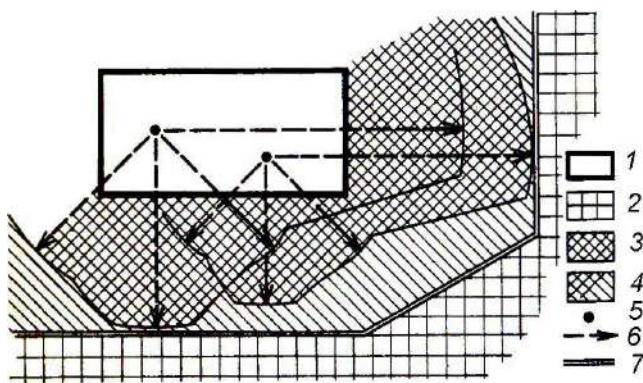


Рис. 1.7. Условия размещения предприятий в городе:  
1 – промышленные предприятия;  
2 – селитебная зона;  
3 – загрязненная территория;  
4 – санитарно-защитная зона;  
5 – источник выбросов вредных веществ;  
6 – размер санитарного разрыва;  
7 – граница селитебной территории

Предприятия I, II классов размещают на значительном расстоянии от селитбы (предприятия металлургии, предприятия химических, предприятия взрывчатых веществ и т.п.). На границе селитебной зоны размещают предприятия III, IV классов, а также V класса без вредных выделений, но с большими потребностями в железнодорожных путях. В пределах селитебных районов могут располагаться предприятия IV, V классов, не требующие железнодорожных путей. В СЗЗ нельзя размещать жилые и общественные здания, связанные с пребыванием в них детей, больных, отдыхающих и т.д. СЗЗ следует озеленять. В них можно размещать гаражи, склады, ЛЭП и т.д.

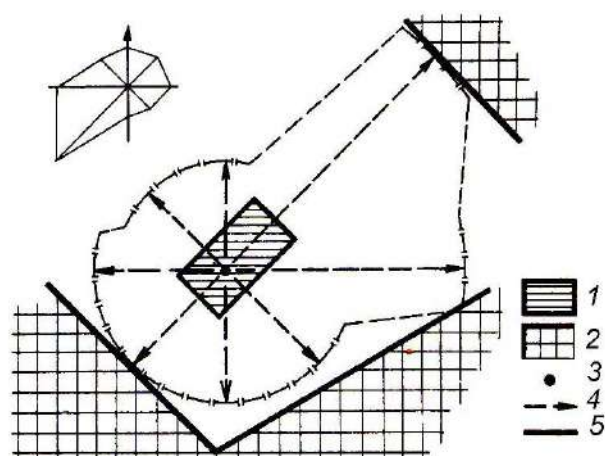


Рис. 1.8. Размеры санитарного разрыва с учетом повторяемости ветров (розы ветров):

- 1 – промышленная территория;
- 2 – селитебная территория;
- 3 – источник выбросов вредных веществ;
- 4 – размер санитарного разрыва;
- 5 – граница селитебной территории

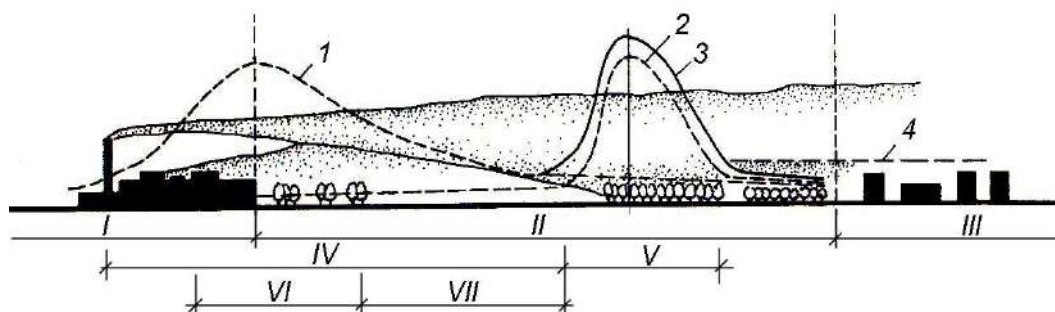


Рис.1.9. Зоны загрязнения атмосферы:

I – промышленная территория; II – санитарно-защитная зона; III – селитебная территория; IV – зона переброса факела; V – зона загрязнения (задымления); VI – зона загрязнения от низких организованных и неорганизованных выбросов; VII – наиболее благоприятный участок для застройки санитарно-защитной зоны; 1 – максимальная концентрация низких организованных и неорганизованных выбросов; 2 – максимальная концентрация высокого организованного выброса; 3 – суммарная концентрация; 4 – предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе населенных мест

## 1.6. Типологическая классификация промышленных предприятий

Существует огромное количество промышленных предприятий различного назначения и производства. Однако, по ряду общих характерных признаков их сводят в несколько основных групп:

- 1) предприятия горнодобывающей и горно-обогатительной промышленности;
- 2) предприятия металлургической промышленности;
- 3) предприятия нефтехимической, химической и газовой промышленности;
- 4) предприятия машиностроения;
- 5) предприятия приборостроения и радиоэлектроники;
- 6) деревообрабатывающие и целлюлозно-бумажные предприятия;
- 7) предприятия строительной индустрии;
- 8) предприятия текстильной и легкой промышленности;
- 9) предприятия пищевой промышленности;
- 10) энергетические.

Есть и другие меньшие группы предприятий.

## 2. Генеральные планы промышленных предприятий

### 2.1. Содержание комплекта чертежей марки ГП

Генеральный план – комплексное решение вопросов планировки, застройки и благоустройства территории промышленного предприятия на стадии проектирования. Определение отражает структуру комплекта. Генеральный план промышленного предприятия разрабатывают в увязке с комплексом вопросов, включающих учет взаимосвязей промышленного предприятия с селитебной зоной, с другими предприятиями, с природным окружением, с транспортными артериями. Для демонстрации таких взаимосвязей предварительно разрабатывают ситуационный план. Его масштабы могут быть М 1:10000 или М 1:25000. Другими чертежами марки ГП являются:

- 1) разбивочный план или план расположения зданий и сооружений, М 1:500, М 1:1000, для фрагментов М 1:200;
- 2) план организации рельефа, на котором указывают рельеф местности, направления уклонов, отметки различных точек объектов генерального плана и т.д.;
- 3) план земляных масс с составлением баланса земляных работ по объему выемки и объему насыпи грунта;
- 4) сводный план инженерных сетей;
- 5) план благоустройства территории.



## 2.2. Основные принципы проектирования генеральных планов промышленных предприятий

Теоретическими и практическими основами разработки генеральных планов промышленных предприятий являются 6 принципиальных положений, которые с некоторой коррекцией должны иметь отражение как на отдельных фрагментах промышленного предприятия, так и по всей его территории, а также при проектировании группы предприятий (промышленного узла, промышленной зоны). Перед началом разработки разбивочного плана на основе функционально-технологических схем необходимо составить и изучить титульный список объектов предприятий, а именно:

- отдельных цехов;
- открытых технологических установок;
- складов и т.д.

Анализируя функционально-технологическую схему, можно сделать вывод, что отдельные объекты титульного списка объединяются в несколько «родственных» групп:

- объекты основного производственного назначения;
- объекты подсобного назначения;
- объекты вспомогательного назначения.

Каждой такой группе в силу ряда причин отводится определенная зона территории промышленного предприятия. Процесс распределения территории промышленного предприятия по группам его объектов называется зонированием.

**Зонирование** – первый основной принцип проектирования генерального плана промышленного предприятия. На следующем этапе необходимо определить, какие производства и службы можно объединить под одной крышей. Это необходимо для сокращения площади территории и протяженности коммуникаций, устранения дублирования, экономии строительных материалов, тепла и т.д. Не все, но многие объекты позволяют произвести эту процедуру. Так, объединяют механические цехи со сборочными, получая механосборочные, кузнечные с прессовыми – кузнечнопрессовые и т.д. Проведение такой работы отражает суть второго основного принципа – обеспечение компактности застройки. Компактность застройки может быть реализована двумя приемами:

- 1) блокированием зданий и сооружений, т.е. соединением родственных производств и обслуживания в одном здании, сближая их по горизонтали;
- 2) размещая производство и службы друг над другом по вертикали в многоэтажном здании, если это возможно.

Одновременно в проекте планировки и застройки территории промышленного предприятия необходимо реализовать третий основной принцип: разделение и изоляция грузовых и людских потоков. Его применяют для обеспечения беспрепятственного функционирования транспорта при

выполнении перевозок и погрузочно-разгрузочных работ, а также для повышения безопасности работников предприятия. С этой целью транспортные вводы, основные грузовые потоки и операции по перевалке грузов проектируют с противоположной стороны от основных входов на предприятие и основных мест приложения труда. Там, где не удастся избежать пересечений массовых пешеходных потоков и опасных транспортных потоков, их делают в разных уровнях с помощью тоннелей, эстакад и надземных переходов. Компактности застройки в значительной мере способствует соблюдение еще одного принципа, четвертого. Четвертый принцип: унификация и модульная координация элементов планировки и застройки территории. Унификация подразумевает использование в застройке зданий простых прямоугольных в плане и разрезах форм, составленных из унифицированных типовых секций и пролетов. Модульная координация объектов на генеральном плане имеет в виду соразмерение их с модулем, который для генеральных планов равен 6000 мм (60М). Все здания, сооружения, разрывы между ними, размеры кварталов, проездов и т.д. должны быть кратными этому или производному модулю.

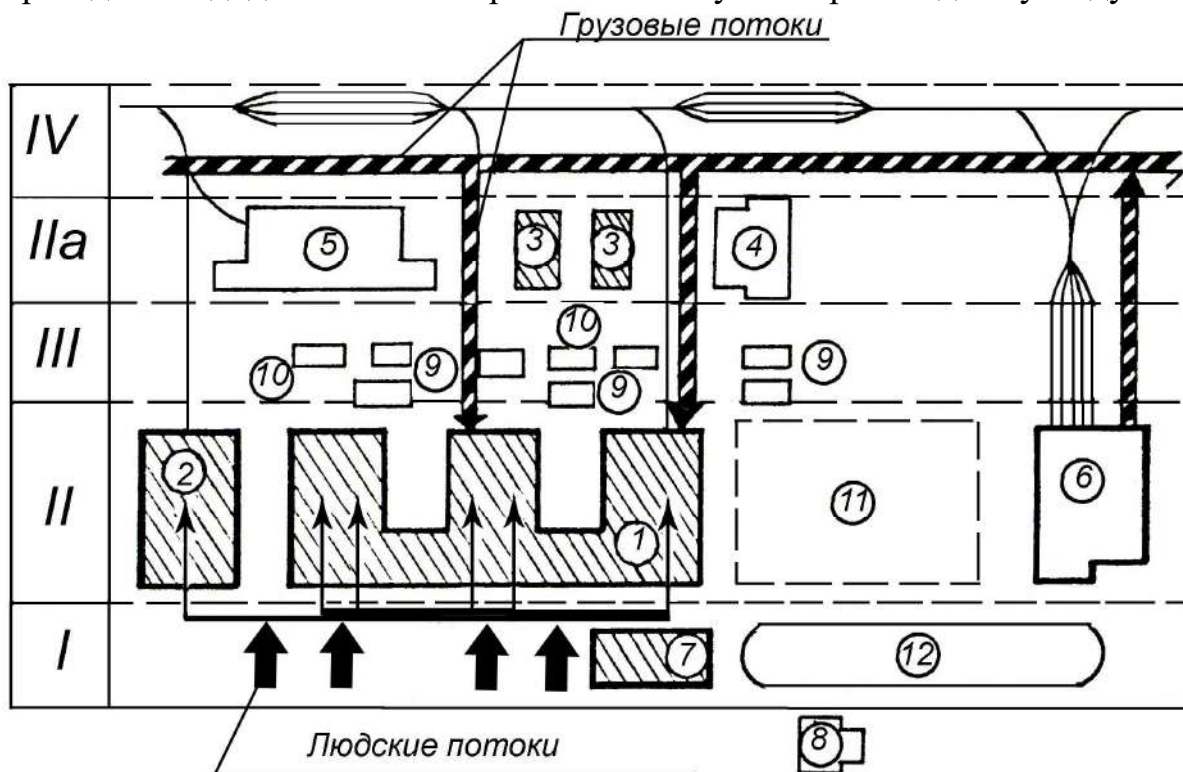


Рис.2.1. Пример зонирования территории автозавода (схема генплана):

*I – предзаводская зона; II – зона сборочных и вспомогательных цехов (производственная зона); III – подсобная зона; IIa – зона заготовительных цехов; IV – зона складов и основных транспортных устройств: 1 – главный корпус; 2 – блок вспомогательных цехов; 3 – группа литейных цехов; 4 – кузнечный цех; 5 – прессовый корпус; 6 – корпус экспедиций; 7 – заводоуправление; 8 – учебный центр; 9 – вспомогательные производства главного корпуса; 10 – энергетические объекты; 11 – стоянки готовой продукции; 12 – обкаточный трек*

В свою очередь выполнение этого принципа помогает реализовать следующий пятый основной принцип: обеспечение возможности развития и расширения предприятия. Производство постоянно развивается и время от времени его приходится модернизировать. При этом возникает потребность

застроить резервное место в квартале или в зоне, либо площадку за территорией промышленного предприятия. Такое расширение будет возможно, если его предусмотреть на стадии проектирования посредством резервирования площадей, имеющих модульные размеры, чтобы в них вписались модульные объекты, а сами площадки могли бы вписаться в модульные структуры промышленного предприятия.

Последний принцип переходит в следующий, шестой принцип: обеспечение очередности строительства и определение архитектурной законченности на каждом его этапе. Большинство промышленных предприятий начинают работать, давать какую-то продукцию еще до завершения строительства. Это позволяет ускорить освоение производства и окупаемость вложенных в него средств. С этой целью на стадии проектирования все предприятие делят на отдельные независимые и законченные технологические циклы, т.е. пусковые комплексы (производство цветного литья, велосипедов, БТР на Автозаводе, пуск одной или нескольких турбин на электростанции и т.д.). Каждое такое производство должно иметь определенную архитектурную самостоятельность и завершенность.

### **2.3. Виды зонирования территории промышленных предприятий**

Распределяя объекты промышленных предприятий из его титульного списка по зонам на основе их принадлежности к основному или подсобному процессу или вспомогательным службам, мы выполняем зонирование по производственному или функционально-технологическому признаку. Исходя из него большинство промышленных предприятий делятся на 4 зоны:

- предзаводскую;
- производственную;
- подсобную;
- транспортно-складскую.

Следующий вид зонирования связан с реализацией третьего основного принципа: зонирование территории по степени грузоёмкости цехов. Такое зонирование позволяет сократить пробеги автомобилей по территории и сократить количество пересечений ими пешеходных переходов. Этому способствует увод грузонасыщенных объектов (складов, погрузочно-разгрузочных работ) на зады промышленного предприятия, ближе к транспортным выводам на его территории. Аналогичный вид зонирования – по степени трудоёмкости производств или многопрофильности объектов. Обеспечивая сокращение путей движения людей по территории промышленного предприятия и встреч их с транспортными потоками, наиболее многолюдные объекты располагают как можно ближе к проходным, т.е. во II производственной зоне.

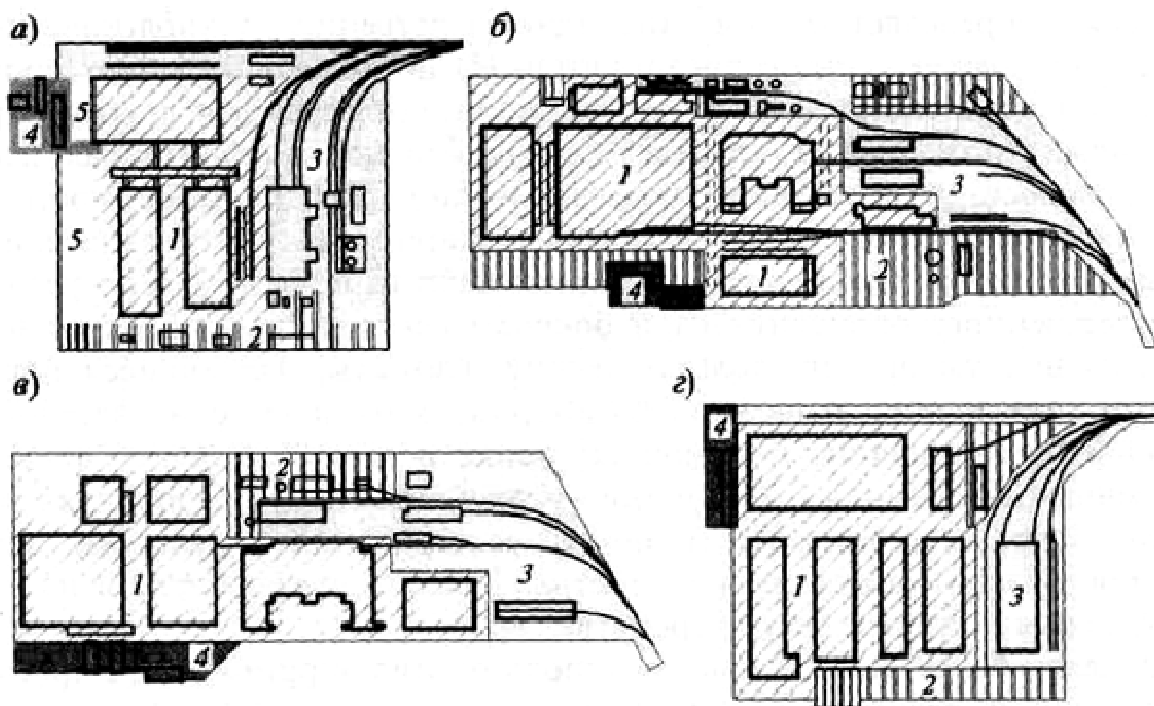


Рис.2.2. Зонирование территории промпредприятий:

*а, б – литейные заводы; в – завод тяжелых станков; г – завод расточных станков;  
1 – производственная зона; 2 – селитебная зона; 3 – складская зона; 4 – предзаводская зона;  
5 – резервная территория*

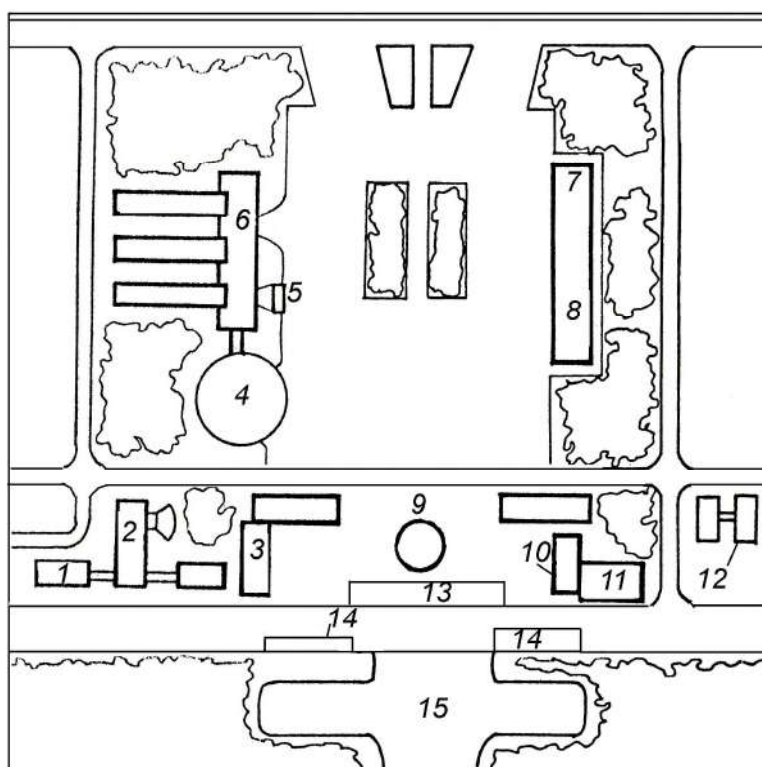


Рис. 2.3. Пример

планировки предзаводской  
зоны (схема):

- 1 – ПТУ;
- 2 – инженерный корпус;
- 3 – заводоуправление;
- 4 – конференц-зал;
- 5 – трибуна;
- 6 – заводская лаборатория;
- 7 – АТС;
- 8 – блок КИП и А;
- 9 – центральная проходная;
- 10 – КБО;
- 11 – столовая;
- 12 – заводская  
медсанчасть;
- 13 – остановки автобуса;
- 14 – остановки трамвая;
- 15 – стоянки машин

Зонирование территории по степени вредности производств или санитарное зонирование позволяет снизить опасность нанесения ущерба здоровью как самим работникам промышленного предприятия, так и жителям прилегающих жилых районов. Наиболее вредные и опасные производства

необходимо удалять в глубину промышленного предприятия с учетом розы ветров.

Выполняя зонирование с учетом степени пожаро- и взрывоопасности, опасные в этом отношении объекты следует располагать с подветренной стороны от других зданий и сооружений.

Все перечисленные виды зонирования носят горизонтальную направленность. В многоэтажных зданиях производят вертикальное зонирование. Оно имеет и производственный характер, и санитарный, и противопожарный. Наиболее опасное в пожарном отношении производство размещают на верхних этажах. Наиболее санитарно вредные (пыльные, загазованные) производства располагают с учетом розы ветров с подветренной стороны здания. Производства, требующие больше естественного света, располагают у наружных стен. На верхних этажах размещают наиболее безлюдные производства, а склады – в подземных этажах.

## 2.4. Классификация промышленных объектов и виды застройки ими территорий промышленных предприятий

Промышленные предприятия застраиваются следующими типами объектов:



Предприятия в зависимости от их размеров, характера производства, видов обслуживающего их транспорта, района и условий строительства и т.д. могут иметь несколько видов застройки территории промышленными объектами: *квартальную, панельную или кварталльно-панельную, блочную или кварталльно-блочную, однокорпусную или сплошную, навильонную, периметральную, секционную, гребенчатую, секционно-гребенчатую.*

Основной структурной ячейкой в планировочной схеме большинства промышленных предприятий является *квартал*. **Промышленный квартал** – часть территории с объектами застройки и благоустройства, заключенные между красными линиями *соседних* продольных и поперечных улиц и проездов.

На крупных предприятиях группы функционально-технологических, санитарно и противопожарно сходных кварталов объединяют в *панели*, параллельные «фасаду» промышленного предприятия. Под *панелью* понимается полоса застройки, ограниченная, как правило, с двух сторон проездами. Такая панель застраивается по глубине одним или двумя зданиями и её размер кратен 6 м. Тогда производственные здания располагаются по всей территории предприятия по прямоугольной сетке улиц и проездов. Такая застройка называется *панельной* или *квартально-панельной*.

Если группа функционально связанных кварталов образует законченный технологический цикл, то её выделяют в планировочный блок, а застройка территории промышленного предприятия такими блоками кварталов называется *блочной* или *квартально-блочной*.

Если вся площадь квартала занята одним зданием-корпусом, то это пример *сплошной* или *однокорпусной* застройки. Для неё характерна форма, близкая к квадрату.

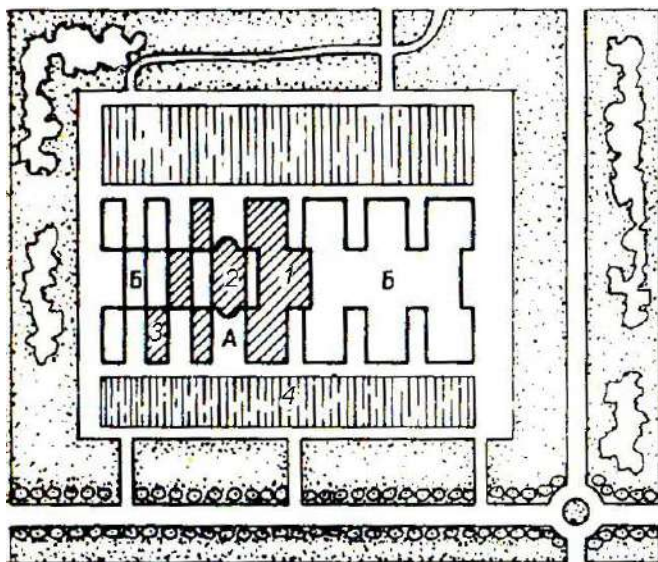


Рис. 2.4. Схема планировки территории завода электронной аппаратуры с секционно-гребенчатой застройкой:

- 1 – производственный цех;
- 2 – кафе;
- 3 – административные и учебные помещения;
- 4 – автостоянки;
- А – первая очередь строительства;
- Б – вторая очередь строительства

Для некоторых производств, например в химической промышленности, характерна застройка квартала протяжённым зданием, связанным по сторонам с открытыми технологическими установками. Это – *навильонная* застройка.

*Периметральная* застройка промышленных предприятий часто встречается в селитебной зоне, внутри периметра – двор.

*Секционная* застройка также чаще встречается среди предприятий IV и V классов по санитарной классификации. Секции (блок-секции), часто многоэтажные, имеют связь между собой по переходам, галереям, вставкам, но технологически – самостоятельны.

*Гребенчатая* или *секционно-гребенчатая* застройка (рис. 2.4) характерна для упорядоченного формирования корпуса из отдельных строительных секций – цехов, связанных между собой единой структурой – например, двух-, трехэтажным административным зданием. Наибольшее распространение этот вид застройки получил в радиоэлектронике и точном приборостроении.

## **2.5. Транспорт и транспортные магистрали на промышленных предприятиях**

Транспорт промышленных предприятий классифицируют:

- по видам – железнодорожный, автомобильный, конвейерный, специальный (гидравлический, пневматический, пневмоконтейнерный, монорельсовый, канатно-подвесной, рольганги (на прокатных станах)). Гидравлический и пневматический транспорт называют трубопроводным;

- по назначению и характеру работы производственный транспорт подразделяют на *внешний*, предназначенный для доставки на промпредприятие сырья, материалов и полуфабрикатов и вывоза готовой продукции и *внутренний*, который перемещает грузы по предприятию. Внутренний транспорт на промпредприятии называют внутриводским, на крупных стройках – внутривстроенным. Внутриводской транспорт подразделяют на *межцеховой* и *внутрицеховой*;

- по сроку действия различают *постоянный* и *временный* транспорт (напр., временные рельсовые пути для кранов);

- по способу действия различают *циклические* и *непрерывные* виды транспорта. К непрерывным относят конвейерный, гидравлический и пневматический.

Для обслуживания промпредприятий проектируют *сортировочные, грузовые* и *распределительные* железнодорожные станции.

Транспортные средства промышленного предприятия, в свою очередь, обслуживаются следующими *зданиями* и *сооружениями*: гаражами и авто-, газозаправочными станциями, локомотиво-вагонными депо и депо авто- и электрокаров, ремонтно-механическими мастерскими, а также вспомогательными зданиями и помещениями административно-бытового назначения.

При проектировании железнодорожного и других видов транспорта пользуются понятиями «габарита подвижного состава» и «габарита приближения строений».

Габарит подвижного состава – контур его поперечного сечения, за пределы которого не должна выступать ни одна часть нормального состава на горизонтальном прямом участке пути.

*Габарит приближения строений* – очертание или поверхность, внутри которой не может находиться никакая часть здания, сооружения, строения или устройства из расположенных вдоль пути, кроме как сам подвижной состав или отдельная транспортная единица. Габариты приближения строений железных дорог на станциях и на перегонах несколько отличаются.

В системе планировки территории промышленного предприятия (планировочный) проезд – территория между зданиями (сооружениями) соседних планировочных структур (напр., кварталов), содержащая проезжую часть (дорогу), тротуары, газоны, инженерные сети и другие. Ширина (планировочного) проезда – расстояние между наружными координационными осями зданий, ограничивающих проезд, т.е. между красными линиями застройки соседних кварталов.

Функционально планировочные проезды делятся на улицы (в т.ч. магистрали), отходящие вглубь предприятия от входов и въездов предзаводской зоны, и (поперечные) проезды, соединяющие улицы между собой.

Планировка магистралей, улиц и проездов должна быть экономичной и преследовать цели создания кратчайших путей от входов на предприятие к цехам, удобного сообщения между отдельными зданиями и обеспечения пожарной безопасности.

Система заводских магистралей, улиц и проездов служит своеобразным каркасом, который в значительной степени определяет структуру планировки промпредприятия.

В архитектурном построении генплана промпредприятия важным является решение главной улицы – магистрали, связанной с направлением подходов и подъездов рабочих со стороны жилых районов и положением главного входа на предприятие. Она должна быть основной артерией движения трудящихся вглубь территории предприятия и распределения их по проездам и соседним улицам. Поэтому основные производственные корпуса, в которых работает наибольшее число работающих, следует располагать вдоль главной заводской магистрали.

Как правило, многообъектные предприятия проектируют с одной главной магистралью. Но встречаются решения генеральных планов с двумя входными внутривзаводскими магистралями.

Главная магистраль многообъектных предприятий часто представляет собой бульвар, на который ориентированы помещения административно-бытового обслуживания основных производственных корпусов.

На предприятиях сплошной застройки, имеющих в своём составе одно производственное здание, проезды устраивают лишь по периметру участка. Причём если предприятие не нуждается в ограждении территории, то эти проезды выполняют роль не только заводских проездов, но и внешних путей.

Ширину магистралей, улиц и проездов в разбивочных осях обрамляющих их зданий и сооружений (т.е. в красных линиях застройки) следует принимать кратной 6 м. Она должна также соответствовать габаритам перевозимой по



дорогам готовой продукции или полуфабрикатов.

Расстояние между зданиями по обеим сторонам проезда должно отвечать требованиям пожарной и взрывопожарной безопасности.

При определении ширины магистралей, улиц и проездов следует иметь в виду высоту прилегающей застройки. Опыт проектирования показывает, что ширина магистралей, улиц и проездов должна быть не меньше высоты наиболее высокого из зданий, расположенных по обеим сторонам проезда.

Назначаемые в соответствии с санитарными и противопожарными нормами и архитектурно-планировочными требованиями разрывы между соседними зданиями, размеры улиц и проездов должны отвечать рациональному размещению подземных, наземных и надземных инженерных сетей и коммуникаций и обеспечивать нормальные условия их ремонта и эксплуатации.

Заводской автомобильный транспорт передвигается по дорогам двух типов: автомобильным и специальным (или обслуживающим). Вторые предназначены для межцехового движения по ним малогабаритных (шириной до 2,1 м) тележек: авто- и электрокаров, погрузчиков, штабелёров и т.п. Проектируют их только в тех случаях, когда поблизости нет автодорог.

Автомобильные дороги подразделяют на магистральные, производственные, а также проезды и подъезды.

Магистральные и производственные автодороги должны иметь не менее двух полос движения общей шириной не менее, соответственно, 7 м и 6 м и радиусами кривых в плане по краю дороги (на перекрёстках) не менее 12 м и 8 м.

Магистральная автодорога прокладывается от главного входа (с негрузовым въездом) на промпредприятии и заканчивается на главном (чаще всего грузовом) выезде с территории. Магистральные и производственные автодороги на промпредприятии, как правило, закольцовываются. Негрузовые въезды обычно совмещают с проходными и размещают по периметру промышленного предприятия не реже чем через 1,5 км.

Ширина железнодорожных путей нормальной колеи (н.к.) принята 1520 (1524) мм, узкой – 750 мм. Наименьшие радиусы кривых ж.д. путей н.к. в плане на промышленном предприятии приняты не менее 250 м, а в стеснённых условиях и в условиях реконструкции – не менее 150 м.

К зданиям по всей длине должен быть обеспечен подъезд пожарных машин: с одной стороны – при ширине здания до 18 м или с двух (продольных) сторон – при большей ширине здания.

Ниже приводятся несколько часто встречающихся при проектировании заводских магистралей, улиц и проездов нормативных размеров:

– расстояние от края проезжей части (дороги) или свободно спланированной территории, обеспечивающей проезд пожарной машины, до стены здания должно быть не более 25 м;

– расстояние от края проезжей части автомобильной дороги до наружной грани стены здания должно быть:

- не менее 1,5 м (при отсутствии въезда в здание и длине здания до 20 м),

- не менее 3 м (то же, при длине здания более 20 м),
  - не менее 5 м (при наличии въезда в здание только электрокаров),
  - не менее 8 м (при наличии въезда в здание автопогрузчиков и двухосных автомобилей),
  - не менее 12 м (при наличии въезда в здание трёхосных автомобилей).
- расстояние от края проезжей части автомобильной дороги до оси железнодорожных путей колеи 1524 мм должно быть не менее 3,75 м;
- расстояние от оси железнодорожных путей колеи 1524 мм до наружной грани стены или выступающих частей здания принимается не менее 3,1 м, а при наличии выходов из здания – не менее 6 м.

Автомобильные ворота на въездах-выездах промпредприятия должны иметь размеры по ширине не менее 4,5 м, а железнодорожные – не менее 4,9 м.

## 2.6. Инженерные сети промышленных предприятий

Инженерные сети промпредприятий подразделяют следующим образом: сети общего назначения – водопроводные, канализационные, водосточные, теплофикационные, газовые, дренажные; электросети всех видов; сети производственные или технологические – для передачи жидких и газообразных продуктов, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей, а также взрывоопасных и инертных газов.

Для промпредприятий надлежит проектировать единую систему инженерных сетей, размещаемых в специально отведённых технических полосах. Инженерные сети (ИС) могут быть подземными, наземными и надземными, а также могут располагаться в открытых траншеях. Способ прокладки инженерных сетей выбирается на основе технологических требований, условий пожарной безопасности и технико-экономических расчётов с соблюдением требований СНиП. Надземный способ прокладки инженерных сетей – самый экономичный.

Для уменьшения ширины улиц и проездов и удобства эксплуатации сетей при размещении последних следует, как правило, применять совмещённую прокладку сетей различного назначения в общих коллекторах, траншеях, каналах или на эстакадах с соблюдением соответствующих санитарных и противопожарных требований и правил безопасности эксплуатации сетей. Большую часть сетей обычно располагают под землёй (в основном – под газонами). Поскольку сети подземного хозяйства для ремонта или осмотра могут потребовать вскрытия, следует избегать укладки их под проезжей частью и под тротуарами, разрушение и восстановление которых сопряжено со значительными затратами. Под проезжей частью могут быть размещены только сети ливневой канализации и проходные тоннели, не требующие вскрытия при авариях.

Ширина улиц и проездов по условиям размещения инженерных сетей в соответствии с технической необходимостью принимается иногда больше, чем это необходимо для санитарной и пожарной безопасности.

Все (особенно подземные) сети следует трассировать прямолинейно и

параллельно линиям застройки магистралей, улиц и проездов. Пересечения проездов и улиц инженерными сетями и коммуникациями, а также устройство ответвлений, вводов в здания и выпусков следует осуществлять под прямым (или близким к нему) углом.

Подземные сети не допускается размещать в зоне распространения давления от фундаментов зданий и сооружений.

Подземные сети при одностороннем размещении на внутризаводском проезде укладываются в определённой последовательности от линии застройки к проезжей части: слаботочные кабели, кабели линий связи, кабельные сети систем электроснабжения, теплопроводы и воздухопроводы, газопроводы и сети спец. назначения, водопровод, канализация, водостоки. Расстояния между сетями должны быть минимальными. При их назначении принимается модуль 100 мм или укрупненный модуль 600 мм.

Для многих сетей по технико-экономическим показателям или местным условиям (высокое стояние уровня грунтовых вод, отсутствие свободных мест в профиле проезда и т.д.) может быть целесообразна **надземная** и **наземная** прокладка инженерных коммуникаций, оказывающая особое влияние на архитектурную организацию проездов.

**Надземная** прокладка сетей осуществляется по стенам зданий и сооружений, по эстакадам и галереям, по отдельно стоящим опорам. Надземная прокладка допускается для всех сетей, кроме противопожарных водопроводов, канализации, промышленных сточных, фекальных и ливневых вод. Высота расположения надземных сетей должна обеспечивать проезд под ними наземного транспорта.

**Наземная** прокладка инженерных сетей (на столбиках, специальных прокладках и пр.) целесообразна в особых местных условиях, например, в районах вечной мерзлоты. При наземной прокладке сетей в открытых траншеях, чтобы не стеснять движения транспорта, над траншеями предусматривается устройство мостиков.

При производстве строительно-монтажных работ сведения по инженерным сетям изложены в комплектах рабочих чертежей с марками: ЭС (электроснабжение), ГС (газоснабжение), НГ (наружные сети и сооружения газоснабжения), ТС (тепловые сети), ОВ (отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха), ВС (воздухоснабжение), НВК (наружные сети водоснабжения и канализации), ВК (внутренние сети ...) и другие.

## **2.7. Благоустройство территорий промышленных предприятий**

Работы по благоустройству включают устройство тротуаров, велодорожек, стоянок для автомобилей, в т.ч. личных, площадок для отдыха во время перерывов работы, создание искусственного микрорельефа и малых архитектурных форм, озеленение и ограждение территории (сплошное, решётчатое или сетчатое).

Стоянки автотранспорта (парковки) устраивают на предзаводской территории вблизи проходных. Сеть тротуаров и велодорожек устраивается в

увязке с рациональной схемой движения людских потоков на работу и обратно.

Тротуары могут быть приподнятыми над газоном, заглублёнными или на одном с тротуаром уровне. Первый вариант – наиболее предпочтительный, второй – наименее (по причине большей вероятности загрязнения тротуара и образования на нём луж). Ширина тротуаров кратна 0,75 м, зависит от интенсивности движения по ним пешеходов и обычно принимается не менее 1,5 м.

На территории промышленного предприятия вблизи цехов следует предусматривать устройство благоустроенных площадок для отдыха и гимнастических упражнений работников соответствующих цехов. Их размеры принимаются из расчёта не более 1 м<sup>2</sup> на 1 работника наиболее многочисленной смены.

Площадки должны предусматриваться и перед заводскими проходными (с обеих сторон), входами в здания управления и столовые, перед входами в цеховые административно-бытовые здания. Их размеры определяются из расчёта 0,15 м<sup>2</sup> на 1 чел. наиболее многочисленной смены.

Озеленение территории имеет санитарно-гигиеническое, противопожарное и эстетическое значение. Ориентировочно площадь озеленённых участков на промпредприятии принимается из расчёта 3 м<sup>2</sup> на 1 работающего в наиболее многочисленной смене. Общая площадь участков озеленения не должна превышать 15 % площади промышленного предприятия.

На территориях промпредприятий применяются следующие виды озеленения: объёмное – из деревьев и кустарников, партерное – с помощью газонов и цветников и вертикальное (лианы). Основной вид озеленения – партерный.

Виды озеленения и породный состав деревьев и кустарников выбирают с учётом района строительства, технологических требований и стойкости зелени к производственным выделениям (вредностям).

Расстояния от стволов деревьев и кустарников до стен зданий и других объектов на территории промпредприятий следует принимать:

- до стен зданий: деревьев – не менее 5 м, кустарников – не менее 1,5 м;
- до оси железнодорожного пути: деревьев – не менее 5 м, кустарников – не менее 3,5 м;
- до края тротуара: деревьев – не менее 0,7 м, кустарников – не менее 0,5 м;
- до бортового камня дороги: деревьев – не менее 2 м, кустарников – не менее 1,2 м;
- до подземным сетей (электрических кабелей): соответственно не менее 2 м и 0,7 м.

Расстояния между стволами деревьев и кустарников следует принимать:

- между деревьями светолюбивых пород – не менее 3 м;
- между деревьями теневыносливых пород – не менее 2,5 м;
- между кустарниками высотой до 1 м – не менее 0,4 м;

- между кустарниками высотой более 2 м – не менее 1 м.

## **2.8. Расстояния между зданиями. Техничко-экономические показатели генерального плана промышленных предприятий**

Расстояния между зданиями принимаются с учётом технико-экономической целесообразности, санитарно-гигиенических требований (по инсоляции фасадов с окнами), противопожарных требований и требования приведения разрывов между зданиями к модульному размеру (60М). Техничко-экономическая целесообразность включает в себя учёт производственной необходимости размещения между зданиями различных коммуникаций, технологического оборудования и устройств, внутриквартальных проездов (в т.ч. пожарных) и т.д.

Расстояние между зданиями, освещаемыми через оконные проёмы, должно быть не меньше наибольшей высоты до верха карниза (парапета) противостоящих зданий. Расстояния по противопожарным требованиям между зданиями и сооружениями I и II степени огнестойкости не нормируются. Наименьшие нормативные расстояния между зданиями и сооружениями других степеней огнестойкости колеблются от 9 до 18 м и принимаются согласно СНиП II-89-80\*[11]..

При оценке вариантов генплана учитываются не только архитектурно-эстетические и градостроительные требования, но и экологические, технические и экономические, т.е. задача архитектурно-строительного проектирования решается комплексно.

Качество проекта генплана промышленного предприятия характеризуют следующие технико-экономические показатели (ТЭП):

- площадь территории, га;
- площадь застройки, га;
- плотность застройки, %;
- площадь покрытий (замощения), га;
- коэффициент покрытий (замощения);
- площадь, занятая озеленением, га;
- озеленение, %;
- площадь железнодорожных путей и безрельсовых дорог, га, и их протяжённость (раздельно), км;
- протяжённость подземных и наземных инженерных сетей, км;
- протяжённость ограждения, км.

При проектировании генплана конкретного промпредприятия следует ориентироваться на показатели плотности застройки аналогичных предприятий, приведённые в таблице приложения СНиП II-89-80\*[11].

Указанные выше показатели характеризуют экономическую сторону генплана промпредприятия. К таким же показателям относят размеры первоначальных и последующих капитальных вложений, включая эксплуатационные расходы. Сравнение технико-экономических показателей позволяет также выбрать оптимальный вариант очистки среды при внедрении

безотходных технологий.

Для повышения эффективности использования территорий площадок, увеличения этажности их застройки, освоения подземного пространства необходим учёт дополнительных ТЭП.

### **3. Общие положения проектирования промышленных зданий**

#### **3.1. Виды промышленных зданий**

Промышленные предприятия классифицируются по отраслям производства. Отрасль производства является составной частью отрасли народного хозяйства, к которой относятся промышленность, сельское хозяйство, транспорт, строительство и др.

Классификация отраслей производства в промышленности устанавливается по различным признакам, например, по однородности экономического назначения продукции (производственного или потребительского), виду обрабатываемого сырья, характеру технологического процесса и т.п. Всего насчитывается более 15 крупных отраслей (электроэнергетика, черная металлургия, цветная металлургия, машиностроение, металлообработка и др.).

Крупные отрасли промышленности в свою очередь делятся на более мелкие по признаку назначения продукции или происхождения сырья, по однородности технологических процессов и т.п. Таких более мелких отраслей насчитывается свыше 160. Например, в машиностроение, как в крупную отрасль промышленности, входят автомобилестроение, тракторостроение, станкостроение и др.

Строительство как отрасль народного хозяйства разделяется на следующие отрасли строительного производства: промышленное строительство, транспортное, сельскохозяйственное, жилищное, коммунальное, строительство учреждений здравоохранения и другие. В свою очередь каждая такая отрасль может делиться на более мелкие по различным признакам. Промышленное строительство делится на строительство тяжелого машиностроения, строительство предприятий металлургической промышленности и т.п., т.е. по признакам назначения продукции и виду технологических процессов.

Отраслевая классификация положена в основу создания сети крупных производственных организаций.

На основе отраслевой классификации производства построена и классификация промышленных зданий. Промышленные здания независимо от отрасли промышленности разделяются на четыре основные группы: производственные, энергетические, здания транспортно-складского хозяйства и вспомогательные здания или помещения.

**1) Производственные здания** – основные цеха по выпуску готовой продукции и полуфабрикатов. Производственные здания по назначению

разделяются на многие виды соответственно отраслям производства. Это могут быть металлообрабатывающие, механосборочные, термические, кузнечно-штамповые, мартеновские цеха, цеха по производству железобетонных конструкций, ткацкие, цеха по обработке пищевых продуктов, цеха вспомогательного производства, например, инструментальные, ремонтные и другие.

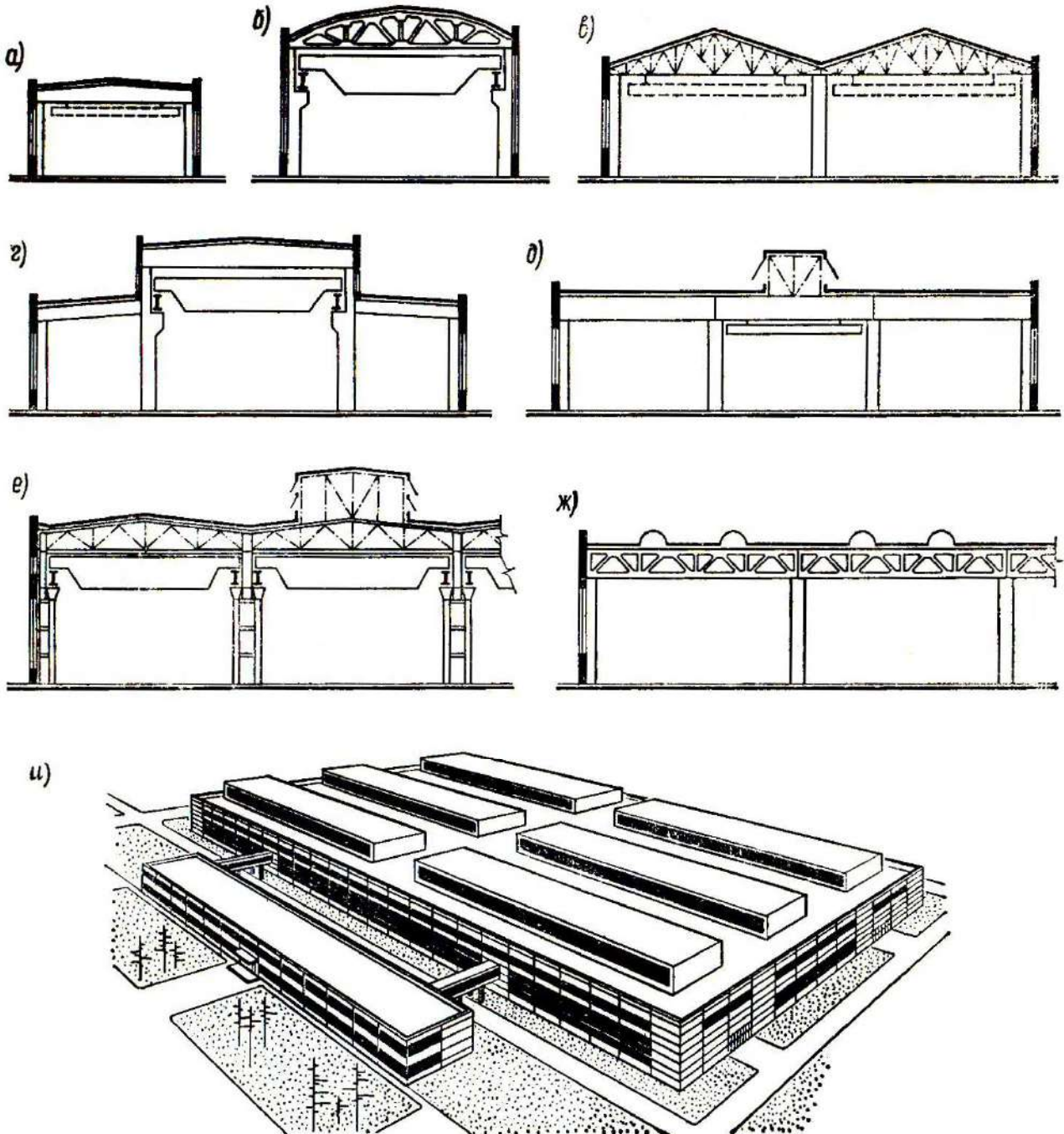


Рис.3.1. Основные типы одноэтажных промышленных зданий:  
*а* – однопролетное без фонарей; *б* – то же, с мостовым краном; *в* – двухпролетное без фонарей; *г* – трехпролетное с повышенным средним пролётом; *д* – трехпролетное с фонарем; *е, ж* – многопролетные с фонарями; *и* – общий вид здания

2) *К энергетическим* относятся здания ТЭЦ (теплоэлектростанций), снабжающих промышленные предприятия электроэнергией и теплом, котельные, электрические и трансформаторные подстанции, компрессорные станции и другие.

3) *Здания транспортно-складского хозяйства* включают гаражи, стоянки напольного промышленного транспорта, склады готовой продукции, полуфабрикатов и сырья, пожарные депо и т.п.

4) *К вспомогательным* относятся здания для размещения административно-конторских помещений, помещений общественных организаций, бытовых помещений и устройств (душевых, гардеробов и пр.), пунктов питания и медицинских пунктов. Вспомогательные помещения в зависимости от вида производства могут располагаться непосредственно в производственных зданиях.

Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий зависят от их назначения, характера размещенных в них технологических процессов и отличаются значительным разнообразием. Такие здания можно классифицировать по следующим признакам:

1) *По числу пролетов* различают *однопролетные* и *многопролетные* промышленные здания.

Однопролетные одноэтажные здания (рис. 3.1, а, б) целесообразны для небольших производственных, энергетических или складских зданий. Они применяются также для размещения производств, требующих значительной величины пролетов (от 36 м и более – большепролетные здания) и значительной высоты (более 18 м).

Многопролетные (рис. 3.1, е, ж) – наиболее распространенный тип одноэтажных промышленных зданий, широко используемый в различных отраслях промышленности. Многопролетные здания с одинаковыми или близкими параметрами пролетов (шириной и высотой) без внутренних открытых дворов называются зданиями *сплошной застройки* (рис. 3.1, и) и могут достигать в плане несколько сотен метров по ширине и длине.

2) *По числу этажей* промышленные здания делятся на: *одноэтажные* и *многоэтажные*.

В современном строительстве преобладают одноэтажные здания (рис. 3.1) – примерно 80% общего объема строительства. В одноэтажных зданиях лучше условия для размещения оборудования, организации производственных потоков, применения различных транспортных и грузоподъемных устройств. В любом месте здания может быть установлено технологическое оборудование любого веса, поскольку оно ставится непосредственно на грунт. В одноэтажных зданиях обеспечивается большая маневренность при изменении технологического процесса.

Применение многоэтажных промышленных зданий (рис. 3.2) ограничивается производствами с относительно легким технологическим оборудованием, размещаемым на междуэтажных перекрытиях (легкая промышленность, приборостроение, полиграфическая промышленность и пр.).



Многоэтажные здания целесообразны в случаях, когда технологический процесс организован по вертикальной схеме и материалы могут перемещаться за счет собственного веса (например, склады сыпучих материалов).

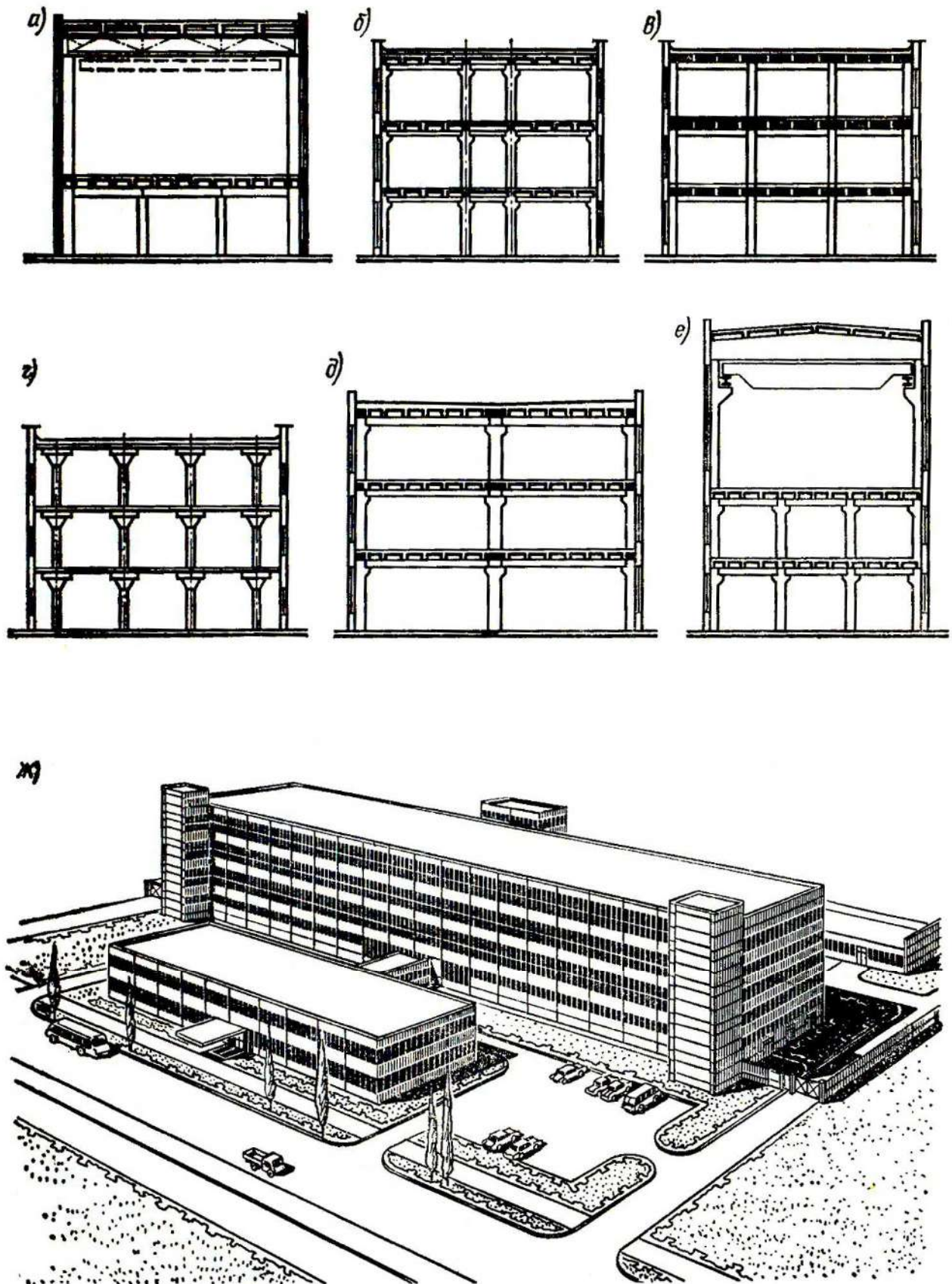


Рис.3.2. Основные виды многоэтажных промышленных зданий:  
 а – двухэтажное с укрупненной сеткой колонн 2-го этажа; б – с сеткой колонн  $(6+3+6)\times\text{бм}$ ; в, г – с сеткой колонн  $(6+6+6)\times\text{бм}$ ; д – с сеткой колонн  $(12+12)\times\text{бм}$ ; е – многоэтажное с укрупненной сеткой колонн верхнего этажа; ж – общий вид здания

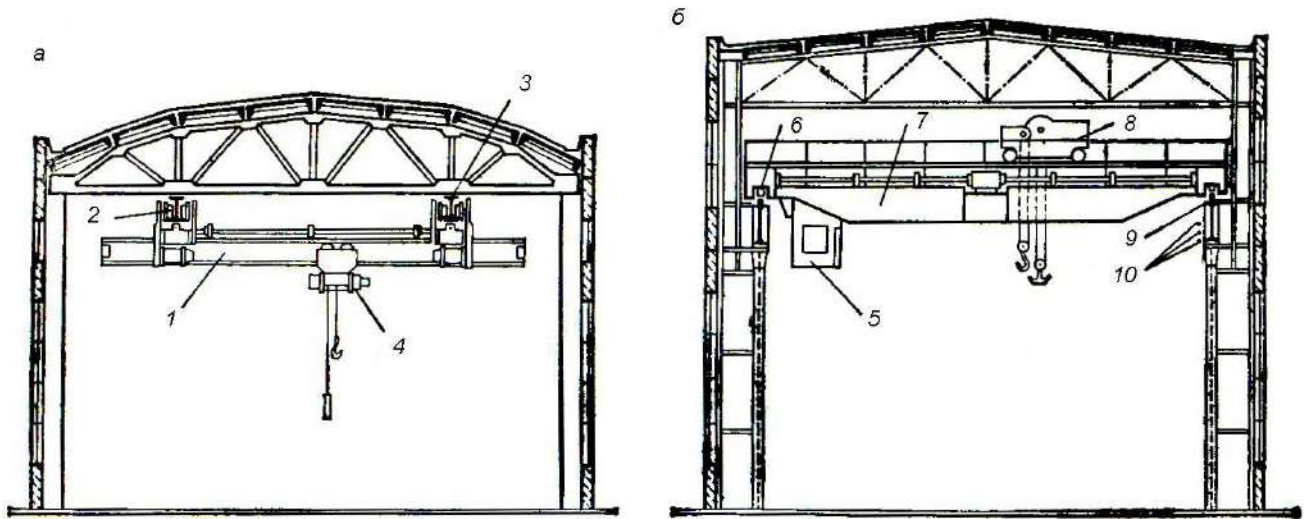


Рис.3.3. Здания с подвесным (а) и мостовым (б) кранами:

1 – несущая балка; 2 – механизм передвижения; 3 – подвесной путь; 4 – электроталь; 5 – кабина крановщика; 6 – механизм передвижения вдоль кранового пути; 7 – несущий мост; 8 – тележка с грузоподъемным механизмом; 9 – подкрановый путь; 10 – токопровод

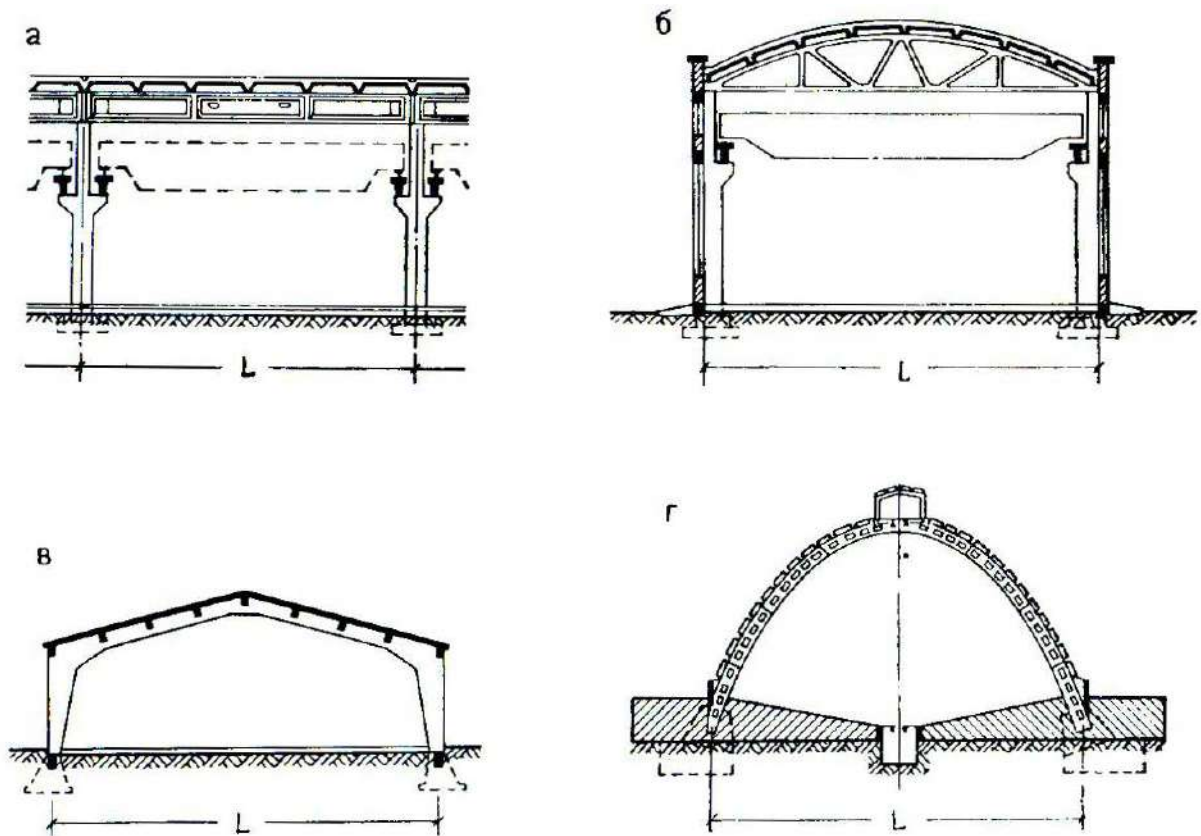


Рис.3.4. Конструктивные схемы покрытий каркасных промышленных зданий. Плоскостные системы покрытий:

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

Многоэтажные промышленные здания проектируют, кроме того, при ограниченных размерах территории. Многоэтажные промышленные здания

нередко выполняют с так называемыми техническими этажами, в которых располагают технологические коммуникации (короба вентиляции, электрические проводки, трубопроводы и т.п.), а также в некоторых случаях вспомогательные помещения.

Промышленное здание может состоять из одноэтажных частей разной высоты или из многоэтажной и одноэтажной частей. Последние называются зданиями «смешанной» этажности.

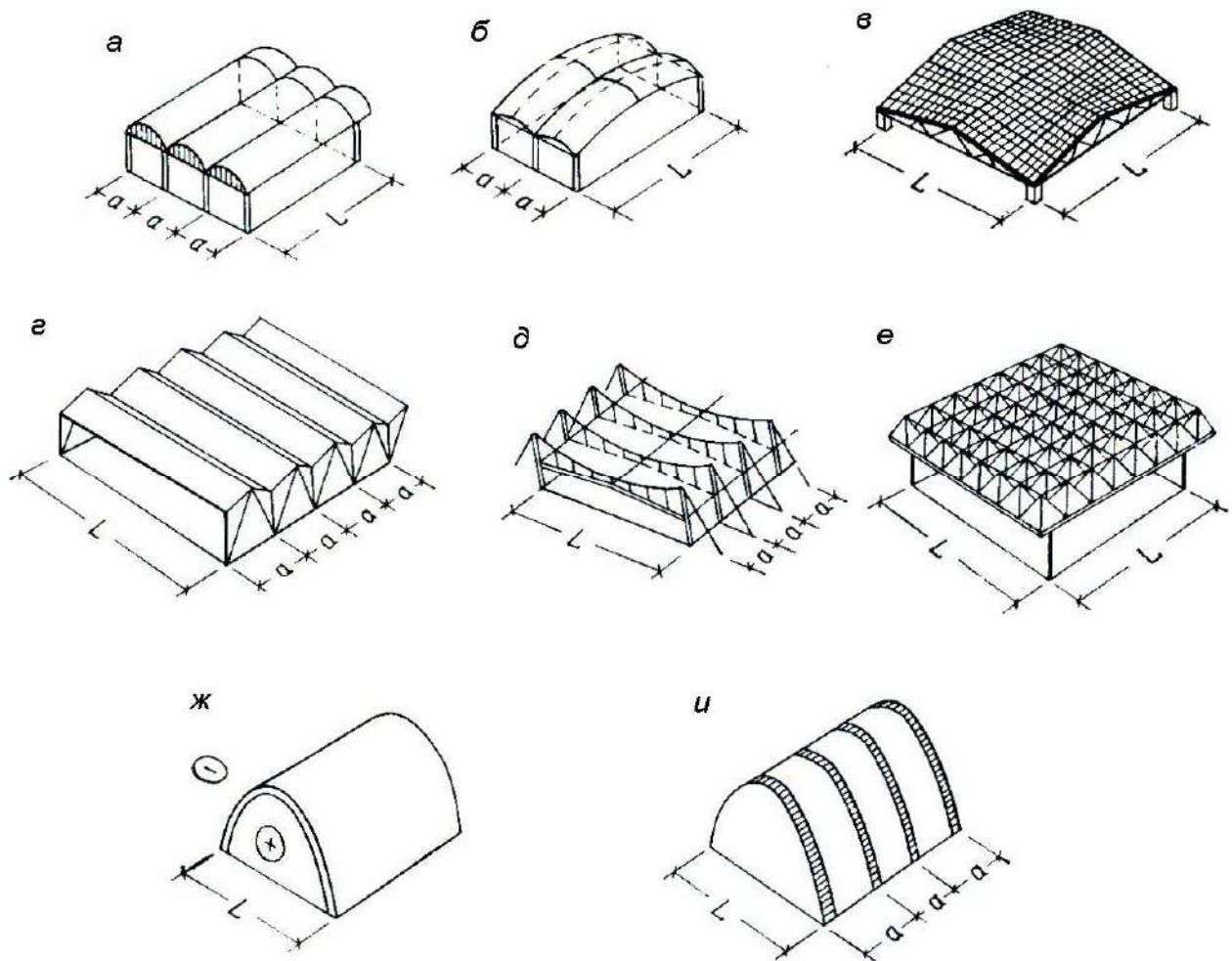


Рис.3.5. Конструктивные схемы покрытий каркасных промышленных зданий.

Пространственные системы покрытий:

*а* – оболочки одинарной кривизны; *б* – оболочки двоякой кривизны; *в* – оболочки двоякой кривизны в виде гиперболического параболоида; *г* – складки; *д* – висячее вантовое; *е* – перекрестное; *ж* – пневматическое воздухоопорное; *и* – пневматическое воздуонесущее

**3) По наличию подъемно-транспортного оборудования** – на бескрановые и крановые (с мостовыми кранами или подвесным транспортом, рис. 3.3). Все промышленные здания, как правило, снабжаются подъемно-транспортным оборудованием для перемещения готовой продукции, изделий в процессе их изготовления, сырья или технологического оборудования при его монтаже или демонтаже (более подробно см. п.3.4). Подъемно-транспортное

оборудование оказывает большое влияние на объемно-планировочные и конструктивные решения зданий.

**4) По конструктивным схемам покрытий** различают здания:

**а) каркасные плоскостные** – с покрытиями по балкам, фермам, рамам, аркам (рис. 3.4);

**б) каркасные пространственные** – с покрытиями-оболочками одинарной или двойной кривизны, а также складками (рис. 3.5, а – г);

**в) висячие** различных типов, пневматические, в том числе воздухоопорные и воздулонесущие (рис. 3.5, д – и).

**5) По материалу основных несущих конструкций:**

- с железобетонным каркасом (сборным, монолитным, сборно-монолитным),

- со стальным каркасом;

- с кирпичными несущими стенами и покрытием по железобетонным, металлическим или деревянным конструкциям (рис. 3.6).

**6) По системе отопления** – *неотапливаемые* и *отапливаемые*. К неотапливаемым относят здания, в которых производство сопровождается избыточными тепловыделениями (литейные, прокатные цеха и др.), а также здания, не требующие отопления (склады, хранилища и пр.).

**7) По системам вентиляции** - с *естественной вентиляцией* или аэрацией через специальные проемы в ограждающих конструкциях; с *искусственной приточно-вытяжной вентиляцией* с помощью вентиляторов и системы воздухопроводов; с *кондиционированием воздуха*, т. е. с искусственной вентиляцией, создающей постоянные заданные параметры воздушной среды (температура, влажность, степень чистоты воздуха). Кондиционирование воздуха применяется в так называемых герметизированных зданиях, предназначенных для производств, где требуется особая точность или чистота при изготовлении продукта.

**8) По системам освещения** – с *естественным, искусственным* или *совмещенным* (интегральным) *освещением*. Естественное освещение осуществляют через световые проемы в стенах (окна) и в покрытии (фонари).

**9) По профилю покрытия** – с *фонарными надстройками* и *без фонарных надстроек*. Надстройки фонарей устраиваются в целях аэрации или естественного освещения или для того и другого. Фонари усложняют конструктивное решение здания и их эксплуатацию (снег накапливается на крыше в межфонарных пространствах).

К особой группе относят *специальные виды зданий*: навесы для открыто установленного оборудования, здания для взрывоопасных производств, здания для производств с высокой степенью радиации, здания, совмещенные с технологическим оборудованием, так называемые «здания-агрегаты».

В состав промышленного предприятия кроме промышленных зданий также входят *промышленные сооружения*.

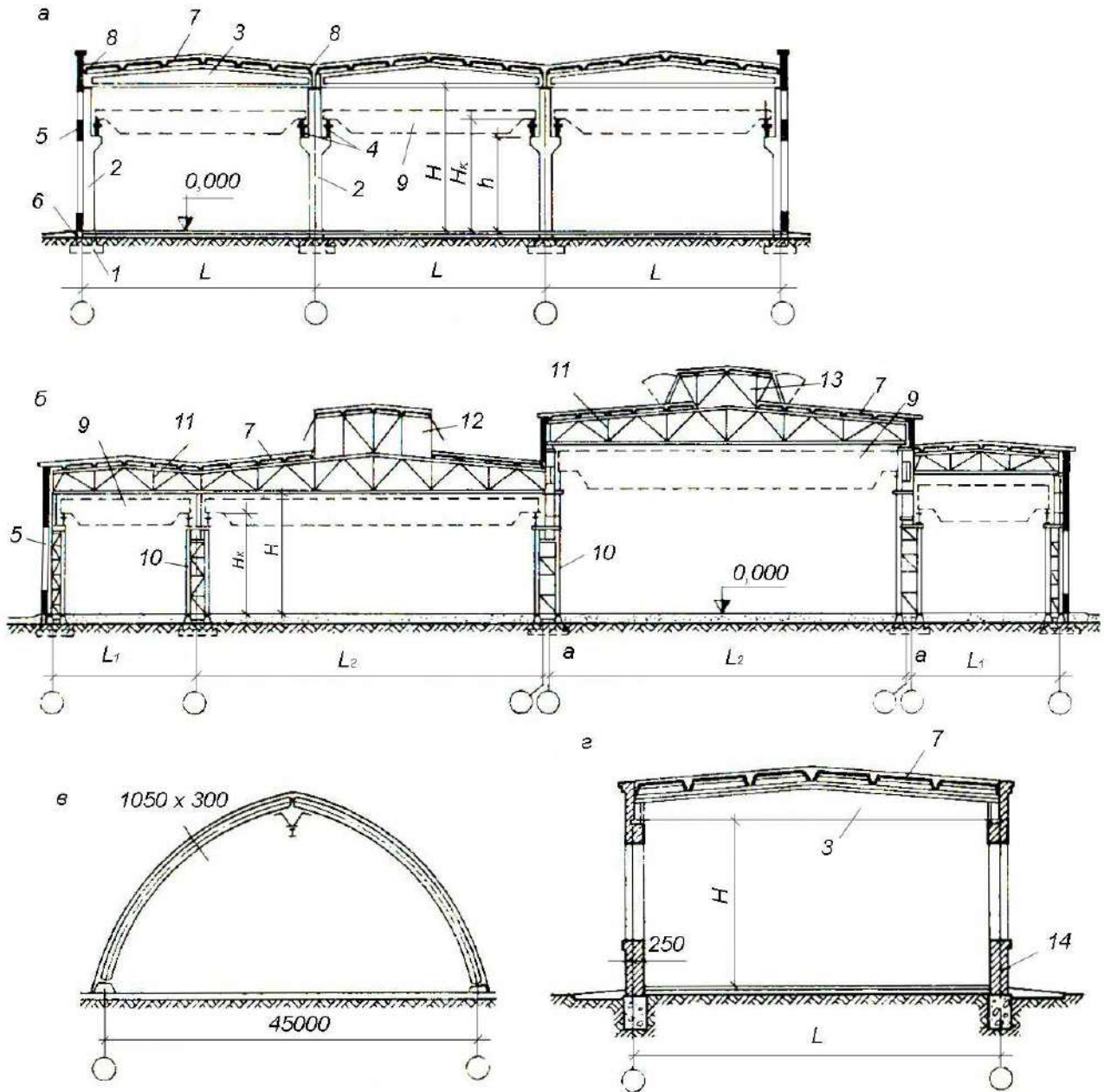


Рис.3.6. Промышленные здания:

а – со сборным железобетонным каркасом; б – со стальным каркасом; в – с несущими конструкциями в виде деревянных клееных трехшарнирных арок; г – с несущими кирпичными стенами и покрытием по сборным железобетонным балкам; 1 – фундаменты; 2 – железобетонные колонны; 3 – железобетонные балки покрытия; 4 – подкрановые железобетонные балки; 5 – наружная стена; 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;  $H$  – расчетная высота цеха;  $H_k$  – высота от уровня пола до уровня головки подкрановых рельсов

К ним относятся сооружения для промышленного транспорта (эстакады для мостовых кранов, наклонные галереи и др.); сооружения для коммуникаций (тоннели, каналы, отдельные опоры и эстакады и пр.); устройства для установки оборудования (фундаменты под машины); этажерки (в зданиях и

открытые) для размещения оборудования; специальные сооружения (емкости для хранения жидкостей, бункера для хранения сыпучих материалов, дымовые трубы, градирни для охлаждения оборотной воды, водонапорные башни и пр.).

### 3.2. Требования, предъявляемые к промышленным зданиям

Требования к промышленным зданиям подразделяются на функциональные, технические, архитектурно-художественные, экономические и экологические.

Функциональные (технологические) требования заключаются в том, чтобы промышленное здание наиболее полно удовлетворяло своему назначению, т.е. заданным параметрам размещаемого в нем технологического процесса.

**Технологические требования** к промышленному зданию:

а) требования к пространству, размеры которого должны быть достаточными, чтобы разместить технологическое и подъемно-транспортное оборудование и обеспечить перемещение материалов и изделий, а также технологического оборудования при его монтаже или демонтаже;

б) требования к рабочему пространству для людей, занятых на производстве, и к пространству для передвижения людей в помещении (проходы). Согласно санитарно-эпидемиологическим правилам объем производственных помещений на одного работающего должен составлять не менее:

- 15 м<sup>3</sup> - при выполнении легкой физической работы;
- 25 м<sup>3</sup> - при выполнении работ средней тяжести;
- 30 м<sup>2</sup> - при выполнении тяжелой работы.

Площадь помещений для одного работающего должна составлять не менее 4,5 м<sup>2</sup>, высота помещений - не менее 3,25 м.

в) требования к воздушной среде - для обеспечения здоровых условий труда человека, требуемого качества продукции или сохранности технологического оборудования, на которое могут влиять температура воздуха, его влажность, степень загрязнения вредными веществами.

г) требования к световому режиму для обеспечения требуемой освещенности пространства цеха, рабочих мест и необходимого спектрального состава света.

д) требования к акустическому режиму для обеспечения требуемого уровня шума и изоляции от посторонних звуков, превышающих допустимый уровень, мешающих технологическому процессу и утомляющих рабочих.

Требования к воздушной среде, световому и звуковому режиму более подробно рассмотрены в параграфе 3.5 .

**Технические требования** к промышленному зданию:

а) требования к прочности строительных конструкций здания, зависящей от применяемых материалов и типов конструкций, их способности воспринимать передаваемые на них силовые и несиловые воздействия, т.е.

воздействия от технологического оборудования (нагрузки) и воздействия среды (температуры, влаги, агрессивных химических примесей, содержащихся в воздухе и пр.);

б) требования к устойчивости (жесткости) строительных конструкций. В промышленных зданиях следует учитывать наличие динамических нагрузок при работе подъемно-транспортного оборудования и технологического оборудования. Динамические нагрузки могут вызывать вибрации, опасные для конструкций здания и вредные для работающих;

в) требования к долговечности материалов и основных конструкций здания, зависящей от ряда факторов, таких как ползучесть, морозостойкость, влагостойкость, коррозиестойкость и биостойкость. Долговечность определяет срок службы здания, т. е. потерю требуемых эксплуатационных качеств основными конструкциями. Промышленные здания по долговечности разделяют на четыре степени со сроками службы 20 - 100 лет и выше.

г) требования по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности. По этим признакам производства классифицируют на категории: А, Б, В1-В4, Г, Д. Категории А и Б относятся к числу взрывопожароопасных. Категории В1-В4 являются пожароопасными. Помещения категории Г связаны с наличием в них негорючих веществ и материалов в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии. Категория Д связана с наличием в помещении негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

**Архитектурно-художественные требования:** промышленное здание должно иметь привлекательный и выразительный внешний облик, удовлетворяющий художественным запросам человека. Архитектура здания должна быть гармоничной, связанной с застройкой комплекса и природным окружением.

**Экономические требования** заключаются в обеспечении минимально необходимых затрат на строительство и эксплуатацию проектируемого здания. С этими целями необходим выбор наиболее целесообразных объемно-планировочных, конструктивных и архитектурно-композиционных решений здания при обеспечении оптимальной организации технологического процесса в нем.

**Экологические требования** в промышленном строительстве должны обеспечиваться в первую очередь производственно-технологическим процессом. Любой производственно-технологический процесс должен исключать загрязнение воздушного и водного бассейна, обеспечивать рациональное использование природных ресурсов и отходов производства.

### **3.3. Технологический процесс как основа проектирования промышленных зданий и сооружений**

В нашей стране и в странах бывшего СССР первоклассными по архитектуре считаются следующие промышленные предприятия:

- завод «Хроматрон» в Москве;



- новые корпуса завода «Красный выборжец» в С.-Петербурге;
- швейные фабрики в Ташкенте, Керчи, а также Стерлитамаке;
- корпус завода резино-технических изделий (РТИ, г. Уфа, по проекту Свердловского «Резинпроекта»);
- здание заводоуправления УМПО в Уфе;
- автозаводы ВАЗ (г. Тольятти), КамАЗ (г. Набережные Челны, Татарстан);
- Минусинский электротехнический комплекс, Брестский промузел в республике Беларусь и др.

Сложности, трудности проектирования промышленных объектов связаны:

- ✚ с большим разнообразием технологий и производств (выпечка хлеба, изготовление лекарств, производство горюче-смазочных материалов);
- ✚ строительные конструкции в этих зданиях находятся под воздействием различного технологического оборудования (а технология быстро совершенствуется);
- ✚ большая насыщенность среды (инженерные сети, грузоподъемный транспорт, десятки видов трубопроводов и т.д.), разнообразие ее элементов и др.

Проектируют крупные промышленные предприятия десятки проектных организаций (генеральный проектировщик, субподрядные проектные институты).

Любое предприятие должно выполнять **комплексную функцию**:

- 1) **народнохозяйственную**;
- 2) **социальную** – место труда, творчества. Вспомним о том, что человек основную часть жизни проводит на работе;
- 3) и, непременно, **эстетическую** – так как эмоциональное воздействие внешнего облика промышленных зданий и их интерьеров огромно.

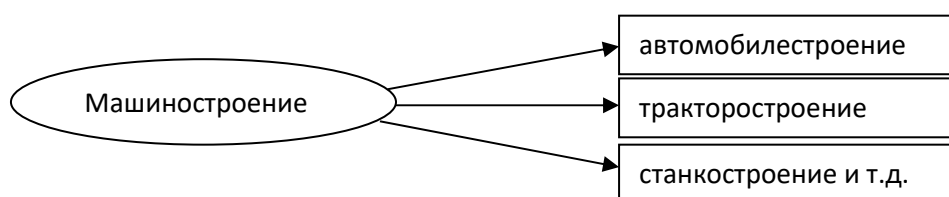
Практика показывает, что если при проектировании внимательно учитывать и обеспечивать реализацию социальных и эстетических функций, то *удачная архитектура промышленного здания, его интерьеров может повысить производительность труда на 10-13%* (эти данные получены на основе исследований, проведенных в Центральном научно-исследовательском и проектном институте промышленных зданий – ЦНИИПр.зд., Москва).

Отсюда вывод – у строителей, проектировщиков, архитекторов есть большие возможности для создания благоприятных условий для творческого высокопроизводительного труда и для повышения **архитектурно-художественной выразительности** промышленных объектов на различных уровнях проектирования: **план города → промышленный район → промышленная площадка → генплан предприятия → и, наконец, производственное здание.**

Видов промышленных зданий очень много. Такое множество производственных зданий исходит, прежде всего, от большого разнообразия

технологий (Т), протекающих в производственных цехах. Технология влияет на принятие того или иного объемно-планировочного решения (ОПР), определяя его внешний облик, силуэт и др. Опыт в промышленном строительстве показывает, что несмотря на существенные отличия разных технологий (Т), можно всё же в определённом диапазоне применять типовые планировочные (ОПР) и конструктивные решения (КР). Рассмотрим этот вопрос с позиции отраслевого подхода.

Существует около 20 крупных отраслей промышленности: чёрная металлургия, металлообработка, машиностроение и т.д. Отрасли, в свою очередь, делятся на более мелкие, их количество доходит до 200. Например:



И каждой отрасли присущи свои виды производственных зданий.

Отраслевой подход проявился при формировании специализированных проектных организаций: «Гипромез» (Государственный институт проектирования металлургических заводов), «Гипростанок», «Гипротяжмаш», ГСПИ (Государственный союзный проектный институт), ГПИ-2 и др.

#### **Группы промышленных зданий в зависимости от назначения.**

В зависимости от назначения здания подразделяются на следующие группы:

**1 – производственные** – размещаются основные процессы производства (цеха механосборочные, мартеновские, ЖБК, ткацкие фабрики, кондитерские и др.);

**подсобно-производственные** – располагаются подсобные процессы производства (ремонтные цеха, инструментальные, тарные цеха и др.);

**2 – энергетические** – снабжают промышленные предприятия электроэнергией, паром, сжатым воздухом. Это здания ТЭЦ, компрессорные, трансформаторные, подстанции и др.

**3 – здания транспортно-складского хозяйства**: гаражи, электровозное депо, склады готовой продукции, сырья и т.д.

И, наконец, **4** группа так называемых **вспомогательных зданий** и общезаводских служб, обслуживающая трудящихся-работников предприятий. Сюда входят: административно-бытовые корпуса (АБК), заводоуправления, столовые, медпункты и др. Отнесение этих зданий к последней, четвёртой группе является примером того, что в прошедший период к социальным вопросам в сфере промышленности относились достаточно внимательно. В настоящее время согласно СНиП 2.09.04-87 термин «вспомогательные» заменён на «административные и бытовые» здания.

Строятся **специальные сооружения**: резервуары, газгольдеры (ёмкости для хранения газа), градирни (огромной высоты сооружения для охлаждения стекающей горячей технологической воды), силосы, эстакады и т.д.;

сантехнические сооружения: насосные, очистные, водохранилища, водонапорные башни и др.

Основой формирования любого предприятия является производственный процесс. Его организационное оформление представляет собой выделение определенных относительно самостоятельных звеньев и стадий производственного процесса, которые определяют подразделения предприятия.

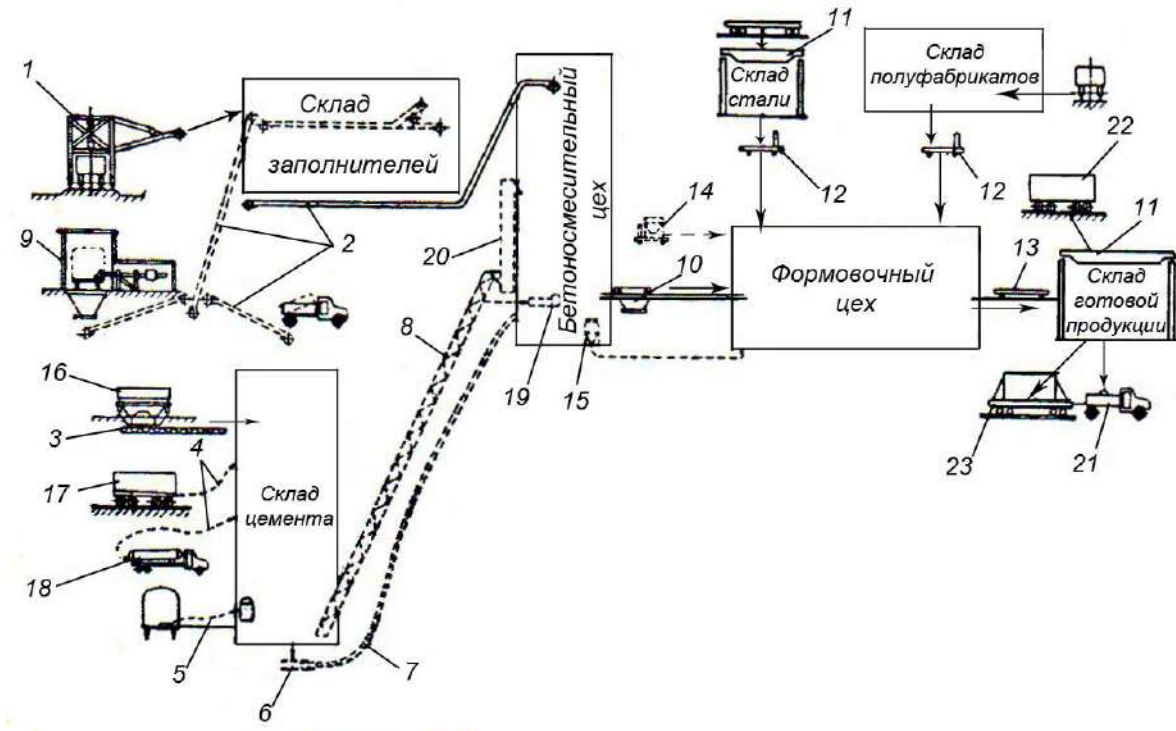


Рис.3.7. Схема механизации транспортных и погрузочно-разгрузочных работ на заводах крупнопанельного домостроения:

1 – разгрузочная машина С-492; 2 – ленточный конвейер; 3 – шнек очистной диаметром 500мм; 4 – цементопровод на склад цемента; 5 – разгрузочная машина С-577А; 6 – пневмовинтовой насос; 7 – цементопровод на бетонный завод; 8 – шнек к бетоносмесительному цеху; 9 – разгрузочная машина Т-182А; 10 – раздаточный бункер; 11 – мостовой кран; 12 – электрокар; 13 – самоходная тележка; 14 – бадья для бетона; 15 – камерный питатель; 16 – саморазгружающийся вагон; 17 – вагон с аэрированным днищем; 18 – цементовоз; 19 – эрлифт; 20 – элеватор; 21 – автомобиль с прицепом; 22 – железнодорожный вагон; 23 – трайлер

Производственный процесс включает в себя передвижение материалов или изделий по территории предприятия, между цехами и внутри цеха, хранение их на складе или в цехах и собственно технологический процесс, при котором происходит качественное изменение обрабатываемого материала. *Производственный процесс на предприятии* представляет собой систему действий, направленных на превращение сырья в готовый продукт. Он включает основные, вспомогательные, обслуживающие и управленческие процессы. Превращение сырья в готовый продукт осуществляется в ходе *основных производственных процессов*. *Вспомогательные и обслуживающие процессы* только создают условия для нормального хода основных.

Управленческие процессы организуют, направляют, координируют ход производства.

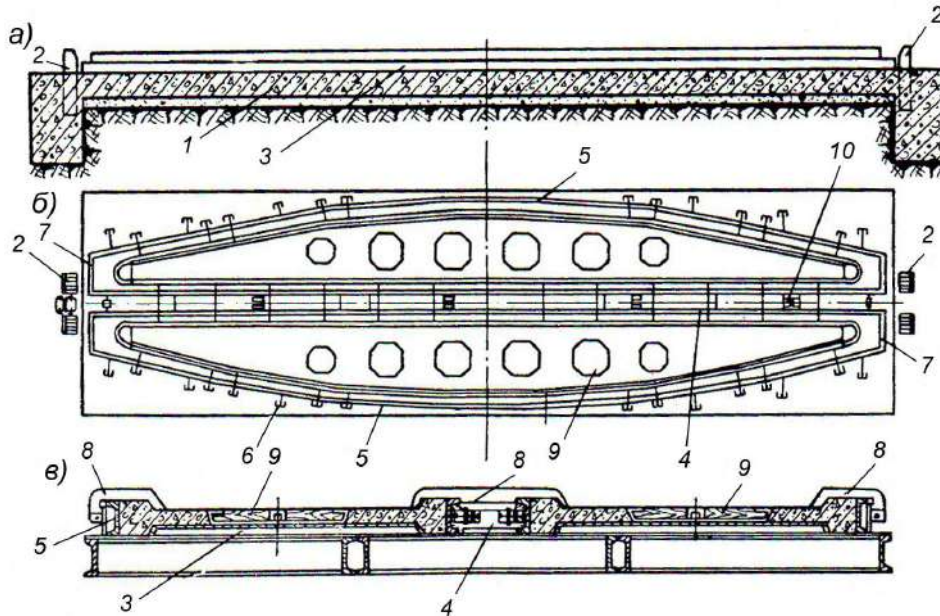


Рис.3.8. Стендовая силовая форма для изготовления железобетонных балок длиной 18,0м: а – разрез по основанию стенда; б – план; в – поперечный разрез; 1 – железобетонный стенд; 2 – торцовые упоры; 3 – поддон с коробами для образования проёмов в полке балок; 4 – разделительный съёмный вкладыш между двумя балками; 5 – бортовая опалубка; 6 – винты для передвижки и раскрепления бортоснастки; 7 – торцовые борта формы; 8 – шарнирные съёмные рамки (ваймы); 9 – вкладыши для образования проёмов; 10 – стенд для электронагрева арматурных стержней

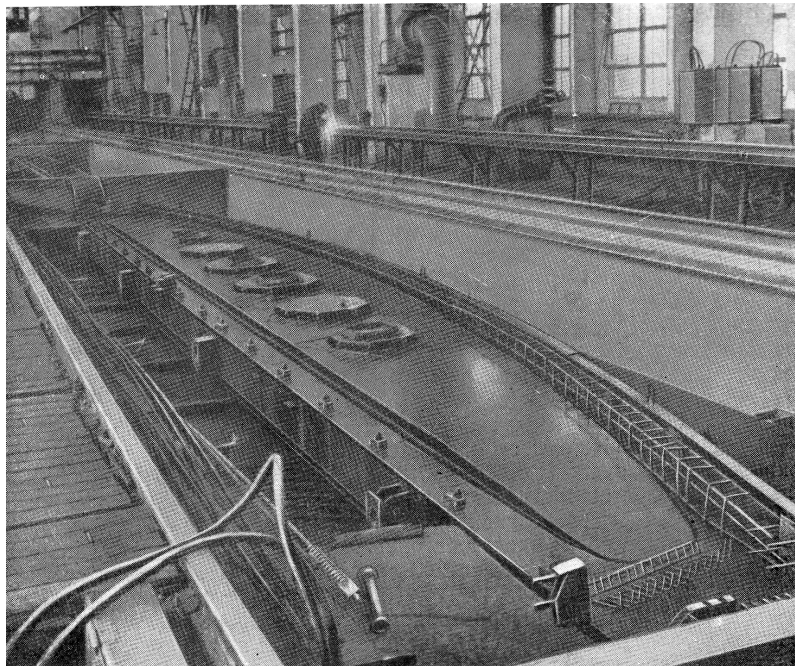


Рис.3.9. Производство железобетонных балок на стенде

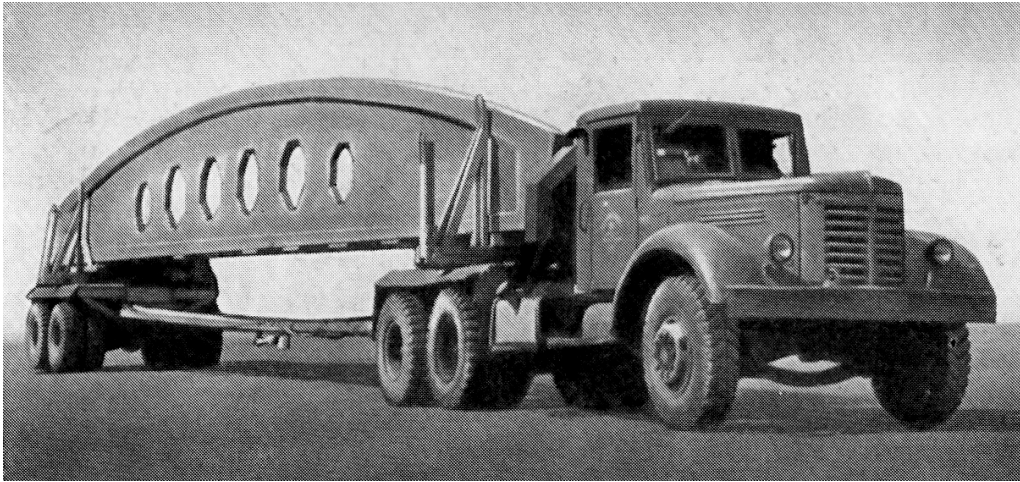


Рис.3.10. Полуприцепы-балковозы для перевозки длинномерных балок и ферм до 30т



Рис.3.11. Полуприцеп-фермовоз с автомобилем-тягачом МАЗ-200В

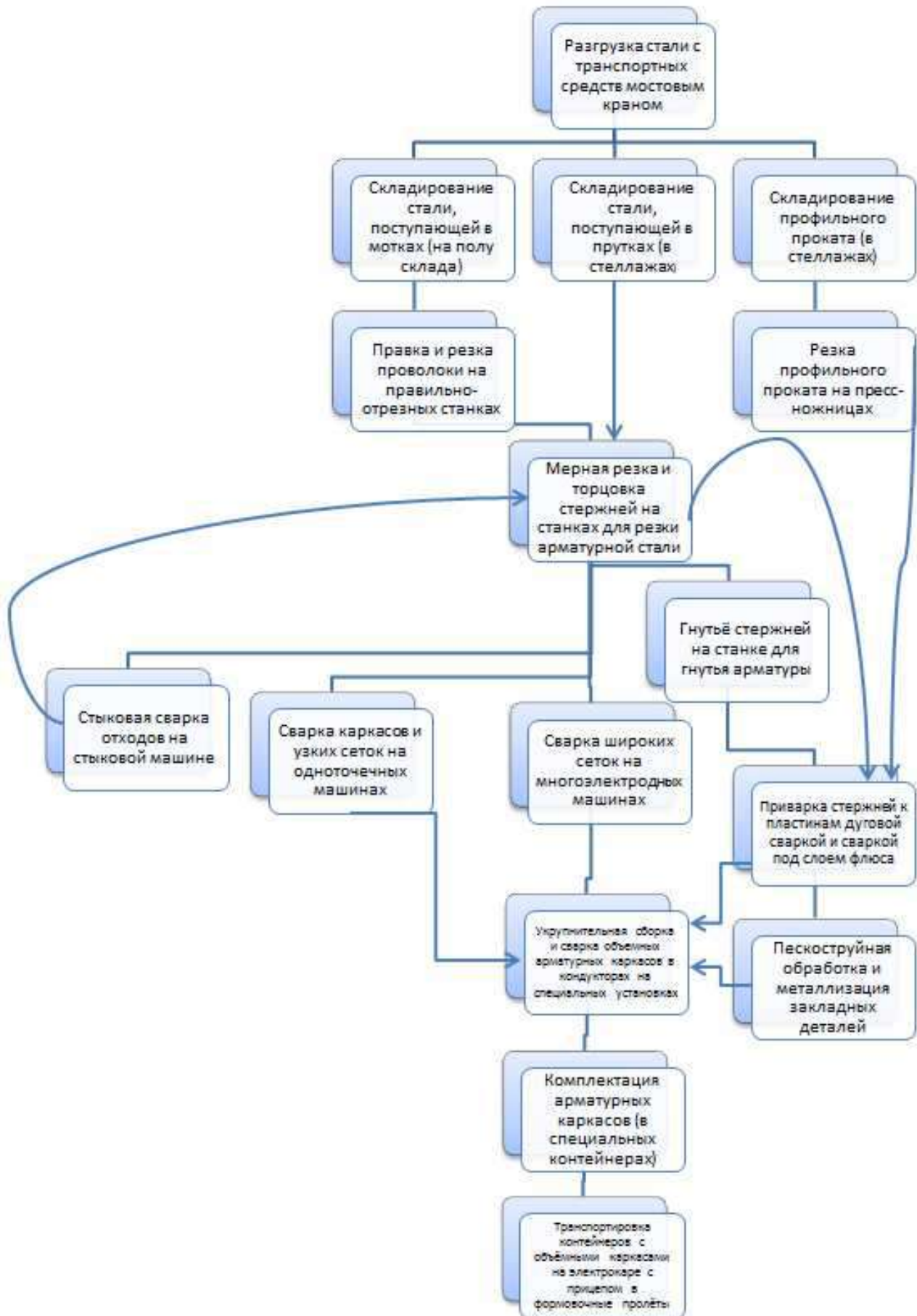


Рис.3.12. Схема технологического процесса производства арматуры

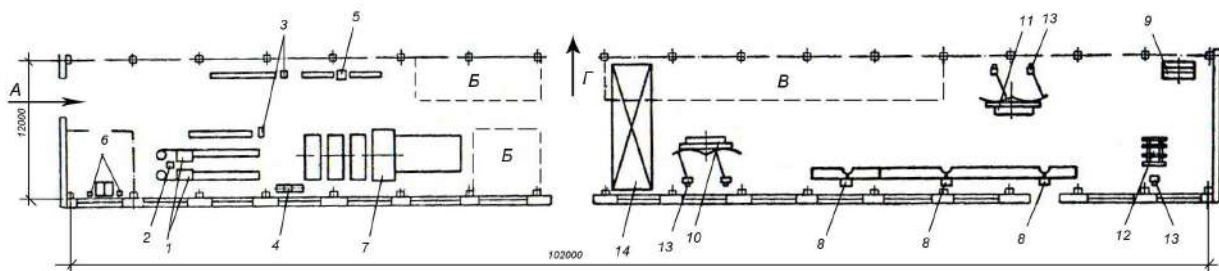


Рис.3.13. Арматурный цех завода крупнопанельного домостроения:

1 – правильно-отрезные станки СМ-759; 2 – стыковой сварочный аппарат АСП-10 и электроточило И-138А; 3 – станок для резки арматурной стали С-370; 4 – станок для гнутья арматурной стали С-146А; 5 – машина для стыковой сварки МСР-75; 6 – сварочные трансформаторы СТН-500; 7 – многоэлектродная точечная машина МТМС 18 × 75; 8 – одноточечные сварочные машины МТП-75; 9 – установка для гибки сеток; 10 – установка для сборки и сварки объёмных арматурных каркасов панелей перекрытий шифр 7370; 11 – установка для сварки объёмных арматурных каркасов панелей внутренних стен шифр 7370; 12 – установка для сварки объёмных арматурных каркасов панелей наружных стен и доборных изделий шифр 7207/1А; 13 – сварочные клещи МТПП-75; 14 – кран-балка грузоподъёмностью 1т; А – подача арматурной стали; Б – склад сеток; В – склад и комплектация готовых каркасов; Г – выдача готовой продукции

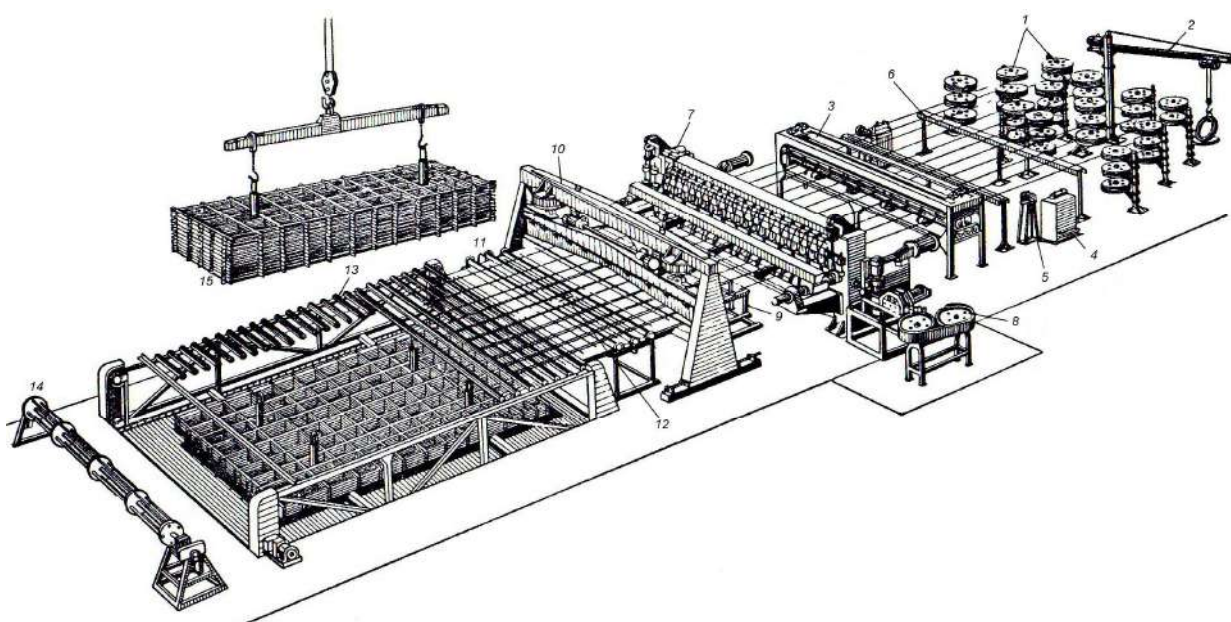


Рис.3.14. Схема автоматизированной поточной линии для изготовления арматурных сеток шириной до 3,8м:

1 – бухтодержатели; 2 – консольный кран; 3 – правильное устройство; 4 – машина для стыковой сварки АСП-10; 5 – электроточило И-138А; 6 – козлы для мерных прутков; 7 – многоэлектродная точечная машина АТМС 14 × 75-7; 8 – устройство для подачи поперечной проволоки; 9 – ножницы для продольной резки сетки; 10 – ножницы для поперечной резки сетки; 11 – рольганг для передачи сеток в пакетирующий; 12 – разделитель для укладки продольно разрезанных сеток; 13 – пакетирующий; 14 – установка для намотки сеток в рулон; 15 – контейнер с готовыми сетками

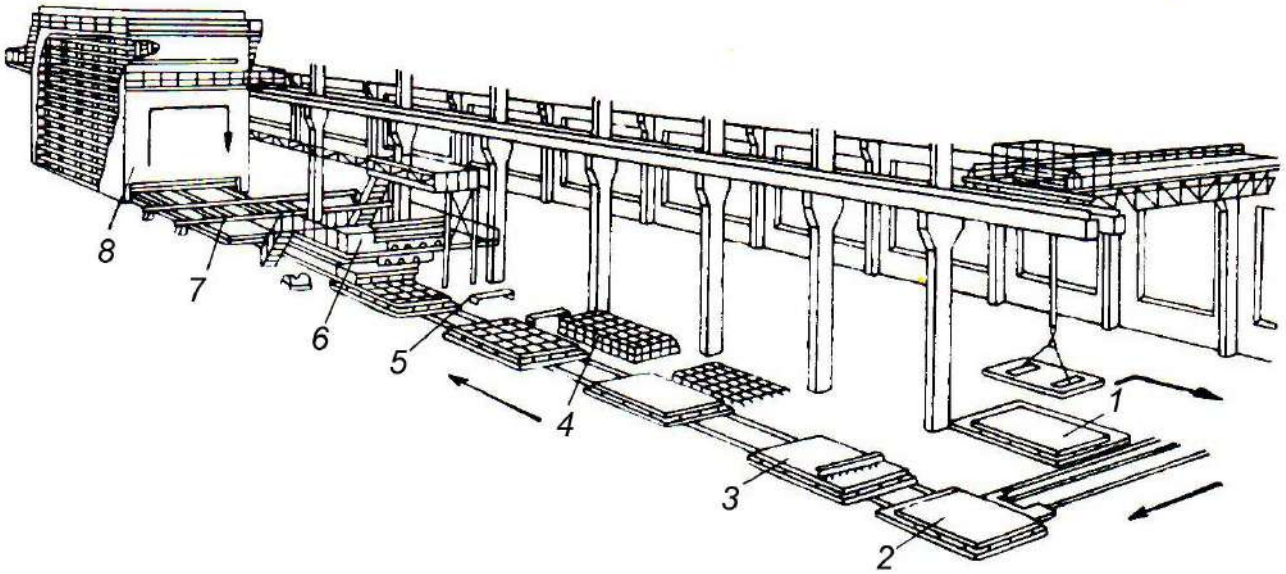


Рис.3.15. Схема конвейерной вибропрокатной линии производства железобетонных элементов крупнопанельных зданий:

1 – пост съема и кантования изделий, прошедших термообработку; 2 – передаточная тележка; 3 – пост чистки форм-вагонеток; 4 – промежуточный склад арматуры и закладных деталей; 5 – установка для электронагрева стержней арматуры; 6 – виброформовочный пост; 7 – пост смены контактных щитов; 8 – вертикальная камера ускоренного твердения



Рис.3.16. Схема изготовления закладных деталей



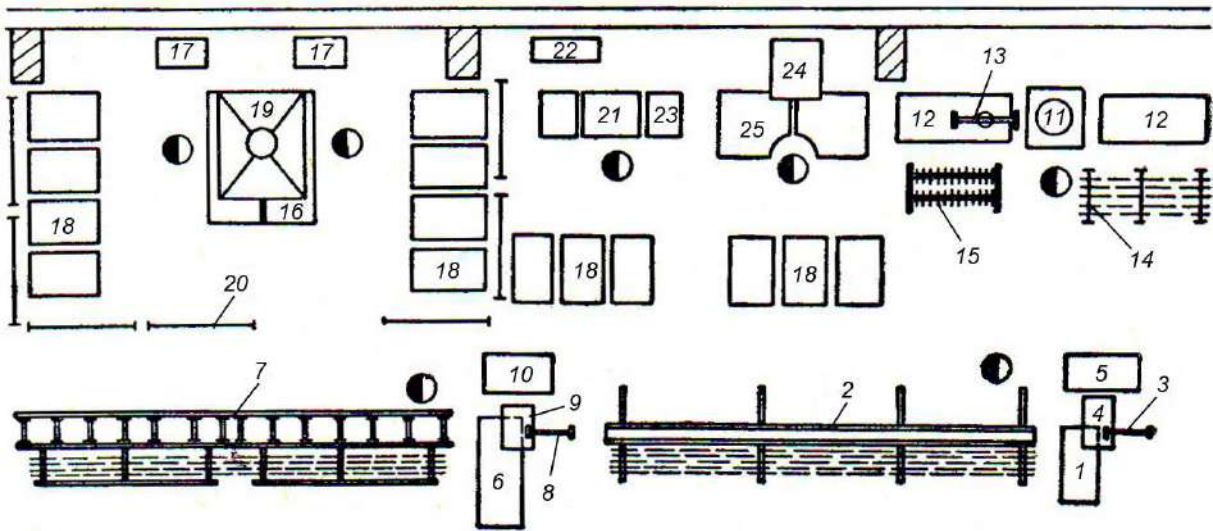


Рис.3.17. Схема участка для изготовления закладных деталей:

Нарезка анкерных стержней 1 – станок С-370 для резки арматуры; 2 – стол с приёмным стеллажом; 3 – упор; 4 – лоток; 5 – контейнер для коротких стержней;  
 Нарезка пластин и уголка: 6 – пресс-ножницы С-229А; 7 – роликовый стол с приёмным стеллажом; 8 – упор; 9 – лоток; 10 – контейнер для пластин;  
 Гнутьё анкерных стержней: 11 – станок для гнутья арматуры С-146А; 12 – стол; 13 – упор; 14 – стеллаж для прутков; 15 – контейнер для гнутых стержней;  
 Дуговая сварка: 16 – стол для дуговой сварки на два поста; 17 – сварочные трансформаторы СТН-500; 18 – контейнеры; 19 – зонт над постами дуговой сварки; 20 – ограждающие щиты;  
 Сварка под слоем флюса: 21 – машина для приварки анкерных стержней к пластине в тавр под слоем флюса; 22 – сварочный трансформатор; 23 – стол;  
 Контактная точечная сварка: 24 – одноточечная машина МТП-75; 25 – стол

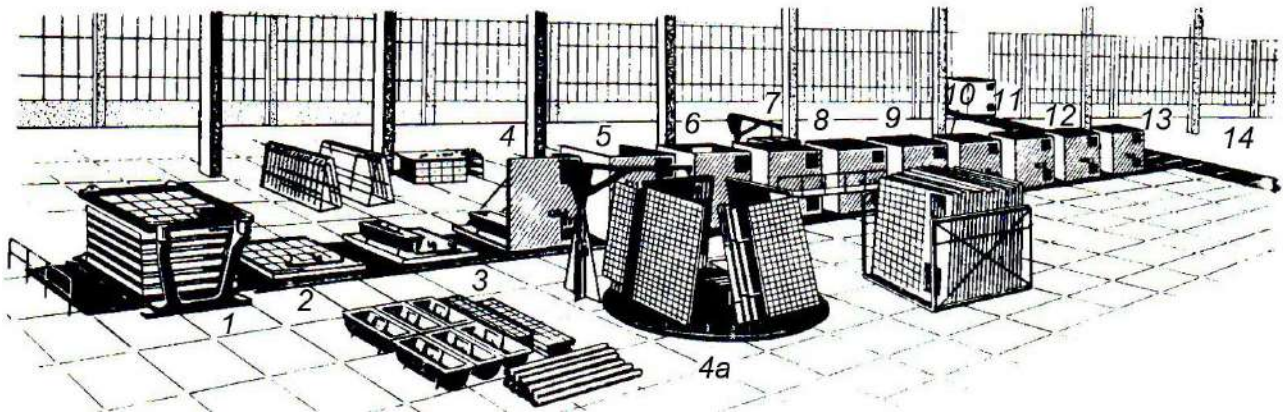


Рис.3.18. Сборочный конвейер по производству санитарно-технических кабин на Калибровском заводе:

1 – пост установки поддонов кабины; 2 – пост установки канализационной разводки; 3 – пост установки санитарно-технических приборов; 4 – пост установки задней панели на поддон; 4а – роторная установка для комплексной сборки и санитарно-технической разводки на задней панели; 5 – пост установки боковых панелей; 6 – пост установки передней панели, дверного блока и короба; 7 и 8 – посты для установки потолочной панели; 9 и 10 – посты для гидроиспытания кабины; 11 и 12 – посты доводочных и комплекточных работ; 13 – пост ОТК; съём готовых изделий; 14 – поперечный конвейер вывоза готовых изделий

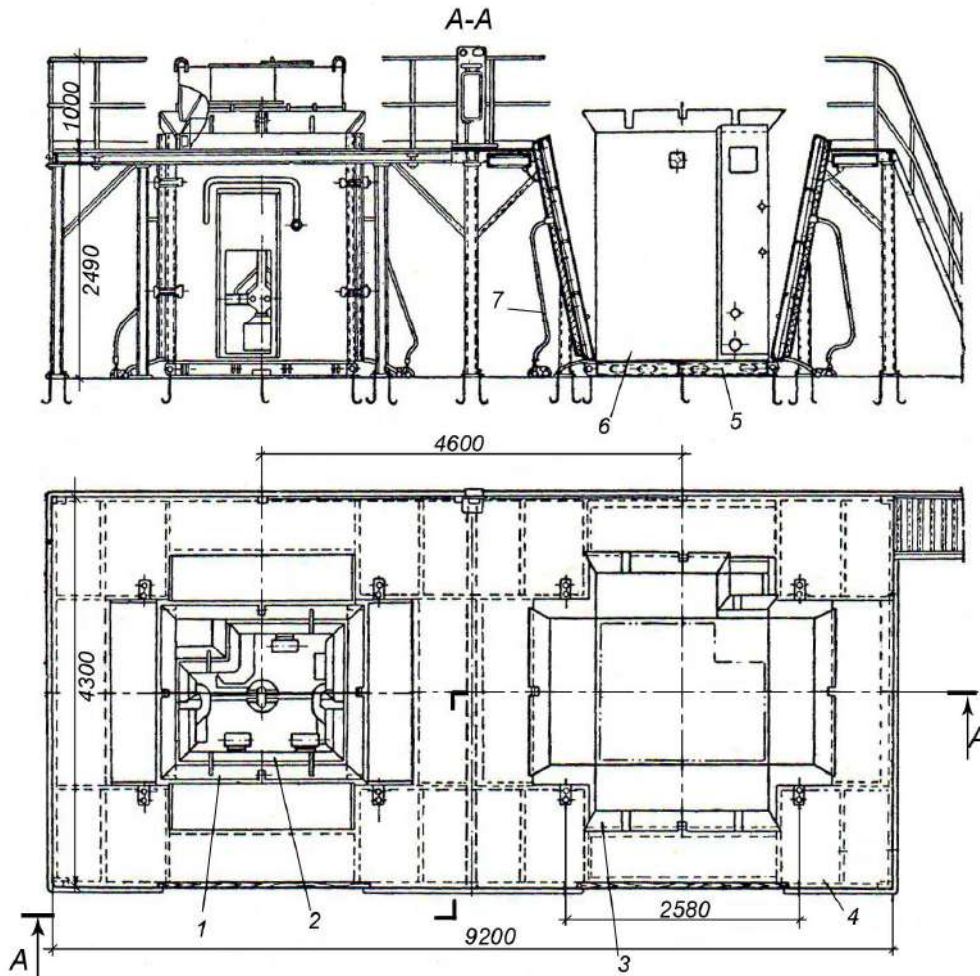


Рис.3.19. Формы для изготовления объемных санитарно-технических кабин:

1 – наружная опалубка формы № 1 (в закрытом состоянии); 2 – вкладыш для формы № 1; 3 – наружная опалубка формы № 2 (опалубка раскрыта, вкладыш извлечён); 4 – площадка обслуживания; 5 – поддон; 6 – кабина; 7 – паропровод

Каждая группа частных производственных процессов организационно оформляется в соответствующие *подразделения* – основное производство, вспомогательное и обслуживающее хозяйство, органы управления предприятием и организации по обслуживанию коллектива работников предприятия.

*Состав подразделений предприятия, их взаимосвязи в процессе изготовления продукции и обслуживания коллектива работников, соотношение по численности занятых рабочих, производственной площади и оборудованию, их территориальное размещение определяют структуру предприятия.*

**Общая структура предприятия** включает производственные подразделения, где непосредственно осуществляется процесс изготовления продукции, органы управления предприятием и организации по обслуживанию коллектива работников. Крупные предприятия имеют широкую сеть организаций по обслуживанию коллектива работающих на предприятии – детские сады, ясли, клубы, дома отдыха, профилактории, лечебные заведения и т.д.

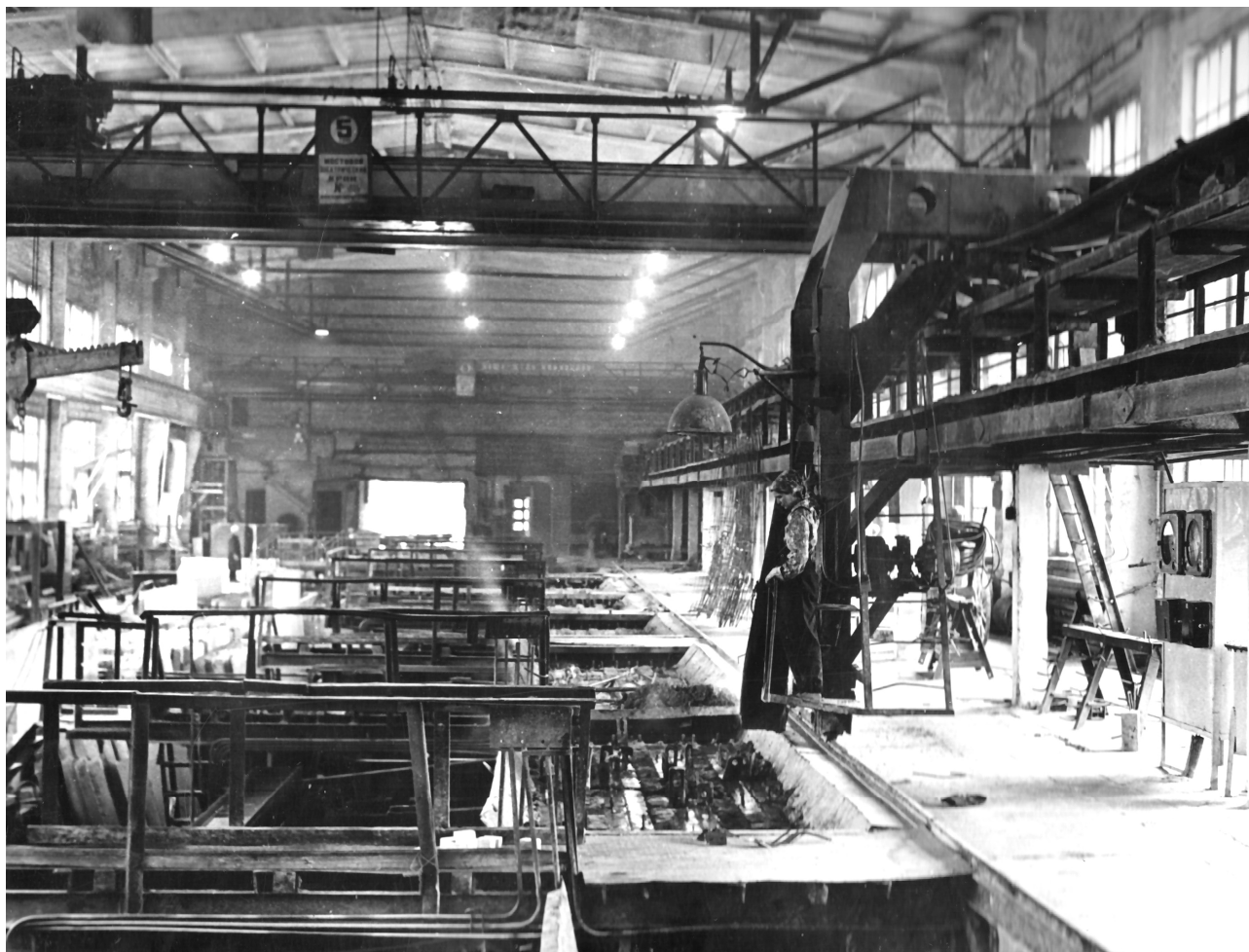


Рис.3.20. Горьковский ДСК № 1. Изготовление панелей внутренних стен и перекрытий в кассетных машинах

**Производственная структура** является частью общей и включает только производственные подразделения.

Первичной структурной производственной единицей предприятия является *рабочее место*. Это часть производственной площади, оснащенная соответствующим оборудованием. Характер и особенности рабочего места во многом определяют вид структуры предприятия. Рабочее место может быть узкоспециализированным и универсальным. Это зависит от вида осуществляемых работ и используемого оборудования.

Группа рабочих мест объединяется в *производственные участки*. На производственном участке, как правило, осуществляется законченный производственный процесс по изготовлению определённой части готового продукта либо осуществляется часть технологического процесса. В первом случае, т.е. при предметной специализации участка, разные рабочие места заняты выполнением различных операций, и в результате их совместной деятельности изготавливается определённая часть готового изделия (деталь, узел и т.д.). Во втором случае (технологическая специализация участка) участок представляет собой совокупность однотипных рабочих мест, на которых осуществляются одинаковые операции. В первом и во втором случаях

продукция участка может быть более или менее законченной и употребляться для дальнейшей переработки на данном или другом предприятии.

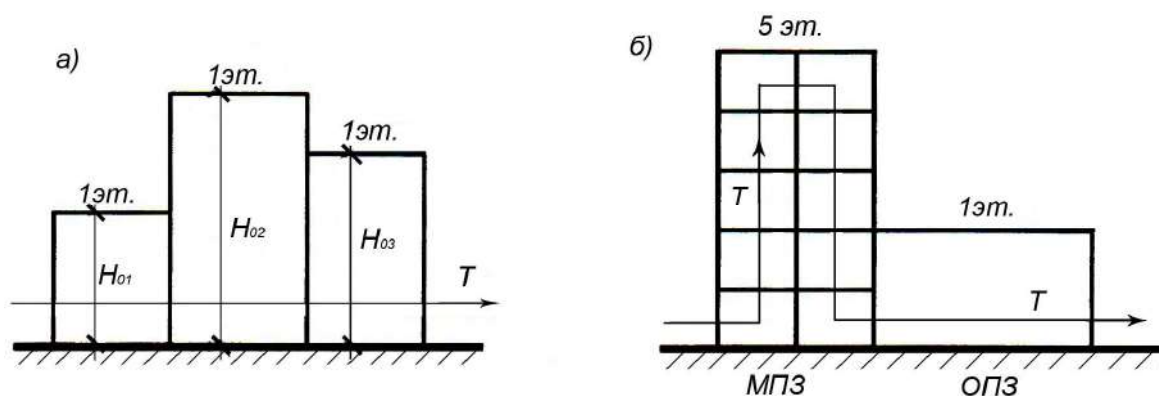


Рис.3.21. Производственные здания смешанной этажности

На крупных предприятиях, как правило, имеется несколько однотипных участков, которые между собой тесно связаны и нуждаются в едином руководстве. Они объединяются в *цехи*. *Цех* – это обособленное подразделение предприятия, в котором изготавливается законченная часть готового продукта или выполняется определённая стадия производства, в результате которой создаётся полуфабрикат, используемый как на данном, так и на других предприятиях.

При проектировании промышленного предприятия в целом или его отдельного цеха составляют технологическую часть проекта и решают все вопросы, связанные с выбором способа производства, типов оборудования, его производительности и т.п. В эту часть на самой первой стадии проектирования входит технологическая схема, в которой устанавливается последовательность операций в технологическом процессе и, следовательно, последовательность расстановки оборудования и компоновки производственных помещений.

Таким образом, основным фактором, определяющим размеры, форму, применяемые в здании конструкции, используемое инженерное и подъемно-транспортное оборудование и т.д. является технологический процесс, осуществляющийся в здании.

Основные подразделения предприятия должны быть расположены по ходу технологического процесса, складские и обслуживающие хозяйства – примыкать к тем основным подразделениям, которые потребляют соответствующее сырьё, пользуются определёнными услугами. Это сокращает длительность перевозок и объём грузооборота, обеспечивает прямоточность производства. Важную роль для улучшения связей внутри предприятия и сокращения перевозок может играть блокировка ряда цехов, расположение их в одном здании. Совершенствование производственной структуры предприятия предполагает и рационализацию внутризаводского транспорта, что улучшает связи между подразделениями и их обслуживание.

Процесс производства на промышленном предприятии складывается из **трёх основных фаз**: заготовительной, обрабатывающей и сборочной. В *заготовительной* фазе из сырья и исходных материалов изготавливаются

полуфабрикаты и заготовки. На последующей, *обрабатывающей* фазе выполняются различные виды технологической обработки заготовок и полуфабрикатов. Наконец, в *сборочной* фазе из изделий, поступающих на сборку, а также из изделий смежных производств осуществляется общая сборка изделий, их регулировка, испытание и контроль.

Промышленные здания существуют **одноэтажные, многоэтажные и смешанной** этажности (рис. 3.21).

Для металлургии, тяжёлого машиностроения, сталелитейных цехов, где есть громоздкое, тяжёлое оборудование, крупные габариты изделий, динамические нагрузки – приемлемы только **одноэтажные здания** (разной высоты).

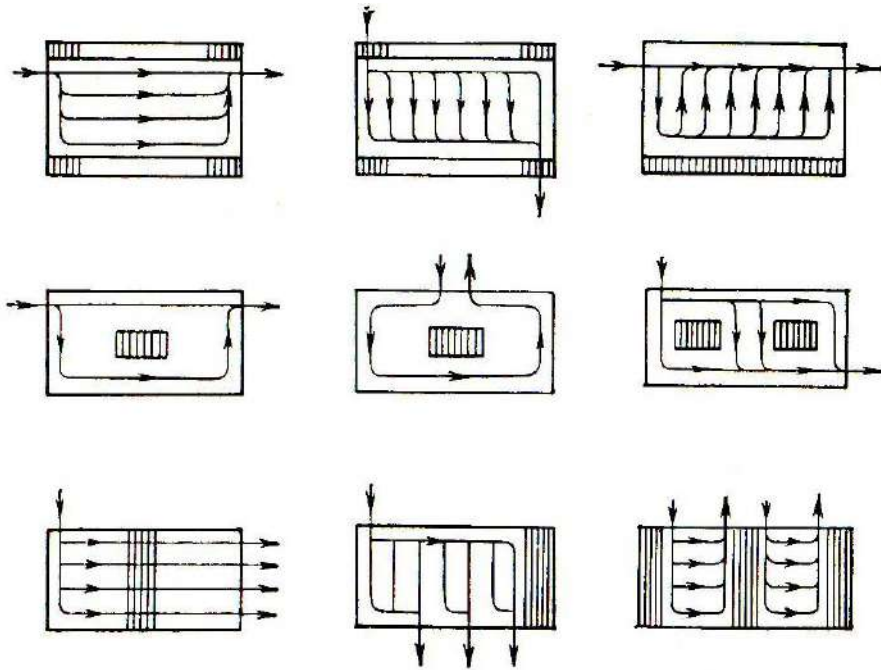


Рис.3.22. Характерные схемы направлений основных производственных процессов и расположения производственных и подсобных помещений в одноэтажных зданиях

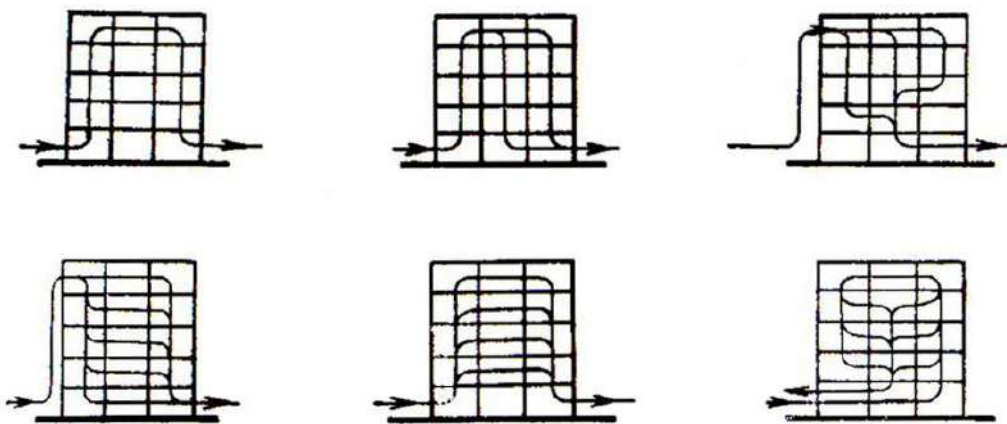


Рис.3.23. Характерные схемы направлений производственных процессов в многоэтажных зданиях

В промышленном строительстве эти здания наиболее распространённые. В одноэтажных промышленных зданиях размещено около 80% производств.

**Плюсы** одноэтажных зданий (ОПЗ):

- лучше организовать производственные потоки, технологию (Т);
- в любом месте можно установить оборудование;
- большая маневренность и, следовательно, возможность развития.

**Минусы** ОПЗ:

- снижается плотность застройки.

В **многоэтажных зданиях** размещают производства, когда технология организована по вертикальной схеме; когда материалы перемещаются за счёт собственного веса (мельницы, агломерационные фабрики, химзаводы, чаеразвесочные фабрики и др.). Сюда же относятся склады сыпучих материалов, а также предприятия радиотехнические и приборостроения.

**Многоэтажные** промышленные здания строятся при ограниченных размерах территории, среди городской застройки. Их удельный вес будет возрастать.

Если здание состоит из: 1) из одноэтажных частей разной высоты или 2) многоэтажных и одноэтажных частей, то такие здания называются зданиями **смешанной этажности** (рис. 3.21).

Они сооружаются там, где имеются и горизонтальные, и вертикальные технологические (Т) потоки (в частности, химическая промышленность).

Ряд производств может размещаться как в одноэтажных, так и в многоэтажных зданиях (лёгкое машиностроение, текстильные предприятия, фарфоровые заводы и др.).

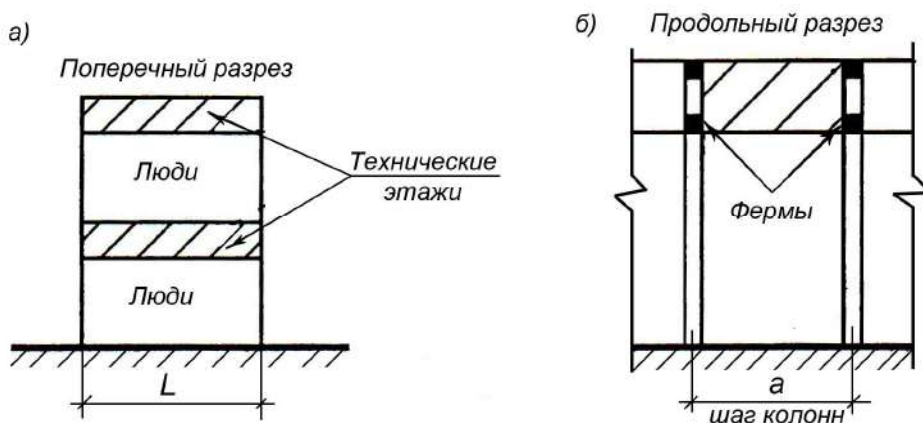


Рис.3.24. Производственные здания:

*а – многоэтажные с техническими этажами; б – с использованием межферменного пространства*

Бывают многоэтажные промышленные здания с **техническими этажами** (рис. 3.24, а), а также с **использованием межферменного пространства** (рис.3.24, б).

Широко применяется двухэтажный тип промышленного здания, в котором на первом этаже установлено тяжёлое оборудование на грунте, а на втором этаже размещено лёгкое оборудование.

Здания бывают **однопролётные** и **многопролётные**.

**Однопролётные** здания целесообразны для небольших производственных, энергетических, складских зданий. Однопролётными выполняются здания в том случае, когда нужна большая высота (18,0м) и ширина (36,0м и больше).

**Многопролётные** здания – наиболее распространённый тип одноэтажных промышленных зданий. Такие здания с одинаковыми (близкими) параметрами (а именно, ширина и высота пролётов), без внутренних открытых дворов называются зданиями **сплошной застройки** (рис. 3.25).

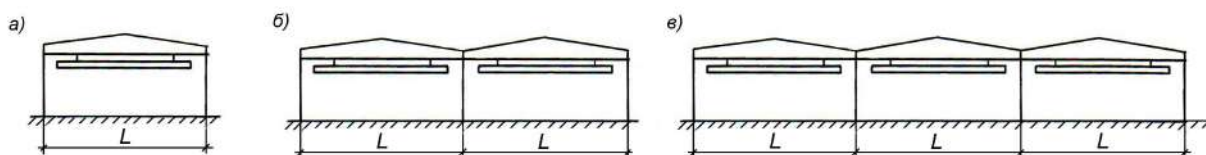


Рис.3.25. Поперечные разрезы (схемы) производственных зданий:

а – однопролётного здания; б – двухпролётного здания; в – трёхпролётного здания;  
L – пролёт здания (цеха)

Различают здания по крупности пролётов:

- **мелкопролётные** – L = 6,0; 9,0; 12,0м (это вспомогательные здания, складские и т.д.);
- **среднепролётные** – L = 18,0; 24,0; 30,0; 36,0м – наиболее широко применяются, в частности, в учебном курсовом проектировании;
- **крупнопролётные** – L > 36,0м, а именно 60,0; 90,0; 120,0м и более (авиационные заводы, ангары, гаражи для автобусов).

Более широко будут применяться крупнопролётные здания, обеспечивающие наибольшую гибкость планировки, модернизацию и даже полную замену оборудования. В этих зданиях применяются пространственные конструкции – арки, оболочки, складки. Большая работа проводится по созданию «гибких» зданий, универсальных (работы ЦНИИ Промышленных зданий, Москва и др. НИИ институтов).

Промышленные здания **по расположению опор** разделяют на **ячейковые, пролётные** и **зальные**.

В зданиях **ячейкового** типа преобладает квадратная сетка внутренних опор. Они целесообразны для производств: 1) с технологическими линиями в двух взаимно-перпендикулярных направлениях; 2) с подвесным и напольным транспортом.

На рис. 3.26, а показан фрагмент плана здания с квадратной сеткой колонн. Обычно L = 18,0; 24,0м, а интенсивности технологических потоков примерно равны, т.е. T<sub>1</sub> ≈ T<sub>2</sub>.

В зданиях **пролётного** типа ширина пролётов (L) преобладает над шагом колонн (а), т.к. интенсивность технологического потока вдоль цеха T<sub>1</sub> больше, чем интенсивность технологического потока T<sub>2</sub>, направленного в поперечном

направлении (рис. 3.26, б). Обычно  $L = 30,0; 36,0\text{м}$ . Из рисунка видно, что  $T_1 > T_2$ , а поэтому требуется увеличить  $L$  по сравнению с  $a$ , т.е.  $L > a$ .

Здания зального типа применяются для производств, требующих свободных внутренних пространств для различных технологий, но без внутренних опор (расстояния между опорами 100м и более). В качестве покрытий применяются арки, купола, складки (рис. 3.26, в). В зданиях зального типа пролёт  $L$  бывает 100м и более, шаг колонн  $a$  также бывает 100м и более. Примеры зданий: гаражи, ангары, склады и др.

Производственный процесс включает в себя передвижение материалов (изделий) по территории завода, между цехами и внутри цеха, хранение продукции на складах и т.д. И собственно **технологический процесс**, при котором происходит качественное изменение обрабатываемого материала.

Технологические процессы весьма разнообразны (выплавка стали, выпечка хлеба, изготовление автомобилей и др.).

При проектировании предприятия составляется *технологическая часть проекта*, в которую входит **технологическая схема**. Эта схема устанавливает последовательность рабочих операций, а отсюда – порядок, последовательность расстановки оборудования и компоновки производственных помещений.

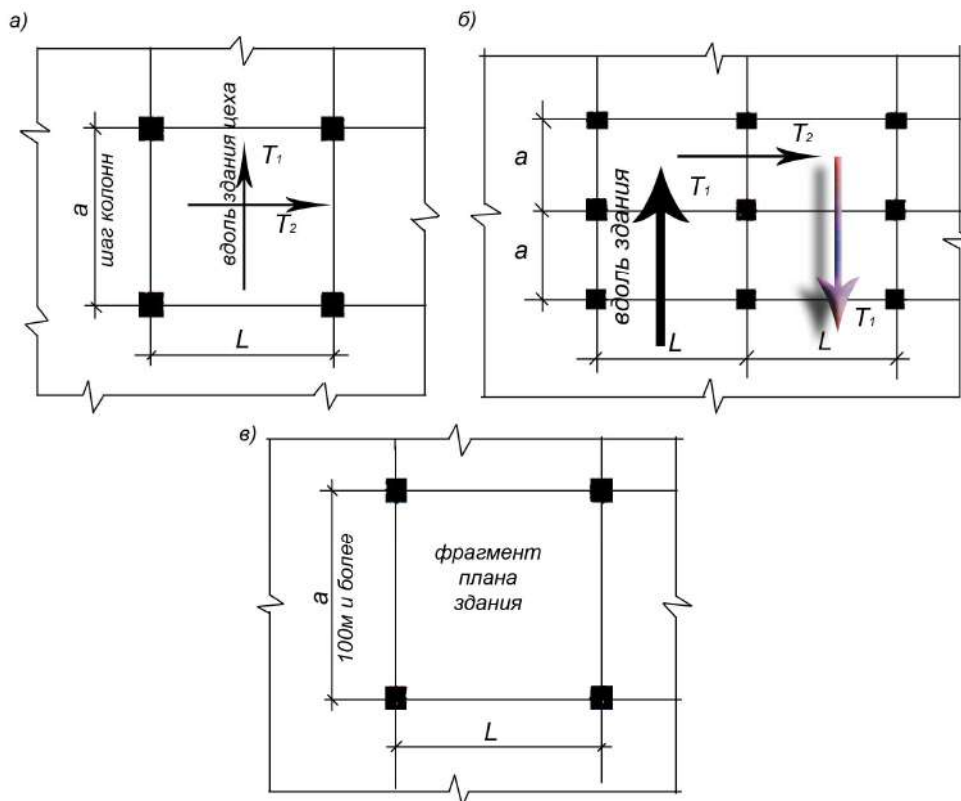


Рис.3.26. Промышленные здания по расположению опор:  
 $a$  – ячейкового типа; б – пролётного типа; в – зального типа;  
 $L$  – ширина пролёта;  $a$  – шаг колонн;  $T_1, T_2$  – технологические потоки



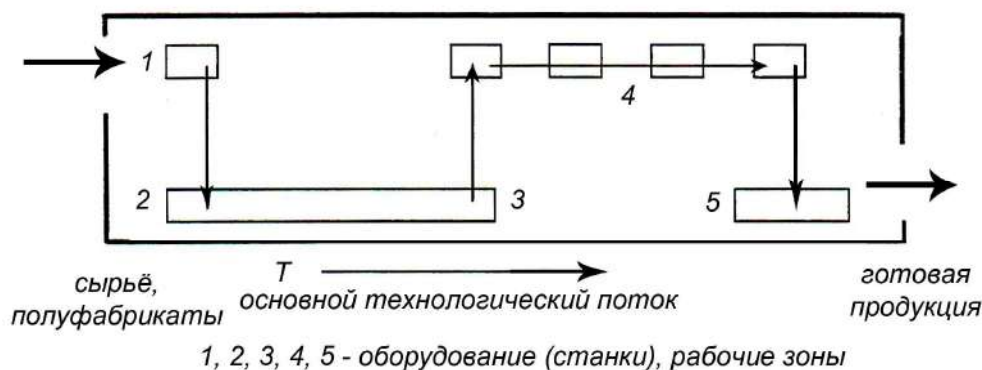


Рис.3.27. Технологическая схема производственного процесса

Таким образом, *технологический процесс* является *основным фактором*, определяющим объёмно-планировочное решение здания: его размеры, форму, конструкции, сантехническое и другое оборудование. И, как логически вытекает отсюда, технология определяет внешний архитектурно-художественный облик производственного здания. Технология определенного производственного процесса влияет и «требуется» пространства, объёма, планировки, характерных для этого производства.

Строители создают материальную среду (коробку, пространство), требования к которой вытекают из следующих основных положений:

- следует обеспечить такие параметры среды, когда технологический процесс протекает в благоприятных условиях и обеспечивается высокое качество продукции;
- надо создать такие параметры среды, которые оптимальны для человека, сохраняют здоровье и обеспечивают высокую производительность труда.

Для того чтобы обеспечить *рациональную планировку цехов*, необходимо знать:

- ❖ габариты оборудования и готовых изделий (к примеру, телевизоры или самолёты и т.п.);
- ❖ характер расположения рабочих мест (конвейерные линии или одиночные посты, станки и т.д.);
- ❖ схему расстановки оборудования, ширину проходов и проездов.

**Компоновка цехов** зависит от характера того или иного производства и условий эксплуатации здания. Например:

- ✚ **отделения с влажными процессами** размещают в средней части здания (для уменьшения выпадения конденсата в помещениях);
- ✚ **участки с горячими процессами** располагают около наружных стен (при таком решении обеспечивается хорошая вентиляция);
- ✚ **пожароопасные помещения** в многоэтажных производственных зданиях размещают на верхних этажах. В одноэтажных производственных зданиях их располагают у наружных стен.

Выбор параметров производственных зданий.

Независимо от характера производства санитарные нормы требуют *на одного работающего* не менее  $15 \text{ м}^3$  объема и  $4,5 \text{ м}^2$  площади помещений. **Высота** производственных помещений должна быть не менее **3,0 м**.

Строительные параметры промышленных зданий – это **ширина пролёта (L)**, **шаг колонн (a)**, **высота цеха (H)**. Рассмотрим эти параметры.

**Ширина пролёта (L).** В зданиях с мостовыми кранами (МК) складывается из  $L_K$  (пролёт МК) и удвоенного расстояния между осью рельса подкранового пути и разбивочной осью –  $2K$ . (см. рис. 3.28). Таким образом,  $L=L_K+2K$ , где:

$L_K$  – определяется по ГОСТу (мостовые краны);

$K = 750 \text{ мм}$  при мостовых кранах грузоподъемностью  $Q \leq 50 \text{ т}$ ;

$K = 1000 \text{ мм}$  и более при мостовых кранах грузоподъемностью  $Q > 50 \text{ т}$ .

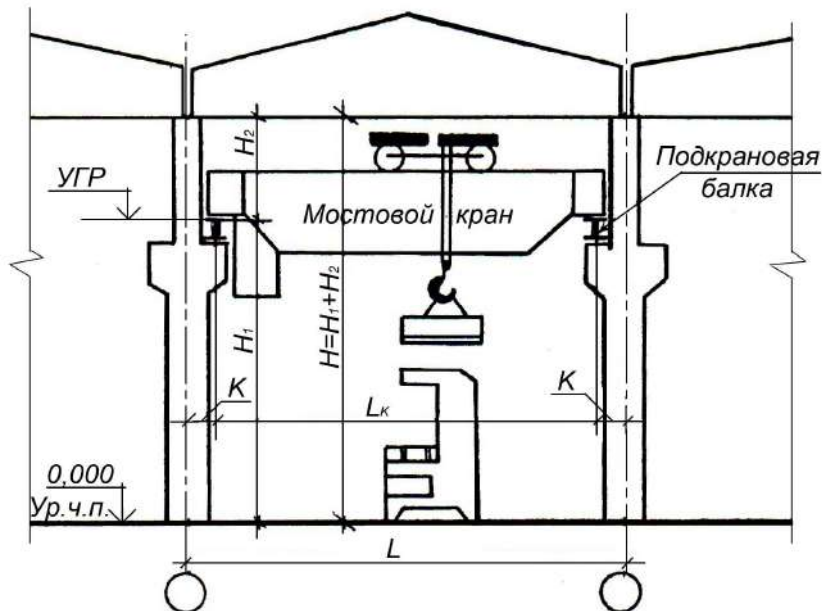


Рис.3.28. Поперечный разрез многопролётного ПЗ с мостовым краном (схема)

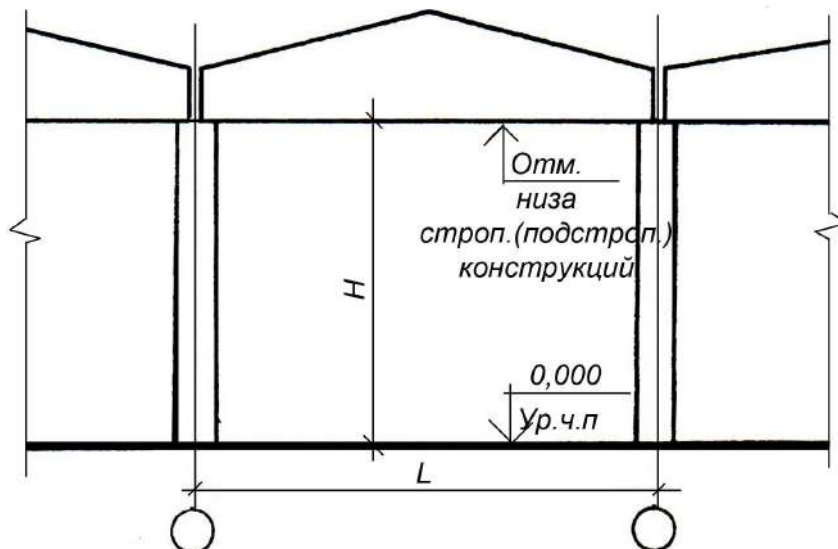


Рис.3.29. Поперечный разрез многопролётного ПЗ без мостового крана (схема)

В зданиях без мостового крана ширина пролёта  $L$  равна расстоянию между разбивочными (координационными) осями колонн (рис. 3.29).

Минимально допустимая  $L$  определяется технологией (характером расстановки и габаритами оборудования, шириной проездов). Чем больше пролёт, тем больше гибкость планировки цеха. Но при этом подвесные краны утяжеляют несущие конструкции, а крупнопролётные мостовые краны имеют большие габариты. Поэтому окончательный выбор  $L$  производится путём сравнения ТЭП различных вариантов.

**Шаг колонн ( $a$ )** выбирают с учётом габаритов и способа расстановки технологического оборудования, размеров выпускаемых изделий и вида внутрицехового транспорта.

Чем больше шаг колонн – больше гибкость планировки цехов и выше эффективность использования их площадей. Однако при этом усложняются конструкции покрытия, подкрановых путей. И здесь, как и при выборе  $L$ , величина оптимального шага колонн обосновывается технико-экономическими расчетами.

Распространенные шаги колонн 6,0м и 12,0м. Переходят на шаги 18,0м и 24,0м, что (по данным ЦНИИПром. зд., Москва) позволяет экономить площадь (табл. 3.1).

Таблица 3.1

Отрасль промышленности	Производство	Экономия площади в % в зависимости от шага ( $a$ )	
		18,0м	24,0м
Тяжёлое машиностроение	Цех прокатного оборудования	1	4
	Цех гидравлических машин	4,7	7,3
	Цех по изготовлению турбин	4	6,7
Радиотехническая	Механический цех корпусных деталей	3,1	3,8

Как видно из таблицы, при переходе на шаг  $a = 24,0м$  экономия площади цехов увеличивается.

Ещё некоторые плюсы больших шагов колонн:

- ✚ Более компактно размещается оборудование;
- ✚ Увеличивается съём продукции с единицы площади.

**Высота пролётов ( $H$ )** зависит от технологии, санитарных и экономических требований. В пролётах с мостовыми кранами высота  $H$  складывается: из  $H_1$  (расстояние от уровня чистого пола до уровня головки кранового рельса (УГР)) и  $H_2$  (расстояние от верха рельса (УГР) до низа несущих стропильных (подстропильных) конструкций покрытия).

Таким образом,  $H = H_1 + H_2$  (см. схему на рис. 3.28).

**Длина пролётов**, то есть общая протяжённость производственного здания определяется: а) графическим путём; б) аналитическим путём (делят общую площадь цеха, подсчитанную по мощности предприятия, на принятую ширину). Наметив основные размеры пролётов  $L$ ,  $a$ , а также  $H$  (с учётом

изложенного), выбирают габаритные схемы и разработанные на их основе унифицированные типовые секции (УТС).

**Виды планировок и блокирование цехов.** Технологическая схема предприятия того или иного производства диктует:

- ✓ взаиморасположение отдельных зданий и сооружений;
- ✓ ширину разрывов (санитарных, противопожарных) между ними;
- ✓ трассировку путей транспорта, а также инженерных сетей.

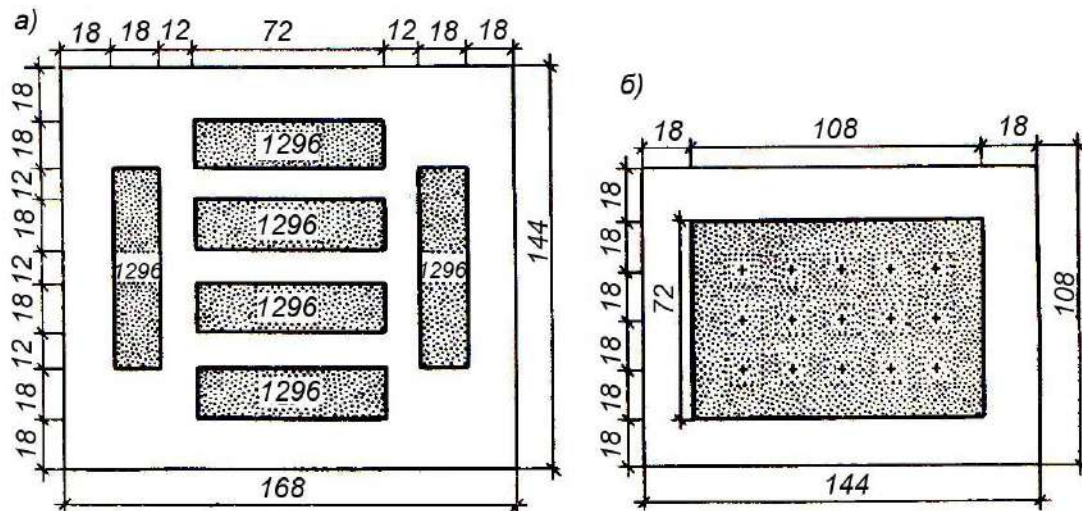


Рис.3.30. Пример сокращения площади участка и увеличения  $K_3$  путем блокирования цехов: а – схема до блокирования; б – схема после блокирования

Всё это находит отражение на чертежах, в том числе планировочных, включая генплан.

Видов зданий по конфигурации и размерам в плане существует очень много. Но их можно разделить на 2 основных вида:

а) *раздельная планировка* (схема на рис. 3.30, а).

**Недостатки:** большая площадь застройки; большая протяжённость инженерных сетей; необходим межцеховой транспорт; большой объём работ по благоустройству территории.

Практика свидетельствует, что целесообразна блокировка как однотипных, так и разнотипных производств. Конечно, если это не противоречит требованиям сангигиеничности, пожаро- и взрывобезопасности.

б) Пример сблокированного здания или *сплошной планировки* (схема на рис. 3.30, б).

Под одной крышей (то есть иметь в виду, что здание многопролётное) размещаются основные и вспомогательные производства; подсобные и складские помещения.

**Плюсы сблокированных зданий:**

- многовариантная расстановка оборудования;
- площадь заводской территории уменьшается на 30-40%;
- периметр наружных стен сокращается до 50%;
- снижаются стоимость строительства (на 20%) и эксплуатационные расходы;

- сокращается длина коммуникаций и ликвидируются заводские дворы и ограды.

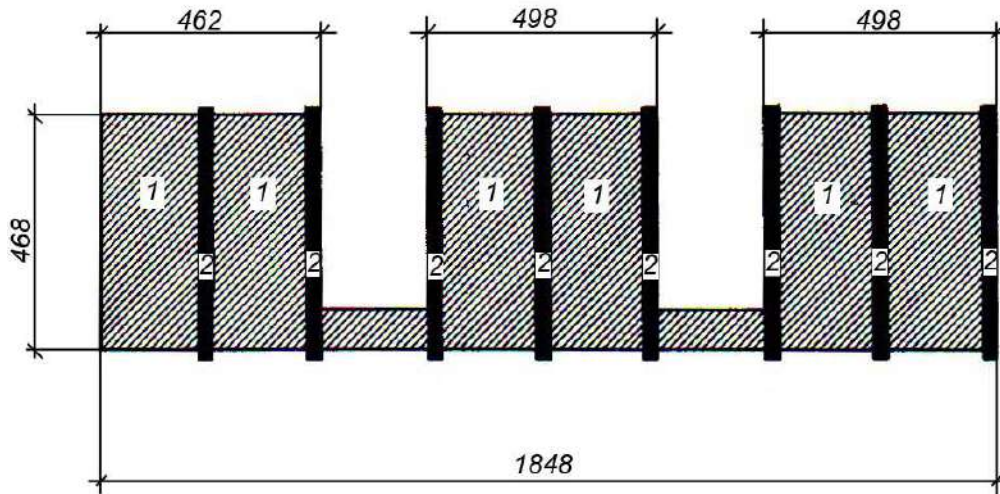


Рис.3.31. Схематический план главного корпуса Волжского автозавода (ВАЗ) в городе Тольятти:

1 – основные производства; 2 – встройки бытовых, вспомогательных и транспортных помещений

Практика проектирования показала, что путём широкого блокирования можно увеличить **коэффициенты застройки**:

Металлургических заводов .....от 0,18-0,20 до 0,30

Машиностроительных заводов ....от 0,20-0,25 до 0,45-0,70

Химических заводов .....от 0,24 до 0,35

Заводов строительной индустрии .от 0,20 до 0,50.

Следует особо отметить, что **блокирование корпусов целесообразно до площади 30-35 тыс.м<sup>2</sup>**. Дальше количество переходит в качество и:

- удорожается устройство естественного освещения;
- затрудняется водоотвод с покрытий;
- усложняются пути передвижения людей и транспортировки грузов.

В сблокированных цехах осуществляется зонирование – в пределах одного здания. А именно смежно располагаются производства с одинаковыми вредностями и родственной технологией. Очень характерный и показательный пример блокировки – главный корпус ВАЗа в городе Тольятти (рис. 3.31). Шесть одноэтажных блоков (цифра «1») для основных производств, парные блоки с южной стороны соединены пролётами для сборочных конвейеров и промежуточных складов. Восемь встроек (цифра «2») между основными блоками. Для главного корпуса сетка колонн 12 × 24 м; для встроек – 12 × 12 м; высота корпуса – 10,8м.

**Людские и грузовые потоки в здании.** При проектировании производственных зданий, предприятия в целом, необходимо очень чётко решить одну из основных задач – планировочно **организовать людские и грузовые потоки**. Начало **грузового потока** – пункт поступления на предприятие (цех) сырья и полуфабрикатов; завершение потока – это склад

готовой продукции (а может быть «выезд на магистраль», учитывая, что различные по ёмкости склады могут в плане города или района располагаться по-разному).

Пути перемещения грузов должны быть короткими, безопасными для работающих и действующего оборудования. И обязательно без взаимного пересечения на одном уровне и без возврата грузов назад.

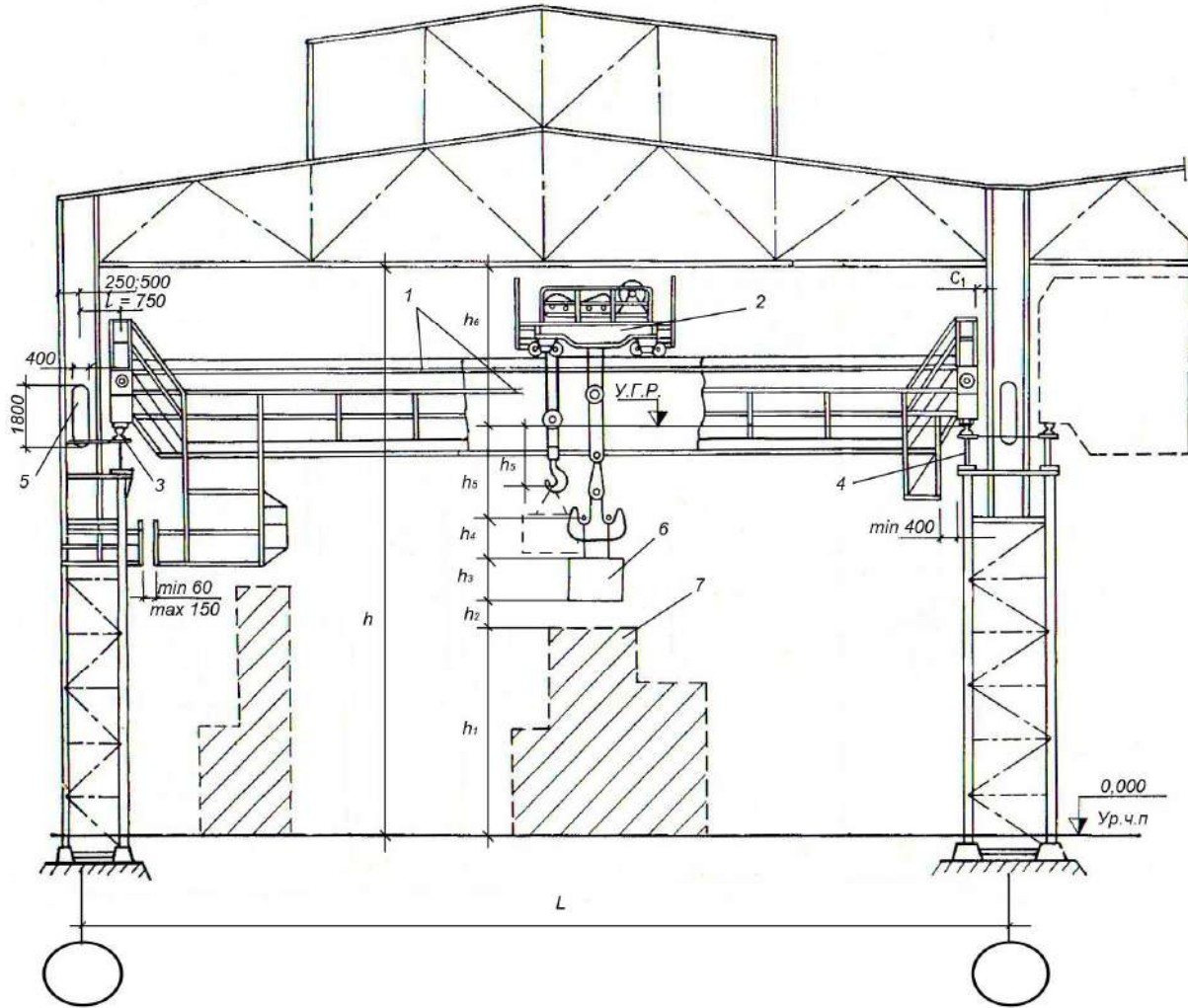


Рис.3.32. Требования к строительному объёму:

1 – главные балки моста; 2 – грузовая тележка; 3 – крановый рельс; 4 – подкрановая балка; 5 – проход в теле колонны; 6 – транспортируемый груз; 7 – технологическое оборудование; У.Г.Р. – уровень головки рельса;  $C_1$  – расстояние от выступающих частей торцов крана до колонн и стен здания или но перил проходных галерей;  $C_1 \geq 60$  мм для кранов грузоподъёмностью  $5 \div 50$  т и  $C_1 \geq 75$  мм для кранов большей грузоподъёмности

Людские потоки – пути массового передвижения рабочих внутри цехов, по территории предприятия, перед началом и после смен, а также в перерыв. Пути должны быть кратчайшими, удобными и безопасными. Используются специальные пешеходные дорожки. Известно, что на крупных промышленных

предприятиях применяется внутривозвской подвозящий транспорт. Бывают и велодорожки.

Нельзя допускать пересечения в одной плоскости напряжённых грузовых и людских потоков! Если такие пересечения неизбежны, устраивают туннели, переходы, мостики (через транспортёры, конвейеры и т.п.).

**Выбор этажности производственных зданий.** Технология промышленного производства (Т), определяя характер и вес оборудования, продукции, является решающим фактором при выборе этажности здания. При этом учитываются достоинства и недостатки как одноэтажных, так и многоэтажных зданий:

### **Одноэтажные производственные здания**

#### ***Их достоинства:***

- облегчается установка оборудования, упрощаются грузовые потоки, используется экономичный горизонтальный транспорт;
- более простые объёмно-планировочные и конструктивные решения;
- легче поддаются унификации, типизации и блокированию;
- обеспечивается освещённость рабочих мест естественным светом через фонари, а также естественный воздухообмен;
- меньше стоимость единицы производственной площади.

#### ***Недостатки одноэтажных зданий:***

- большая площадь застройки, значительная протяжённость инженерных сетей и расходы на благоустройство;
- большая площадь ограждений (стен и особенно покрытий), что повышает расходы на их эксплуатацию.

**Многоэтажные здания** не имеют многих недостатков одноэтажных производственных зданий, а нередко они экономичнее одноэтажных (особенно при нагрузках до 1000 кг / м<sup>2</sup>).

#### ***Достоинства многоэтажных зданий:***

- более гибки в градостроительном отношении;
- их можно размещать в городской застройке (конечно безвредные);
- архитектура этих зданий хорошо увязывается с окружением;
- в таких зданиях удачно располагаются административно-бытовые помещения.

#### ***Недостатки многоэтажных зданий:***

- потребность в вертикальном транспорте (подъёмники, лифты), что повышает стоимость зданий;
- по условию естественного освещения рабочих мест ограничивается ширина здания – она должна быть не более 24м, т.е. 4 пролёта по 6,0м;
- в этих зданиях очень высокий удельный вес подсобных помещений, проходов и проездов.

Помимо указанных плюсов и минусов одно- и многоэтажных зданий при выборе этажности следует учитывать: характер участка (рельеф, грунты и т.п.); требования к застройке определённого участка населённого пункта (центр или

окраина); климат района строительства (север или сейсмический район). И наконец, соотношение стоимости конструкций одно- и многоэтажных зданий, приведённое частично в таблице 3.2.

Таблица 3.2

**Ориентировочное соотношение стоимости (в %) конструктивных элементов производственных зданий**

Конструктивные элементы и виды работ	Многоэтажное здание	Одноэтажное здание с мостовыми кранами
<i>Стены</i>	20,0	11,0
<i>Проемы</i>	13,2	4,8
<i>Кровля</i>	6,0	16,3
<i>Фонари</i>	-	6,7

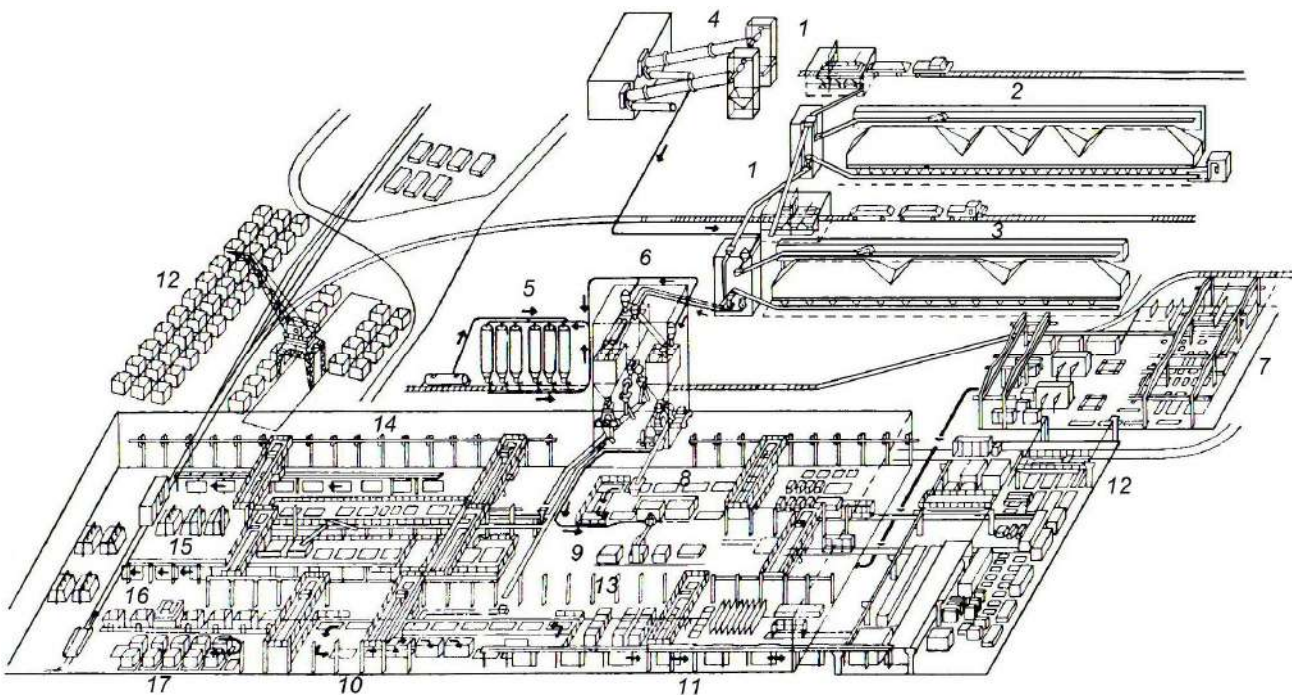


Рис.3.33. Технологическая схема Обуховского ДСК:

1 – разгрузочные устройства; 2 – склад песка (фракции 0-5 и 0,25мм) и щебня (фракции 5-10 и 10-20мм); 3 – склад керамзита (фракции (0-5, 5-20 и 20-40мм); 4 – цех керамзита; 5 – склад цемента; 6 – бетонорастворный цех; 7 – арматурный цех; 8 – конвейер кровельных плит; 9 – изготовление панелей в кассетных машинах; 10 – конвейер наружных стеновых панелей; 11 – конвейер отделки наружных стеновых панелей; 12 – склады готовой продукции; 13 – оконные блоки; 14 – транспортно-отделочный конвейер внутренних стеновых панелей; 15 – конвейер отделки внутренних панелей; 16 – формы для изготовления сантехнических кабин; 17 – конвейер отделки сантехнических кабин

Функционально-технологические требования отражают данность производственного процесса, а именно: взаимодействие субъекта (человека) и объекта (производства, материальной среды). Требования нацелены на удовлетворение интересов как человека, так и производства. Для человека в цехе архитектурно-строительными мерами необходимо создать такую среду, параметры которой были бы оптимальными с санитарно-гигиенической точки



зрения. Для производства внутренняя среда также должна обеспечивать выпуск продукции высокого качества с минимальными издержками. Исходя из этого, выделим следующий вид функционально-технологических требований – это **требования к строительному объёму** (рис. 3.32). Он должен быть достаточным, чтобы оптимально вместить в себя технологическое и подъёмно-транспортное оборудование, материалы и изделия, а также обеспечить перемещение их по цеху. Исходя из предварительно найденной в технологической части проекта площади цеха, по его высоте находят объём. Высота цеха определяется по параметрам технологического и подъёмно-транспортного оборудования следующим образом:

$h = \sum h_i$ , где:

$h_1 \geq 2,3м$  – размер по высоте наиболее высокого технологического оборудования;

$h_2 = 0,4 \div 0,5м$  – страховой запас;

$h_3$  – максимальный по высоте размер перемещаемых грузов;

$h_4 \geq 1,0м$  – расстояние от верха груза до центра крюка крана;

$h_5$  – расстояние от предельного верхнего положения крюка крана до верха головки подкранового рельса:  $h_5 = f(Q)$ ;  $h_5 = 5 \div 65 см$  и более;

$h_6$  – расстояние от головки кранового рельса до низа стропильной конструкции на опоре;  $h_6 = 2,65м$  – для кранов грузоподъёмностью 10 и 20т и  $h_6 = 3,35м$  – для кранов грузоподъёмностью 30 и 50т.

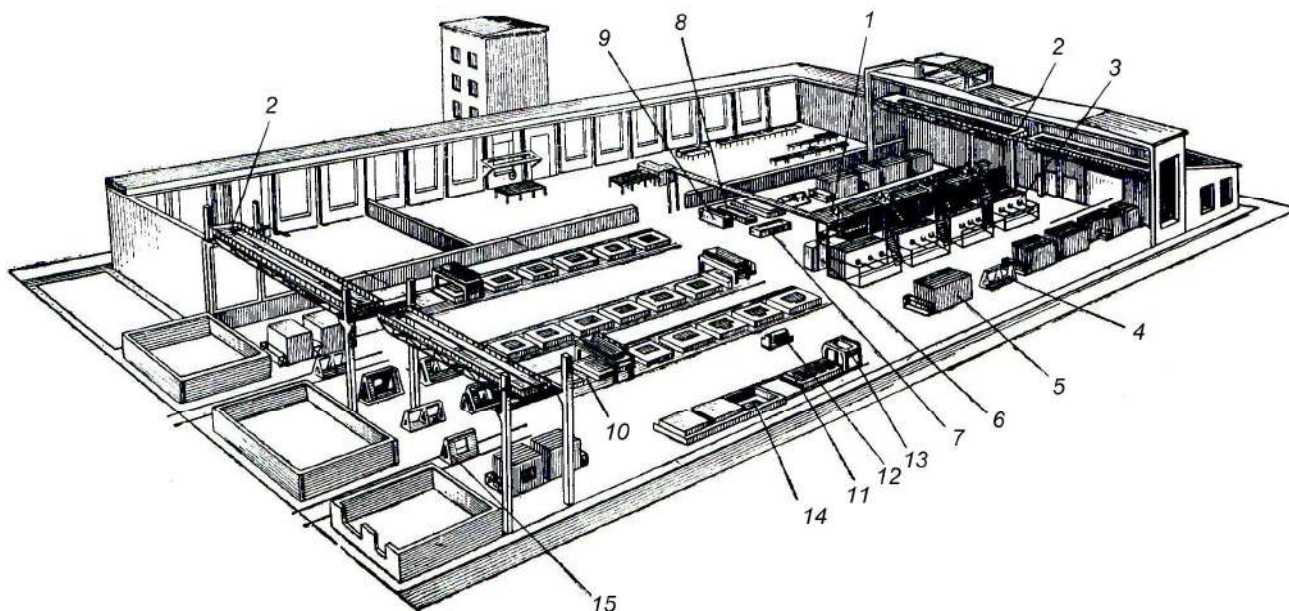


Рис.3.34. Типовой завод крупнопанельного домостроения:

1 – бетоновод; 2 – мостовой кран; 3 – кассета для формования панелей; 4 – стенд для контроля и комплектации изделий; 5 – стеллаж для вкладышей вентиляционных блоков; 6 – форма для вентиляционных блоков ВБ1; 7 – форма для перемычек ПР1; 8 – форма для фундаментных блоков ФБ1 и ФБ2; 9 – форма для лестничных маршей; 10 – стендовая форма; 11 – виброплощадка; 12 – электрокара с бадьёй для бетона; 13 – раздатчик бетона; 14 – ямные камеры; 15 – самоходная тележка для вывоза готовой продукции

Найденную высоту цеха округляют в большую сторону до модульного размера. В любом случае высота производственных помещений не должна быть меньше 3,0м, а до низа выступающих конструкций покрытия или перекрытия должно быть не менее 2,2м.

Если в результате расчёта высот параллельных пролётов многопролётных зданий оказывается так, что их высоты отличаются менее чем на 1,2м (0,6м), то все пролёты выравниваются по высоте по высоте наиболее высокого пролёта. Перерасход конструкций в этом случае менее значителен, чем усложнение конструктивного решения в месте перепада высот, в результате чего перерасход материалов и конструкций становится существенным. Пролёт производственного здания, оснащённого мостовым краном, определяется габаритом крана  $L_K$ , который зависит от ширины производственной зоны цеха, требующей кранового обслуживания, наличия проходов вдоль подкрановых путей для их осмотра и ремонта.

$L = L_K + 2l$ , где  $2l \approx 1,5 \div 2,0$ м является функцией грузоподъёмности  $2l = f(Q)$  и режима работы крана и наличия проходов.

### 3.4. Подъемно-транспортное оборудование промышленных зданий

Для перемещения сырья, полуфабрикатов, готовой продукции промышленные здания оснащают разнообразными видами подъемно-транспортного оборудования. Вид подъемно-транспортного оборудования влияет на конструктивное и объемно-планировочное решение промышленного здания.

Подъемно-транспортное оборудование подразделяют на **две группы**:

- а) транспорт периодического действия;
- б) транспорт непрерывного действия.

**К первой группе** относят подвесной транспорт (тали, кошки, тележки, подвесные краны), мостовые краны и напольный транспорт.

**Ко второй группе** относят конвейеры (ленточные, пластинчатые, скребковые, ковшовые), норрии, ролганги и шнеки.

В промышленном строительстве наиболее распространены здания с подвесными и мостовыми кранами, перемещающими грузы в трех направлениях и обслуживающими практически любую точку площади цеха.

**Подвесные краны** – кран-балки грузоподъемностью от 0,25 до 5 т. Кран состоит из легкого моста или несущей двутавровой балки, двух- или четырехкатковых механизмов передвижения (по подвесным путям) и электротали, перемещающейся по нижней полке мостовой балки (Рис. 3.3, а).

В зависимости от ширины пролета, шага несущих конструкций покрытия, грузоподъемности и требуемого числа транспортных операций по ширине пролета устанавливают один или несколько кранов. По количеству путей подвесные краны могут быть одно-, двух- и многопролетными.

Краны могут быть однопролетные при длине от 3,6 до 18 м, двухпролетные при длине 16,2 - 27 м и трехпролетные при длине 28,2 - 34,8 м.

Размеры пролетов кранов (расстояние между точками подвеса) приняты кратными 1,5 м и составляют 3,0 - 15,0 м. Управляют подвесными кранами с пола цеха.

**Мостовые краны** грузоподъемностью от 5 до 600 т (рис.3.3, б). Чаще используют краны грузоподъемностью 5 - 30 т. В цехах, где требуется перемещать грузы разной массы и с разной скоростью, предусматривают краны с двумя механизмами подъема. Грузоподъемность кранов обозначают дробными числами, например 50/10т. Числитель показывает грузоподъемность механизма главного подъема, знаменатель – вспомогательного.

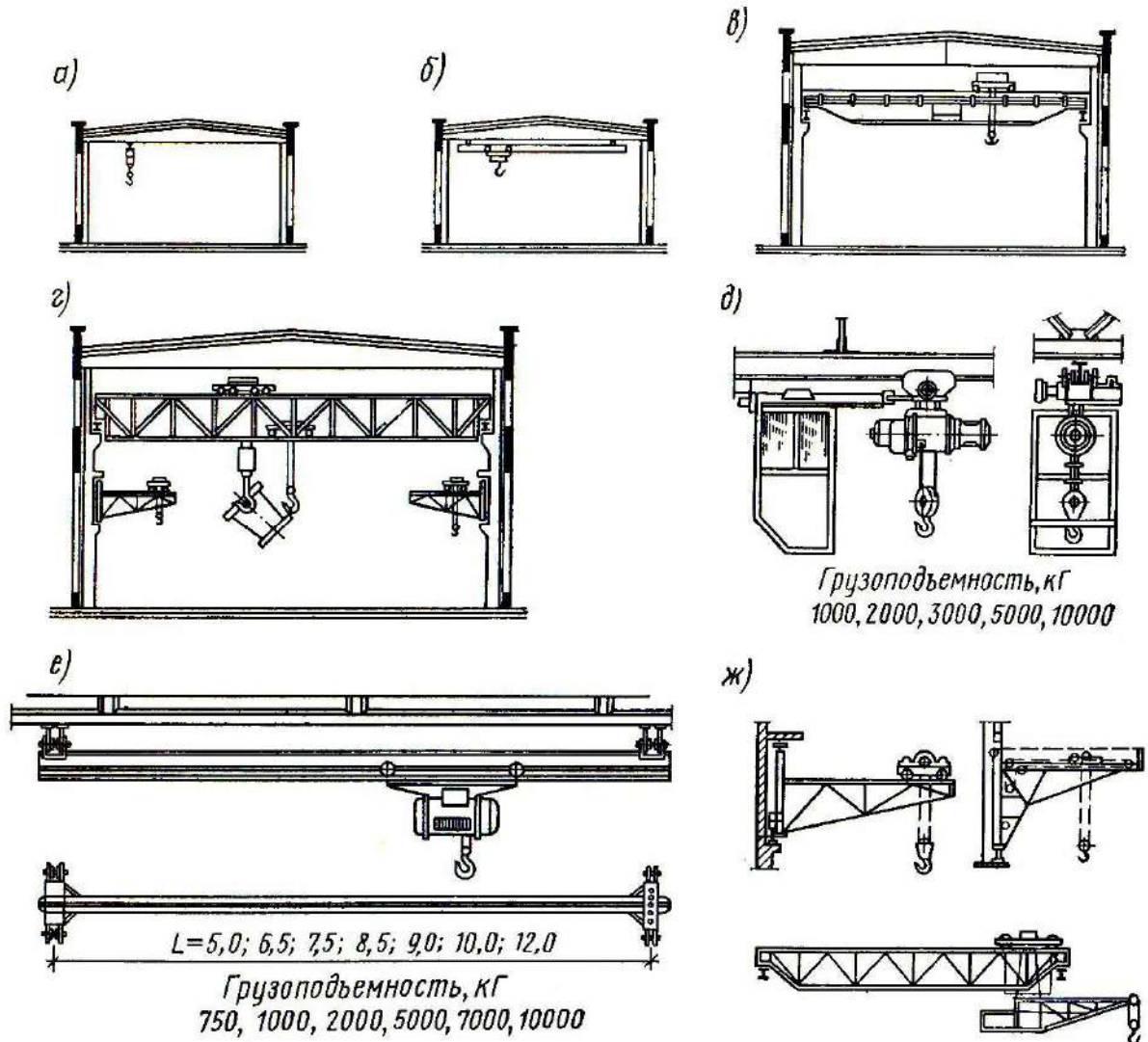


Рис.3.35. Подъемно-транспортное оборудование промышленных зданий:  
 а – тальфер; б – кран-балка; в – мостовой кран; г – здание с мостовыми консольными кранами; д – деталь тальфера; е – деталь кран-балки; ж – типы консольных кранов

Мостовой кран состоит из несущего моста, перекрывающего пролет помещения, механизмов передвижения и передвигающейся вдоль моста тележки с механизмом подъема. Несущий мост имеет вид пространственной четырехплоскостной коробчатой балочной или ферменной конструкции. По концам моста устанавливают механизмы передвижения по подкрановым путям,

уложенным по консолям колонн цеха. По верху моста передвигается тележка с механизмами подъема. Управляют мостовыми кранами из подвешенной к мосту кабины.

Грузоподъемность, габариты и основные параметры мостовых и подвесных кранов даются в ГОСТах.

В зависимости от продолжительности работы в единицу времени эксплуатации цеха мостовые краны подразделяют на краны весьма тяжелого и тяжелого режимов работы (коэффициент использования 0,4 - 0,8), среднего (0,25 - 0,40) и легкого (0,15 - 0,25). В цехах с интенсивным технологическим процессом в одном пролете может быть установлено по два крана и более, располагаемых как в одном, так и в двух уровнях цеха. Передвигаются краны со скоростью 80 м/мин и более.

При использовании кранов весьма тяжелого режима работы (или тяжелого и среднего при двух и более кранах в пролете) вдоль подкрановых путей устраивают проходы (галереи) для обслуживающего их персонала. Ширину прохода принимают не менее 400, высоту 1800 мм.

Пролеты мостовых кранов (от 13,5 до 33,5 м) увязывают с шириной пролетов и размерами привязки осей подкрановых путей к продольным разбивочным осям. Размеры привязки приняты следующие: в зданиях с электрическими мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т – 750 мм (рис.3.36, а); в зданиях с такими же кранами грузоподъемностью более 50 т – 1000 мм (рис. 3.36, б); при устройстве проходов вдоль подкрановых путей – 1000 мм и более, кратно 250 мм (рис. 3.36, в).

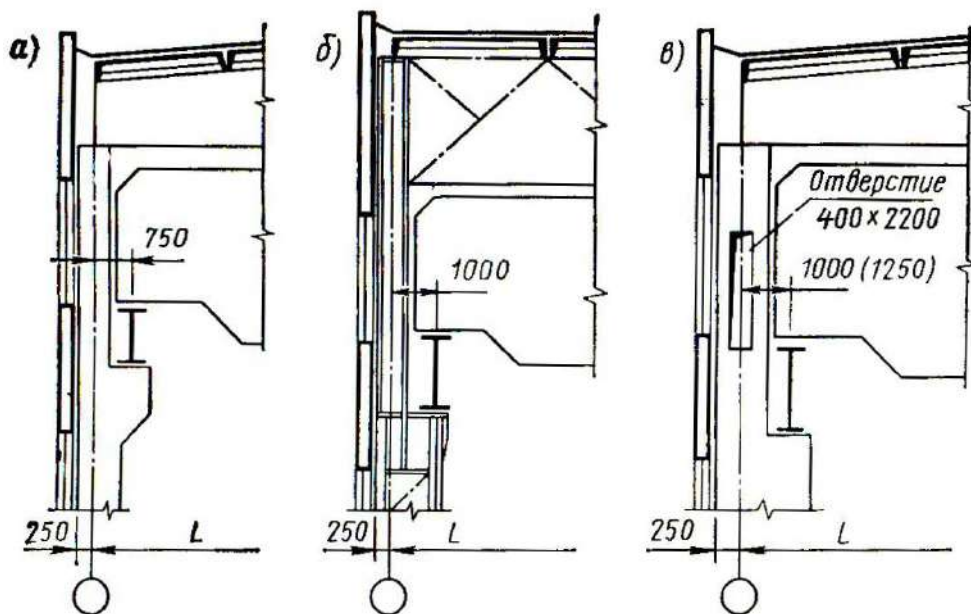


Рис.3.36. Размеры привязок осей подкрановых путей мостовых кранов к разбивочным осям:  
а – при кранах грузоподъемностью до 50 т; б – то же, более 50 т; в – при устройстве проходов вдоль подкрановых путей

В промышленных зданиях устанавливают также **специальные мостовые краны**: литейные, консольно-поворотные, колодцевые, для раздевания слитков, завалочные, с вилообразным захватом и др.

Вид кранов выбирают в зависимости от характера и массы грузов, интенсивности технологического процесса, ширины пролетов и с учетом последующей модернизации производства.

В современной практике наблюдается тенденция к замене мостовых кранов подвесными. Устройство специальных поворотных стрелок – крестовин позволяет перемещать грузы подвесными кранами во взаимно перпендикулярных направлениях без переделки подвесных путей. Поэтому здания, оборудованные подвесным транспортом, легче приспособить к изменениям технологии производства.

**Напольный транспорт.** Технологический процесс в зданиях без мостовых и подвесных кранов обслуживается напольным транспортом (рис.3.37). К ним относятся вагонетки, электрокары, конвейеры, автомобильные краны, различного рода погрузчики и т. п. В крупно- и большепролетных зданиях для перемещения грузов целесообразно предусматривать козловые краны, передвигающиеся по рельсам, уложенным в уровне пола цеха.

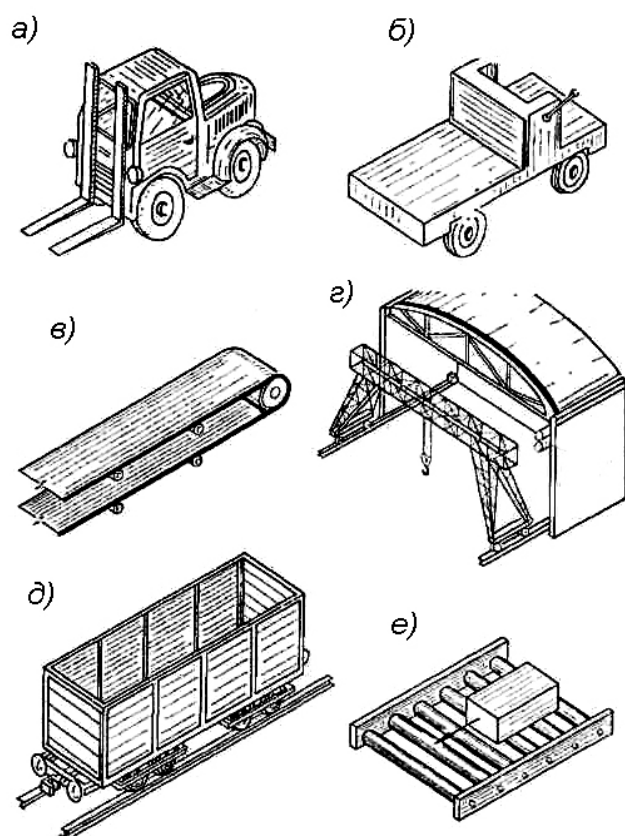


Рис.3.37. Напольный транспорт промышленных зданий:  
 а – автопогрузчик; б – автокар; в – ленточный транспортер; г – козловой кран;  
 д – вагон; е – рольганг

Однако в зданиях с козловыми кранами требуется несколько увеличивать высоту и пролеты. Козловые краны представляют также опасность для людей, поскольку кран передвигается на уровне пола.

Выбор того или иного вида внутрицехового транспорта зависит от технологического процесса, характера грузов, необходимости модернизации процесса производства. Целесообразно применять такие виды транспорта, которые мало влияют на объемно-планировочное и конструктивное решения промышленного здания, т.е. отказываться, где возможно, от применения мостовых кранов и тех видов транспорта, которые затрудняют модернизацию технологического процесса. Отдается предпочтение напольному безрельсовому подвесному, конвейерному, пневматическому и гидравлическому транспорту.

### 3.5. Физико-технические факторы проектирования промышленных зданий

К физико-техническим факторам проектирования промышленных зданий относятся факторы, определяющие состояние воздушной среды, световой и акустический режим в помещениях здания.

**Состояние воздушной среды** или микроклимат производственных помещений характеризуется температурой, влажностью, скоростью движения воздуха, а также содержанием в нем химических и механических примесей (аэрозолей).

Согласно санитарно-гигиеническому нормированию оптимальные и допустимые параметры воздуха в рабочей зоне производственных помещений устанавливаются в зависимости от категории работ, времени года, тепловых избытков в помещении. Так, на постоянных рабочих местах оптимальные значения температур воздуха в холодный период года: 21 - 24°C для легких работ, 17 - 20°C для работ средней тяжести и 16 - 18°C для тяжелых работ; в теплый период года: 22 - 25°C для легких работ, 20 - 23°C для работ средней тяжести и 18 - 20°C для тяжелых работ. Оптимальные значения относительной влажности воздуха для холодного и теплого периодов – 40 - 60%. Подвижность воздуха 0,1 - 0,3 м/с для холодного и 0,1 - 0,4 м/с для теплого периодов года.

**По температурному режиму** промышленные здания разделяют:

- на «холодные» (неотапливаемые склады, хранилища и др.), не требующие регулирования внутренней температуры;
- отапливаемые, требующие в зимний период температуры воздуха в рабочей зоне 8 - 25°C;
- с тепловыделением до 24 Вт/м<sup>3</sup> с температурой воздуха в рабочей зоне 18 - 25°C;
- «горячие цехи» с избыточными тепловыделениями более 24 Вт/м<sup>3</sup> при температуре воздуха в рабочей зоне 16 - 25 °С.

**Влажностный режим** в помещениях промышленных зданий зависит от насыщенности воздуха влагой и бывает:

- сухой – при относительной влажности воздуха менее 50%;
- нормальный — при влажности 50 - 60 %;
- влажный – при влажности воздуха 61 - 75 %;
- мокрый – при влажности воздуха свыше 75 %.

Нагретый воздух, газы, пыль удаляют из производственных помещений с помощью организованного естественного воздухообмена, называемого **аэрацией**.

Наружный воздух, поступающий в здание через открытые фрамуги окон, вытесняет нагретый и загрязненный воздух через раскрытые переплеты фонарей. Приоткрывая створки фонарей и окон на определенный угол, регулируют воздухообмен в помещении в зависимости от температуры, направления и скорости ветра.

На естественный воздухообмен в производственных помещениях влияют направление господствующих ветров и аэродинамические особенности профиля здания. Аэрация здания улучшается с увеличением ширины фонарей и при крутых скатах покрытия.

**Производственные вредности и борьба с ними.** Воздух производственных помещений всегда содержит различные примеси, которые могут оказывать вредное воздействие на организм человека, конструкции здания и на технологический процесс и технологическое оборудование. При выделении в воздух рабочей зоны вредных примесей в виде пыли, газов, паров, аэрозолей жидкостей устанавливаются предельно-допустимые концентрации (ПДК), мг/м<sup>3</sup>, этих примесей.

Особым, очень важным аспектом состояния воздушной среды производственного помещения является возможность образования в нем взрывоопасных смесей. Такие смеси образуются в помещениях, где в процессе производства в воздух выделяются пары газа или пыли, способные в смеси с ним (в определенных соотношениях) взрываться.

Для промышленных предприятий и производств, тепловых электрических станций, складских зданий и сооружений, являющихся источниками выделения производственных вредностей в окружающую среду, установлена санитарная классификация, согласно которой все промышленные предприятия разделяют на пять классов. К первому классу относят предприятия, имеющие производства с наиболее вредными выделениями, к пятому – с наименее вредными выделениями.

В соответствии с санитарной классификацией устанавливают санитарно-защитные зоны, т.е. пространство вокруг промышленного предприятия, где не должно строиться никаких объектов, связанных с длительным пребыванием людей. Размеры санитарно-защитных зон составляют для первого класса - 1000м, для пятого – 50м. Защиту людей, работающих на предприятиях, от технологических вредностей осуществляют мерами строительного характера за счет санитарно-технического и инженерного оборудования здания.

Для современного промышленного строительства с технологическими процессами, являющимися источниками выделения вредных веществ, должна предусматриваться очистка от них выбросов в атмосферу и рекуперация (возвращение части материалов или энергии для повторного использования в том же технологическом процессе).

**Световой режим.** В производственных помещениях промышленных зданий применяют естественное, искусственное и совмещенное (интегральное) освещение. Производственные помещения с постоянным пребыванием людей освещают естественным светом через окна в наружных стенах, фонари в покрытии.

Размеры и места расположения окон и фонарей принимают на основе светотехнических расчетов с учетом норм освещенности рабочих мест, климатических, гигиенических, экономических требований. Если естественного освещения недостаточно, применяют совмещенное освещение естественным и искусственным светом. Искусственное освещение промышленных зданий целесообразно для производств, требующих особого микроклимата и режима чистоты (точное машиностроение, радиоэлектроника). Выбор того или иного способа освещения промышленных зданий зависит от особенностей технологии производства, режима работы, климатического района строительства и др.

**Акустический режим. Производственные шумы,** возникающие при работе технологического оборудования, ухудшают условия труда, снижают его производительность и неблагоприятно воздействуют на человеческий организм. Санитарными нормами проектирования промышленных предприятий устанавливаются допустимые уровни шумов.

Для ослабления шума в источнике его возникновения предусматривают: изменение технологического процесса, установку менее шумного оборудования, применение глушителей, звукоизолирующих кожухов и др., предотвращающих распространение шума. Распространение шума ограничивают: изолируя шумные цехи от других помещений коридорами, санитарными узлами; размещая шумное оборудование в отдельных помещениях; устраивая звукоизолирующие кабины для дистанционного управления шумно работающими агрегатами. Шум в производственных помещениях ослабляют: используя стены, перегородки, перекрытия, обладающие достаточной звукоизоляцией; герметизируя уплотняющими прокладками притворы дверей и окон; облицовывая стены и потолки пористыми или волокнистыми плитами, поглощающими отраженную звуковую энергию.

Работа технологического оборудования нередко сопровождается одиночными или периодическими ударами, вызывающими сотрясения и **вибрации**, которые могут повредить конструктивные элементы здания и негативно отражаются на здоровье работающих. Для устранения вредных воздействий вибрации совершенствуют конструкцию технологического оборудования, устанавливают оборудование на самостоятельных фундаментах, укладывают между фундаментом и оборудованием амортизаторы из стальных пружин или упругих прокладок.

Необходимо также в промышленных зданиях с помощью архитектурно-планировочных мероприятий обеспечить **защиту от солнечной радиации**: ориентируя окна производственных помещений на северную сторону; уменьшая размеры окон, обращенных на юг; располагая здание таким образом,



чтобы его продольная ось лежала по направлению запад – восток, направляя остекленные поверхности фонарей на северную сторону.

## 4. Объемно-планировочные решения промышленных зданий

### 4.1. Объемно-планировочные решения одноэтажных промышленных зданий

Одноэтажные промышленные здания могут иметь простые и сложные формы в плане. Здания простой прямоугольной формы небольшие по размеру преобладают при павильонной (раздельной) застройке территории предприятия. В этом случае имеется потребность в междомовом транспорте, развитии территории, протяженности дорог и коммуникаций.

В настоящее время преобладающей является прямоугольная форма с большими размерами здания в плане (сплошной застройки), устраняющая недостатки раздельной застройки.

Здания сложных форм: П-образные, Ш-образные и гребенчатые, подобные Ш-образным, применяют только для аэрируемых цехов, имеющих большие тепло- и газовыделения (прокатные, прессовые, кузнечные и тому подобные цехи), поскольку развитый периметр позволяет организовать приток и удаление воздуха (рис.4.1).

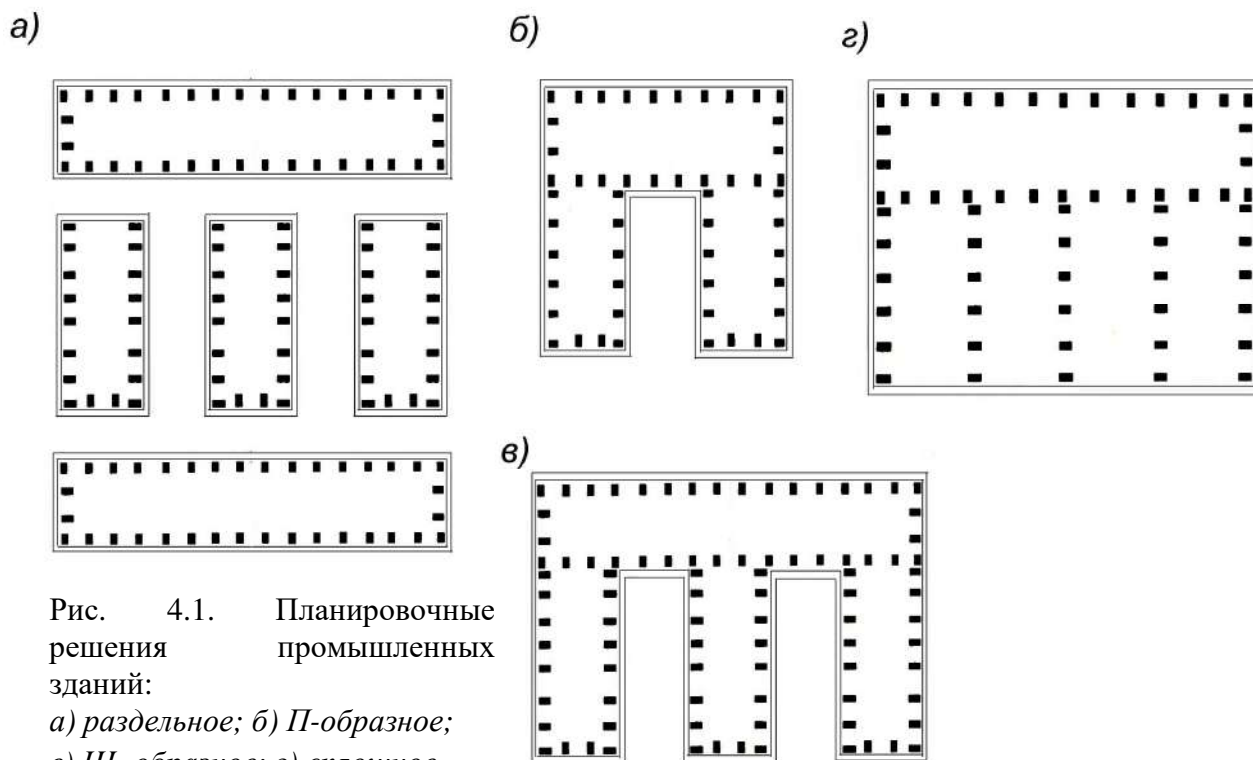


Рис. 4.1. Планировочные решения промышленных зданий:

а) раздельное; б) П-образное;  
в) Ш-образное; г) сплошное

В зависимости от характеристики технологического процесса одноэтажные промышленные здания по **объемно-планировочному решению** могут быть:

а) **Пролетного** типа. Их применяют в тех случаях, когда технологические процессы направлены вдоль пролета и обслуживаются кранами. Размеры пролетов 12 - 36м выбирают в зависимости от характера технологического процесса, габаритов размещаемого оборудования и изделий. Шаг внутренних вертикальных опор (колонн) принимают кратным 6 м, обычно 6 или 12м .

б) **Зального** типа. Их применяют тогда, когда технологический процесс связан с выпуском крупногабаритной продукции или установкой большеразмерного оборудования (ангары, цехи сборки самолетов, главные корпуса мартеновских и конверторных цехов и др.). Пролеты зданий зального типа могут быть 100м и более.

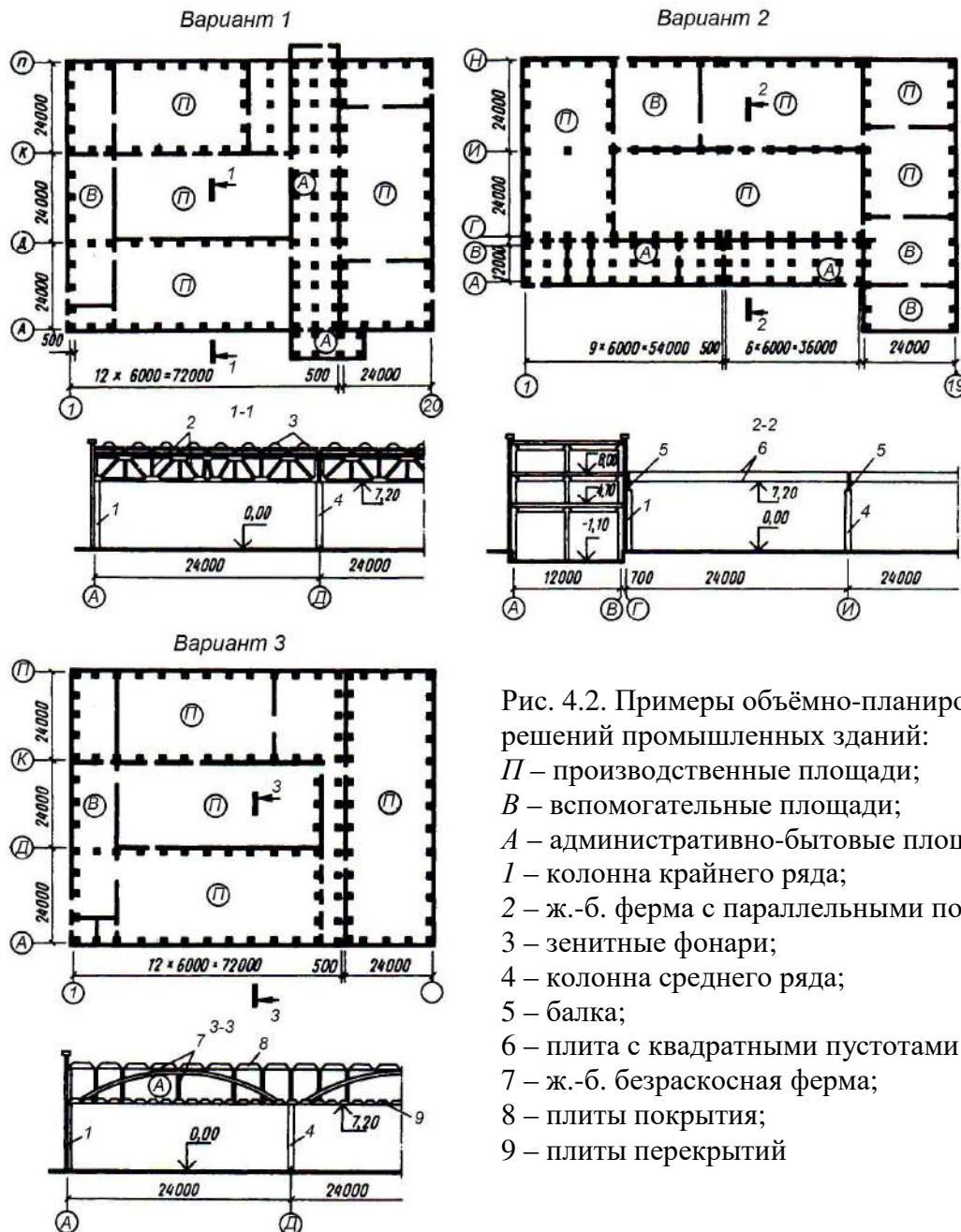


Рис. 4.2. Примеры объёмно-планировочных решений промышленных зданий:

- П – производственные площади;
- В – вспомогательные площади;
- А – административно-бытовые площади;
- 1 – колонна крайнего ряда;
- 2 – ж.-б. ферма с параллельными поясами;
- 3 – зенитные фонари;
- 4 – колонна среднего ряда;
- 5 – балка;
- 6 – плита с квадратными пустотами пролётом 24м;
- 7 – ж.-б. безраскосная ферма;
- 8 – плиты покрытия;
- 9 – плиты перекрытий

в) **Ячейкового** типа (в одноэтажных зданиях сплошной застройки с квадратной сеткой колонн). В зданиях ячейкового типа, которые получили название гибких или универсальных, наибольшее распространение имеют сетки колонн  $12 \times 12$ ,  $18 \times 18$ ,  $24 \times 24$ ,  $30 \times 30$  и  $36 \times 36$  м. В гибких цехах высоту всех пролетов принимают одинаковой, а в качестве подъемно-транспортных средств используют подвесные краны, конвейеры или напольные виды транспорта. Отличительной особенностью гибких цехов является то, что любые существенные изменения в технологическом процессе не отражаются на его объемно-планировочном и конструктивном решении.

г) **Комбинированного** типа. В зданиях комбинированного типа объемно-планировочное решение может сочетать признаки зданий пролетного и зального типов, пролетного и ячейкового типов и т. п.

#### 4.2. Объемно-планировочные решения многоэтажных промышленных зданий

Объемно-планировочное решение многоэтажных промышленных зданий получают путем блокировки объемно-планировочных элементов пролетного и ячейкового типа.

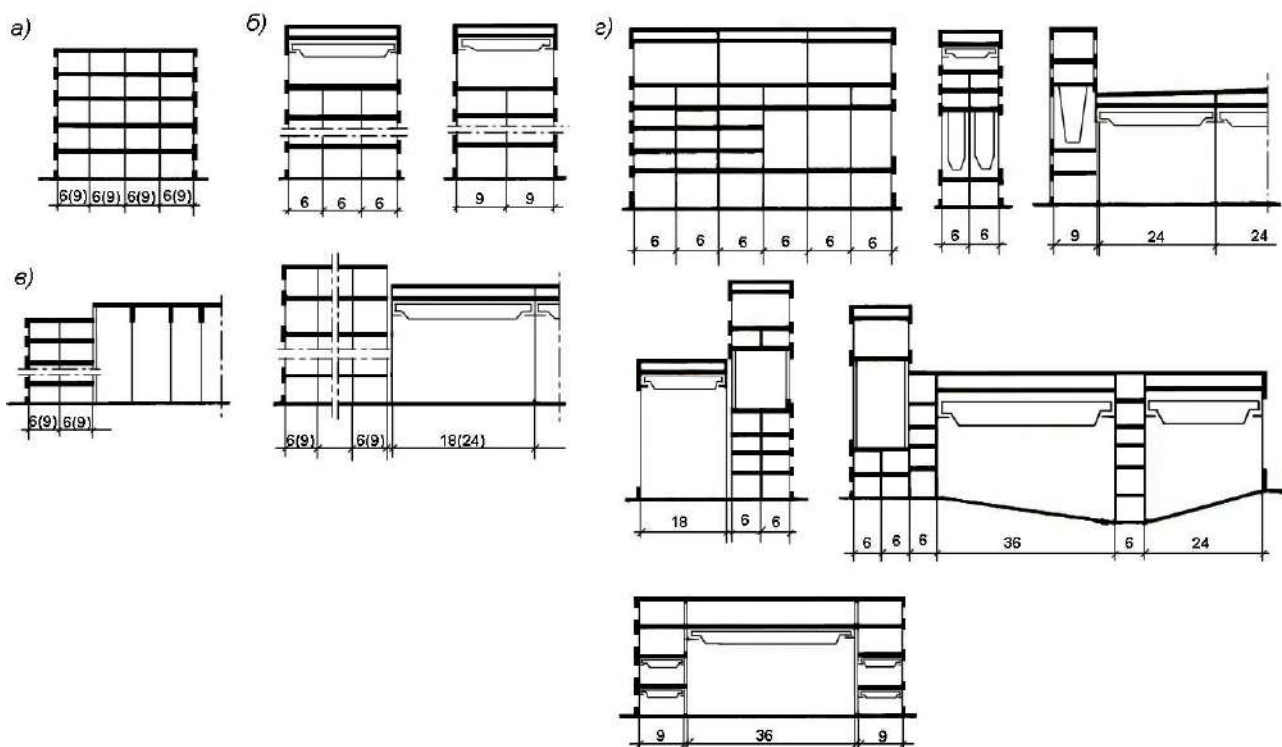


Рис. 4.3. Объемно-планировочные структуры многоэтажных промышленных зданий:  
*а* – регулярная; *б* – регулярная, но с увеличенными пролетами в верхнем этаже; *в* – регулярная сблокированная с одноэтажным зданием; *г* – нерегулярная

Различают три основные **объемно-планировочные структуры** многоэтажных промышленных зданий:

а) регулярную (рис. 4.3, а);

- б) регулярную, сблокированную с одноэтажными зданиями, или регулярную с помещениями больших пролетов, расположенных в верхнем этаже (рис. 4.3, б, в);
- в) нерегулярную (рис. 4.3, г).

Многоэтажные промышленные здания регулярного типа имеют ячею или пролетную структуру с сеткой колонн 6×6 или 9×6 м. Унифицированные типовые секции предусматривают сборный железобетонный каркас с сеткой колонн 6×6 или 9×6 м при высоте здания три - пять этажей с нагрузками на междуэтажные перекрытия 5000 - 25000 Н/м<sup>2</sup> (500 - 2500 кг/м<sup>2</sup>). Блокируя секции, можно получить разнообразные решения многоэтажных промышленных зданий.

Достаточно часто применяют в промышленном строительстве здания регулярной структуры, сблокированные с одноэтажными зданиями, или с помещениями больших пролетов, расположенных в верхнем этаже.

Блокирование многоэтажных зданий с одноэтажными применяют при сплошной застройке, что сокращает площадь территории, протяженность дорог и коммуникаций и в целом способствует снижению стоимости строительства.

В двухэтажных зданиях верхний этаж имеет более крупные пролеты, чем первый. На производственных площадях первого этажа обычно размещают технологическое оборудование, создающее большие статические и динамические нагрузки, на втором этаже – легкое оборудование, что позволяет сделать конструкцию междуэтажного перекрытия достаточно простой. В двухэтажных зданиях между первым и вторым этажом в некоторых случаях устраивают техническое пространство или технический этаж, который используют для размещения коммуникаций, воздухопроводов, камер кондиционирования воздуха, а также вспомогательных и складских помещений.

Многоэтажные промышленные здания с нерегулярной объемно-планировочной структурой, как правило, проектируют для угольной, коксохимической, горнорудной, целлюлозно-бумажной отраслей промышленности, на предприятиях цветной металлургии и др.

В этих отраслях промышленности технологический процесс связан с устройством встроенного оборудования бункеров, резервуаров и других подобных сооружений больших размеров, располагаемых на разных отметках. Эти устройства осложняют объемно-планировочные решения зданий. Здания с нерегулярной объемно-планировочной структурой часто блокируют с одноэтажными зданиями.

### **4.3. Унификация промышленных зданий и их конструкций**

#### **4.3.1. Унификация**

*Унификация* – это научно обоснованное сокращение числа общих параметров зданий и сооружений, а также их элементов путем устранения

функциональных различий между ними (таким образом, **унификация** – это приведение к единообразию размеров конструктивных элементов).

Унификация позволяет применять однотипные изделия в промышленных зданиях различного назначения. Ограничение количества размеров осуществляется на основе единой модульной системы в строительстве (ЕМС), т.е. совокупности правил координации размеров зданий и их элементов на основе кратности этих размеров установленной единице, т.е. модулю.

Шаг ( $a$ ), пролет ( $B_0$ ), высота ( $H_0$ ) этажа называются объемно-планировочными параметрами (рис.4.4). Шаг и пролет – расстояния соответственно между поперечными и продольными координационными осями здания. Высота этажа – расстояние от уровня пола до низа несущей конструкции покрытия (в одноэтажных зданиях) или расстояние между уровнями чистых полов (в многоэтажных зданиях).

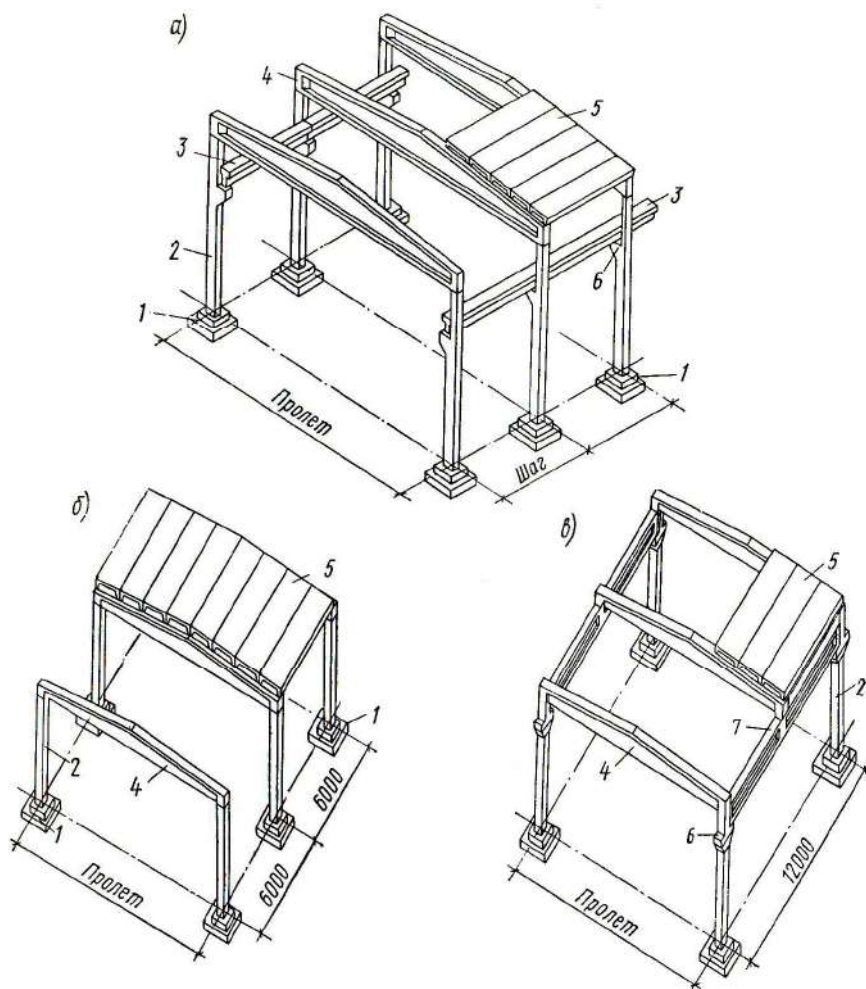


Рис. 4.4. Основные параметры объемно-планировочного решения промышленных зданий (шаг, пролет и высота):

*а* – схема здания с кранами; *б* – схема бескранового цеха при шаге 6 м; *в* – схема здания при шаге 12 м; 1 – фундаменты; 2 – сборные железобетонные колонны; 3 – подкрановые балки; 4 – несущие элементы покрытий (балки); 5 – панели покрытий; 6 – консоли колонн для опирания подкрановых балок или подстропильных балок; 7 – подстропильные балки

Часть здания, состоящая из нескольких объемно-планировочных элементов и расположенная между температурными швами, между температурным швом и торцом здания или между торцами здания (в зависимости от его размеров), называется температурным блоком.

Развитие унификации в нашей стране происходило поэтапно. На начальном этапе производился отбор и взаимоувязка линейных параметров зданий. На этой стадии для многих отраслей промышленности были разработаны габаритные схемы зданий, которые содержат схемы объемно-планировочных решений зданий с указанием размеров пролетов, шагов, высот до верха подкранового рельса и низа конструкций покрытия, а также типа и грузоподъемности крана и т. п.

В дальнейшем был осуществлен поиск путей перехода на пространственную и объемную унификацию зданий. В результате этой работы были разработаны унифицированные типовые секции (УТС). Так, для ряда предприятий машиностроительной промышленности были разработаны секции с размерами в плане 144×72 м, с высотой пролетов 10,8 м и с использованием мостовых кранов грузоподъемностью 10 и 20 т. Для ряда отраслей производства, где использование крупногабаритных УТС не оправдано, были разработаны унифицированные типовые пролеты (УТП).

Дальнейшее совершенствование унификации промышленных зданий было направлено на переход к межвидовой унификации, предполагающей объемно-планировочные и конструктивные решения, единые для производственных, общественных и сельскохозяйственных зданий.

Унификация объемно-планировочных и конструктивных решений возможна только при наличии координации размеров конструкций и размеров зданий на основе единой модульной координации размеров в строительстве (ЕСМК) с применением укрупненных модулей. В качестве основного модуля принят  $M = 100\text{ мм}$  (куб с размерами сторон 100 мм). В таблице 4.1 представлены размеры объемно-планировочных элементов зданий в соответствии с применяемыми и допускаемыми укрупненными модулями.

Таблица 4.1

**Размеры объемно-планировочных элементов зданий и укрупненные модули**

Предельные величины, мм	Укрупненный модуль	
	принимаемый	допускаемый
Модульные пролет $L_0$ и шаг $B_0$ : До 18000 Свыше 18000	30M 60M	15M 30M
Модульная высота этажа $H_0$ : До 3600 Свыше 3600	3M 6M	- 3M

В соответствии с установленной модульной координацией пролеты могут быть (м): 9; 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5; 18,0; 21,0; 24; 27; 30 и т.д.; высоты этажей (м)

– 3; 3,3; 3,6; 3,9; 4,2; 4,5; 4,8; и т.д. через 0,3м до 18м включительно. Допускается применение высоты этажей 2,8м, кратной основному модулю  $M = 100\text{мм}$ .

В многоэтажных зданиях выбор размеров пролета и шага колонн (сетки колонн) производят с учетом нормативной полезной нагрузки на 1 кв.м перекрытия. Так, при нагрузке до  $15\text{кН/м}^2$  применяют сетку колонн  $9 \times 6\text{м}$ , при нагрузках до  $30\text{кН/м}^2$  –  $6 \times 6\text{м}^2$ . Применение более крупных сеток колонн увязывают как с ограничением нагрузок на перекрытия, так и с количеством этажей. Например, при использовании сетки колонн до  $10\text{кН/м}^2$  количество этажей при сборных железобетонных каркасах не должно превышать шести.

#### 4.3.2. Привязка конструктивных элементов к разбивочным осям

Использование унифицированных объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий требует соблюдения единых правил привязки конструктивных элементов к разбивочным осям. Под размером привязки понимают расстояние от разбивочной оси до грани или геометрической оси сечения конструктивного элемента.

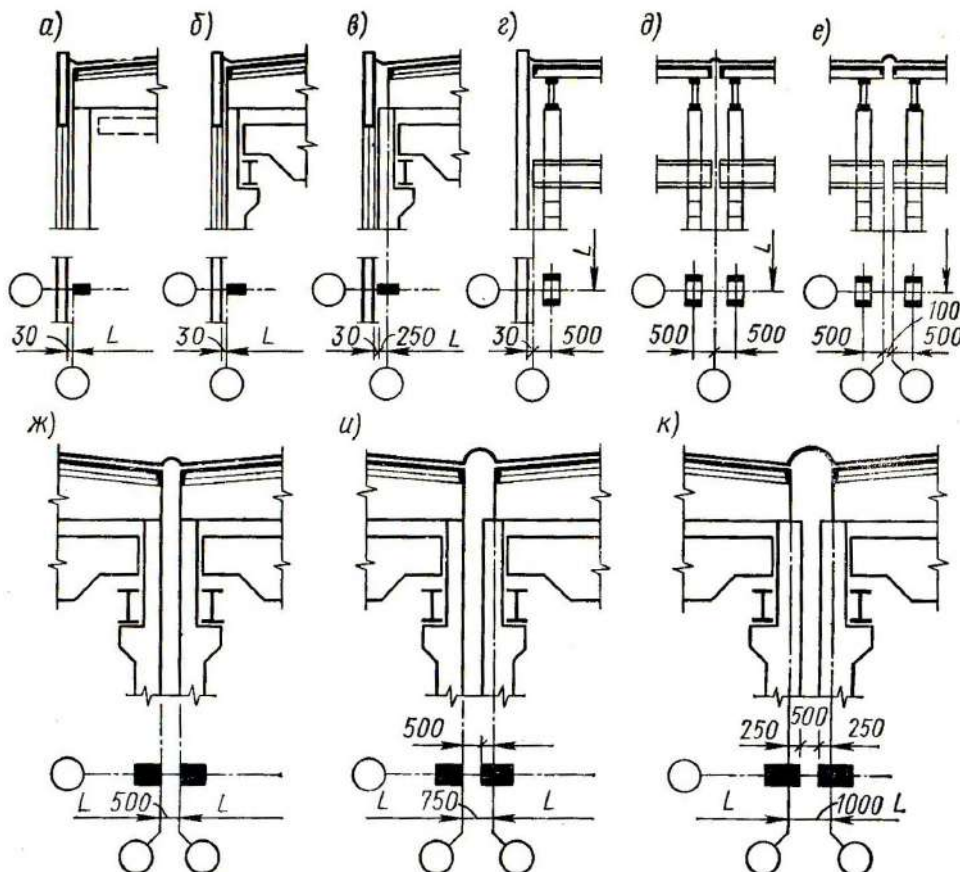


Рис. 4.5. Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям: а, б – нулевая привязка колонн и наружных стен к продольным разбивочным осям; в – то же, привязка «250»; г – привязка к поперечным разбивочным осям в торцах зданий; д, е – то же, в местах поперечных температурных швов; ж – к – привязка колонн и вставки между продольными осями в местах продольных температурных швов в зданиях с пролетами одинаковой высоты

В одноэтажных каркасных зданиях при привязке колонн крайних и средних рядов, наружных продольных и торцевых стен, колонн в местах устройства температурных швов, а также в местах перепада высот между пролетами и примыкания взаимно перпендикулярных направлений пролетов используют привязки «нулевая», «250» и «500» («600»)мм.

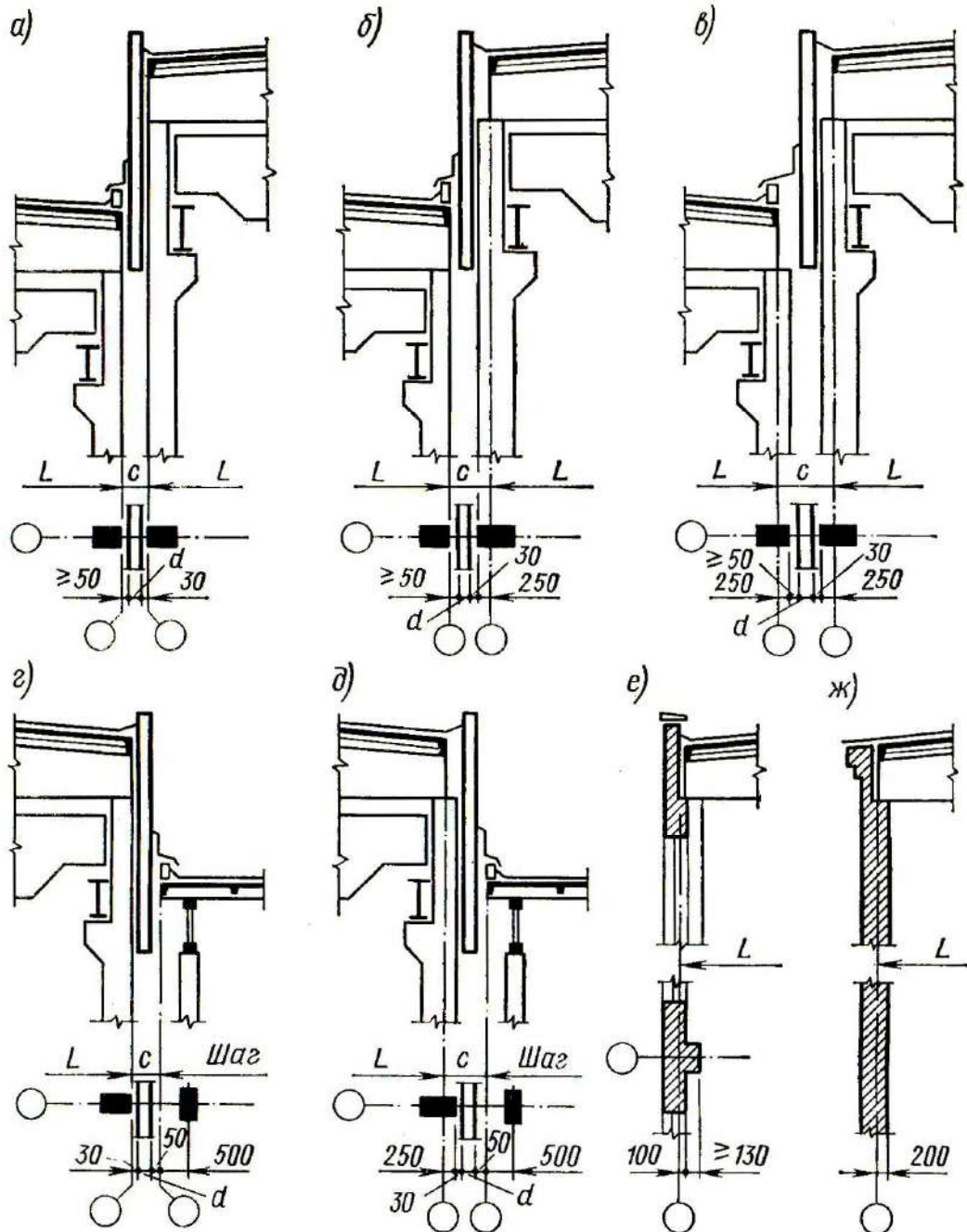


Рис.4.6. Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям:

*a- в* – привязка колонн и вставки между разбивочными осями в местах перепада высот параллельных пролетов; *г, д* – то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; *е, ж* – привязка несущих наружных стен

«Нулевую» привязку используют при всех видах материалов каркаса в бескрановых зданиях и в зданиях с подвесными и опорными кранами, если



высота от пола до низа несущих конструкций не превышает 14,4м, а грузоподъемность кранов – 32т. При «нулевой» привязке внешние грани колонн крайних продольных рядов (рис. 4.5, а, б) совмещают с разбивочными (координационными) осями.

При привязке «250» внешние грани колонн смещают наружу от разбивочной оси на 250мм (рис.4.5, в). Такая привязка допускается в зданиях с мостовыми кранами грузоподъемностью более 32т, при высоте пролета более 14,4м и шаге колонн 6м, а также в зданиях при шаге колонн 12м и высоте пролетов более 12м.

В торцах зданий геометрические оси сечения основных колонн средних и крайних рядов смещают от разбивочной оси внутрь на 500мм, а сама разбивочная ось совмещается с внутренней поверхностью торцевой стены.

Поперечный температурный шов между парными колоннами в зданиях с пролетами равной высоты устраивают с использованием привязки колонн к одной или двум разбивочным осям (рис. 4.5, д, е). Привязки к двум разбивочным осям применяют в зданиях со сборным железобетонным каркасом и при расстоянии между поперечными температурными швами более 144м. В обоих случаях привязка предусматривает смещение геометрических осей сечения колонн на 500мм в обе стороны от разбивочных осей.

Продольный температурный шов между парными колоннами в зданиях с пролетами равной высоты осуществляют, предусматривая две разбивочные оси со вставкой между ними (рис. 4.5, ж, и). Размер вставки зависит от способов привязок в примыкающих пролетах и может составлять 500, 750 и 1000мм. Привязку колонн разновысоких пролетов осуществляют к двум продольным разбивочным осям со вставкой между ними (рис. 4.6 а - в).

Привязка колонн к этим осям должна соответствовать правилам привязок «0» или «250». Размер вставки С (мм) должен быть кратным 50мм (но не менее 300 мм) и равняться сумме следующих размеров:

$$C = \langle 0 \rangle (\langle 250 \rangle) \times 1(2) + d + e + 50,$$

где d – толщина стены, мм; e – зазор между наружной гранью колонн повышенного пролета и внутренней плоскостью стены, мм, обычно e = 30мм; 50мм – зазор между наружной плоскостью стены и гранью колонн пониженного пролета.

В местах примыкания взаимно перпендикулярных пролетов привязку колонн осуществляют также к двум разбивочным осям со вставкой между ними (рис.4.6 з - д). Размер вставки С (мм) зависит от способа привязки в поперечном (более высоком) пролете («0» или «250») и может быть определен из выражения:

$$C = \langle 0 \rangle (\langle 250 \rangle) + d + e + 50.$$

Этот размер округляют до кратности 50 мм, и он не должен быть менее 300 мм.

При наличии продольного температурного шва между пролетами, примыкающими к перпендикулярному пролету, этот шов продлевают до пролета, где он будет поперечным швом. При этом вставка между

разбивочными осями в продольном и поперечном швах должна иметь одинаковую величину (500, 750 или 1000мм), а каждую из парных колонн по линии поперечного шва смещают с ближайшей парной оси на 500мм.

Несущие наружные стены привязывают к продольным разбивочным осям следующим образом. При опирании стропильных ферм (балок) на кирпичные стены толщиной 380мм или мелкоблочные стены 400мм внутренние плоскости стен смещают внутрь с разбивочных осей на 100мм. Для опирания несущих конструкций предусматривают пилястры, выступающие внутрь здания из плоскости стены не менее чем на 130мм. При большей толщине стен их привязки принимают равной 200мм, а надобность в пилястрах определяют из условия обеспечения устойчивости стен.

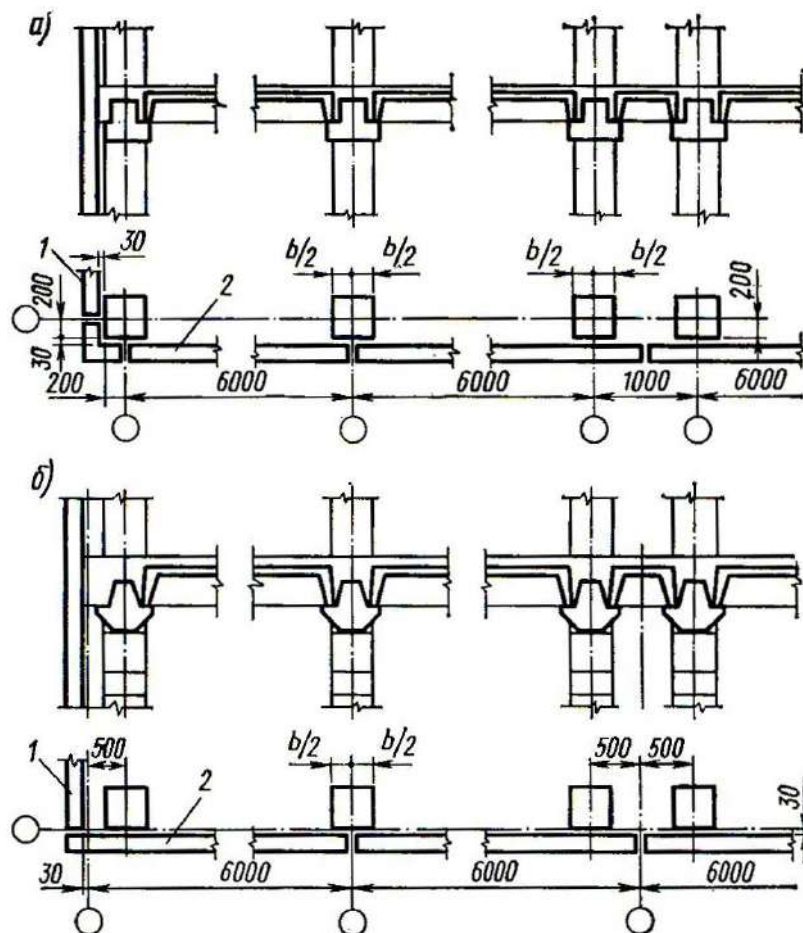


Рис.4.7. Привязка колонн и наружных стен многоэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям и в местах температурных швов: *а* - в зданиях с нормативными нагрузками на перекрытия 5...10 кН/м<sup>2</sup>; *б* - то же, с нагрузками 10...25кН/м<sup>2</sup>; 1 – торцевая стена; 2 – продольная стена

В *многоэтажных зданиях* с балочными перекрытиями размер привязки колонн крайних рядов к продольным разбивочным осям зависит от нормативных нагрузок на покрытия. Так, в зданиях с нагрузками на них 5 - 10кН/м<sup>2</sup> (500 - 1000кг/м<sup>2</sup>) внешнюю грань колонн смещают от разбивочной оси

наружу на 200мм, а между внутренней плоскостью стены и гранями колонн предусматривают зазор 30мм (рис. 4.7, *a*).

В зданиях с нагрузками на перекрытия 10 - 25кН/м<sup>2</sup> внешние грани колонн совмещают с разбивочной осью и оставляют зазор в 30мм между колоннами и стеной (рис.4.7, *б*).

В торцах многоэтажных зданий внешние грани колонн относят от крайних поперечных разбивочных осей на 200мм (рис. 4.7,*a*) или геометрические оси сечения крайних колонн смещают от разбивочных осей внутрь на 500мм (рис.4.7, *б*). В первом случае между внутренней плоскостью торцевой стены и внешней гранью колонн оставляют зазор 30мм, а во втором такой зазор предусматривают между стеной и разбивочной осью.

Поперечные температурные швы устраивают на двух рядах колонн со вставкой между ними размером 1000мм или без нее. В первом случае геометрические оси сечения парных колонн совмещают с разбивочными осями (рис.4.7, *a*), а во втором – температурный шов совмещают с одинарной разбивочной осью и каждую из парных колонн смещают от разбивочной оси на 500мм (рис. 4.7, *б*).

В многоэтажных и двухэтажных зданиях с укрупненными пролетами верхнего этажа привязку крайних колонн и наружных стен к продольным и поперечным разбивочным осям производят так же, как в одноэтажных зданиях.

Колонны средних продольных и поперечных рядов многоэтажных зданий различных конструктивных решений привязывают так, чтобы геометрические оси сечения колонн совпадали с разбивочными осями.

Геометрические оси сечения крайних и средних колонн в зданиях с безбалочными перекрытиями совмещают с разбивочными осями, а наружные стены и температурные швы привязывают согласно указаниям по применению этих конструкций.

В месте примыкания к одноэтажному зданию многоэтажного не допускается смещать разбивочные оси, перпендикулярные к линии пристройки и общие для обеих частей сблокированного здания. При этом вставку между разбивочными осями по линии поперечных температурных швов многоэтажного здания предусматривают тогда, когда нельзя смещать оси в обеих частях.

Размер вставки между параллельными крайними разбивочными осями по линии примыкания многоэтажного объема к одноэтажному принимают таким образом, чтобы в этом месте можно было использовать по возможности типовые стеновые панели (рядовые или доборные).

## 5. Конструкции промышленных зданий

### 5.1. Конструктивные системы и схемы промышленных зданий

Любое промышленное здание или комплекс должны представлять обоснованное сочетание технологических, инженерно-строительных, санитарно-гигиенических, экологических, архитектурных и экономических решений и в зависимости от назначения включать в себя две основные группы конструкций, получивших название несущих (составляющих несущий остов) и ограждающих. Несущий остов в большинстве случаев состоит из фундаментов, колонн и стоек (реже стен), несущих конструкций перекрытий и покрытий, подкрановых балок и связей. Ограждающие конструкции включают в себя наружные и внутренние стены, перегородки, заполнения световых и других проёмов (дверей, ворот), элементы покрытия и полы.

Проектирование различных зданий связано с обоснованным выбором их конструктивной системы и схемы.

**Конструктивная система** – совокупность несущих конструкций, обеспечивающая прочность, жёсткость и устойчивость здания. Конструктивная система органически связана с конструктивной схемой.

**Конструктивная схема** – вариант конструктивной системы, предопределяемой составом и размещением в пространстве основных несущих конструкций.

Конструктивные системы промышленных зданий подразделяются на каркасные, бескаркасные, с неполным каркасом, пространственные (рис. 3.6).

При определении конструктивной схемы каркасных зданий определяющим признаком является направление расположения ригелей. Различают конструктивные схемы с продольным расположением ригелей, с поперечным расположением ригелей, с перекрестным расположением ригелей, безригельные.

Конструктивные схемы бескаркасных зданий определяются направлением расположения несущих стен в здании. Различают конструктивные схемы с продольным расположением несущих стен, с поперечным расположением несущих стен, смешанные.

Большинство современных промышленных зданий возводятся каркасными. Каркасные системы наиболее рациональны при значительных статических и динамических нагрузках, характерных для промышленных зданий, и значительных размерах перекрываемых пролетов. **По характеру** работы каркасы зданий могут быть рамного, связевого и рамно-связевого типа. При рамной схеме каркаса пространственная жесткость здания обеспечивается работой самого каркаса, рамы которого воспринимают как горизонтальные, так и вертикальные нагрузки. При рамно-связевой схеме вертикальные нагрузки воспринимаются рамами каркаса, а горизонтальные – рамами и вертикальными связями (диафрагмами). В случае связевой схемы вертикальные нагрузки

воспринимаются колоннами каркаса, а горизонтальные – вертикальными связями.

**Одноэтажные промышленные здания.** Несущим остовом каркасных одноэтажных промышленных зданий являются поперечные рамы и связывающие их продольные элементы. Поперечная рама каркаса состоит из стоек (колонн), жестко заделанных в фундаменты, и ригелей (ферм и балок), являющихся несущими конструкциями покрытия. К продольным элементам каркаса относятся: фундаментные, обвязочные и подкрановые балки, несущие конструкции ограждающей части покрытия и специальные связи (между колоннами и между несущими конструкциями покрытия). Каркасный тип одноэтажных промышленных зданий наиболее широко распространен в промышленном строительстве.

*Бескаркасные* здания одноэтажных промышленных зданий с наружными несущими стенами применяются при небольших пролетах (до 12м) и отсутствии тяжелого подъемно-транспортного оборудования. Устойчивость наружных стен достигается устройством пилостр - местных утолщений стен, которые располагаются чаще всего в местах опирания несущих конструкций покрытия.

Здания с *неполным каркасом* включают наружные несущие стены и внутренние опоры (колонны, кирпичные столбы). Обычно такие здания имеют два и более пролета и оборудованы кранами небольшой грузоподъемности.

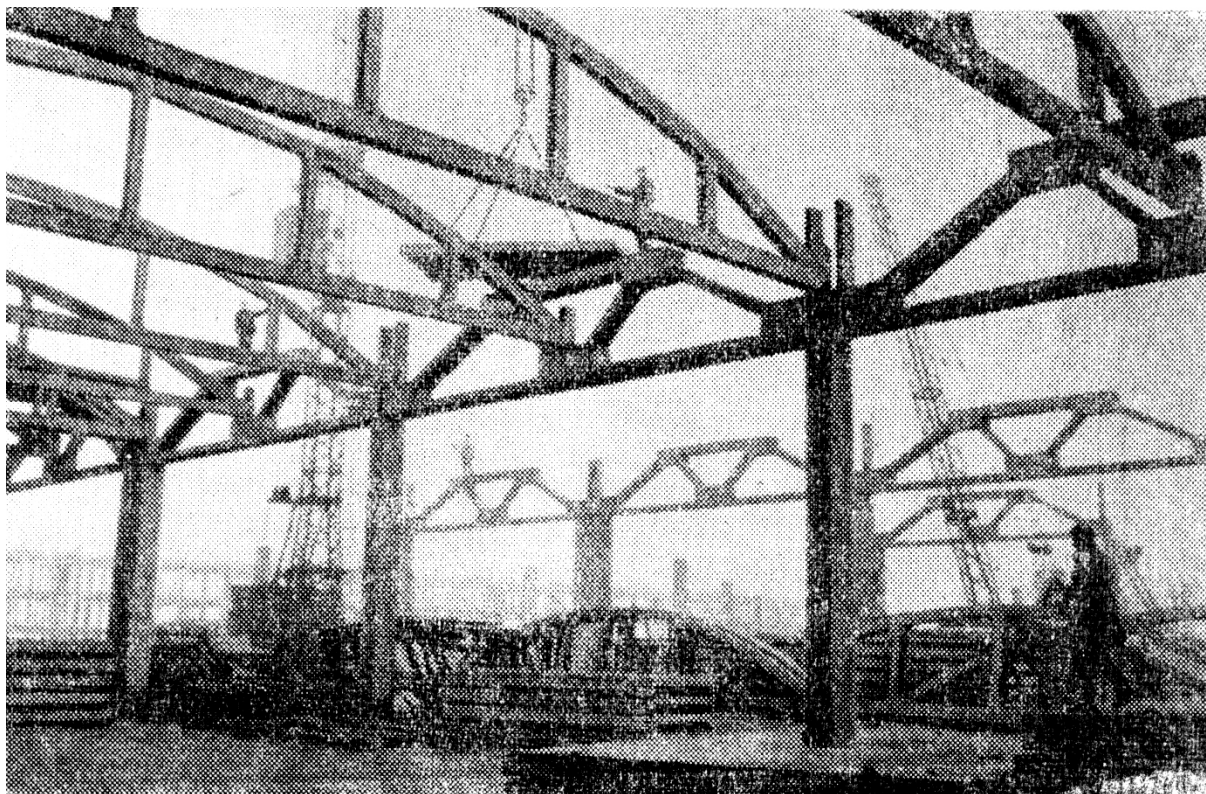


Рис. 5.1. Монтаж конструкций одноэтажного промышленного здания

**Многоэтажные промышленные здания** проектируют с полным каркасом и самонесущими или навесными наружными стенами; с неполным каркасом и несущими наружными стенами; с несущими стенами. Каркасы зданий выполняют в балочном (ригельном) и безбалочном вариантах. Основными элементами ригельных каркасов являются колонны, ригели, плиты перекрытий и связи. В безбалочных каркасах ригели отсутствуют, и плиты перекрытий опираются на капители колонн или непосредственно на колонны.

При выборе материалов для проектирования и строительства промышленных зданий необходимо учитывать следующие условия:

- ◆ размеры пролётов и шагов колонн;
- ◆ высоту здания;
- ◆ величины и характер нагрузок;
- ◆ параметры воздушной среды производства;
- ◆ наличие тех или иных агрессивных факторов;
- ◆ требования огнестойкости и долговечности;
- ◆ технико-экономические предпосылки.

## 5.2. Фундаменты и фундаментные балки

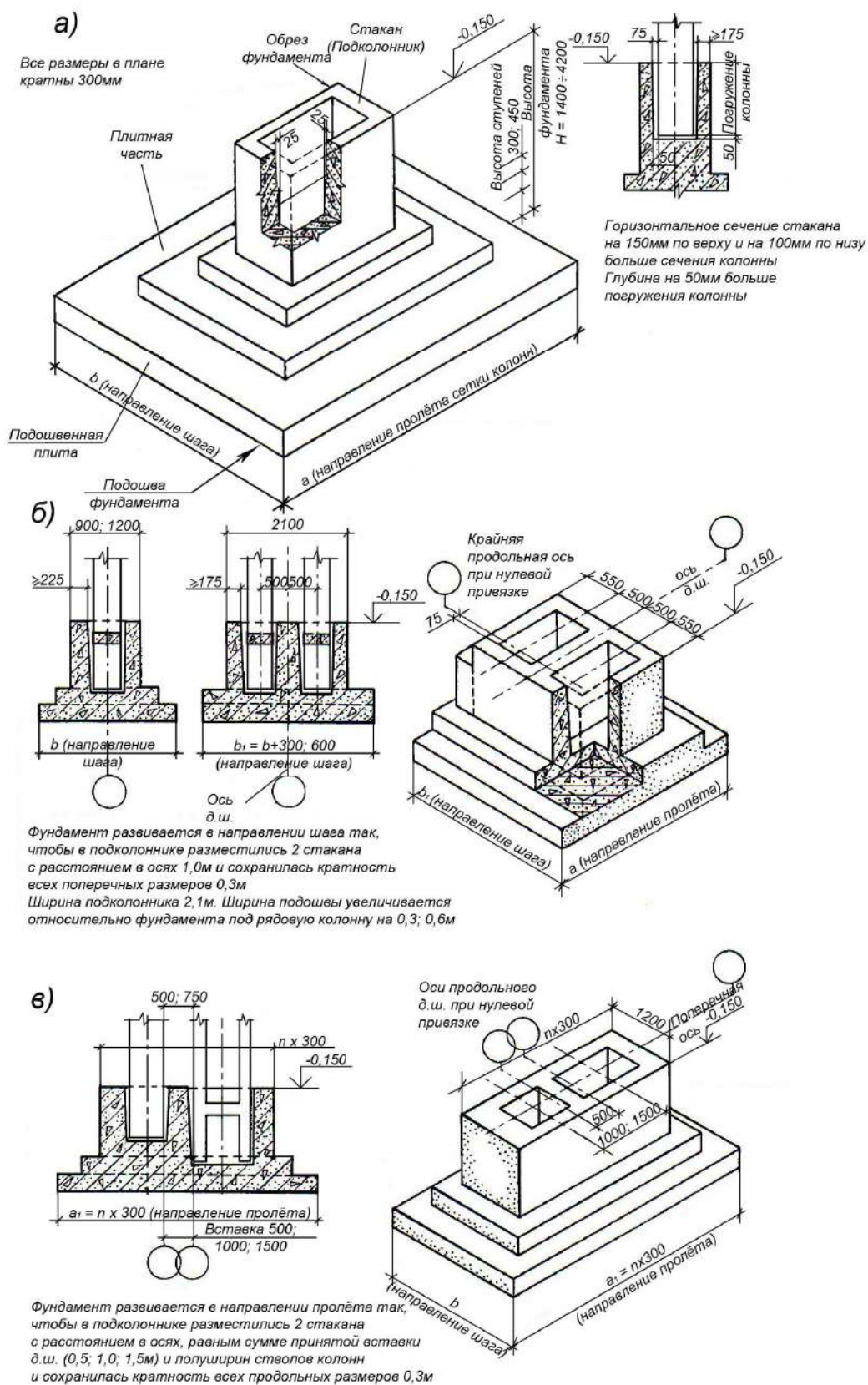


Рис. 5.2. Монолитные железобетонные фундаменты под железобетонные колонны:  
 а – общий вид и сечение; б – под спаренные колонны, устанавливаемые в поперечных деформационных швах; в – под две колонны, устанавливаемые в продольных деформационных швах

**По характеру конструктивного решения** и особенностям выполнения различают следующие типы фундаментов промышленных зданий: *ленточные, столбчатые, свайные*.

**По технологии возведения** фундаменты разделяются на *монолитные и сборные*.

**По величине заглубления** – на фундаменты *мелкого заложения и глубокого*.

Промышленные здания каркасного типа имеют столбчатые фундаменты.

Монолитный столбчатый фундамент под железобетонные колонны промышленных зданий (рис. 5.2) состоит из подколонника и одно-, двух- или трёхступенчатой плитной части. Фундаменты запроектированы в шести вариантах по высоте (1,5м и от 1,8 до 4,2м с интервалами 0,6м).

Обрез фундамента располагается на отметке –0,150м под железобетонные и на отметке – 0,7; 1,0м под стальные колонны.

Грунт, воспринимающий нагрузку, выравнивается и накрывается бетонной подготовкой толщиной 100мм из бетона класса В5. На бетонную подготовку ложится подошва фундамента. Высота ступеней плитной части 0,3 и 0,45м. Все размеры сечений в плане кратны 0,3м. Площадь сечения подколонников принята в шести вариантах от 0,9 × 0,9м. В последующих вариантах ширина сечения (в направлении шага колонн) принимается 1,2м, а высота (в направлении пролёта между колоннами) – от 1,2 до 2,7м.

Зазор между гранями колонн и стенами стакана принят по верху 75мм и по низу 50мм, а между низом колонн и дном стакана 50мм. Небольшой уклон стенок стакана упрощает распалубку. Минимальная толщина стенки стакана по верху 175мм обеспечивает ее прочность при монтажных и постоянных нагрузках. Заливка стаканов после установки колонн производится бетоном на мелком гравии.

В местах сопряжения двух смежных температурных блоков или пролетов разного направления устраивают температурные швы, поэтому под каждую из близко расположенных колонн требуется свой стакан. При отсутствии в номенклатуре нужного двухстаканного подколонника фундамент устраивают монолитный.

Плиты фундаментов армируют по низу подошвы сварными сетками. Подколонник армируют двумя вертикальными сетками, расположенными по коротким сторонам его сечения, а в пределах высоты стакана также горизонтально расположенными сварными сетками.

Фундаменты устраивают из бетона класса В 12,5, В15. Для рабочей арматуры применяется горячекатаная сталь классов А-П и А-П1.

*Сборные железобетонные фундаменты* изготавливают одноблочными или составными. Верхний элемент фундамента – подколонник опирают на один, два или три ряда фундаментных блоков. Нижний ряд блоков укладывают на песчаную подготовку, располагая их на расстоянии 600 мм один от другого. После установки подколонника пазы между подколонником и плитами зачеканивают.



Сборные фундаментные плиты располагаются на выравнивающем слое песка.

Фундамент под металлические колонны (рис. 5.3) выполняется столбчатым с подколонником сплошного сечения. Подколонник снабжается анкерными болтами, которые на нижних концах имеют крюки или анкерные плиты, а на верхних выступающих концах – винтовую нарезку для закрепления с помощью гаек стальной колонны на фундаменте. Верх подколонника располагают на отметке  $-0,600$  или  $-0,200$ . У колонны устраивают опорную базу – башмак. Под торец колонны укладывают стальной лист, обеспечивающий равномерную передачу нагрузки на большую площадь бетона фундамента. Базу, включая опорный лист и анкерные болты, заглубляют ниже отметки чистого пола и обетонируют. Площадь верхней грани подколонника принимают такой, чтобы от оси анкерных болтов до грани подколонника было не менее  $150\text{ мм}$ . Базы к фундаментам крепят анкерными болтами, заделываемыми в фундаменты при их изготовлении. Болты пропускают через опорную плиту и другие элементы базы. Высота подколонника принимается не менее  $700\text{ мм}$  и не менее  $35 - 40$  диаметров болта.

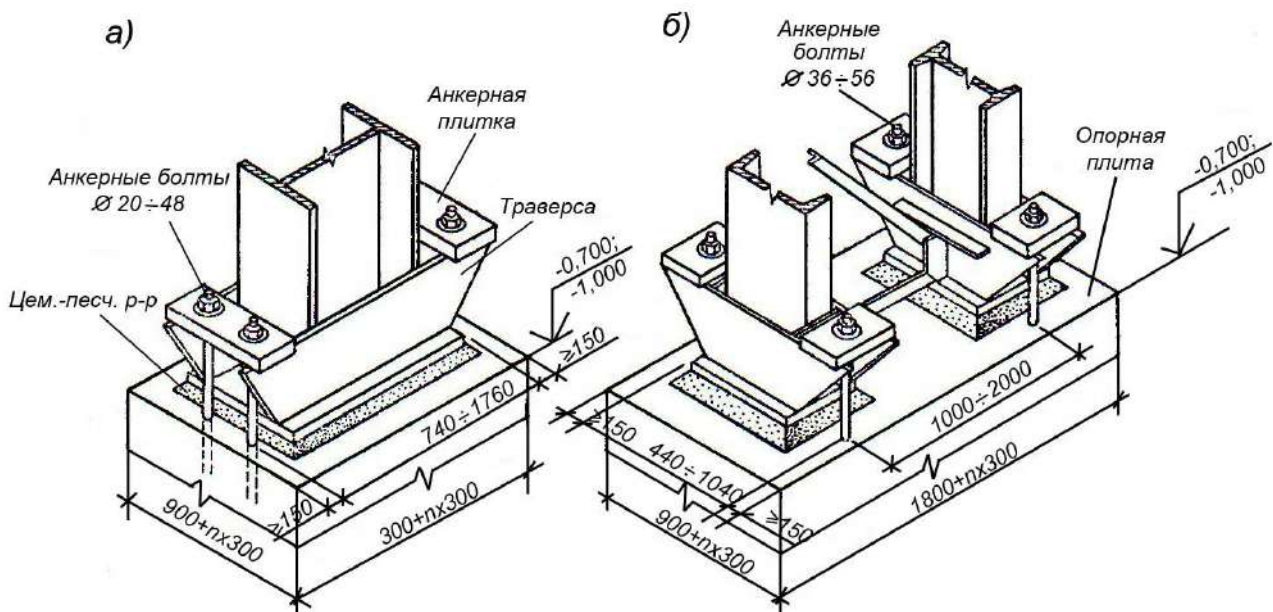


Рис. 5.3. Монолитные железобетонные фундаменты под стальные колонны:  
а – постоянного сечения; б - двухветвевые

Стены каркасных зданий опирают на **фундаментные балки** (рис.5.4), укладываемые между подколонниками фундаментов на специальные бетонные столбики.

В местах устройства ворот для въезда в цех автомобильного или железнодорожного транспорта фундаментные балки не укладывают. Железобетонная рама ворот и участки стен в пределах этого шага колонн опираются на монолитную подбетонку.

Железобетонные фундаментные балки имеют трапециевидное или тавровое сечение. Их размеры зависят от шага колонн. Балки, примыкающие к

температурному шву и торцевым стенам, укорачиваются на 500 мм. Верх фундаментных балок располагают на 30 мм ниже уровня пола. Устанавливают балки на подливку из цементно-песчаного раствора толщиной 20 мм. Таким же раствором заполняют зазоры между торцами балок и стенками подколонников.

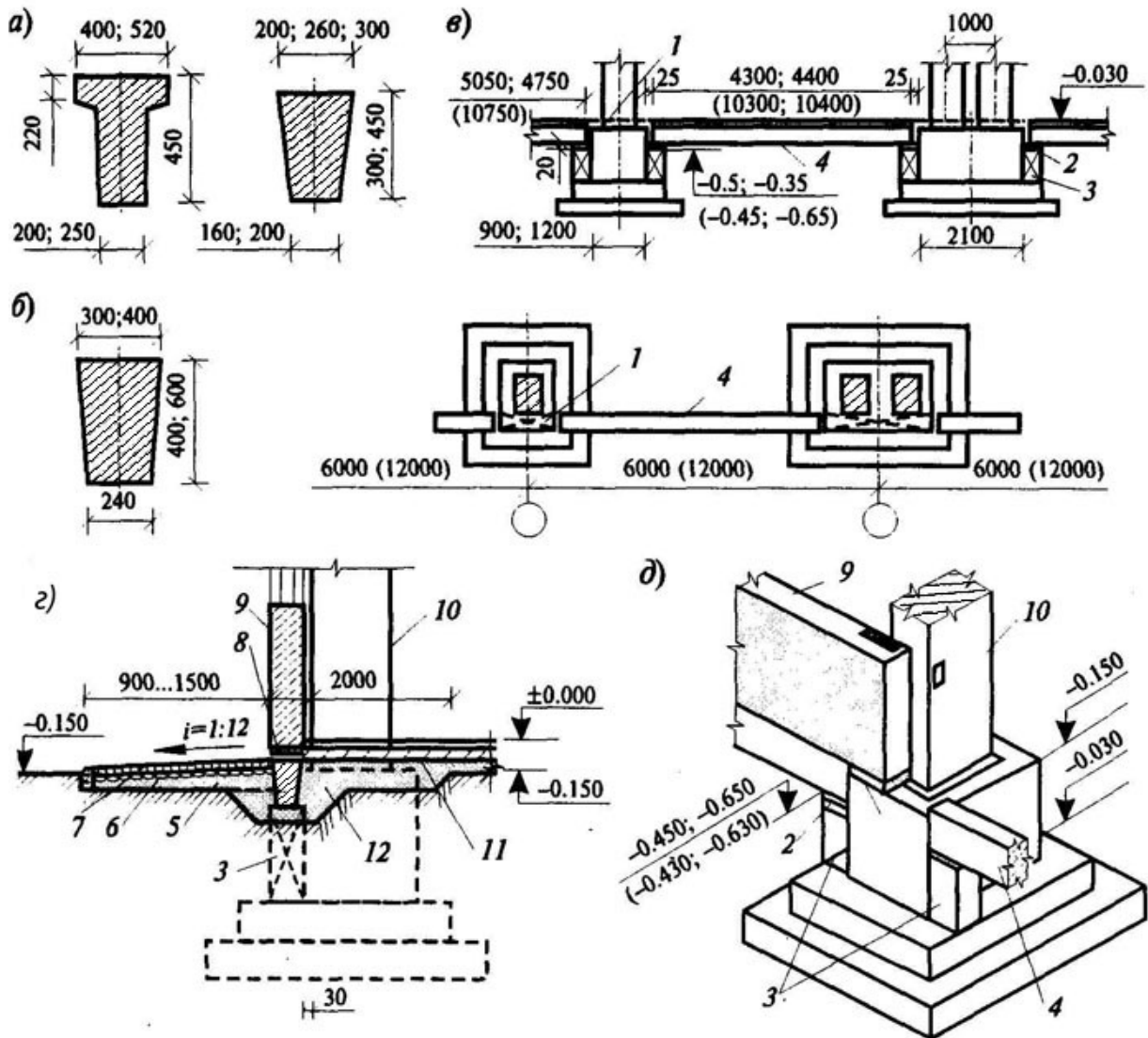


Рис. 5.4. Фундаментные балки:

*а* – таврового сечения при шаге колонн 6 м; *б* – трапецевидного сечения при шаге колонн 6 м; *в* – то же, при шаге 12 м; *г* – опирание балок; *д* – детали фундамента наружного ряда колонн; 1 – набетонка толщиной 12 см; 2 – слой раствора толщиной 20 мм; 3 – опорный столбик; 4 – фундаментная балка; 5 – песок; 6 – щебеночная подготовка (13-15 см); 7 – асфальт (1,5-2 см); 8 – гидроизоляция; 9 – стеновая панель; 10 – колонна; 11 – подстилающий слой; 12 – шлак

По фундаментным балкам устраивают гидроизоляцию стен, состоящую из одного-двух слоев рулонного водонепроницаемого материала на мастике. Во избежание деформации балок вследствие пучения грунтов снизу и с боков балок предусматривают подсыпку из шлака, песка или кирпичного щебня. Балки изготовляют из бетона класса В15-В30.

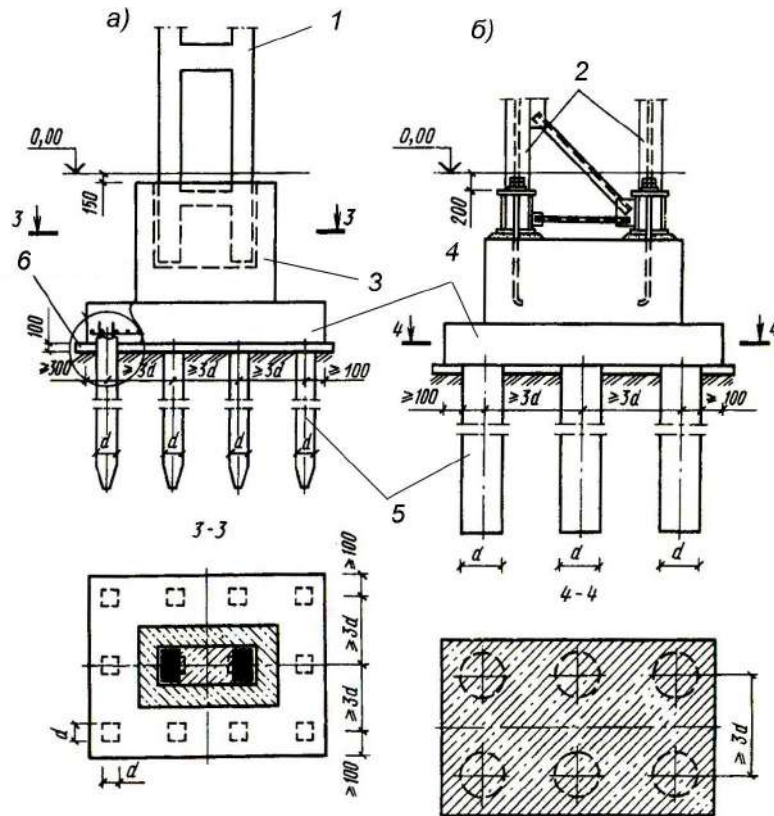


Рис. 5.5. Свайные фундаменты:

*а* – конструкция железобетонных забивных свай квадратного сечения; *б* – конструкция фундамента с применением буронабивных свай; 1 – железобетонная двухветвевая колонна; 2 – стальная двухветвевая колонна; 3 – подколонник (стакан фундамента); 4 – свайный ростверк; 5 – сваи; 6 – подготовка из тощего бетона

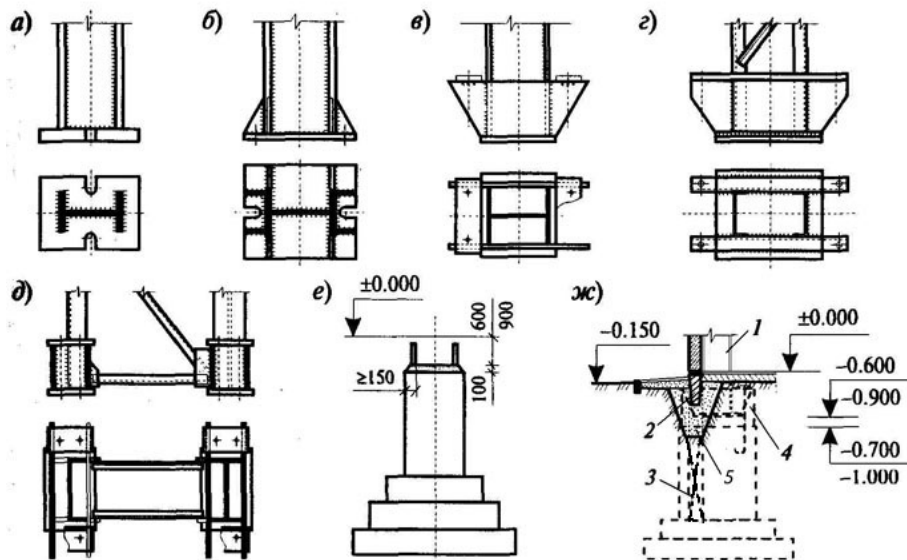


Рис. 5.6. База стальных колонн и способы опирания их на фундаменты:

*а*), *б*) база колонн с опорными плитами; *в*), *г*) то же, с траверсами; *д*) база двухветвевой колонны; *е*) фундамент под стальную колонну; *ж*) опирание стальной колонны и стены на фундамент и фундаментную балку; 1 – колонна; 2 – фундаментная балка; 3 – бетонный прилив; 4 – обетонка; 5 – засыпка шлаком

Свайные фундаменты (рис. 5.5) под колонны промышленных зданий состоят из забивных или набивных свай, поверх которых укладывают ростверк и железобетонный башмак со стаканом для заделки колонн. Свайные фундаменты устраивают в случае залегания у поверхности земли слабых грунтов и при наличии грунтовых вод.

### 5.3. Железобетонные каркасы одноэтажных зданий

**Железобетонный каркас.** Рамные железобетонные каркасы являются основной несущей конструкцией одноэтажных производственных зданий и состоят из фундаментов, колонн, несущих конструкций покрытия (балок, ферм) и связей (рис. 5.7).

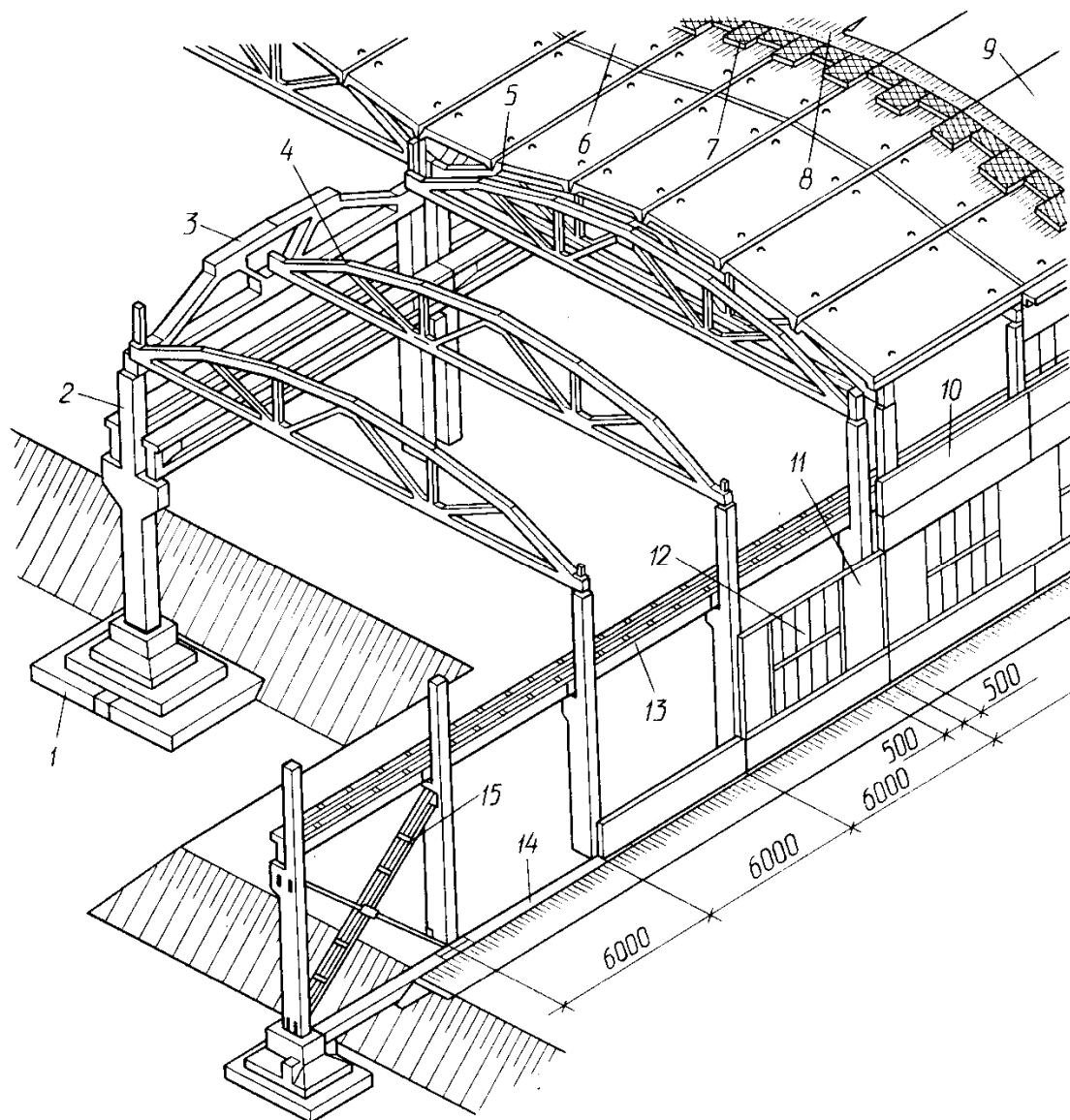


Рис. 5.7. Железобетонный каркас со стропильными фермами:

1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – подстропильная ферма; 4 – стропильная ферма; 5 – температурный шов; 6 – плита покрытия; 7 – утеплитель по пароизоляции; 8 – стяжка; 9 – кровельный ковер; 10 – стеновая панель; 11 – пристенок; 12 – окно; 13 – подкрановая балка; 14 – фундаментная балка; 15 – связи

Железобетонный каркас может быть монолитным, сборно-монолитным и сборным. Преимущественное распространение имеет сборный железобетонный каркас из унифицированных элементов заводского

1

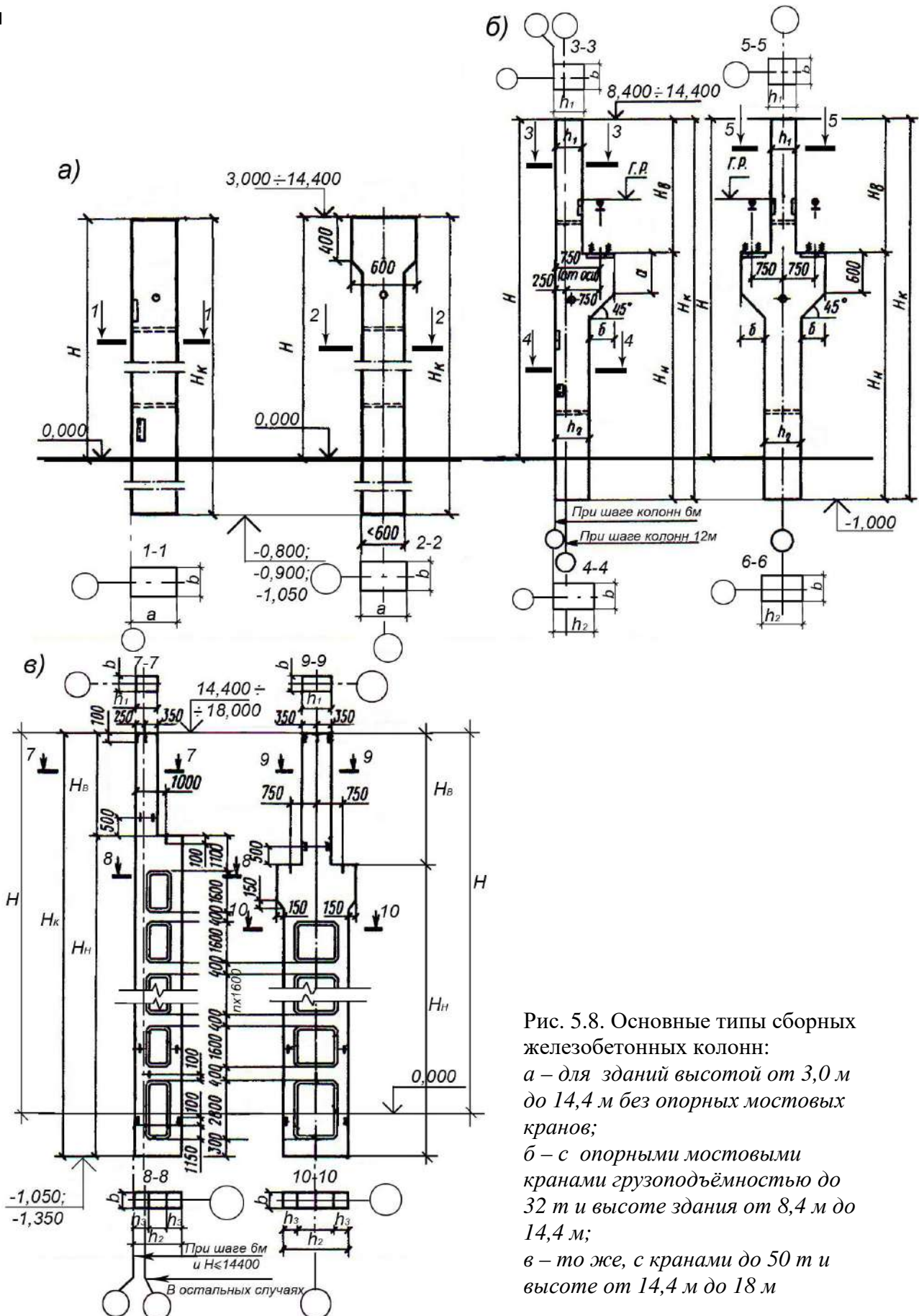


Рис. 5.8. Основные типы сборных железобетонных колонн:

а – для зданий высотой от 3,0 м до 14,4 м без опорных мостовых кранов;

б – с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 т и высоте здания от 8,4 м до 14,4 м;

в – то же, с кранами до 50 т и высоте от 14,4 м до 18 м

**Колонны.** В одноэтажных промышленных зданиях применяют обычно унифицированные сплошные железобетонные одноветвевые колонны прямоугольного сечения (рис. 5.8, а, б) и сквозные двухветвевые (рис. 5.8, в). Прямоугольные унифицированные колонны могут иметь размеры сечения: 400 × 400, 400 × 600, 400 × 800, 500 × 500, 500 × 800 мм; двухветвевые – 500 × 1000, 500 × 1400, 600 × 1900 мм и др.

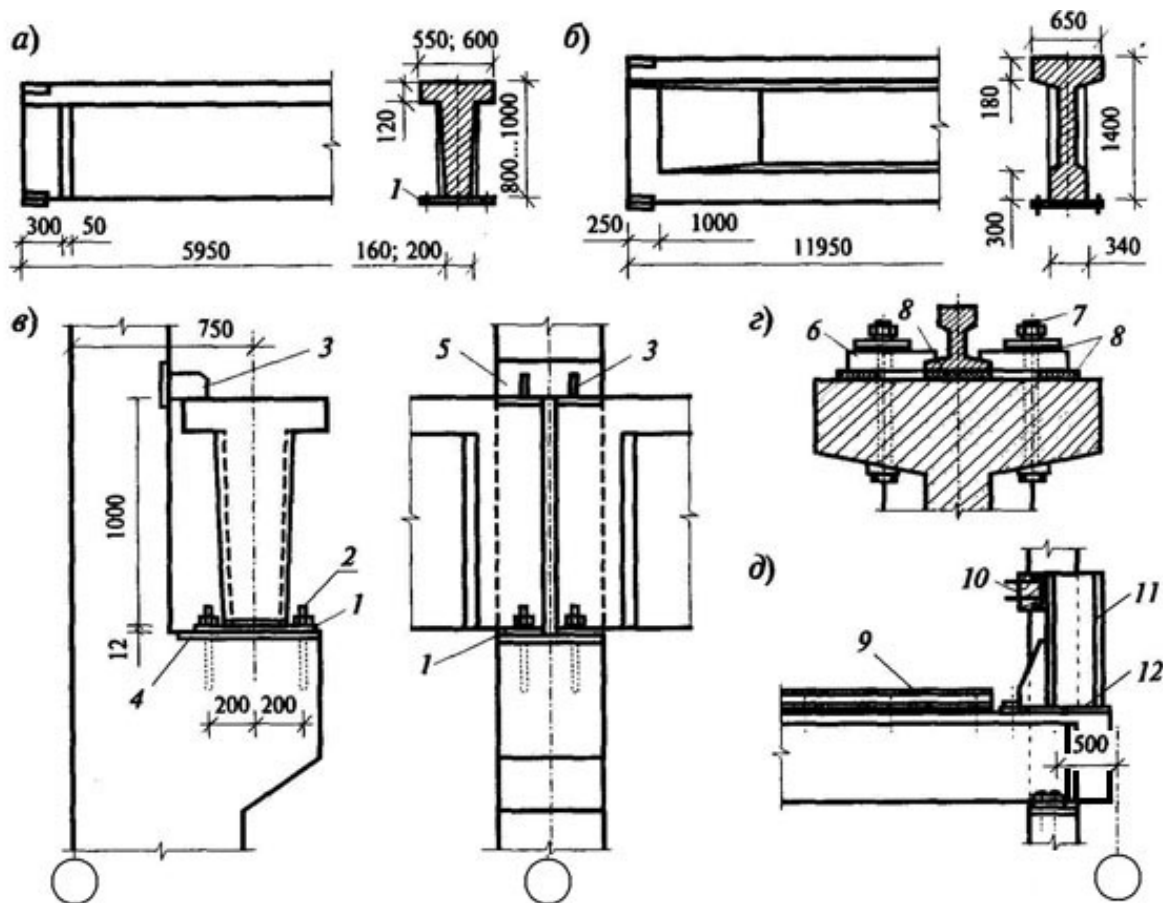


Рис. 5.9. Железобетонные подкрановые балки:

*а* – длина шага колонн 6 м; *б* – то же, 12 м; *в* – крепление балок к колоннам; *г* – крепление кранового рельса к балке; *д* – устройство упора для мостового крана; 1 – опорный стальной лист 160×12×500 мм; 2 – анкерный болт; 3 – стальная пластина 100×12 мм; 4, 5 – закладные элементы колонны; 6 – стальная лапка; 7 – болт; 8 – упругие прокладки толщиной 8 мм; 9 – крановый рельс; 10 – деревянный брус 200×200×360 мм; 11 – швеллер № 45 длиной 1228 мм; 12 – стальная пластина 12×300×970 мм

Железобетонные колонны одноэтажных зданий могут быть бесконсольными, применяемыми в помещениях без мостовых кранов (рис. 5.8, а) и с консолями, для опирания подкрановых балок (рис. 5.8, б, в). Чтобы придать зданию большую жёсткость, в зависимости от значения нагрузки и высоты помещения применяют двухветвевые колонны (рис. 5.8, в).

В бескрановых зданиях (и при наличии подвесного транспорта) высотой 3,6 ÷ 7,2 м шаг крайних и средних колонн – 6 м; при высоте 4,8 ÷ 9,6 м – шаг средних колонн 12 м. При наличии мостовых кранов колонны прямоугольного сечения приняты для зданий высотой 8,4; 9,6; 10,8 м; средние колонны могут

иметь шаг 6 и 12 м. В зданиях высотой 10,8; 12,6 и 14,4 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъёмностью до 30 т, и в зданиях высотой 16,2 и 18,0 м при кранах грузоподъёмностью до 50 т применяют двухветвевые колонны.

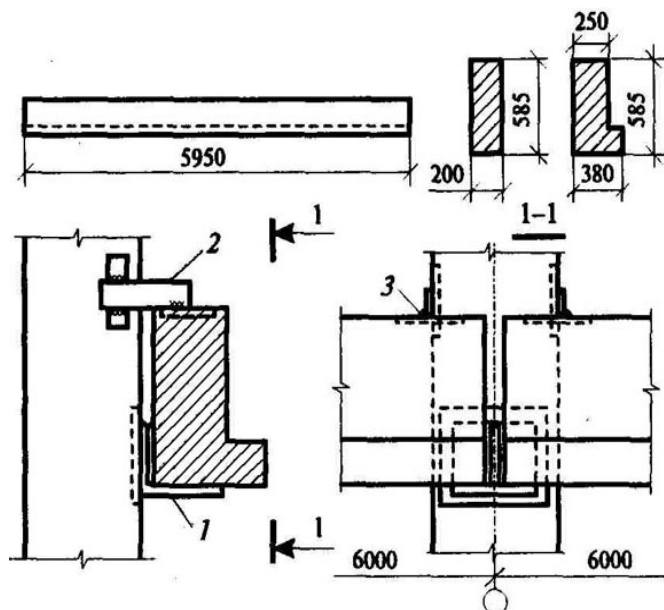


Рис. 5.10. Железобетонные обвязочные балки и крепление их к колоннам:  
1 – стальной опорный столик; 2 – стальная планка; 3 – сварка

Высоту колонн подбирают в зависимости от высоты помещения и глубины их заделки в стакане фундамента. Заделка колонн ниже нулевой отметки в зданиях без мостовых кранов равна 0,8 м (при высоте колонн от 3,0 до 6,0 м), 0,9 м (при высоте колонн от 7,2 до 9,6 м), 1,05 м (при высоте колонн от 10,8 до 14,4 м); в зданиях с мостовыми кранами: 1,0 м – для одноветвевых колонн прямоугольного сечения, 1,05 и 1,35 м – для двухветвевых колонн.

Для укладки подкрановых балок на колоннах устраивают подкрановые консоли. Верхнюю надкрановую часть колонны, поддерживающую несущие элементы покрытия (балки или фермы), называют надколонником. Для крепления несущих элементов покрытия к колонне в верхнем торце её анкерными болтами закрепляют стальной закладной лист. В местах крепления к колонне подкрановых балок и стеновых панелей располагают стальные закладные детали.

Колонны с элементами каркаса сопрягают сваркой стальных закладных деталей с последующим их обетонированием, причём в колоннах, расположенных по наружным продольным рядам, закладывают также стальные детали для крепления к ним крупногабаритных элементов наружных стен.

**Подкрановые балки.** Предназначены для опирания крановых рельсов, по которым перемещаются электрические мостовые краны. Эти балки являются также продольными элементами каркаса здания (рис. 5.9).

Применяют предварительно напряженные железобетонные подкрановые балки пролётом 6 и 12 м обычно высотой 800 или 1000 мм при шаге колонн 6 м и 1400 мм – при шаге 12 м, а также стальные подкрановые балки.

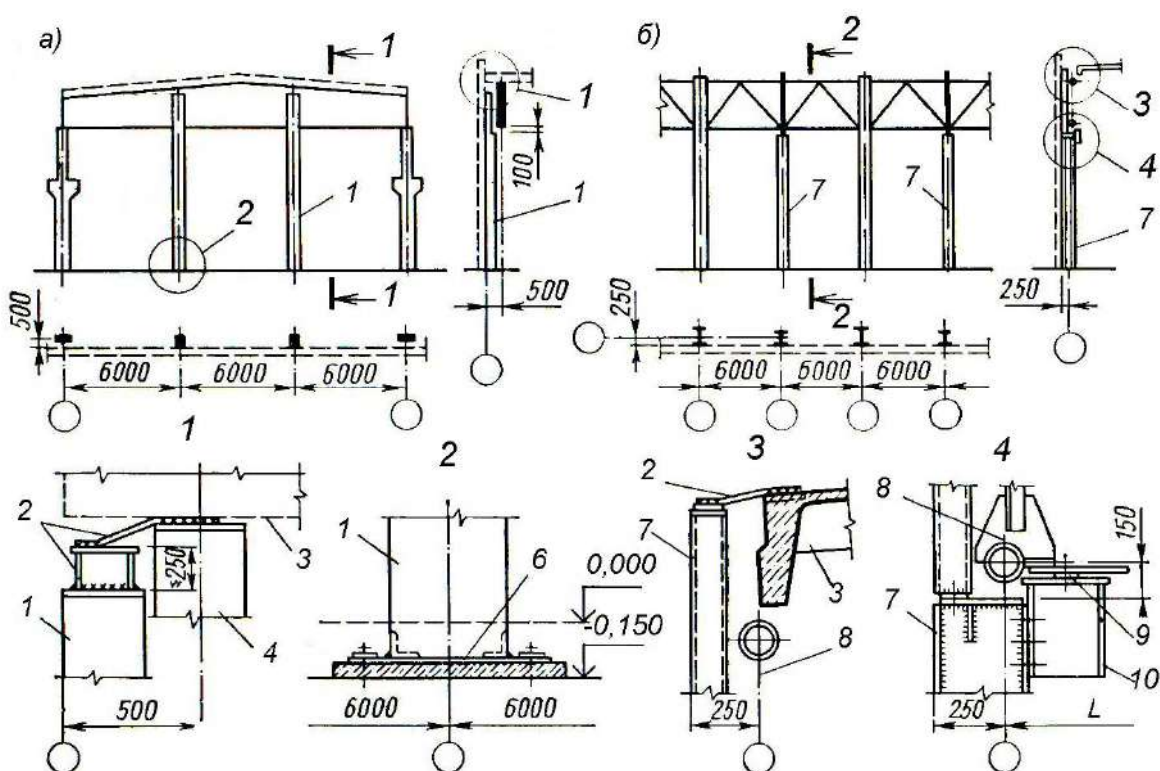


Рис. 5.11. Типы фахверковых колонн:

*а* – железобетонные торцевого фахверка; *б* – стальные колонны продольного фахверка; 1 – железобетонная колонна торцевого фахверка; 2 – соединительные элементы; 3 – ограждение покрытия; 4 – стропильная конструкция; 5 – бетон; 6 – стальная пластина толщиной 20 мм; 7 – стальная колонна продольного фахверка; 8 – ось распорки или вертикальной связи; 9 – монтажная прокладка; 10 – дугтавр № 30

**Обвязочные балки.** В ряде случаев возникает необходимость применения обвязочных балок, например, в каменных стенах в местах перепадов высот здания. Балки разработаны шириной 200 мм – для кирпичных стен толщиной 250 мм и стен из легковесных камней толщиной 190 мм; шириной 380 мм – для кирпичных стен толщиной 380 мм и стен из легковесных камней толщиной 390 мм (рис. 5.10).

**Фахверк.** В торцах здания применяют колонны вспомогательного каркаса, так называемого фахверка (рис. 5.11, 5.12). Этот каркас предназначен для восприятия значительных ветровых нагрузок и массы стенового заполнения при значительной его высоте и протяженности. В соответствии с унифицированными габаритными схемами зданий были разработаны типовые фахверковые колонны для использования их в унифицированных типовых секциях.

**Стальные связи железобетонного каркаса.** Система связей призвана обеспечить необходимую пространственную жесткость каркаса. В ее состав входят:

- вертикальные связи;
- горизонтальные связи по верхнему (сжатому) поясу ферм;
- связи по фонарям.



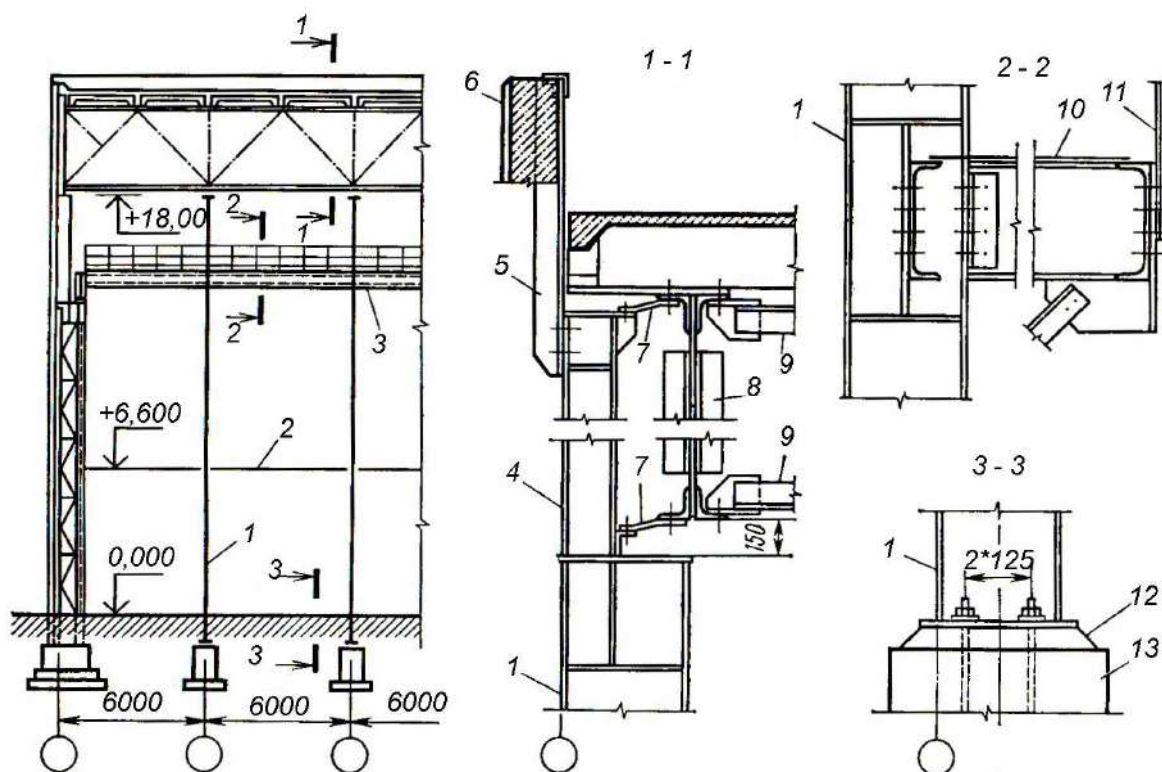


Рис. 5.12. Фахверк в стальном каркасе. Схема торцевого фахверка и узлы:

1 – стальная фахверковая колонна; 2 – ветровая ферма; 3 – ремонтная площадка крана; 4 – надставка; 5 – насадка; 6 – парапет; 7 – стальные пластины; 8 – стропильная ферма; 9 – связи по верхнему и нижнему поясам ферм; 10 – рифленая сталь; 11 – ограждение; 12 – цементно-песчаный раствор; 13 – фундамент

#### Вертикальные связи располагают:

– между колоннами в середине температурного блока в каждом ряду колонн: при шаге колонн 6 м – крестовые; 12 м – порталные. В зданиях бескрановых и с подвесными кранами связи ставят только при высоте колонн 9,6 м. Выполняют связи из уголков или швеллеров и крепят к колоннам с помощью косынок (рис. 5.13).

– между опорами ферм и балок связи ставят в крайних ячейках температурного блока в зданиях с плоским покрытием. Без подстропильных конструкций – в каждом ряду колонн, с подстропильной конструкцией – только в крайних рядах колонн.

Вертикальные связи, расположенные между колоннами здания, придают жёсткость и геометрическую неизменяемость каркасу в продольном направлении (рис. 5.13).

В зданиях без мостовых кранов и с подвесным транспортом высотой до 10, 8 м связи между колоннами можно не устраивать. В зданиях большей высоты предусматривают крестовые или порталные связи между колоннами в середине каждого температурного блока

Крестовые связи применяют при шаге 6 м, порталные – при 12 м. Их выполняют из прокатных уголков и соединяют с колоннами путем сварки косынок связей с закладными деталями.

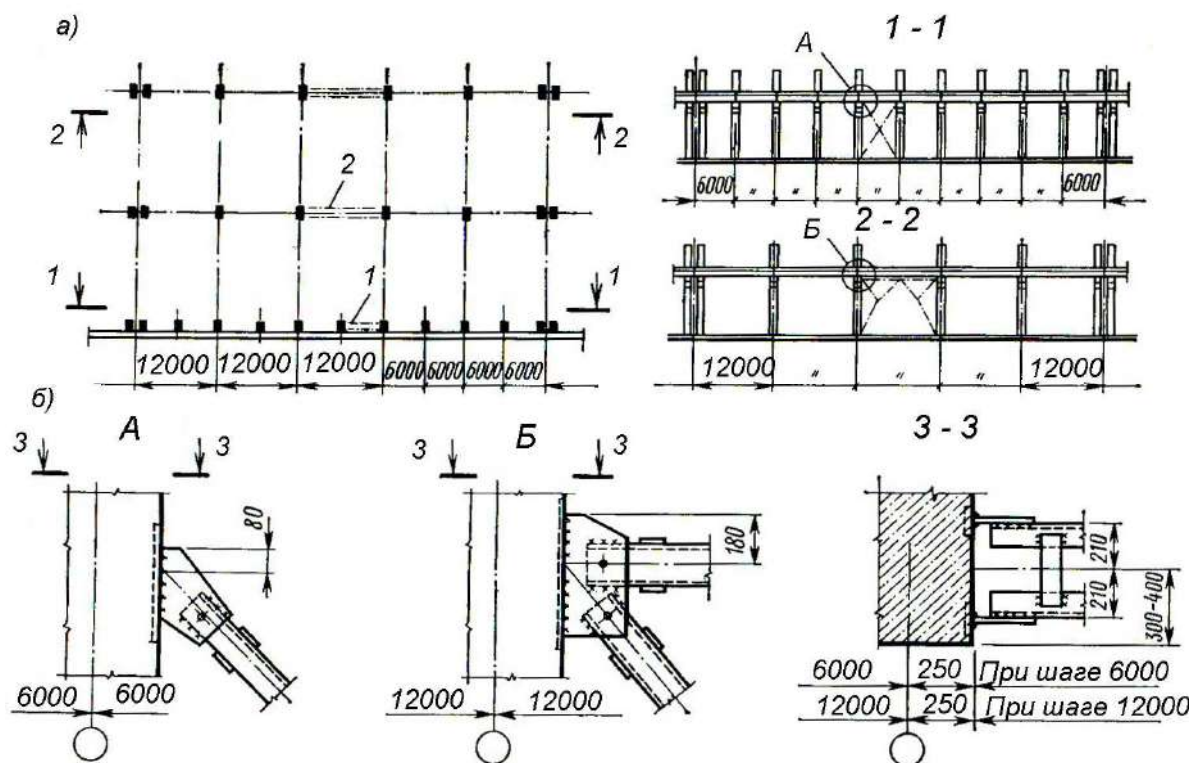


Рис. 5.13. Связи между железобетонными колоннами:  
 1 – связи крестового типа; 2 – то же, порталного

*Горизонтальными связями являются:*

- плиты покрытия;
- в торцах фонарных проемов устойчивость стропильных балок и ферм обеспечивается горизонтальными крестовыми связями, установленными в уровне верхнего пояса, в последующих пролетах (под фонарями) – стальными распорками;
- при больших пролетах и высоте здания на уровне нижнего пояса ферм устраивают горизонтальные связи между крайними парами ферм, находящимися в торцах здания;
- в зданиях с шагом крайних и средних колонн 12 м предусматриваются горизонтальные фермы в торцах (по две в каждом пролете на температурный блок). Эти фермы стоят на уровне нижнего пояса стропильных ферм.

**Плоскостные несущие конструкции покрытий** включают в себя балки, фермы, арки и подстропильные конструкции.

**Железобетонные балки покрытий.** В качестве несущих конструкций используют железобетонные предварительно напряженные балки чаще всего пролетом 12 м для односкатных и плоских покрытий (рис. 5.15, б), двускатные решетчатые пролетом 12 и 18 м (рис. 5.15, а) – обычно при наличии подвесных кранов.

Односкатные балки предназначены для зданий с наружным водоотводом; двускатные можно применять в зданиях как с наружным, так и с внутренним водоотводом. Уширенную опорную часть балки прикрепляют к колонне шарнирно посредством анкерных болтов, выпущенных из колонн и

проходящих через опорный лист, приваренный к балке.

Балки стропильные железобетонные двутавровые (рис. 5.15, в) разработаны предварительно напряжёнными номинальной длиной 18 м. Балки можно устанавливать через 6 и 12 м. В последнем случае они применяются совместно с подстропильными балками и укладываются на их горизонтальный верхний пояс. Конструкция балок допускает крепление к ним подвешенного транспорта грузоподъёмностью до 5 т. По технико-экономическим показателям балки с двутавровым сечением – одни из самых эффективных конструкций. Однако по сравнению с железобетонными фермами возможность пропуска коммуникаций выше уровня верха колонн значительно ограничена.

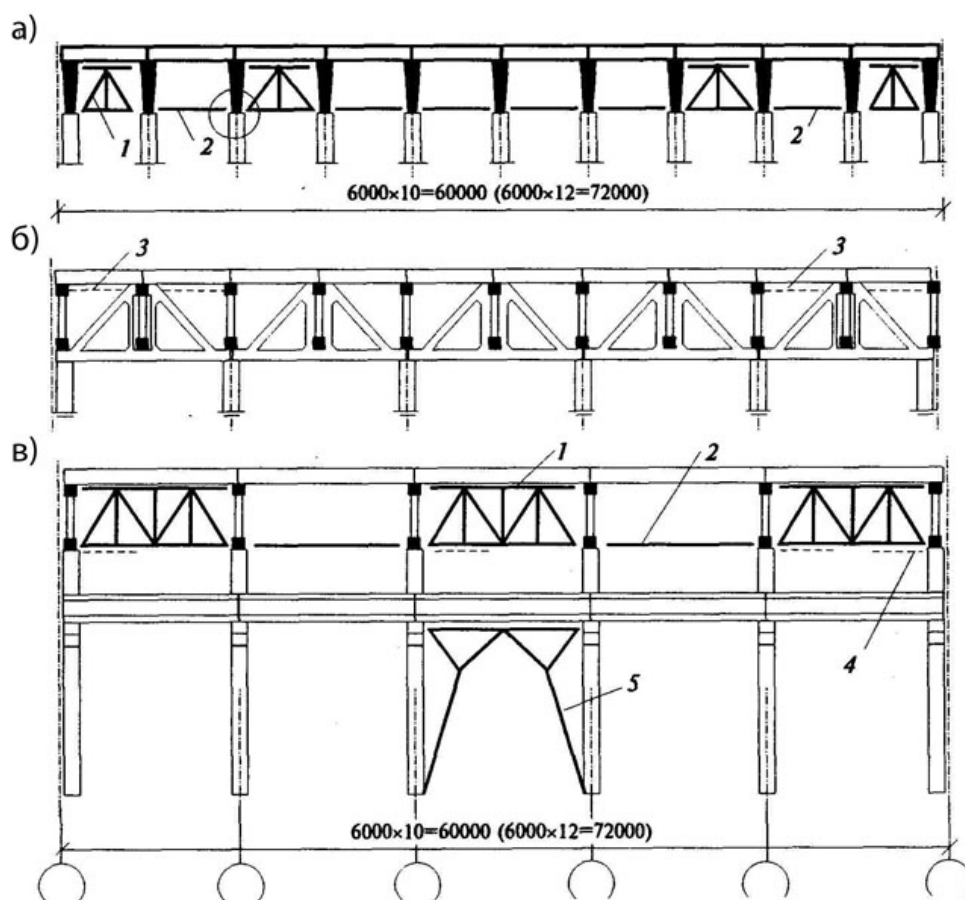


Рис. 5.14. Связи в покрытиях при железобетонных стропильных конструкциях: а) при шаге 6 м в бескрановых зданиях без подстропильных конструкций; б) то же, с подстропильными конструкциями; в) при шаге 12 м в зданиях с мостовыми кранами; 1 – вертикальная связь по фермам; 2 – распорка; 3 – горизонтальная распорка по подстропильным фермам; 4 – горизонтальная ферма в торцах; 5 – связь по колоннам

**Железобетонные фермы покрытий.** Очертание ферм покрытия зависит от вида кровли, расположения и формы фонаря и общей компоновки покрытия. В зависимости от очертания верхнего пояса различают фермы сегментные, арочные (безраскосные), с параллельными поясами, полигональные и треугольные (рис. 5.16).

Для зданий пролётом 18 м и более применяют железобетонные

предварительно напряженные фермы из бетона классов В30; В40; В50. Фермы предпочтительнее балок при наличии различных санитарно-технических и технологических сетей, удобно располагаемых в межферменном пространстве, и при значительных нагрузках от подвешного транспорта и покрытия.

Для покрытий зданий пролётом 18 и 24 м часто применяют типовые безраскосные фермы для зданий со скатной и малоуклонной кровлей (рис. 5.16, б). Эти фермы обладают определенными преимуществами: удобным пропуском коммуникаций, особенностями технологий изготовления. Для пролётов 18 и 24 м применяют также раскосные фермы сегментного очертания (рис. 5.16, а). Фермы с параллельными поясами применены на многих действующих предприятиях при пролётах зданий 18 и 24 м и шаге 6 и 12 м.

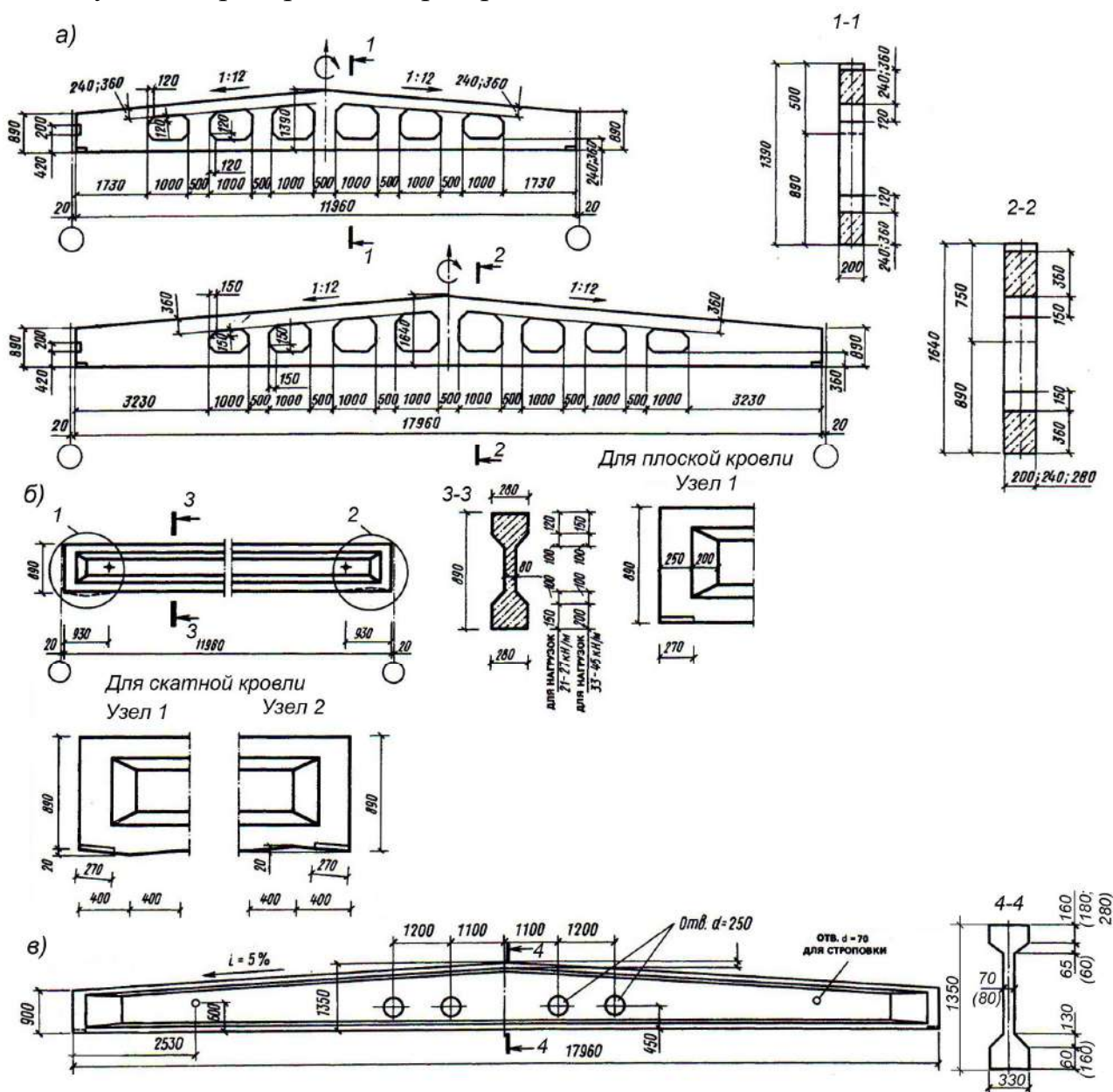


Рис.5.15. Железобетонные стропильные балки покрытий:

а – решётчатые для скатных кровель (серия 1.462.1-3/80, вып 1);

б – сплошные балки с параллельными поясами для плоской и скатной кровли (серия 1.462.1-1/81, вып.1); в – балки двутавровые пролётом 18 м (серия 1.462.1-16/88, вып. 1)

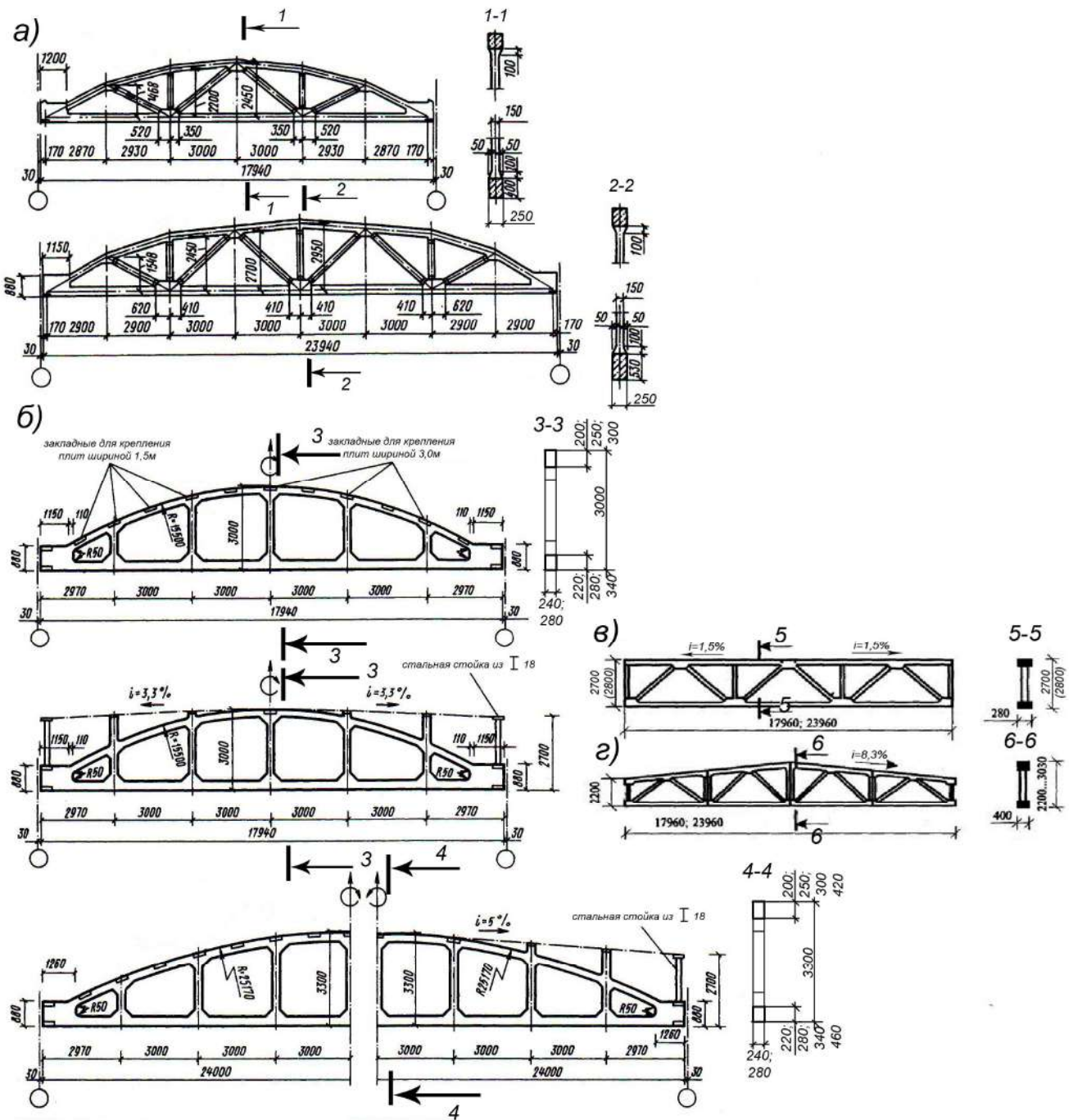


Рис. 5.16. Железобетонные стропильные фермы:

- а) сегментные раскосные (серия ПК-01-129/78, вып.2,4);
- б) сегментные безраскосные (серия 1.463-3, вып.9 вариант при скатных кровлях и вариант при малоуклонных кровлях);
- в) с параллельными поясами;
- г) полигональные сборные

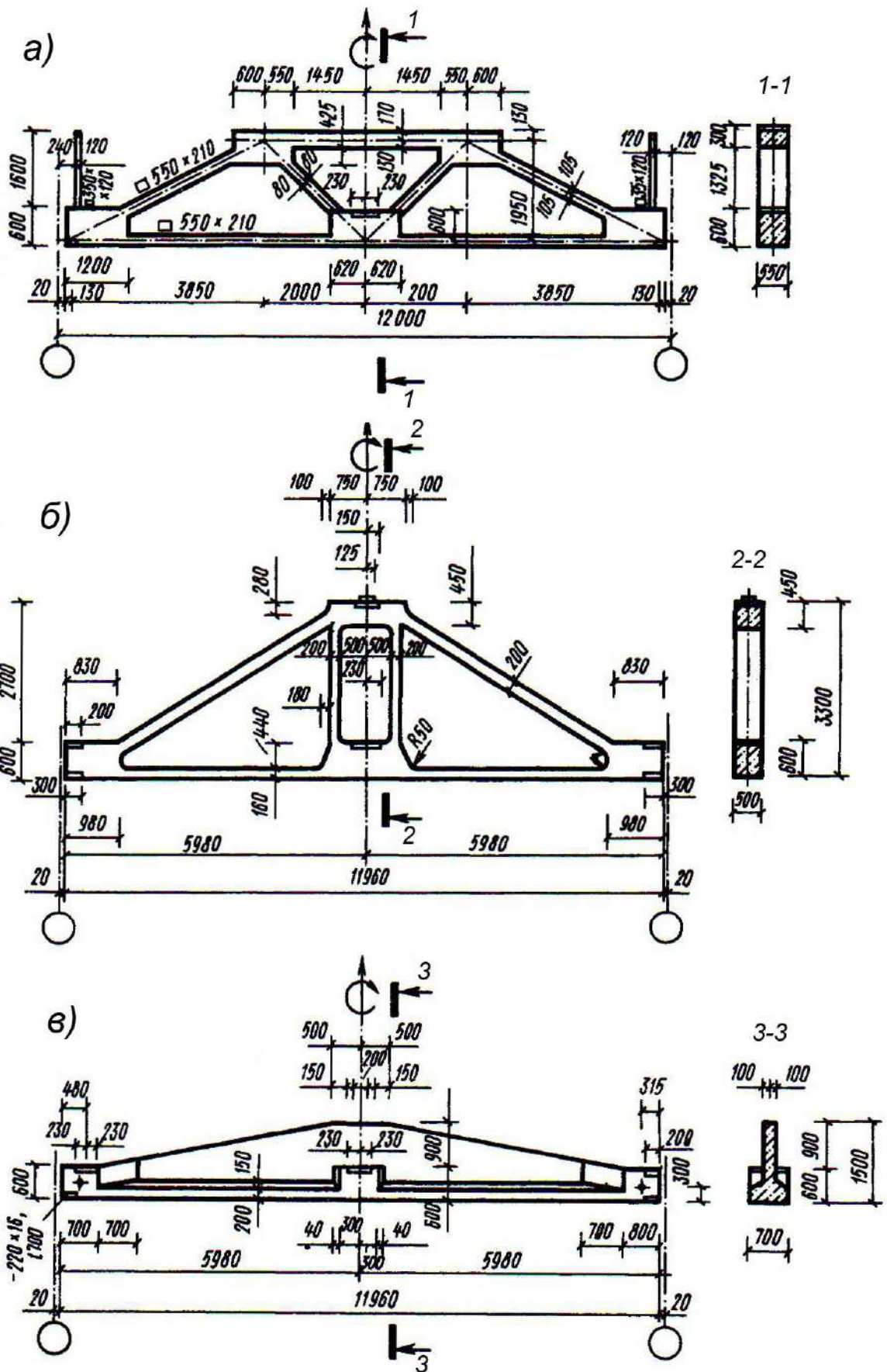


Рис. 5.17. Типы подстропильных конструкций:

- а) подстропильная ферма для скатной фермы; б) подстропильная ферма для малоуклонной кровли; в) подстропильная балка для скатной и плоской кровель

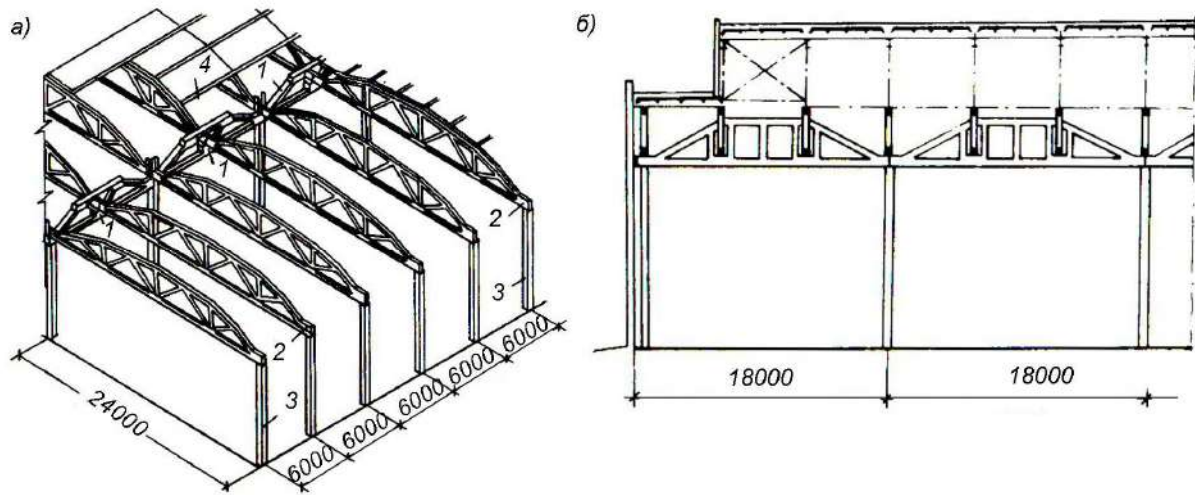


Рис. 5.18. Железобетонные подстропильные конструкции:  
*а – установка подстропильных ферм пролетом 12м; б – то же, 18м*

**Железобетонные подстропильные конструкции.** Подстропильные конструкции предназначены для опирания стропильных балок или ферм, когда шаг колонн превышает шаг основных, стропильных несущих конструкций покрытия (рис. 5.17, 5.18). Подстропильные балки и фермы применяют пролётом 12 м. В связи с потребностью применения укрупненного шага колонн возможно использование подстропильных конструкций с большим пролётом. Для опирания стропильных балок в середине пролёта на нижней полке подстропильной фермы имеются площадки – банкетки. Подстропильные конструкции крепят к колоннам каркаса аналогично основным конструкциям.

### 5.4. Стальной каркас одноэтажных зданий

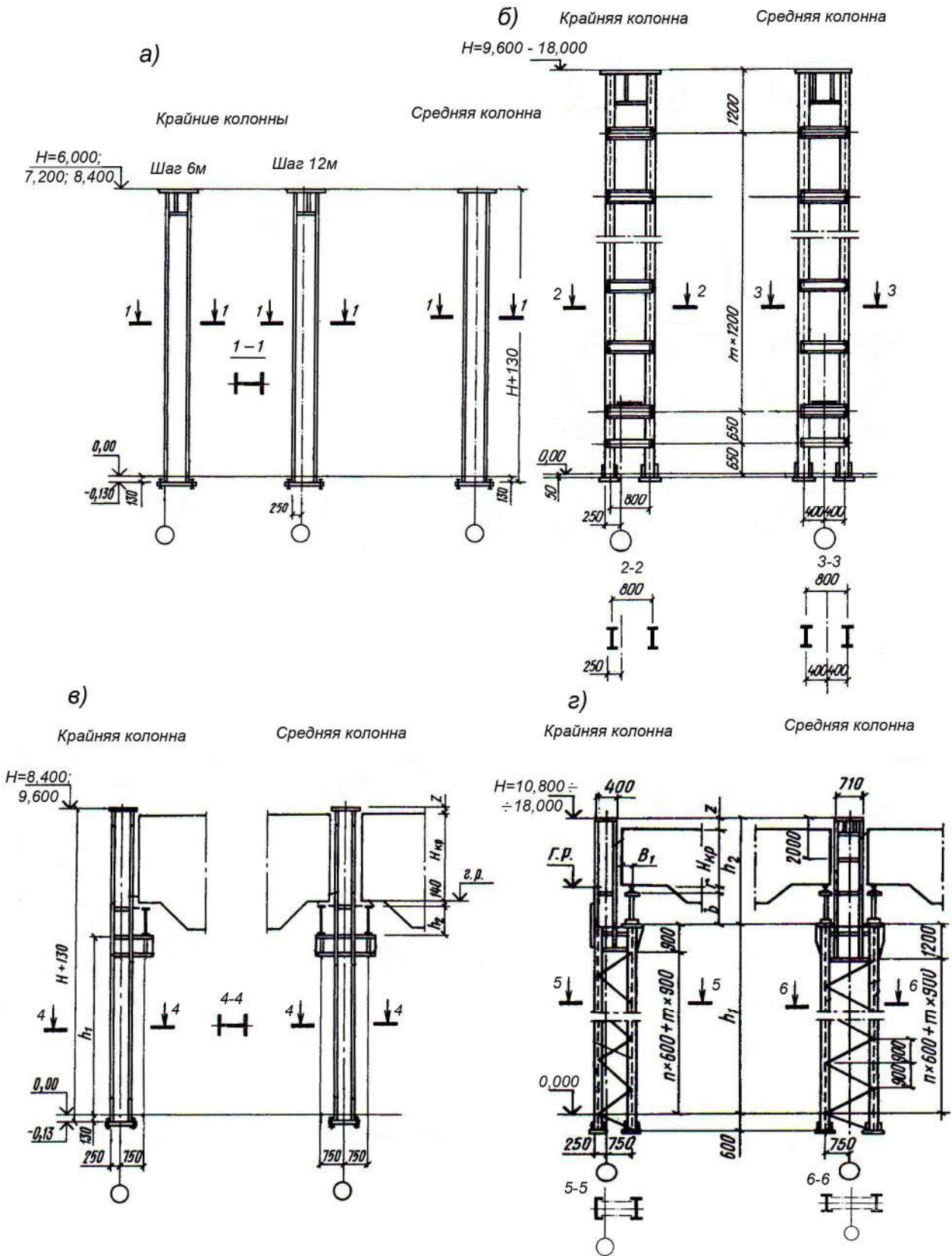


Рис.5.19. Основные типы стальных колонн:

а, б – для зданий без мостовых опорных кранов: а - для зданий высотой 6,0-8,4м; б – для зданий высотой 9,6-18,0м; в, г – для зданий, оборудованных мостовыми опорными кранами: в – для зданий высотой 8,4 и 9,6м; г – двухветвевые колонны для зданий высотой 10,8-18,0м



Пространственную систему металлических конструкций, образованную колоннами, подкрановыми балками, фермами, прогонами и связями, называют стальным каркасом. Пространственная жесткость каркаса обеспечивается укладкой подкрановых балок, прогонов, связей между поперечными рамами.

Элементы каркаса изготовляют из малоуглеродистых и высокопрочных сталей. Сопряжение элементов стального каркаса осуществляют на болтах, сварке и заклепках (при значительных динамических нагрузках).

Каркасы одноэтажных промышленных зданий с пролетами 18,24, 30, 36 м и шагом колонн 6 и 12 м возводят из типовых металлических конструкций.

Стальные каркасы допускаются: при высоте одноэтажного здания более 14,4 м; при грузоподъемности кранов 50 т и более; при пролетах здания 30 м и более, а в неотапливаемых зданиях 18 м и более; при двухъярусном расположении кранов; при высоких динамических нагрузках; при строительстве в труднодоступных районах.

Повышение коррозионной стойкости стального каркаса достигается нанесением соответствующих защитных покрытий – масляных красок, битумных лаков. С этой же целью для работы в агрессивной среде следует применять круглые, гнутые, сплошностенчатые конструктивные формы элементов, в которых отсутствуют места скопления влаги и пыли, являющиеся источником развития коррозии.

Защита стальных конструкций от чрезмерного нагрева производится облицовкой огнеупорными материалами (керамикой, бетонами) и установкой отражающих экранов при постоянном источнике теплоизоляции (на некоторых участках горячих цехов). Применение железобетонных настилов по стальным фермам приводит к увеличению расхода металла, поэтому предпочтительно использование легких ограждающих конструкций (профилированный стальной лист, асбестоцементные изделия, эффективный утеплитель).

### ***Типы стальных колонн. Их опирание на фундамент.***

В колоннах различают следующие части:

- оголовок, воспринимающий нагрузку от вышележащих конструкций;
- стержень (ствол), имеющий надкрановую и подкрановую части;
- башмак (база), передающий нагрузку на фундамент.

Стальные колонны (рис. 5.19) различают по следующим признакам:

- по местоположению: для крайних и средних рядов;
- по конструкции ствола: постоянного сечения, переменного (ступенчатого) сечения;
- по сечению ствола: сплошные, сквозные (из отдельных ветвей соединенных раскосами или планками), смешанного типа (надкрановая часть сплошная, подкрановая сквозная).

Колонны постоянного сечения представляют собой прокатные сварные двутавры с консолями для опирания подкрановых балок. Их устанавливают в бескрановых или крановых зданиях высотой 8,4 - 9,6 м (при грузоподъемности кранов до 20 т). Привязка крайних колонн: при  $H = 6$  - 8,4 м – нулевая; при  $H = 8,4$  - 9,6 м - 250 мм.

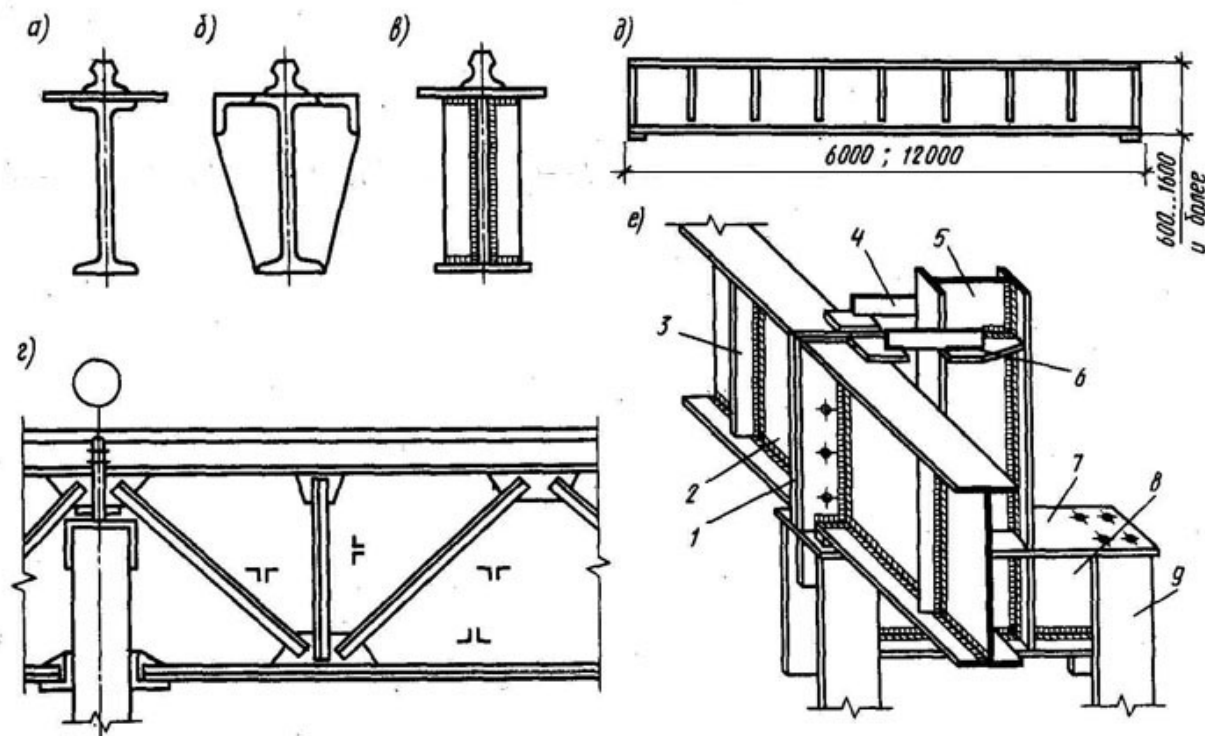


Рис. 5.20. Стальные подкрановые балки:

а), б), в) составного сечения; г) решётчатого типа; д) схема балок сплошного сечения; е) опирание на стальную колонну; 1 – торцовое ребро; 2 – подкрановая балка; 3 – ребро жёсткости; 4 – крепление балки планкой к колонне; 5 – надколонник; 6 – фасонка; 7 – опорный лист траверсы; 8, 9 – элементы подкрановой ветви колонны

Расстояние от уровня пола до верха подколонника 600 мм (для колонн  $H=8,4 - 9,6$  м), 200 мм (для колонн  $H=6 - 8,4$  м).

*Ступенчатые (двухветвевые)* колонны предназначены для зданий с высотой этажа 9,6 - 18 м, оборудованных кранами грузоподъемностью до 125 т. Надкрановая часть колонны (шейка) выполняется из сварного двутавра, подкрановая состоит из двух ветвей, соединенных решеткой. Подкрановую часть двухветвевых колонн выполняют из прокатных швеллеров и двутавров (при высоте сечения до 400 мм), из гнутых швеллеров и двутавров сварных или прокатных (при высоте сечения 400 - 650 мм).

Башмаки стальных колонн крепят к анкерным болтам, заделанным в железобетонный фундамент. Опирание осуществляют через слой цементно-песчаного раствора или бетона на мелком заполнителе. Конструкция башмака зависит от сечения колонны, характера нагрузки (центральная, внецентренная). Башмаки колонн сплошных и решетчатых (при небольшом расстоянии между ветвями) имеют общую базу. В зависимости от высоты траверсы нижний торец колонны располагают на отметке 0,6–0,9 м. Заглубленную часть колонны для защиты от коррозии бетонируют.

**Подкрановые балки.** Двутавровые балки пролетом 6 и 12 м применяют в зданиях с мостовыми кранами грузоподъемностью до 200 т. Сечение балок симметричное или асимметричное (с уширенным верхним поясом), вертикальная стенка сплошная, усиленная двусторонними ребрами,

расположенными через 1,5 м. Высота подкрановых балок 600 - 2050 мм, их изготавливают из прокатного металла и сварными (рис. 5.20).

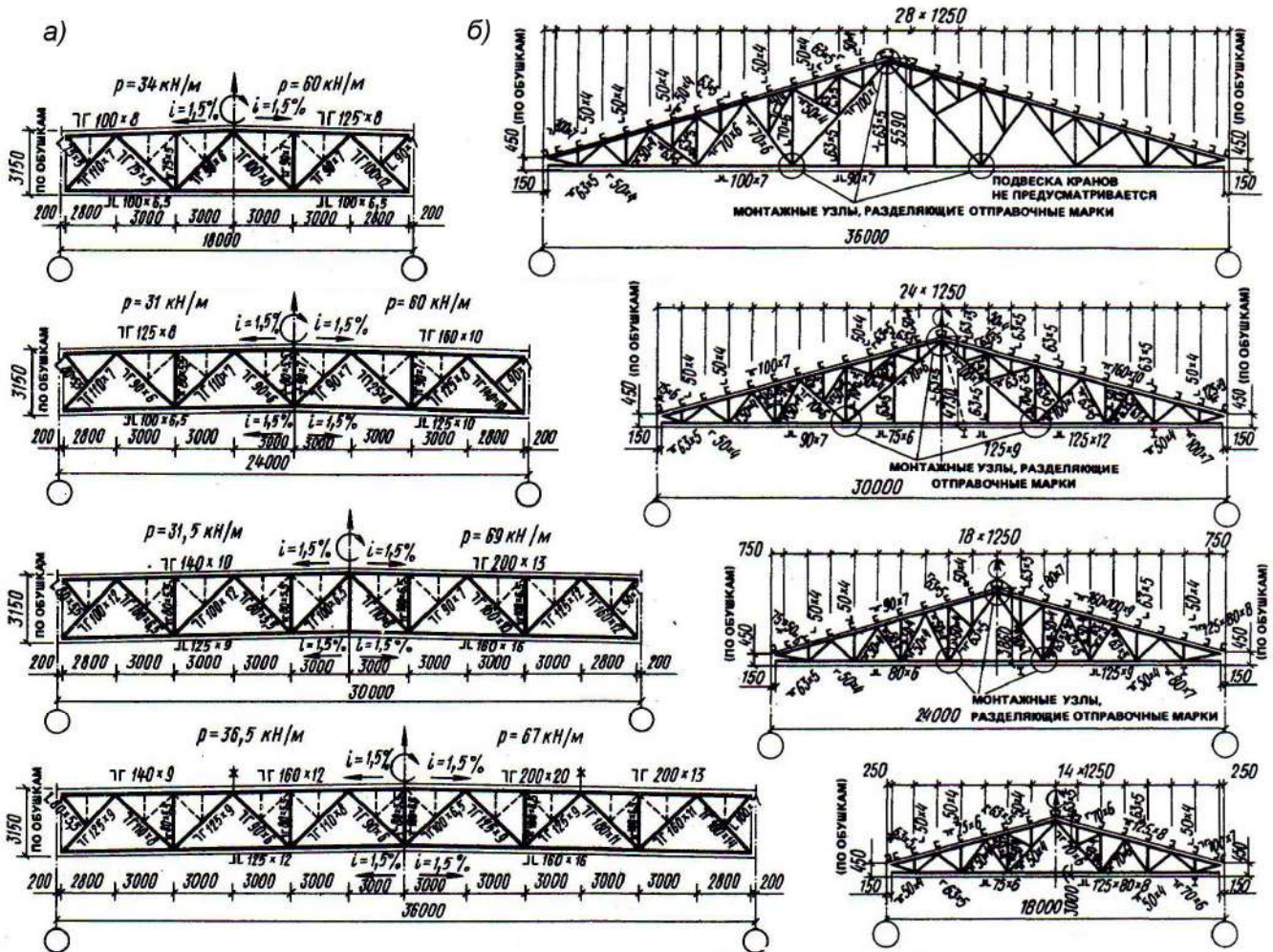


Рис. 5.21. Схемы стальных ферм покрытия:

а) с параллельными поясами (с уклоном верхнего пояса 1,5%); б) треугольные (с уклоном верхнего пояса 1:3,5)

По статической работе подкрановые балки делят на разрезные, имеющие по всей длине постоянное сечение и стыкуемые на опорах; неразрезные, компонуемые из различных сечений, со стыками, расположенными в четвертях пролета.

Крановые пути для кранов грузоподъемностью до 20 т устраивают из железнодорожных рельсов, закрепленных крюками или планками с вертикальными ребрами. Для кранов грузоподъемностью более 20 т укладывают рельсы от КР-50 до КР-140, закрепляемые болтами с прижимными лапками. Концевые опоры приваривают к подкрановой балке и снабжают брусчатым амортизатором.

Балки опирают на колонны через опорные торцовые ребра и крепят к ним болтами и планками. Между собой балки соединяют болтами, пропускаемыми через опорные ребра.

При опирании балок на железобетонные колонны под балки устанавливают специальные подставки.

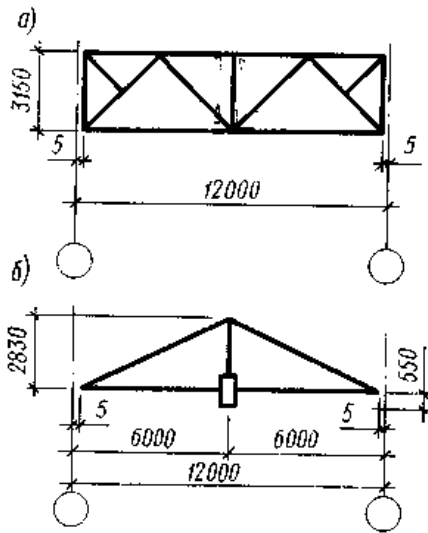


Рис. 5.22. Стальные подстропильные фермы:  
а – с параллельными поясами; б - треугольные

**Стальные балки и фермы покрытий.** Простейшим видом стальных несущих конструкций покрытия являются двутавровые прокатные или составные балки пролетом 12 и 18 м. При небольших пролетах рационально применять типовые стальные фермы. Стальные фермы различают по характеру очертания поясов: с параллельными поясами, а также треугольные (рис. 5.21).

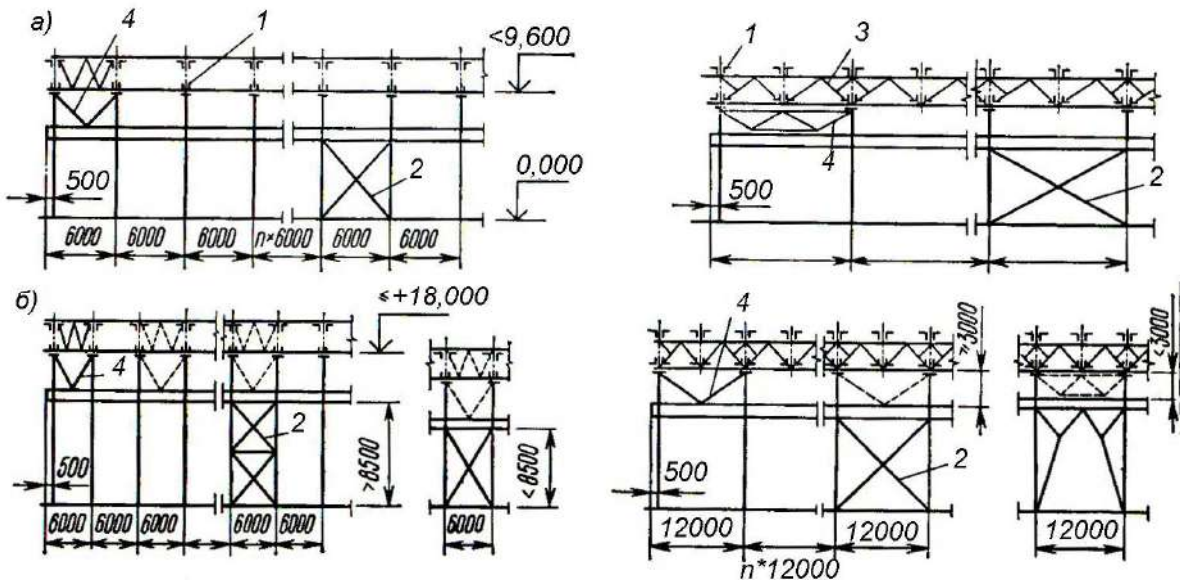


Рис. 5.23. Связи в стальном каркасе:  
а) схема связей при колоннах постоянного сечения (по крайним и средним рядам);  
б) то же, при двухветвевых колоннах; 1 – стропильная ферма; 2 – основные связи;  
3 – подстропильная ферма; 4 – верхние связи

Для малоуклонных покрытий применяют фермы с параллельными поясами. При необходимости создать крутые уклоны (более 20%) применяют треугольные фермы. Наиболее часто применяют унифицированные пролёты стальных ферм покрытия зданий, равные 18, 24, 30, 36 м.

Элементы фермы соединяют в узлах, как правило, на сварке с помощью

фасонок (косынок) из листовой стали, располагаемых между парными уголками. Применяют также металлические трубчатые фермы с узловатыми соединениями без использования фасонок.

**Связи в стальном каркасе.** Конструктивные элементы (связи), установленные между стропильными фермами и колоннами, обеспечивают пространственную жесткость каркаса.

*Вертикальные связи* (рис. 5.23):

– между стальными колоннами разделяют на основные и верхние. Основные располагают по высоте подкрановой части колонны в середине температурного блока в каждом ряду колонн.

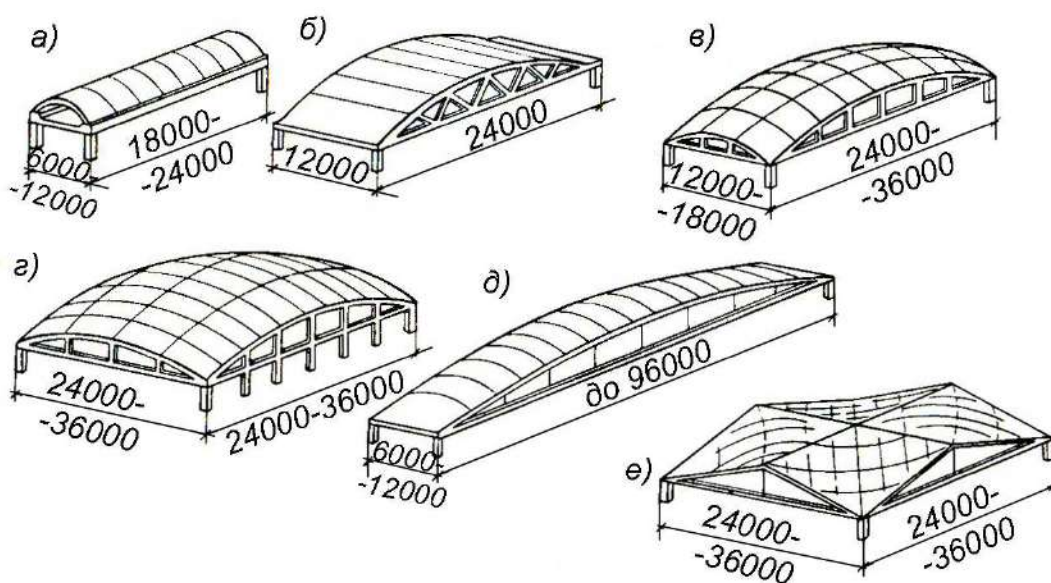


Рис. 5.24. Тонкостенные пространственные конструкции:

*а* – длинная цилиндрическая оболочка; *б* – короткая цилиндрическая оболочка; *в* – оболочка двойкой положительной кривизны; *г* – пологая на квадратном плане оболочка положительной гауссовой кривизны; *д* – волнистый свод; *е* – оболочка в виде гиперболического параболоида

Верхние вертикальные связи (в надкрановой части колонн) располагают по границе температурного блока и в местах расположения вертикальных связей между фермами покрытия;

– между стропильными фермами закрепляют вертикальные крестовые связи или фермочки с параллельными поясами. Их располагают между опорами ферм по краям и в середине пролета.

*Горизонтальные связи:*

– по нижним поясам ферм располагают поперек и вдоль пролетов, поперечные – у торцов и температурных швов. Если температурный блок 120 - 150 м и краны большой грузоподъемности, то промежуточные связевые фермы устраивают через 60 м. Продольные горизонтальные связи устраивают по крайним панелям нижних поясов стропильных ферм. В однопролетных – вдоль обоих рядов колонн, в многопролетных – вдоль крайних и через ряд вдоль средних. Если

примыкают два пролета, разных по высоте, продольные связи располагают с обеих сторон колонн;

–по верхнему поясу ферм устанавливают в торцах и у температурного шва. Если длина блоков больше 96 м, то через 42 - 60 м ставят промежуточные связевые фермы. Распорки устанавливают на участках покрытия под фонарями в коньковых узлах ферм.

## 5.5. Пространственные покрытия одноэтажных зданий

**Оболочки** представляют собой пространственные тонкостенные конструкции с криволинейными поверхностями, к ним относятся: *цилиндрические оболочки* (длинные и короткие); различной формы *оболочки двоякой кривизны* (пологие коноидальные оболочки и купола); *призматические оболочки-складки* (рис. 5.24).

Преимущество тонкостенных оболочек перед другими – совмещение несущих и ограждающих функций; экономичность в расходе строительных материалов; повышенная жесткость и прочность, позволяющая перекрывать большие пролеты.

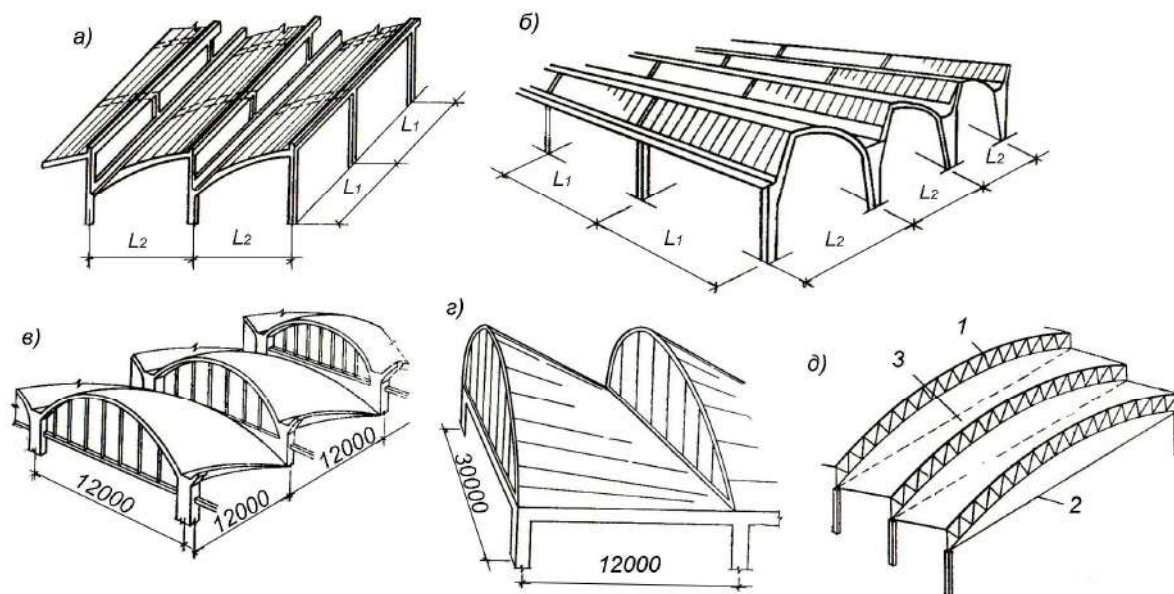


Рис.5.25. Оболочки шедовые и коноидальные:

*а* – цилиндрическая шедовая зубчатая оболочка; *б* – цилиндрическая шедовая пилообразная оболочка; *в* – шедовое покрытие с диафрагмами в виде железобетонных арок; *г* – коноидальная оболочка; *д* – шедовое покрытие с диафрагмами в виде стальных ферм криволинейного очертания; 1 – арочная ферма; 2 – затяжка; 3 – оболочка

**Цилиндрические оболочки** сборные и монолитные применяют при пролетах 24-48м. Оболочка состоит из тонкой изогнутой по цилиндрической поверхности плиты, усиленной бортовыми элементами. Ее опирают по торцам на диафрагмы, поддерживаемые колоннами (рис. 5.24, а, б). Расстояние между

осями диафрагм является пролетом оболочки  $L_1$ , а расстояние между осями бортовых элементов называют длиной волны  $L_2$ . Цилиндрические оболочки могут быть однопролетными и многопролетными, одноволновыми и многоволновыми. Если  $L_1 / L_2 \geq 1$ , то оболочка называется длинной, если  $L_1 / L_2 < 1$ , - короткой.

Из цилиндрических оболочек, располагая их наклонно, создают так называемые «шедовые» покрытия, которые могут иметь зубчатый или пилообразный поперечный профиль (рис. 5.25, а, б). Их пролет принимается до 48м при длине волны 12м. Разновидность шедовых покрытий – коноиды. Поверхность коноида получают путем движения прямой образующей, передвигающейся параллельно самой себе, по двум направляющим, одна из которых прямая линия, а другая – кривая любого очертания. Чаще всего за кривую направляющую принимают дугу круга или параболу. В торцах коноида устраивают диафрагмы жесткости в виде ригеля, имеющего криволинейное очертание, арки с затяжкой или другой конструкции. Коноидальные покрытия устраивают одноволновыми и многоволновыми. Оболочки коноида обычно имеют пролеты до 12м с длиной волны до 90м, при этом скорлупа выполняется толщиной до 100мм (рис. 5.25, г).

Диафрагмы жесткости в оболочках шедового типа выполняют в виде железобетонных арок с затяжками (рис. 5.25, в), а иногда в виде стальных ферм Уоррена (рис. 5.25, д). По нижнему поясу ферм можно подвешивать подъемно-транспортные устройства грузоподъемностью до 10т. Заполнение диафрагм остекленными переплетами или стеклоблоками позволяет обеспечить освещенность производственных помещений.

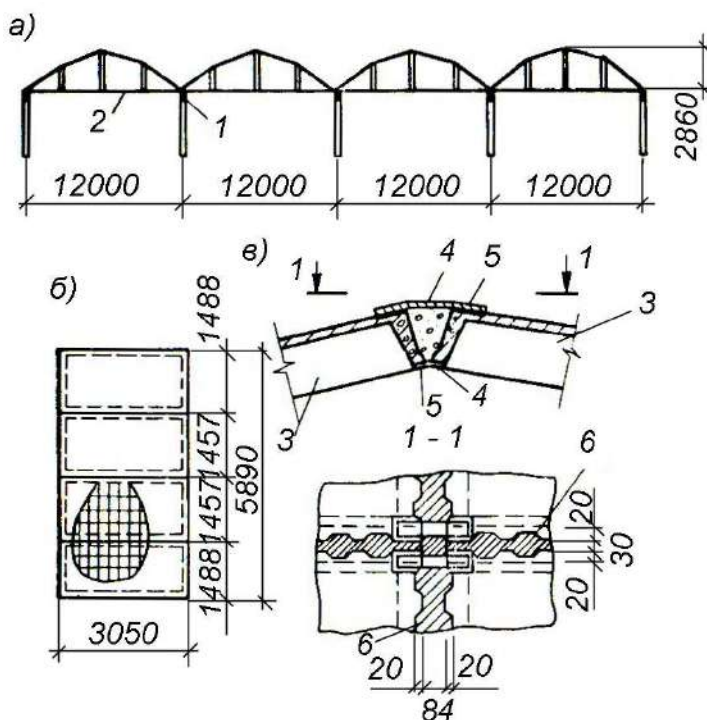


Рис.5.26. Складка из плоских сборных железобетонных элементов:

а – поперечный разрез; б – плита складки; в – стык плит в коньке; 1 – бортовой элемент; 2 – диафрагма; 3 – плита; 4 – стальная накладка; 5 – закладные детали плит; 6 – бетонные шпонки

Складчатого типа конструкции для устройства покрытий промышленных зданий применяют редко, так как в монолитном исполнении они трудоемки. Для промышленных зданий с пролетами 18 - 36м и шаге колонн 12м разработана сборная железобетонная складка, собираемая из плоских элементов заводского изготовления (рис. 5.26, а). Складки из плоских элементов более индустриальны по сравнению с цилиндрическими оболочками, благодаря чему снижаются трудовые затраты на их изготовление, транспортировку и монтаж.

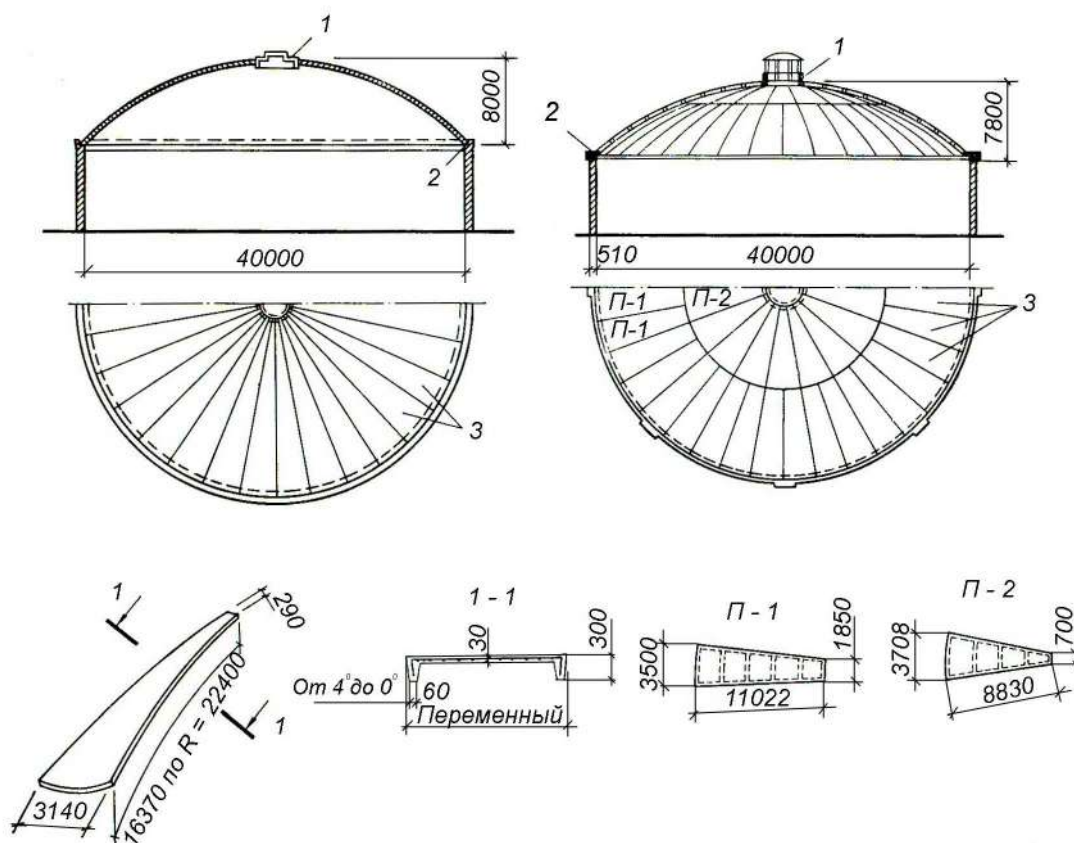


Рис.5.27. Сборные железобетонные купола:

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

Складка состоит из бортовых балок, арок-диафрагм и трех типов ребристых плит. В направлении волны складку собирают из четырех плит (при шаге колонн 12м)  $3 \times 6$ м, которые имеют продольные и поперечные ребра высотой 200мм (рис. 5.26, б). К бортовым элементам складки и поперечным ребрам плит в местах их пересечения с продольными, к конструкции покрытия можно повесить крановые пути. Складки, образованные из плоских элементов, монолитно связанных между собой, могут быть однопролетные и многопролетные, одноволновые и многоволновые. Необходимая жесткость складки достигается путем сварки закладных деталей смежных плит между собой и плит с бортовыми балками и диафрагмами с последующим замоноличиванием швов с применением бетонных шпонок (рис. 5.26, в).

**Купола** получили распространение для устройства покрытий над



промышленными зданиями и сооружениями, имеющими круглую форму в плане. Они могут выполняться из сборных железобетонных элементов и монолитными. Первые, как правило, имеют ребристую структуру, вторые – гладкую. Сборные железобетонные купола могут иметь радиальную или радиально-кольцевую разрезку поверхности на сборные элементы (рис. 5.27).

Наряду со сплошными железобетонными устраивают сетчатые купола (рис. 5.28), которые собирают из решетчатых прямоугольных, треугольных, ромбовидных или шестиугольных панелей. Купольное покрытие состоит из оболочки и нижнего опорного кольца. При наличии центрального проема устраивают также верхнее кольцо, окаймляющее порем. Нижнее кольцо воспринимает растягивающие усилия, верхнее – сжимающие усилия.

**Пологие оболочки (двойкой положительной кривизны)** применяют для покрытия как в бескрановых промышленных зданиях, так и в зданиях с подвесными кранами грузоподъемностью до 5т. Их устраивают в зданиях с квадратной и прямоугольной сеткой колонн (рис. 5.29). Оболочка состоит из сборных элементов и опирается на контурные фермы, арки или стены. Первоначально оболочки выполняли из плоских одного типа квадратных плит размером  $3 \times 3$ м, затем стали применять и типовые плиты  $3 \times 6$ м (рис. 5.29).

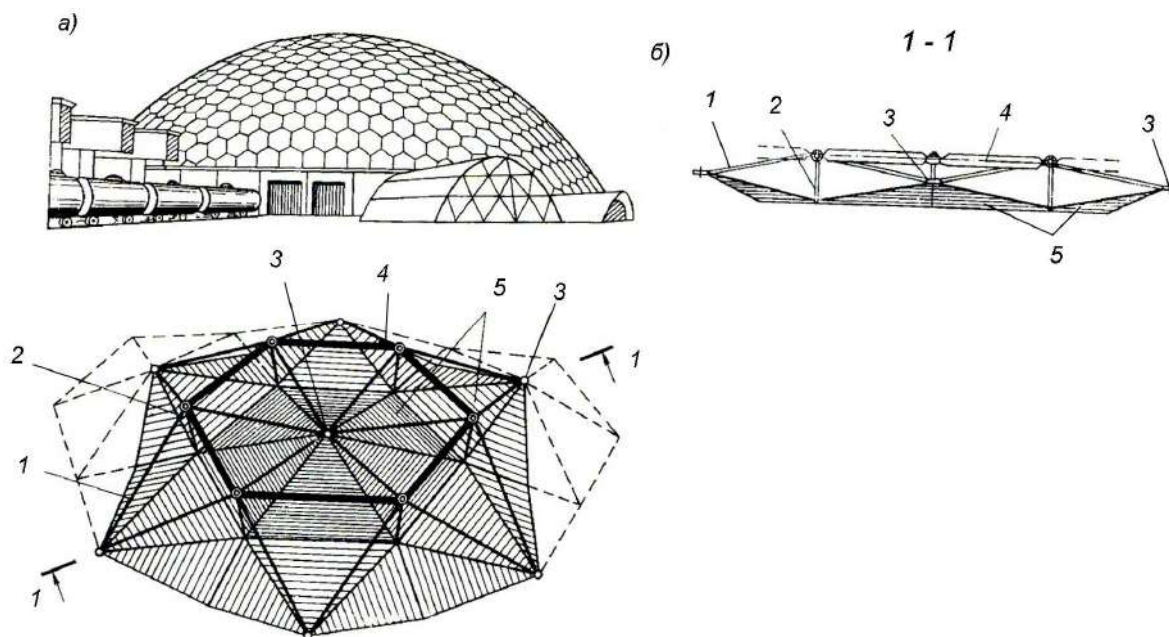


Рис.5.28. Сетчатый сферический купол из алюминиевых панелей:  
*а – общий вид; б – деталь несущей конструкции; 1 – развязывающие подвески;  
 2 – стальные стержни; 3 – болты; 4 – стальная труба; 5 – стальной лист*

Для производственных зданий с подвесным транспортом разработаны оболочки из цилиндрических панелей размером  $3 \times 6$ м и продольных диафрагм в виде безраскосных ферм (рис. 5.30, а). Треугольные подвески обычно крепят в швах между панелями (рис. 5.30, б, в) через 6м в направлении шага колонн и через 3м по длине пролета. Поперечные диафрагмы формируют торцевыми ребрами крайних панелей и железобетонными затяжками.

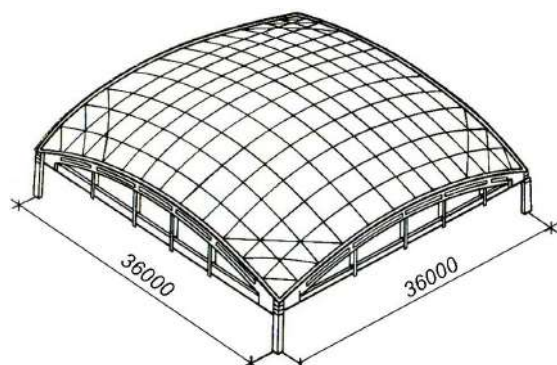


Рис.5.29. Покрытие с несущей конструкцией в виде оболочки положительной гауссовой кривизны из плит  $3,0 \times 3,0$  м. Общий вид

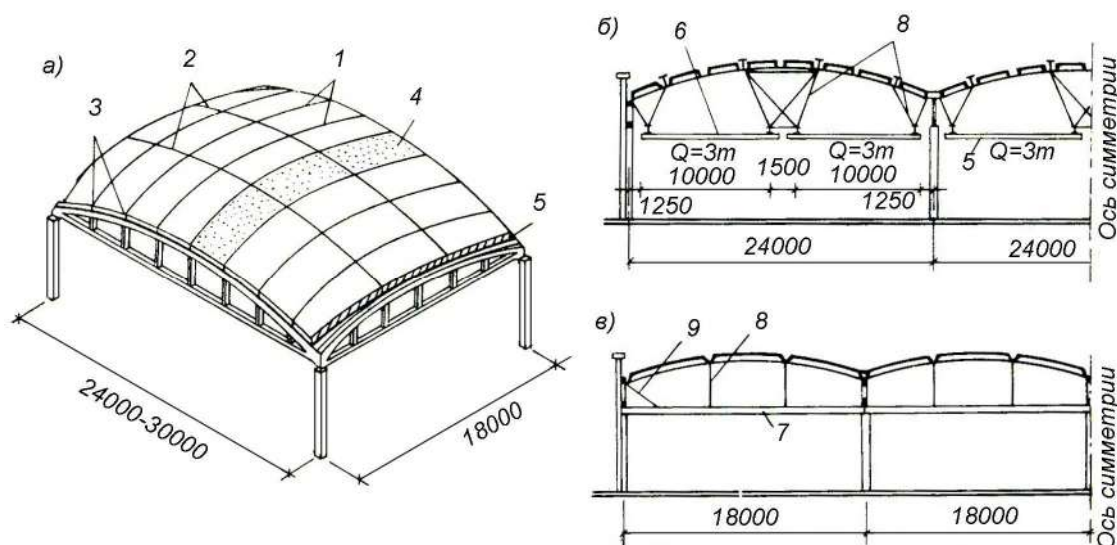


Рис.5.30. Покрытие с несущими конструкциями в виде оболочек положительной гауссовой кривизны из плит  $3,0 \times 6,0$  м:

*а* – общий вид; *б* – поперечный разрез; *в* – продольный разрез при шаге колонн 18,0 м; 1 – поперечные ребра оболочки; 2 – продольные ребра оболочки; 3 – точки переломов поверхности; 4 – укрупненная монтажная секция; 5 – монолитные угловые зоны; 6 – подвесной кран; 7 – подвесные пути; 8 – подвески; 9 – продольные тормозные связи

**Оболочки в виде гиперболического параболоида (двойкой отрицательной кривизны)** позволяют получить покрытия, обладающие рядом преимуществ по сравнению с оболочками других типов. Они имеют меньший объем, занимаемый оболочкой по отношению к перекрываемой площади. Оболочками в виде гиперболического параболоида можно перекрывать производственные здания как с прямоугольной сеткой колонн  $18 \times 6$ ,  $24 \times 6$  м и т.д., так и с квадратной:  $18 \times 18$ ,  $24 \times 24$ ,  $30 \times 30$ ,  $42 \times 42$  м и более. Оболочки допускают подвеску подъемно-транспортного оборудования.

Оболочки в виде гиперболического параболоида, предназначенные для устройства покрытий при квадратной сетке колонн  $30 \times 30$  м (рис. 5.31), собирают из ребристых панелей размером в плане  $3 \times 3$  м. Оболочки по контуру опираются на фермы пролетом 30 м. Горизонтальные усилия, передаваемые фермами на колонны, воспринимаются железобетонными предварительно напряженными затяжками, которые располагаются по диагонали оболочки или

в плоскости поясов диафрагмы. Недостатком таких оболочек являются большие трудозатраты, возникающие при изготовлении плит, а также при транспортировке и монтаже.

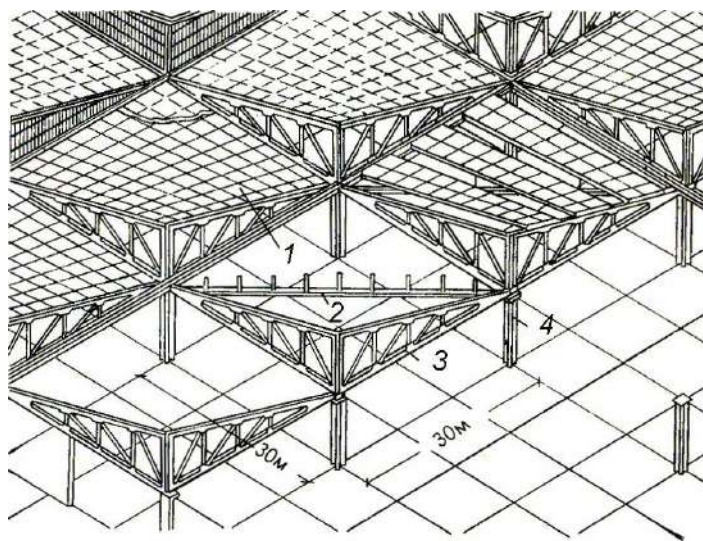


Рис.5.31. Конструктивная схема оболочки в виде гиперболического параболоида отрицательной гауссовой кривизны при квадратной сетке колонн:  
1 – плиты, образующие поле оболочки; 2 – стальная затяжка; 3 – контурная ферма-диафрагма; 4 – колонны

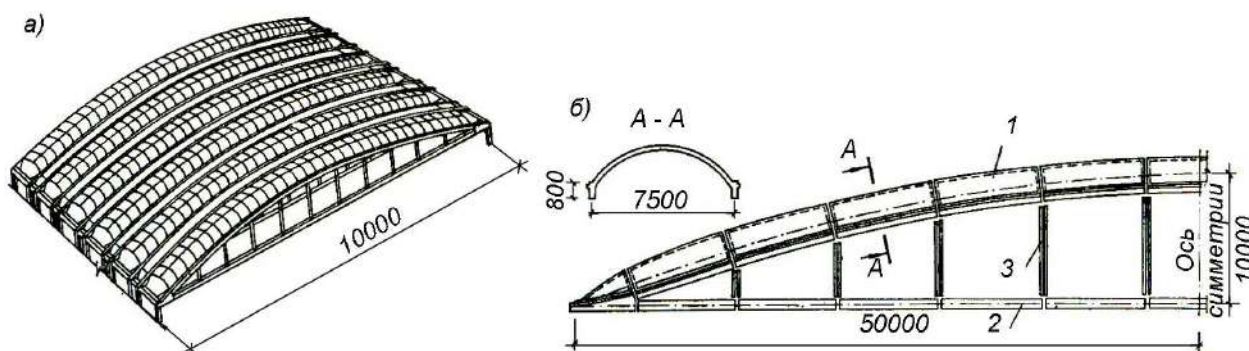


Рис.5.32. Бочарный свод над производственным корпусом ЗАО ДСК-3 (г. Санкт-Петербург):  
а – общий вид; б – поперечный разрез; 1 – сборные железобетонные секции; 2 – затяжка; 3 – подвеска

**Своды** применяют для устройства покрытий промышленного типа зданий при пролетах до 100м и более. Для таких больших пролетов тонкостенные своды являются одним их рациональных конструктивных решений. Отличительная особенность этой конструкции – наличие распора, который передается на опоры или воспринимается затяжками. Своды могут опираться на вертикальные несущие конструкции (колонны, стены) или непосредственно на фундаменты. Наибольшее распространение получили бочарные и волнистые своды, сборные элементы которых имеют криволинейное или складчатое поперечное сечение.

Бочарный свод пролетом 100м (рис. 5.32) состоит из верхнего пояса из

двух предварительно-напряженных затяжек, закрепленных при помощи стальных подвесок. Верхний пояс собран из одиннадцати средних и двух опорных железобетонных секций. Секция размером в плане  $7,5 \times 8,36\text{м}$  выполнена в виде цилиндрической оболочки с бортовыми балочными элементами. Между секциями установлены плоские диафрагмы толщиной 60мм. Сборные элементы свода соединены сваркой арматурных выпусков, а швы замоноличены. Между бочарными сводами возможна укладка стеклопанелей или железобетонных плит.

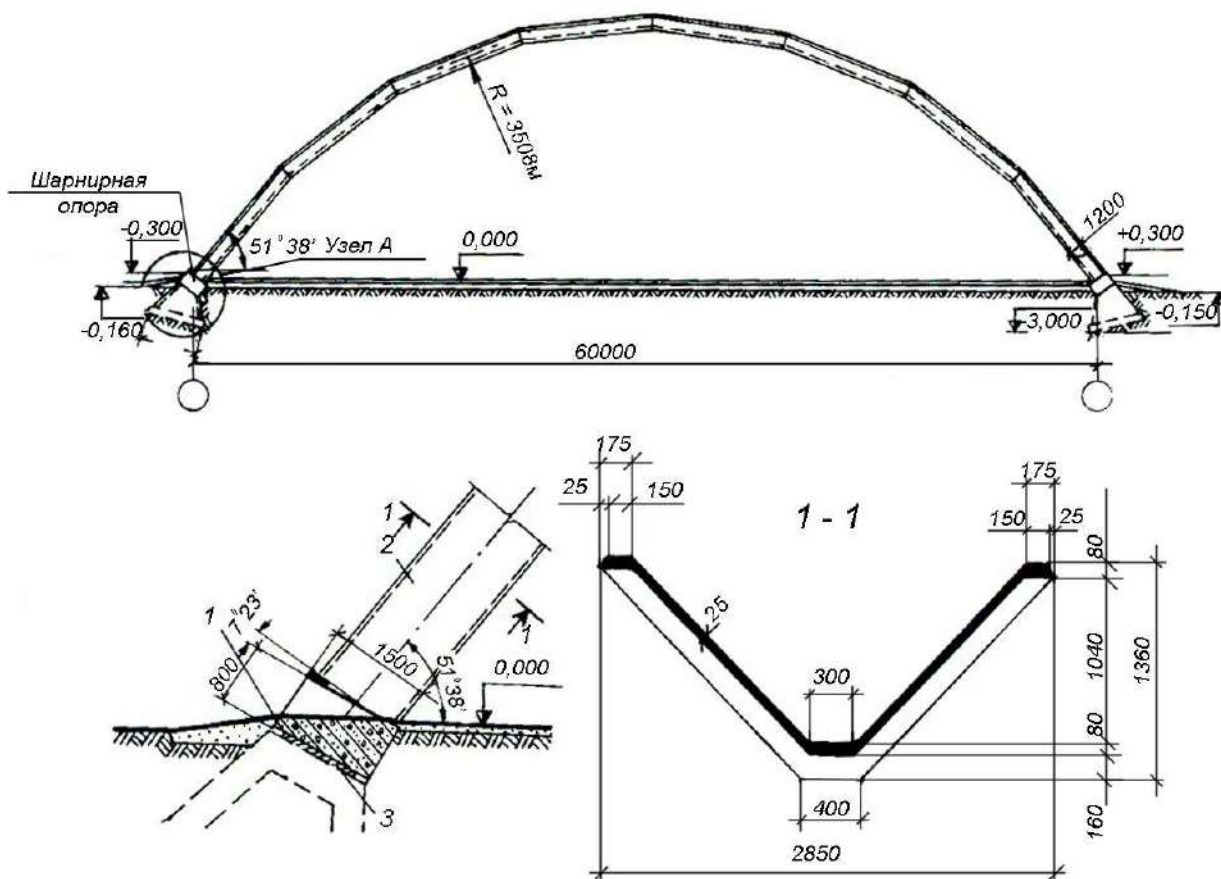


Рис.5.33. Складка из плоских сборных железобетонных элементов:

*а* – поперечный разрез; *б* – плита складки; *в* – стык плит в коньке; 1 – бортовой элемент; 2 – диафрагма; 3 – плита; 4 – стальная накладка; 5 – закладные детали плит; б – бетонные шпонки

Стоит упомянуть также своды, образованные путем блокирования арок, выполненных из прямолинейных армоцементных элементов складчатого поперечного сечения шириной 3м. Разработанные типовые решения для пролетов 18-60м обеспечивают максимальную сборность конструкции покрытия, использование минимального количества типоразмеров элементов, простоту монтажа. Покрытия допускают возможность устройства верхнего естественного освещения, аэрации и подвески транспортного оборудования. Арки опирают либо на подстропильные конструкции, укладываемые на колонны, либо на фундаментные балки, укладываемые по столбчатым фундаментам (рис. 5.33). Арки собирают из элементов двух типов: среднего,

одинакового для всех пролетов, и опорного, отличающегося длиной и углом наклона. Поперечное сечение элементов представляет собой прямолинейную складку, что обеспечивает хороший водосток с покрытия. Средний элемент арки свода может быть заменен железобетонной рамой со светопрозрачным заполнением.

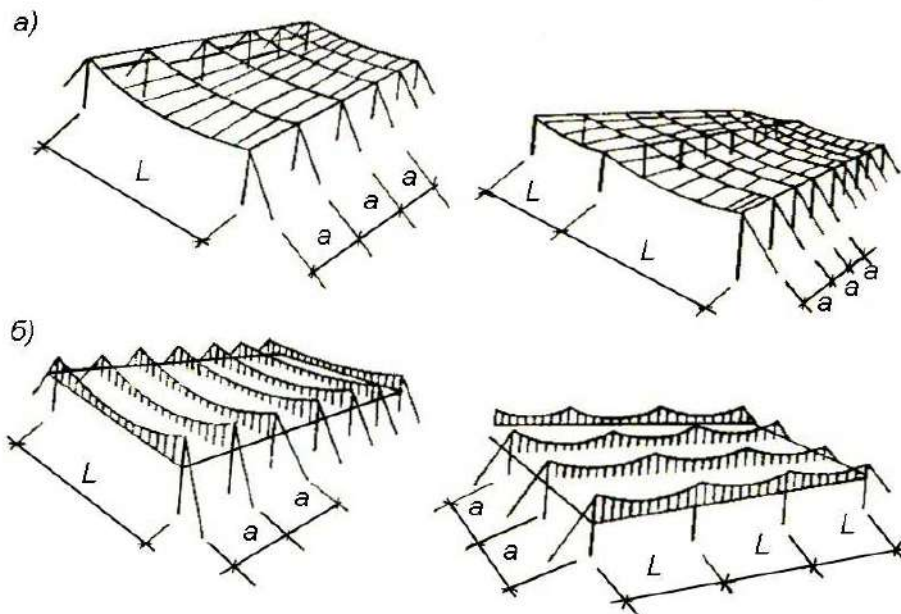


Рис.5.34. Конструктивные схемы вантовых покрытий:  
*а – однопролетное и многопролетное плоское висячее; б – однопролетное и многопролетное плоское подвесное*

**Висячие покрытия** (рис. 5.34) особенно распространены при проектировании и строительстве промышленных зданий с большими пролетами. Основным достоинством висячего покрытия является то, что его несущая конструкция – ванты (стальные тросы) – работает только на растяжение, благодаря чему сечение вантов подбирают исключительно из условий прочности. Кроме того, висячие конструкции просты в монтаже, могут применяться при любой конфигурации плана здания, имеют небольшую строительную высоту, транспортабельны.

Недостатками висячих конструкций следует считать сложность устройства опорных конструкций для восприятия распора (особенно при прямоугольной форме плана), а также сложность обеспечения общей пространственной жесткости системы.

Выделяют две группы висячих покрытий: с замкнутым и разомкнутым контуром. При замкнутом контуре распор не передается на нижележащие конструкции, а передается на опорный контур, в котором возникают только сжимающие усилия. Такие покрытия целесообразны для зданий с круглым, эллиптическим или овальным очертанием плана, с внутренними опорами или без них (рис. 5.35). Покрытия с разомкнутым контуром устраивают над зданиями, имеющими прямоугольный план. В этом случае распор воспринимают либо оттяжками с анкерными устройствами, заглубленными в

землю, либо опорными контрфорсами, выполняемыми и виде железобетонных рам.

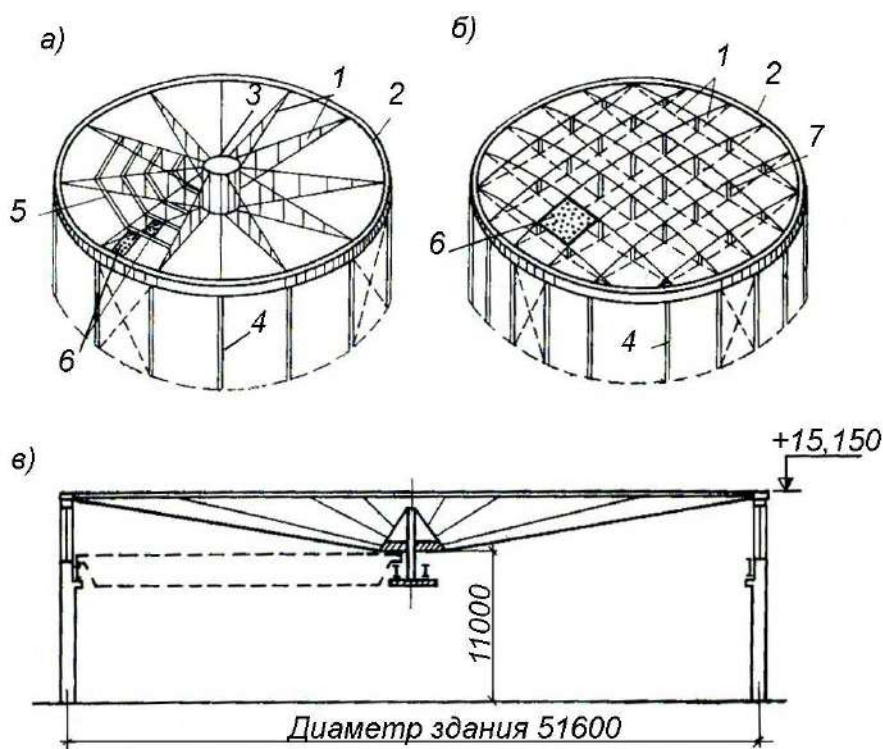


Рис.5.35. Висячие покрытия на круглых планах:  
 а – покрытие с радиальными тросами; б – покрытие с перекрестными тросами; в – покрытие в виде конической тонколистовой оболочки; 1 – тросы; 2 – опорное кольцо; 3 – центральное кольцо; 4 – колонны; 5 – распорки; б – плиты покрытия; 7 – стойки

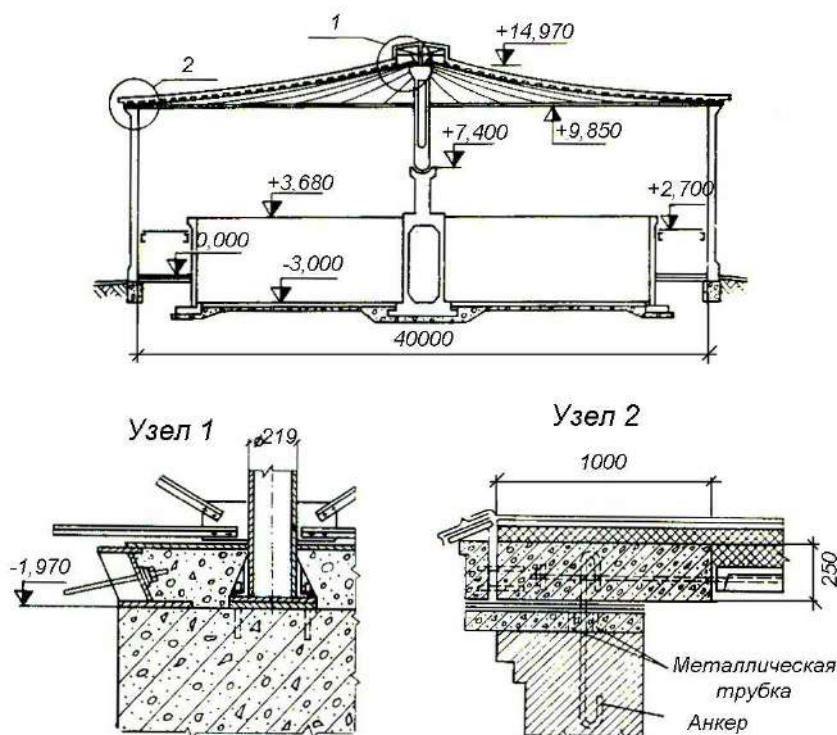


Рис.5.36. Висячее шатровое покрытие над зданием шлам-бассейна цементного завода

По конструктивной схеме покрытия могут быть висячими (однотросовыми и двухтросовыми со стабилизирующими тросами) или подвесными, плоскими или пространственными, однопролетными или многопролетными (рис. 5.34). В промышленном строительстве наибольшее распространение получили висячие вантовые конструкции шатрового или вогнутого типа, которые устраивают над зданиями как с круглым, так и с прямоугольным очертанием плана.

В качестве примера рассмотрим устройство висячего шатрового покрытия над зданием шлам-бассейна цементного завода. Круглое в плане здание диаметром 40м перекрыто радиально расположенными вантами (рис.5.36). В средней точке ванты закреплены к стальному кольцу диаметром 1,3м, которое установлено на центральной колонне. Другим концом ванты прикрепляют к нижнему железобетонному кольцу диаметром 40м. Разность отметок концов радиальных вант в 5м обеспечивает необходимый уклон кровли. Возможен вариант устройства покрытия и без центральной колонны. В этом случае центральное стальное кольцо располагают на 2м ниже опорного, и сток воды с кровли осуществляют непосредственно внутрь шлам-бассейна.

Для зданий промышленного типа применяют висячие конструкции пролетом до 200м.

Складки состоят из стальных листов, которые укрепляются промежуточными и торцевыми жесткими контурными диафрагмами. Каждая грань или волна складки заготавливается заранее и затем монтируется в непрерывную пространственную систему. По конфигурации складки могут быть треугольными – гребенчатыми (рис. 5.37, а), цилиндрическими (рис. 5.37, б) и двойкой кривизны (рис. 5.37, в), а по своей статической схеме – балочными, арочными и рамными. Балочно-складчатые покрытия с арочными и рамными складками требуют меньше материала по сравнению с балочными, но они являются распорными системами и поэтому более трудоемки в изготовлении и монтаже (рис. 5.37, г).

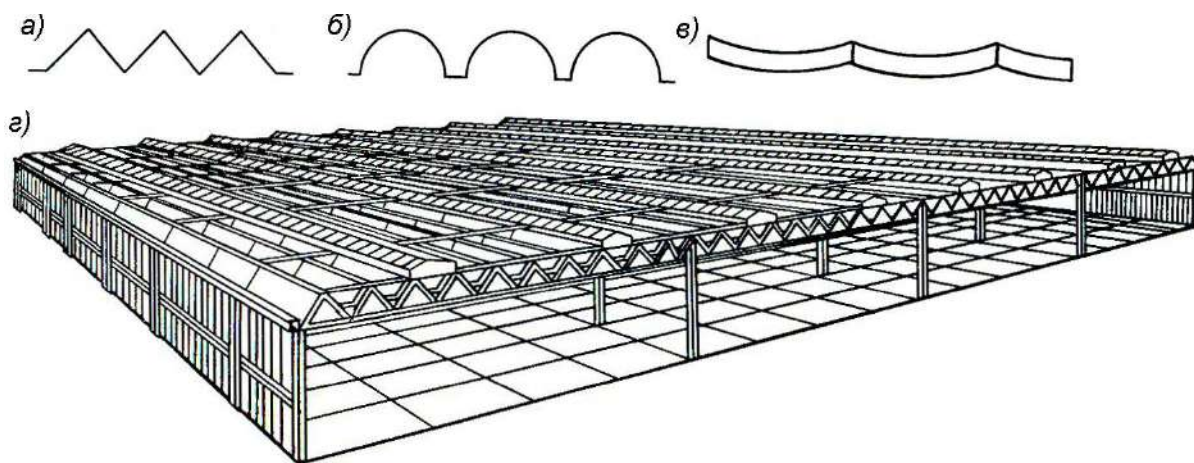


Рис.5.37. Типы стальных складок:

*а – гребенчатая; б – цилиндрическая; в – двойкой кривизны; г – общий вид покрытия промышленного здания, перекрытого гребенчатыми складками*

## 5.6. Железобетонный каркас многоэтажных зданий

### Конструктивные схемы многоэтажных промышленных зданий.

Несущий остов многоэтажных промышленных зданий проектируют и возводят каркасным. В таких зданиях принимают схемы с поперечным или продольным расположением ригелей, с перекрёстным расположением ригелей, а также безригельные. По характеру работы различают следующие виды каркасов: *рамные, связевые, рамно-связевые* и др. В рамном каркасе стойки и ригели соединяются между собой жёсткими узлами в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В связевом каркасе (с нежёсткими узлами) для восприятия горизонтальных нагрузок (ветровых и др.) необходимы дополнительные связи (диафрагмы жёсткости). Рамно-связевая схема решается в виде системы плоских рам, шарнирно соединённых в противоположном направлении элементами междуэтажных перекрытий.

Рамная система требует большого расхода материалов, однако обеспечивает большую свободу и вариантность планировочного решения этажей. Она нашла применение в сейсмических районах, на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах. Связевая и рамно-связевая системы упрощают решение сопряжения узлов ригелей и колонн. Можно применять и смешанное конструктивное решение.

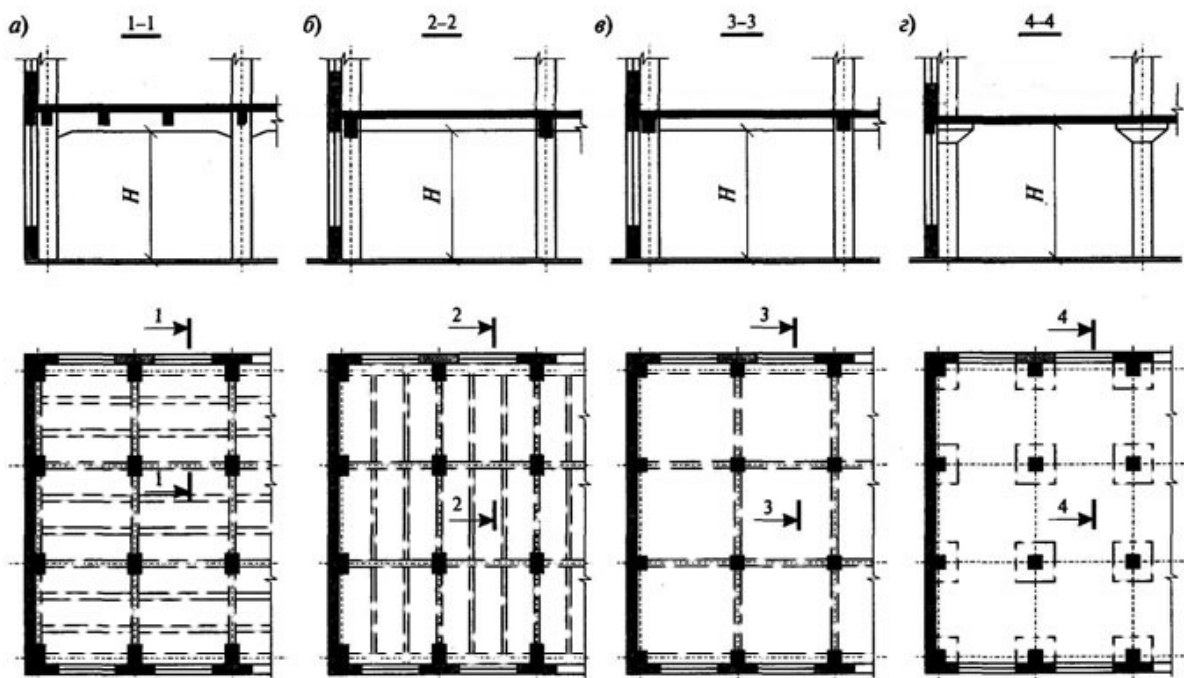


Рис. 5.38. Схемы монолитных железобетонных каркасов производственных зданий:  
 а) с поперечными рамами; б) то же, с продольными; в) с плитами, опёртыми по контуру;  
 г) с безбалочными перекрытиями

Элементы каркаса многоэтажных промышленных зданий должны обладать высокой степенью капитальности, т. е. долговечностью и



огнестойкостью. Поэтому для этих зданий применяют железобетонные конструкции, которые могут быть монолитными, сборно-монолитными и сборными.

На рис. 5.38 представлены схемы монолитных железобетонных каркасов производственных зданий.

Стальной каркас применяют при больших нагрузках, при наличии динамических воздействий на несущие конструкции от работы оборудования или при строительстве зданий в труднодоступной местности. Стальные колонны и ригели, как правило, изготовляют двутаврового сечения.

Для лёгкой, пищевой, электротехнической, химической, машино- и приборостроительной промышленности, как правило, строят многоэтажные здания с разбивочными сетками колонн  $6 \times 6$  и  $9 \times 6$  м, одинаковыми пролётами во всех этажах и с увеличенными пролётами в нижнем и/или в верхнем этажах и подвесными или опорными кранами.

**Каркасы с балочными и безбалочными перекрытиями.** Каркасы из унифицированных железобетонных элементов заводского изготовления бывают с балочными или безбалочными перекрытиями.

Балочные перекрытия как более простые и универсальные применяются чаще.

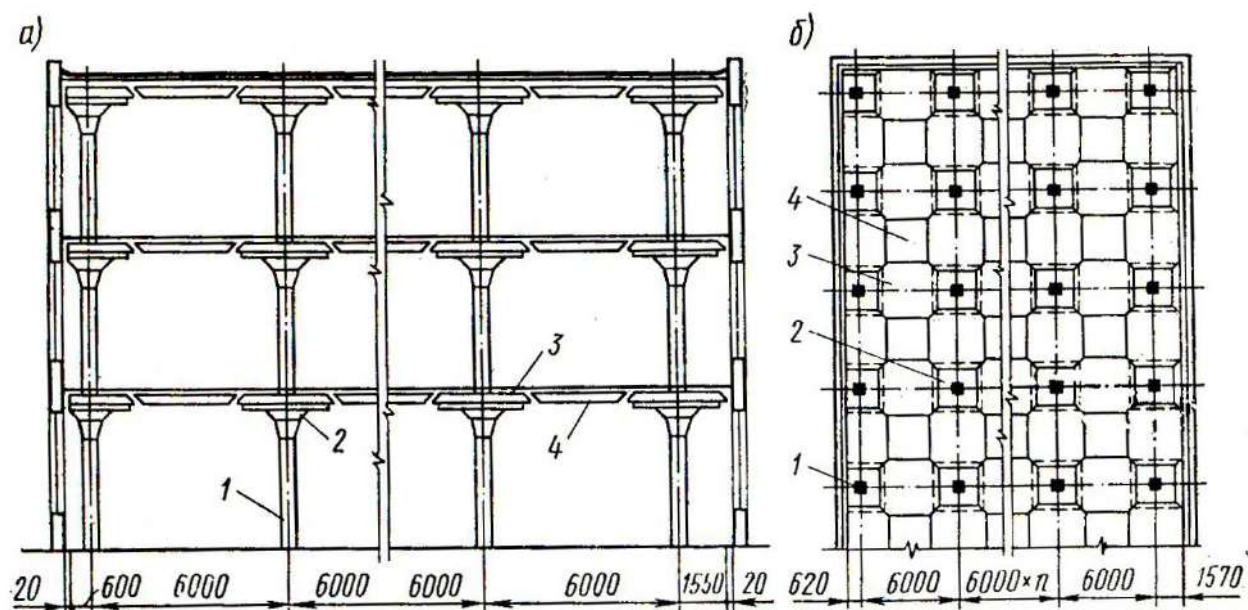


Рис. 5.39. Многоэтажное здание с безбалочным каркасом:

*а* – поперечный разрез; *б* – план перекрытия; 1 – колонна; 2 – капитель; 3 – надколонная плита; 4 – пролетная плита

Безбалочные перекрытия (рис. 5.39) применяют при больших полезных нагрузках и при необходимости получить гладкую поверхность потолка, что позволяет устраивать подвесной транспорт и развязку коммуникаций в любом направлении, а также улучшает санитарно-гигиенические качества помещений.

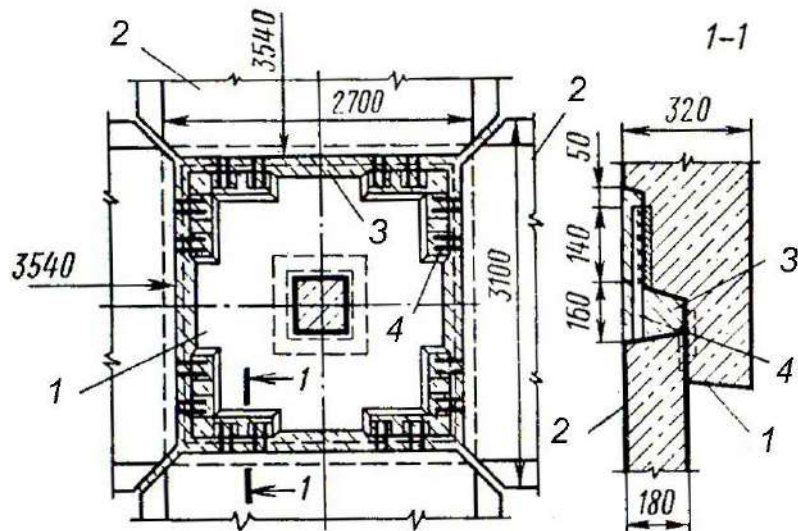


Рис. 5.40. Стык надколонных плит с капителью:

1 – капитель; 2 – надколонная плита; 3 – бетон М300; 4 – выпуски арматуры из плит

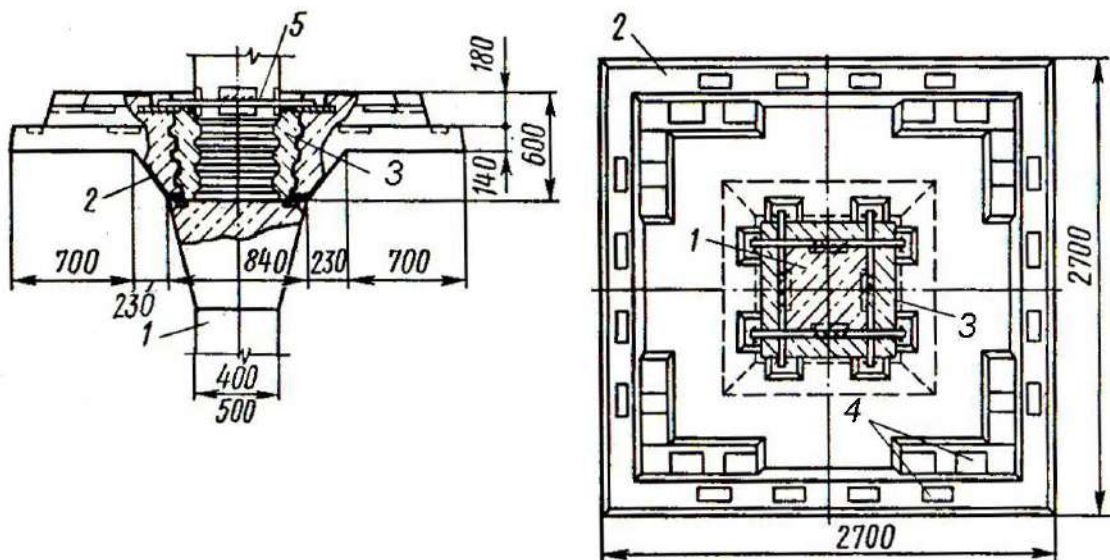


Рис. 5.41. Соединение капители с колонной:

1 – колонна; 2 – капитель; 3 – бетон М300; 4 – закладные элементы; 5 – стержни диаметром 22мм

Железобетонный каркас многоэтажных зданий с балочными перекрытиями предназначен для зданий высотой до пяти этажей с сеткой колонн  $6 \times 6$  и  $9 \times 6$  м. Пример конструктивного решения многоэтажного промышленного здания с увеличенным пролётом в верхнем этаже, в котором предусматривается установка опорных мостовых кранов, приведён на рис. 5.42. Здание полностью запроектировано сборным в железобетонных конструкциях, только вертикальные связи между колоннами по продольным разбивочным осям выполняются из стальных профилей.

Основные элементы каркаса: колонны с фундаментами, ригели (прогоны), плиты перекрытий и связи. Ригели каркаса (рис. 5.43, б, в) изготавливают прямоугольной формы и с полками; их располагают, как правило, поперёк здания и в отдельных случаях вдоль здания. Совместно с колоннами ригели образуют рамы. Поперечные рамы каркаса обеспечивают жёсткость здания в поперечном направлении, а плиты перекрытий и стальные вертикальные связи между колоннами – в продольном. При значительных горизонтальных нагрузках в продольном направлении здания устанавливают ригели, жёстко соединяемые с колоннами, которые образуют продольные рамы каркаса.

Колонны каркаса разделяют на крайние и средние (рис. 5.43, а). Для опирания ригелей у колонн предусмотрены консоли. Основной тип колонны – колонна высотой в два этажа, дополнительный – высотой в один этаж сечением 400 × 400 и 400 × 600 мм. Колонны устанавливают в стаканы железобетонных фундаментов, верх которых располагают на 150 мм ниже уровня чистого пола первого этажа.

Для устройства перекрытий применяются ребристые плиты двух типов: основные шириной 1500 мм и доборные шириной 750 мм (рис. 5.43, г). Высота плит 400 мм. Короткие плиты длиной 5050 мм укладывают у деформационных швов и торцов здания.

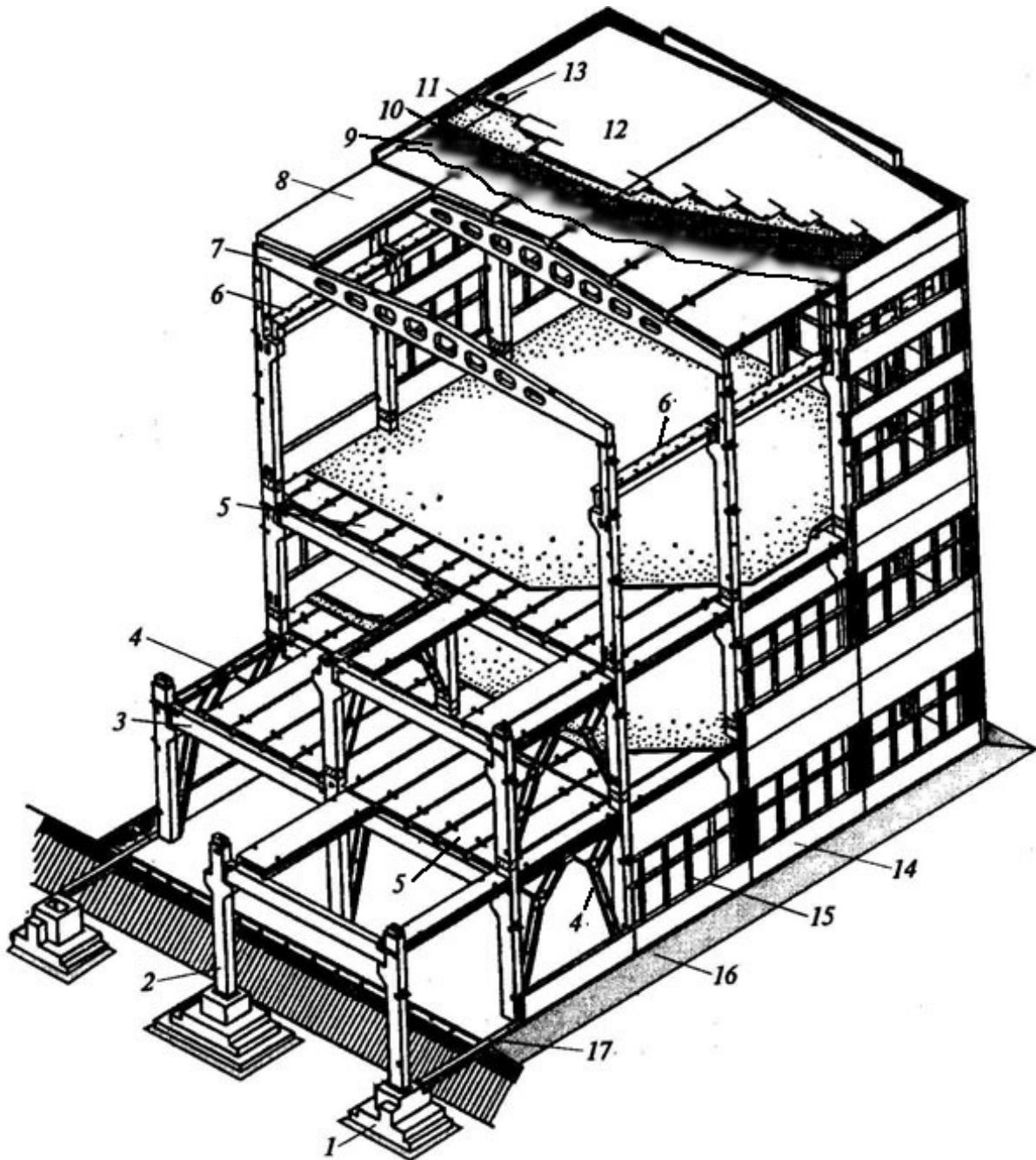


Рис. 5.42. Основные элементы многоэтажного здания с рамным железобетонным каркасом:  
 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – ригель междуэтажного перекрытия; 4 – вертикальные связи между колоннами; 5 – плита междуэтажного перекрытия; 6 – подкрановая балка;  
 7 – балка покрытия; 8 – плита покрытия; 9 – пароизоляция; 10 – утеплитель;  
 11 – выравнивающий слой; 12 – кровельный ковёр; 13 – воронка внутреннего водостока;  
 14 – стенная панель; 15 – оконная панель; 16 – отмостка; 17 – фундаментная балка

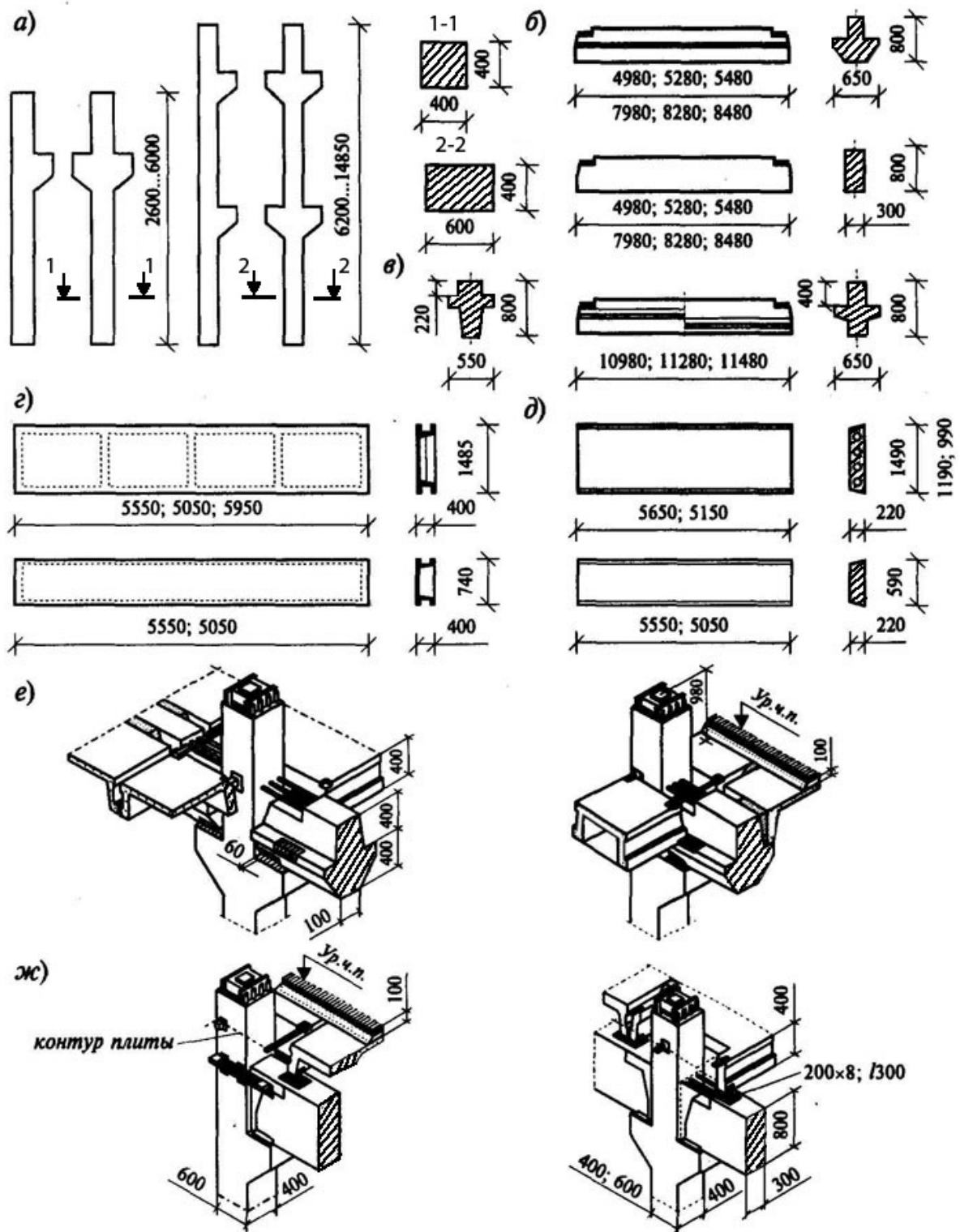


Рис. 5.43. Элементы балочного железобетонного каркаса:

а) колонны; б) ригели перекрытия пролётами 6 и 9 м; в) то же, пролётом 12 м;  
 г) ребристые плиты перекрытий; д) то же, плоские пустотные; е) сопряжение ригеля с колоннами крайних и средних рядов, вариант опирания плит на полки ригеля; ж) то же, при опирании плит по верху ригеля

Плиты междуэтажных перекрытий опирают на полки ригеля (рис. 5.43, б (верхн.), в, е) или на верхнюю плоскость ригеля (рис. 5.43, б (нижн.), ж).

Второй вариант применяют в случаях, когда в перекрытиях необходимо устраивать большие проёмы для провисающего оборудования. При равномерно распределённой нагрузке принимают опирание плит на полки ригелей, что уменьшает высоту перекрытия.

Плиты, опираемые на верхнюю плоскость ригелей, отличаются от плит, опираемых на полки ригелей, лишь формой и размерами торцовых ребер (рис.5.43, д). Плиты и ригели, укладываемые по осям колонн, выполняют роль распорок. Они передают на вертикальные связи между колоннами положительное и отрицательное давление ветра, действующее на торец здания.

Колонны стыкуют, приваривая стыковые стержни к стальным оголовкам колонн. Зазор между торцами колонн тщательно зачеканивают жёстким раствором, затем стык обертывают металлической сеткой и замоноличивают.

Ригели стыкуют с колонной, сваривая выпуски арматуры и опорных закладных деталей ригелей с закладными деталями консолей колонн, а зазор между ними заполняют монтажным бетоном.

Плиты перекрытия крепят к ригелям колонн и между собой сваркой закладных стальных деталей. Такое крепление необходимо для повышения продольной жёсткости каркаса. Пазухи между рёбрами смежных плит и верхней частью ригеля армируют и замоноличивают монтажным бетоном, благодаря чему междуэтажное перекрытие многоэтажного промышленного здания приобретает высокую жёсткость.

Железобетонный каркас с безбалочными перекрытиями состоит из вертикальных элементов колонн с капителями и плит, опертых на эти капители, образующих междуэтажные перекрытия (рис. 5.39, 5.40, 5.41). Каркас этого типа применяют в промышленных зданиях, складах, холодильниках, мясокомбинатах при покрытиях с квадратной сеткой колонн, чаще всего 6х6 м, и при больших полезных нагрузках. Разрезку перекрытия выполняют так, чтобы предельная масса каждого его элемента не превышала 5 т.

Конструктивно перекрытие решают следующим образом. На колонны каркаса крепят капители, имеющие форму усеченной, квадратной в плане пирамиды с отверстием в середине. Капитель с выступающей частью колонны скрепляют сваркой закладных стальных деталей. Капитель служит не только опорой для четырёх надколонных плит, но и обоймой стаканного типа для колонны вышележащего этажа. Надколонные плиты, ребристые или пустотелые, жёстко скрепляют с капителью путем сварки закладных стальных деталей. Надколонные плиты воспринимают нагрузку от пролётных плит, которые опирают на них по контуру. Пролётные плиты изготавливают чаще всего однослойными толщиной 160 – 220 мм с ребрами по периметру.

Для обеспечения жёсткости перекрытия после установки колонн вышележащего этажа надколонную зону армируют и бетонируют монтажным бетоном. Так как надколонные плиты работают как балки, название перекрытия безбалочным является условным и объясняется тем, что в его форме и внешнем виде балочная структура мало заметна.

Каркас со сборно-монолитным безбалочным перекрытием при расположении надколонных плит в одном направлении состоит из колонн, плоских капителей, надколонных и пролётных плит. Пролётные плиты опирают на выступающие четверти надколонных плит-балок. Поперечная и продольная жёсткость каркаса достигается путём сварки выпусков арматуры пролётных плит с арматурной сеткой, укладываемой по верху надколонных плит, и замоноличиванием её монтажным бетоном. Для лучшего сцепления бетона с надколонными плитами в них закладывают вертикально выступающие стержни.

Сборно-монолитное безбалочное перекрытие с надколонными плитами, расположенными в одном направлении, имеет сравнительно простое решение и небольшое число типоразмеров сборных элементов. Его недостатком является большая трудоёмкость работ по укладке значительного объёма монолитного бетона.

Каркасы многоэтажных зданий с укрупнённой сеткой колонн. Для более свободной организации технологического процесса и повышения универсальности многоэтажных производственных зданий в ряде случаев целесообразно внедрение укрупнённых сеток колонн  $12 \times 12$  м. Такие здания отвечают условиям непрерывной и частичной модернизации технологии производств, например в радиотехнической, электронной, приборостроительной, лёгкой и других отраслях промышленности.

Для производственных зданий с сеткой колонн  $12 \times 12$  м и балочными конструкциями перекрытий принята рамная схема каркаса с применением коробчатых плит высотой 600 мм или с применением взаимозаменяемых ребристых плит той же высоты.

Каркасы многоэтажных зданий с межферменными этажами. В промышленном строительстве широко применяют пролёты 12, 18 и 24 м, которые в многоэтажных производственных зданиях в ряде случаев рационально перекрывать безраскосными или другого вида фермами; высота этих ферм достигает 3 м и более. Это позволяет использовать высоту междуэтажного перекрытия для устройства так называемых межферменных технических этажей. Здания с такими этажами оказались удобными при размещении в них производств с кондиционированием воздуха и с развитой системой санитарно-бытового обслуживания.

В зданиях с межферменными этажами технического и вспомогательного назначения с сетками разбивочных колонн  $12 \times 6$  и  $18 \times 6$  м предусмотрено применение железобетонных безраскосных ферм при пролёте 12 м и железобетонных или стальных безраскосных ферм пролётом 18 м с высотой 3,6 м. По верхним поясам укладывают ребристые, а по нижним – многопустотные или специальные санитарно-технические плиты со встроенными светильниками и воздухораспределительными вентиляционными каналами.

**Конструкции лестниц многоэтажных промышленных зданий.** В многоэтажных промышленных зданиях основные лестницы служат для связи

между этажами и эвакуации людей. Наряду с этим лестницы могут выполнять большую эстетическую роль в интерьере и внешнем облике здания. Так, вынесение лестничных клеток за пределы контура здания разнообразит архитектуру фасадов и нередко используется как средство архитектурной композиции.

В зависимости от высоты этажа лестницы выполняют двух-, трёх-маршевые и с большим количеством маршей. Лестничные клетки могут быть решены в виде самостоятельной шахты или с опиранием лестничных площадок на ригели и другие элементы каркаса. В первом случае лестничные клетки имеют несущие стены, конструктивно не связанные с основным каркасом.

Основные параметры лестниц – высоту подъёма, уклон и ширину маршей – принимают в зависимости от плотности пассажиропотоков, степени огнестойкости и пожарной категории помещений и здания, а также условий эвакуации.

Высоту подъёма маршей, как правило, ограничивают и принимают в пределах от 1,2 до 2,1 м. Уклон маршей основных лестниц составляет 1:2 (при ширине проступи 0,3 м), а лестниц подвальных этажей и чердаков – 1:1,5 (при ширине проступи 0,26 м).

Унифицированные размеры ширины маршей составляют 1150, 1350, 1500 и 1750 мм. С этими размерами увязывают ширину эвакуационных выходов и дверей.

С лестничными клетками обычно блокируют пассажирские и грузовые лифты. Пассажирские лифты применяют при разнице отметок верхнего и первого этажей более 15 м при условии, что на этих отметках имеются постоянные рабочие места или оборудование, требующее обслуживания не менее трёх раз в смену. Число и грузоподъёмность лифтов принимают в зависимости от пассажиропотоков. Для перемещения крупногабаритных грузов могут быть запроектированы лифты с нестандартными увеличенными размерами.

В зданиях высотой от планировочной отметки земли до отметки чёрного пола верхнего этажа более 30 м предусматривают лифтовой холл, который отделяют от других помещений и коридоров противопожарными перегородками и противопожарными дверями.

## 5.7. Стены

Наружные и внутренние стены вместе с конструктивными элементами их заполнения (окна, двери, ворота и др.) образуют вертикальные ограждения производственных зданий.

В промышленных зданиях стены подразделяют по следующим признакам:

1) *По месту расположения:* наружные и внутренние, продольные и торцовые.

2) *По особенности архитектурного решения:* с окнами (ленточными,



горизонтальными и вертикальными); глухие для зданий со стабильным внутренним климатом или для производств со строгим технологическим режимом.

3) *По условиям теплопроводности:* «теплые» для отапливаемых зданий; «холодные» для неотапливаемых зданий (складов), производств с избыточным тепловыделением (доменные, мартеновские цехи и др.).

4) *По характеру статической работы:* *несущие*, воспринимающие нагрузки от собственной массы и других конструктивных элементов, например покрытия; *самонесущие*, воспринимающие нагрузку от собственной массы в пределах высоты здания и передающие ее на фундаментные балки; *ненесущие*, передающие нагрузку от собственной массы на колонны каркаса.

5) *По конструктивному решению:* кирпичные, блочные, панельные (бетонные, из тонкого металлического листа с утеплителем), из листовых материалов (асбестоцемента, стеклопластика, металла).

Стены промышленных зданий должны соответствовать требованиям: прочности и устойчивости;

- долговечности, т. е. стойкости к воздействиям внешней и внутренней (производственной) среды;
- необходимой огнестойкости; соблюдения установленных температурно-влажностного и акустического режимов в помещениях;
- индустриальности;
- архитектурно-художественным;
- экономии, т.е. иметь минимальную массу и наименьшие показатели стоимости и трудоёмкости на 1 м<sup>2</sup>.

Конструкцию и материал стен промышленных зданий выбирают после технико-экономического сравнения различных вариантов.

Элементы ограждения располагают перед колоннами, между колоннами и за внутренней гранью колонн. Лучшим решением, отвечающим требованиям унификации и привязки, является полный вынос ограждения за наружную грань колонн. При этом упрощается конструкция стены, облегчается устройство остекления, уменьшается число типоразмеров панелей, а элементы каркаса лучше защищаются от атмосферных воздействий. Располагать стеновые заполнения между колоннами можно в неотапливаемых зданиях и зданиях с избыточными тепловыделениями, а также во внутренних кирпичных стенах. Примыкание ограждений к внутренним граням колонн допускается в помещениях с сильно агрессивной средой производства. Такое решение улучшает санитарно-гигиенические качества интерьера, обогащает архитектуру здания, так как выступающие несущие конструкции выполняют роль композиционных элементов, повышает надежность здания, но несколько сокращает его объём.

Стены промышленных зданий, в отличие от гражданских, как правило, имеют большую протяженность и высоту при сравнительно небольшой толщине. Поэтому для обеспечения их устойчивости принимают специальные

меры, среди которых наиболее распространенной является использование фахверка.

В одноэтажных промышленных зданиях помимо основного каркаса применяют дополнительный каркас стен – **фахверк** (подробнее см. п. 5.3).

**Стены из кирпича.** В промышленном строительстве из кирпича возводят стены зданий с влажной агрессивной средой; небольшие производственные здания; участок стен с большим количеством технологических отверстий или проёмов; разнообразные здания в районах, где кирпич является местным материалом.

Толщина кирпичных стен зависит от теплотехнических требований и составляет 250, 380 и 510 мм. Кладка таких стен трудоёмка, это повышает стоимость и удлиняет срок строительства.

По восприятию нагрузки кирпичные стены бывают:

- Несущие, образующие остов здания. Их опирают на ленточные фундаменты, в местах укладки балок или ферм усиливают изнутри пилястрами. В стенах складов сыпучих материалов устраивают снаружи наклонные выступы (контрфорсы), воспринимающие горизонтальные усилия.
- Самонесущие, прислонённые к колоннам каркаса. Их опирают на фундаментные балки поверх гидроизоляционного слоя. Стены такой конструкции наиболее распространены в промышленном строительстве.
- Навесные, опертые на обвязочные балки, расположенные над оконными проёмами.

К колоннам каркаса самонесущие кирпичные стены крепят гибкими связями через 1,2 м по высоте.

Цоколи кирпичных стен штукатурят цементным раствором или облицовывают керамической плиткой. Проёмы (шириной до 4,5 м) перекрывают железобетонными перемычками. Верх стены завершается карнизом, образованным напуском рядов кирпича, или парапетом.

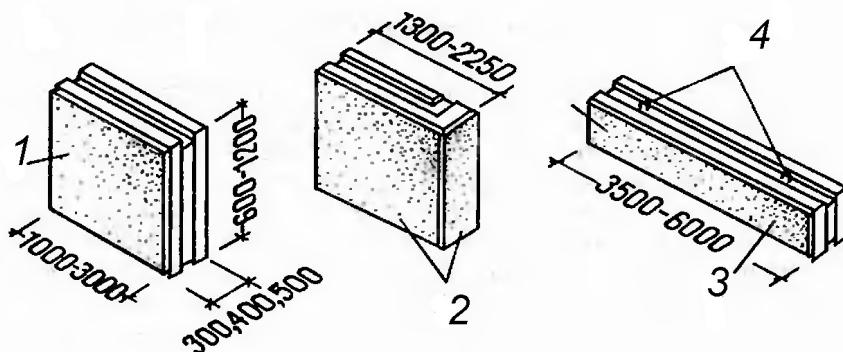


Рис. 5.44. Типы крупных стеновых блоков из легкого бетона:

1 – рядовой блок; 2 – угловой блок; 3 – блок-перемычка;

4 – монтажные петли

Для повышения декоративности кладки швы на фасадах расшивают, придавая им выпуклую или вогнутую форму. На внутренней поверхности швы выполняют в уровень с плоскостью стены.

**Стены из крупных бетонных блоков.** При влажности воздуха в помещениях до 80 % стены промышленных зданий можно устраивать из крупных блоков, которые изготовляют из лёгких или ячеистых бетонов толщиной 300, 400 и 500 мм. Снаружи и внутри они имеют фактурный слой из цементного раствора. По месту расположения в стене блоки делят на рядовые, составляющие основную часть стены; простеночные, имеющие четверти для закрепления оконных коробок и с такими же габаритными размерами, что и у рядовых блоков; угловые, укладываемые в углах стен; и перемычечные, перекрывающие оконные проёмы (рис. 5.44). Для стен промышленных зданий применяются также цокольные, парапетные или карнизные блоки.

**Стены из крупных панелей.** Крупнопанельные стены широко распространены в промышленном строительстве.

На рис. 5.45 и 5.46 показаны наиболее распространённые варианты разрезки стен на крупные панели одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий.

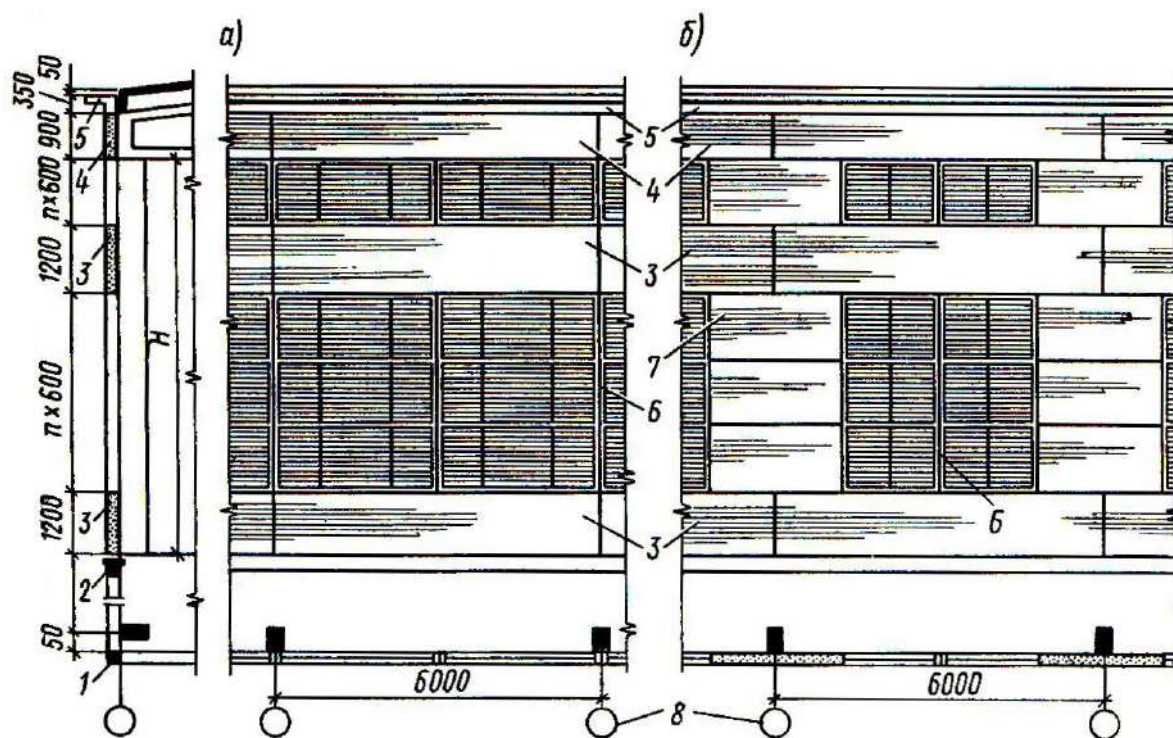


Рис. 5.45. Раскладка панелей продольных наружных стен одноэтажных зданий:  
*а* – стены с ленточным остеклением; *б* – стены с простенками; 1 – угловой блок; 2 – фундаментная балка; 3 – перемычечная панель; 4 – подкарнизная панель; 5 – карнизная панель; 6 – импост; 7 – простеночная панель; 8 – маркировка разбивочных осей

В каркасных зданиях такие стены выполняются самонесущими или навесными. Стеновые панели промышленных зданий разделяют:

- по назначению: цокольные, рядовые, простеночные,

перемычечные, угловые, парапетные, карнизные;

- по теплоизоляционным свойствам: для отапливаемых и неотапливаемых зданий;
- по материалу: из лёгких и ячеистых бетонов, тяжёлого железобетона, асбестоцементных и металлических листов;
- по конструкции: бескаркасные (одно- и трёхслойные), с внутренним каркасом (многослойные);
- по особенностям монтажа: устанавливаемые горизонтально или вертикально.

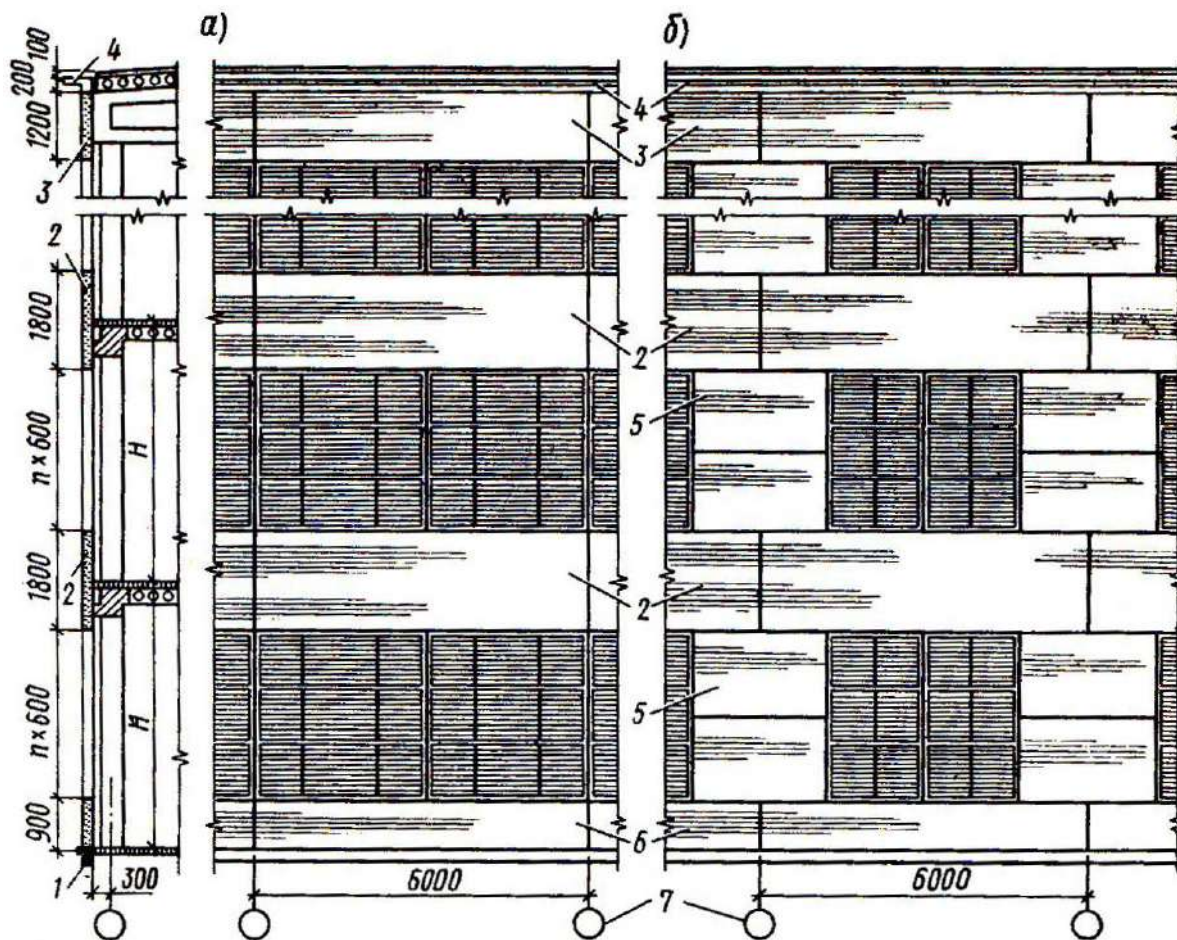


Рис. 5.46. Раскладка панелей в многоэтажных зданиях:

*а* – стены с ленточным остеклением; *б* – стены с простенками; 1 – фундаментная балка; 2 – рядовая панель; 3 – подкарнизная панель; 4 – карнизная панель; 5 – простеночная панель; 6 – цокольная панель; 7 – маркировка разбивочных осей

В целях унификации элементов стен и деталей креплений размеры панелей по высоте приняты: 0,9; 1,2; 1,5; 1,8м, т.е. кратные модулю 0,3м, а по длине – равные шагу колонн 6,0 или 12,0м.

Основные унифицированные панели длиной 6м для стен отапливаемых зданий даны на рис. 5.47, а, б. Составные железобетонные панели (рис. 5.47, б) применяются при отсутствии легких или ячеистых бетонов. Панели стен отапливаемых зданий длиной 12м показаны на рис. 5.47, в, г. Железобетонные ребристые панели для стен неотапливаемых зданий представлены на рис. 5.47,

д, е.

Для стен неотапливаемых зданий применяют плоские железобетонные панели из тяжелого бетона марки 300 с предварительно-напряженной арматурой толщиной 70мм и длиной 6,0м. Угловые панели для стен неотапливаемых зданий изготавливаются длиной 6,1 и 6,35м. Длина простеночных панелей – 1,5 и 3,0м.

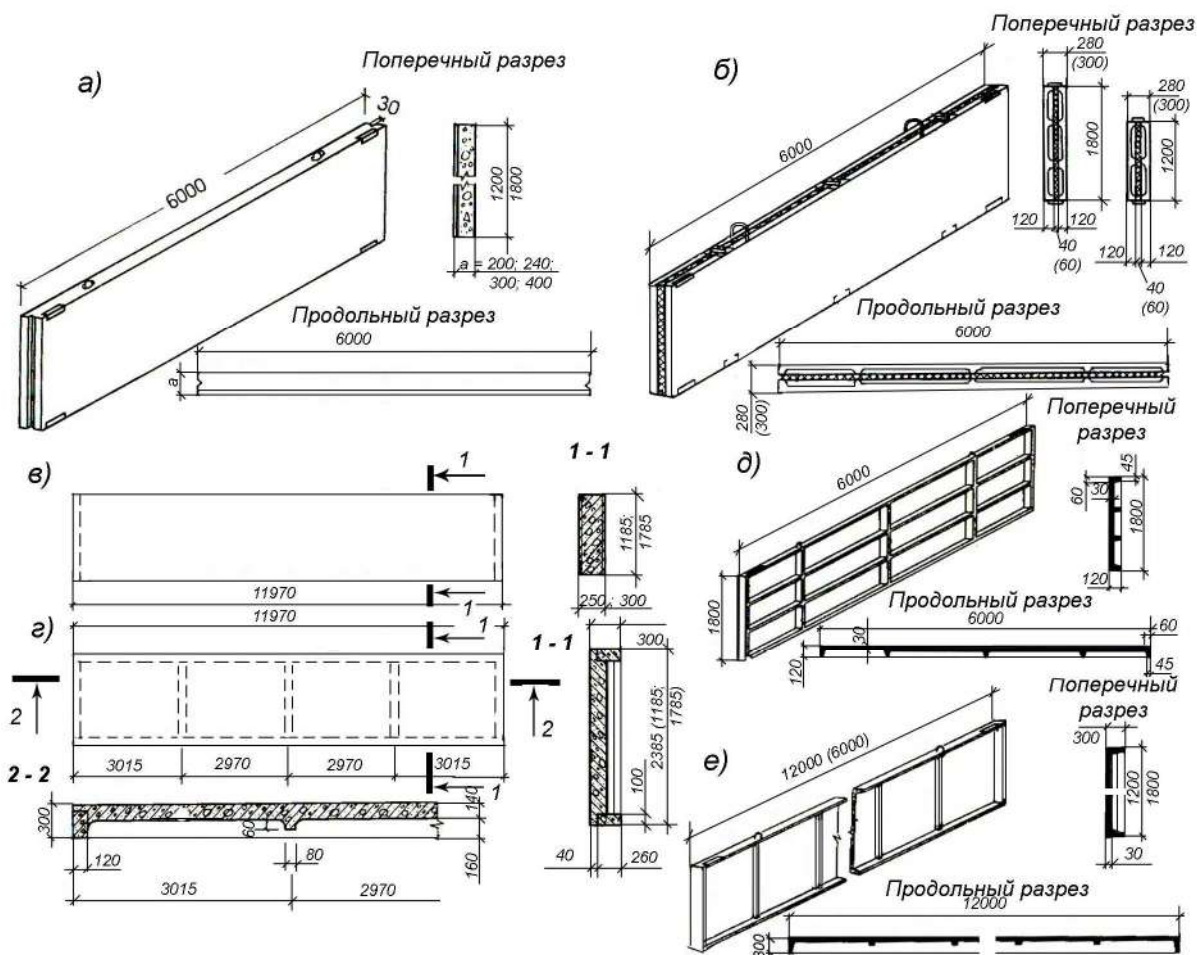


Рис. 5.47. Стеновые панели:

*а, б – стеновые панели отапливаемых зданий; а – однослойные из легких или ячеистых бетонов; б – трехслойные (из двух железобетонных ребристых плит и минераловатной плиты);*

*в, г – панели стен отапливаемых зданий длиной 12м; в – однослойная керамзитобетонная; г – комплексная панель с железобетонным контуром и плитой из керамзитобетона;*

*д, е – железобетонные ребристые панели для стен неотапливаемых зданий; д – панель с перекрестными ребрами; е – панель с продольными ребрами*

Панели из легких бетонов на пористых заполнителях должны изготавливаться с наружным и внутренним фактурными отделочными слоями толщиной 20мм из цементно-песчаного раствора марки 100. Легкобетонные панели применяются в производственных зданиях с влажностью воздуха не более 75% и с неагрессивной средой. Панели из ячеистых бетонов применяются в зданиях с относительной влажностью не более 60% и с неагрессивными газовыми средами.

По конструктивным и монтажным условиям в одноэтажных зданиях перемычные панели над верхними оконными проемами устанавливаются на отметке на 600мм ниже верха колонн или низа несущих конструкций покрытия. В многоэтажных зданиях поясные, надоконные панели устанавливаются на 600мм ниже отметки межэтажных перекрытий

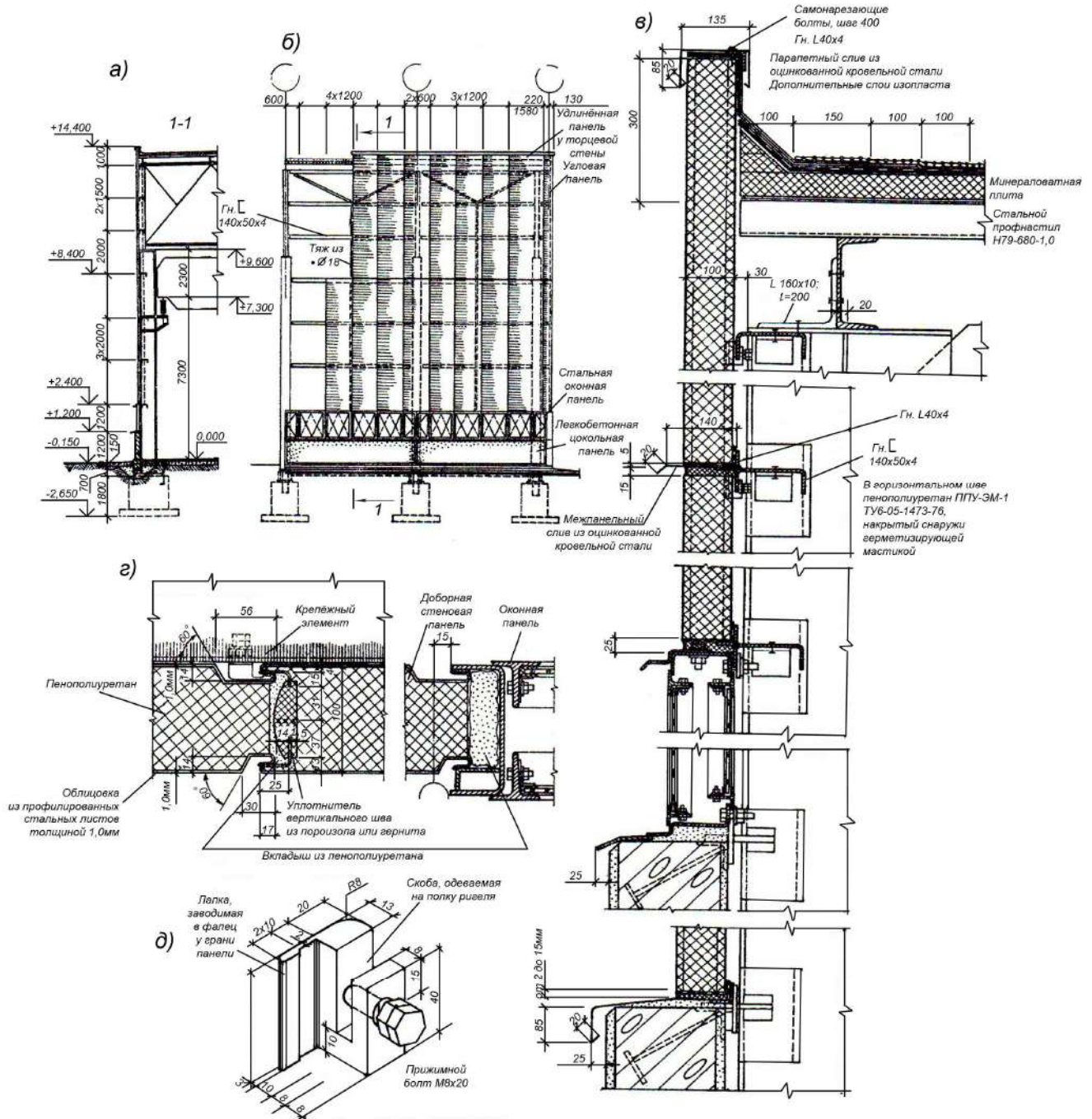


Рис. 5.48. Стены одноэтажных промышленных зданий из металлических трехслойных панелей типа «сэндвич»:

а – разрез; б – разрезка на панели (фрагмент фасада); в – разрез по стене; г – вертикальные швы между стеновыми и оконными панелями; д – крепёжный элемент

Нижние стеновые панели опираются на фундаментные балки, верх которых на 30мм ниже отметки пола первого этажа. В том случае, когда

цокольные панели выполнены из ячеистых бетонов и не защищены от атмосферных осадков (например, не оштукатурены цементным раствором), цокольную часть стены следует выполнять из кирпича.

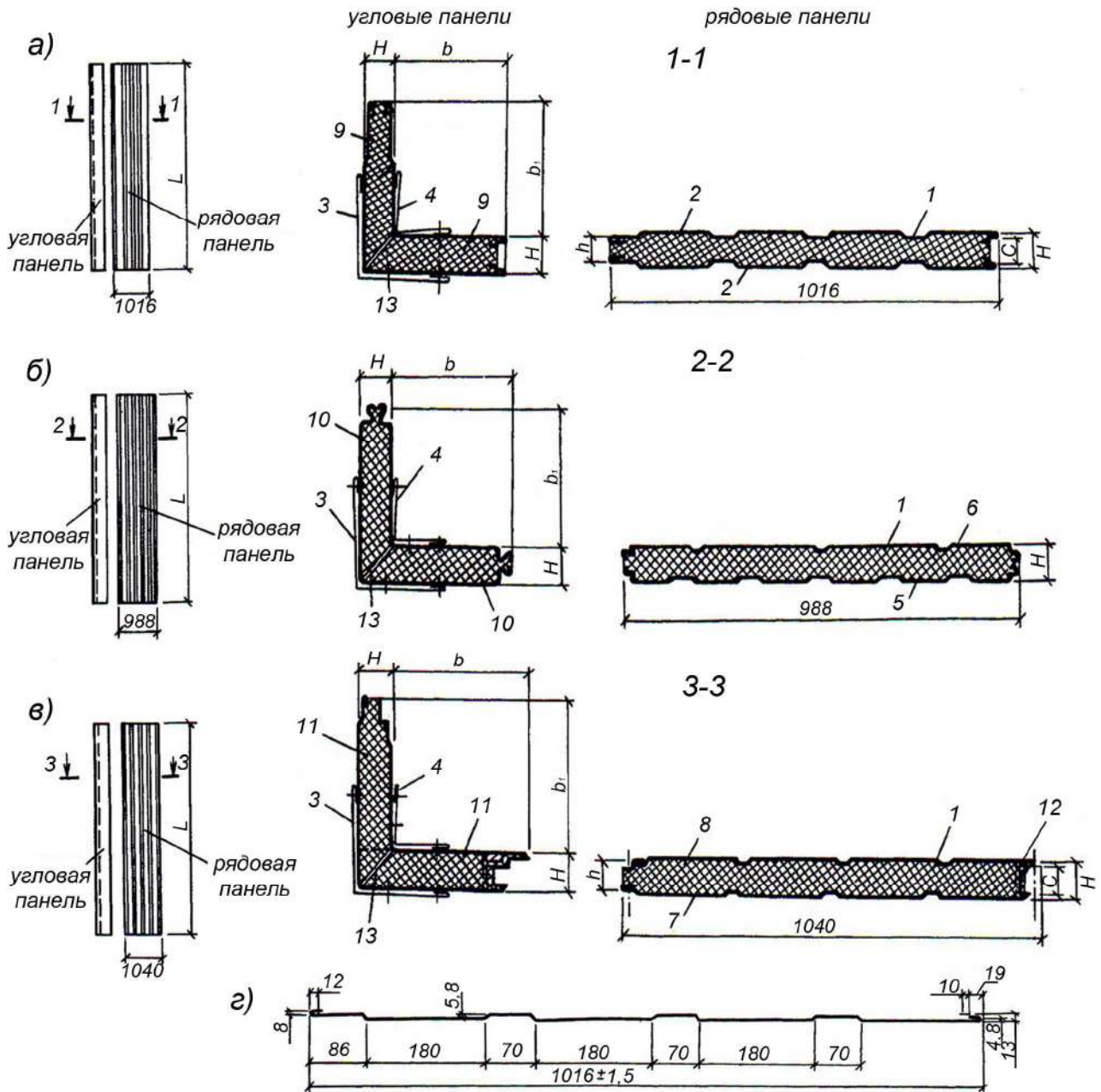


Рис. 5.49. Стены одноэтажных промышленных зданий из металлических трехслойных панелей типа «сэндвич». Типы панелей:

а – панели типа 1 (общий вид, угловая и рядовая панели); б – панели типа 2 (то же); в – панели типа 3 (то же); г – деталь, поз.2 (рулонная оцинкованная сталь толщиной 0,8мм); 1 – пенополиуретан; 2 – стальной профиль рядовых панелей типа 1; 3, 4 – стальной профиль угловых панелей типов 1, 2, 3; 5, 6 – стальной профиль рядовых панелей типа 2; 7, 8 – стальной профиль рядовых панелей типа 3; 9, 10, 11 – трёхслойные элементы; 12 – соединительный элемент; 13 – прокладки. Длина панелей изменяется от 2380 мм до 11380 мм (через 600мм) и зависит от завода-изготовителя и типа панели

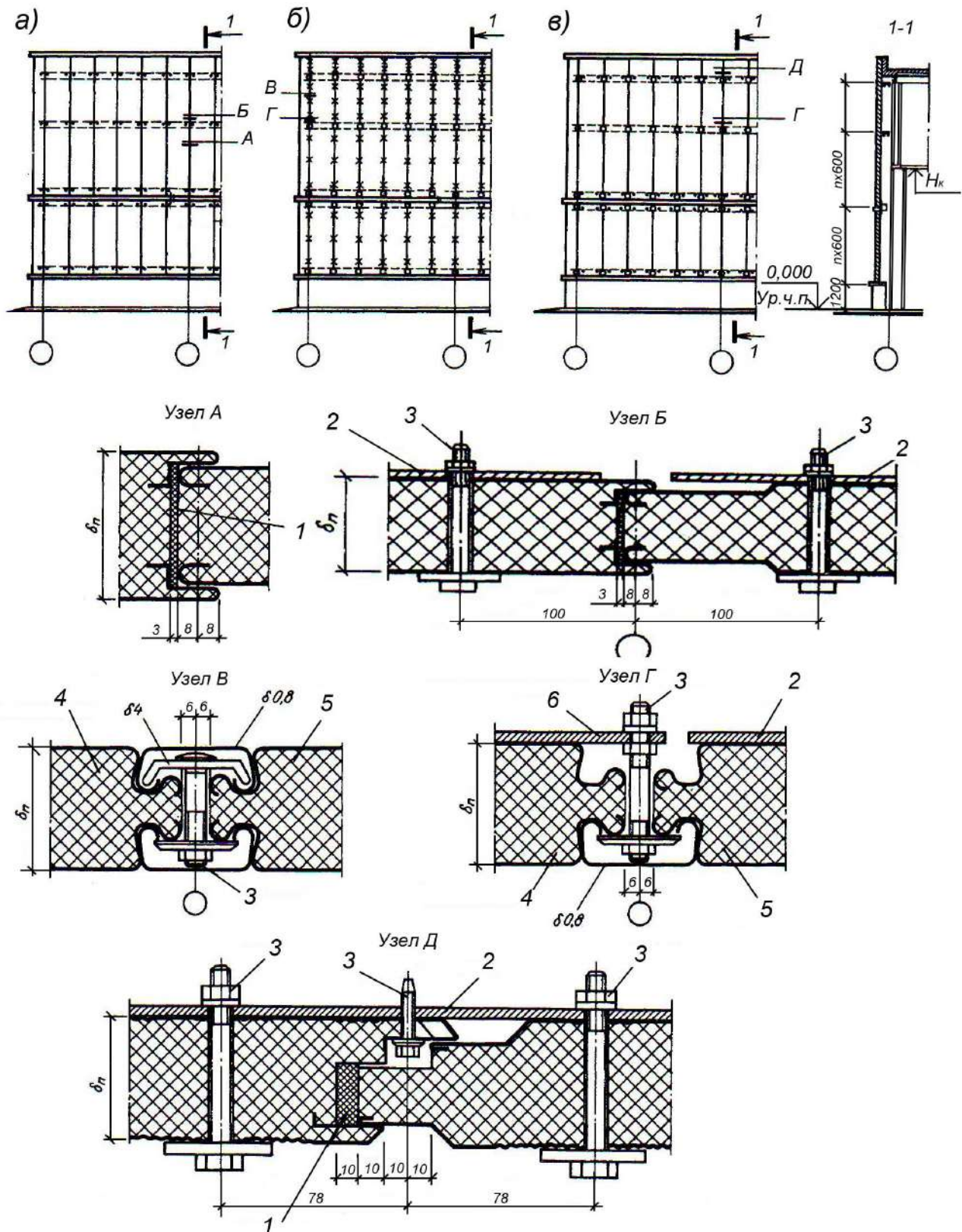


Рис. 5.50. Стены одноэтажных промышленных зданий из металлических трехслойных панелей типа «сэндвич». Схемы крепления панелей:  
 а – для панелей типа 1; б – для панелей типа 2; в – для панелей типа 3; 1 – уплотнительная прокладка; 2 – ригель; 3 – болт М8; 4 – угловая панель; 5 – рядовая панель; 6 – угловая опорная консоль



Крупнопанельные стены отапливаемых одноэтажных промышленных зданий из легких и ячеистых бетонов выполняют как самонесущими, так и навесными. Панели толщиной 160мм для стен отапливаемых зданий, а также стеновые панели неотапливаемых зданий рекомендуются к применению в конструктивных решениях с навесными стенами. На уровне верха горизонтальных оконных проемов стеновые перемычечные панели устанавливают на консольного типа опорные стальные столики, воспринимающие вертикальные нагрузки от вышележащих панелей.

В самонесущих стенах надоконные панели опираются на простеночные панели. Максимальная высота самонесущих стен определяется расчетом на смятие панелей в местах их опирания на фундаментную балку, а также на прочность сечений простенков.

Основной вариант крепления стеновых панелей – при помощи гибких анкеров.

Швы крупнопанельных стен заполняют упругими прокладками из гернита или пороизола и герметизируют мастикой. По краям панели укладывают жесткие прокладки, фиксирующие толщину горизонтальных швов. Заделка швов цементным раствором допускается в виде исключения.

Крепление панелей к колоннам должно быть прочным и податливым при температурных и осадочных деформациях стен.

При влажности воздуха в помещении более 60 % или агрессивной среде предусматривают антикоррозионную защиту панелей и креплений. Внутренние поверхности стен окрашивают лакокрасочными составами и напыляют слой цинка на металлические крепления и закладные детали.

**Стены из металлических листов с эффективным утеплителем.** Такие стены устраивают в одноэтажных промышленных зданиях при влажности воздуха в помещении до 60 %. Цоколь таких стен выполняют из легкобетонных панелей или кирпича. Вышележащие участки стен, выполненные из профилированного листа, закрепляют к горизонтальным ригелям стенового фахверка.

*По конструктивному решению* металлические стены различают:

- послойно собираемые из стальных листов и плит утеплителя;
- монтируемые из укрупненных панелей, изготовленных на строительной площадке;
- монтируемые из панелей заводского изготовления.

**Стены листовой сборки** состоят из горизонтальных ригелей, обшивки из профилированных листов и пенополистирольных плит утеплителя. При возведении стен вначале устанавливают внутреннюю обшивку, затем теплоизоляцию и наружную обшивку. К ригелям стенового фахверка обшивка закрепляется самонарезающими болтами. Профилированные листы обшивки соединяют внахлестку и закрепляют комбинированными заклёпками.

**Укрупненные панели стен** изготавливают на строительной площадке. К стальной раме из продольных и поперечных элементов прикрепляют внутреннюю обшивку, детали крепления, горизонтальные уголки. В два слоя

укладывают плиты утеплителя и закрепляют наружную обшивку. Изготовленные панели устанавливают на цоколь либо на стальные опорные консоли, приваренные к колоннам, и закрепляют их болтами с крепежными накладками. Вертикальные швы заполняют утепляющей прокладкой и закрывают нащельником.

Наиболее индустриальными и экономичными являются **стены из трехслойных бескаркасных панелей типа «сэндвич»**, в которых утеплитель пенополиуретан вспучивается между двумя стальными листами в процессе изготовления панелей. При этом адгезия (сцепление) утеплителя с металлическими облицовочными листами обеспечивается без дополнительных конструктивных соединений (рис. 5.48, 5.49, 5.50). Такие панели изготавливаются шириной 1,0 – 1,5 м и длиной от 2,4 до 12 м.

При монтаже панели располагаются вертикально и крепятся к горизонтальным стальным ригелям болтами. Вертикальные стыки панелей соединяются вшпунт или закрываются с двух сторон нащельником. В горизонтальный стык укладывают упругую прокладку, герметизируют шов мастикой и закрывают фартуком из оцинкованной стали. Парапеты, обрамления углов, проёмов и другие элементы стен накрывают погонажными элементами, закрепляя их самонарезающими болтами к элементам каркаса и комбинированными заклепками к наружной обшивке.

От коррозии металлические стены защищают оцинкованными или полимерными покрытиями.

## 5.8. Деформационные швы

В промышленных зданиях с большими размерами в плане или состоящих из нескольких объёмов с различными высотами и нагрузками на основание предусматривают деформационные швы, которые в зависимости от назначения подразделяют на температурные, осадочные и антисейсмические.

**Температурные швы** предназначены для предохранения от образования трещин конструктивных элементов зданий вследствие деформаций, вызываемых колебаниями температуры наружного и внутреннего воздуха. Температурные швы, расчленяя по вертикали все надземные конструкции здания на отдельные части, обеспечивают независимость их горизонтальных перемещений.

Фундаменты и другие подземные элементы здания не расчленяют температурными швами, так как они под воздействием температуры не деформируются до опасной величины.

**Осадочные швы** предусматривают в тех случаях, когда ожидается неодинаковая и неравномерная осадка смежных частей здания. Такая осадка может происходить при значительной разнице высот смежных частей (более 10 м или выше 3 этажей), при различных по величине и характеру нагрузках на основание, при разнородных грунтах основания под фундаментами и наличии пристроек к зданиям.

Осадочные швы устраивают в стыках смежных частей здания, и в отличие от температурных они расчленяют по вертикали все конструкции здания, допуская самостоятельную осадку отдельных его объёмов. Осадочные швы обеспечивают и горизонтальные перемещения расчлененных частей, поэтому их можно совмещать с температурными швами. В этом случае их называют температурно-осадочными.

**Антисейсмические швы** предусматривают в зданиях, располагаемых в районах с землетрясениями. Такие швы разрезают здание на отдельные отсеки, представляющие собой самостоятельные устойчивые объёмы, и обеспечивают их независимую осадку.

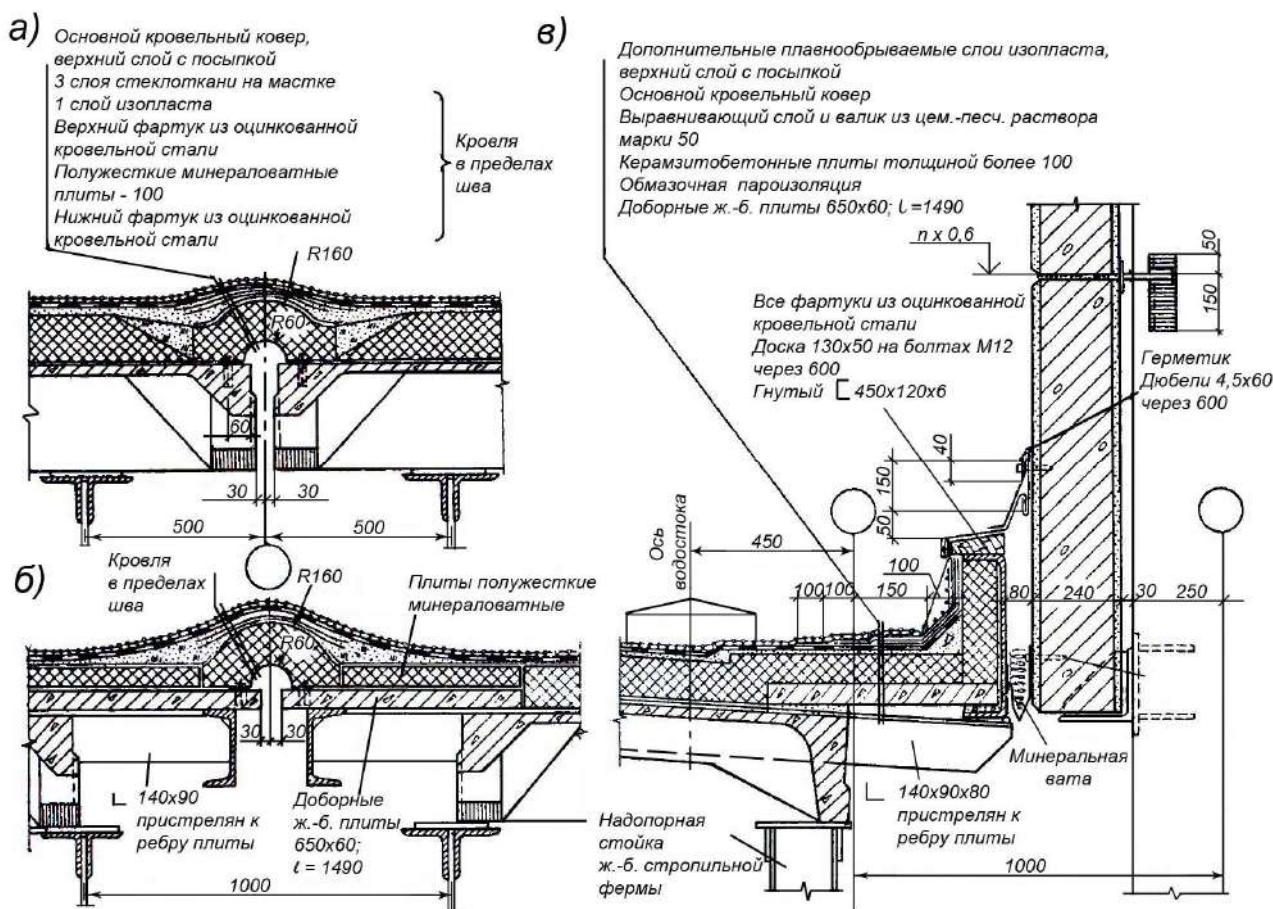


Рис. 5.51. Кровли по настилу из железобетонных плит. Конструкции деформационных швов в покрытии:

а) поперечный без вставки; б) то же, со вставкой «1000»; в) продольный со вставкой «1000» и перепадом высоты

В промышленных зданиях массового строительства обычно устраивают только температурные швы, которые подразделяют на поперечные и продольные. Расстояние между температурными швами зависит от конструктивного решения здания, климатических показателей района строительства и температуры внутреннего воздуха.

Для сборных железобетонных каркасов расстояния между температурными швами до недавнего времени принимали равными 60 – 72 м.

В настоящее время в целях экономии материалов и затрат труда расстояние между швами при необходимости может быть увеличено при соответствующем технико-экономическом обосновании до 144 – 228 м.

Деформационные швы размещают с таким расчётом, чтобы возникающие в температурном отсеке усилия (входящие в дополнительные сочетания нагрузок от изменений температуры) не требовали дополнительного усиления арматуры элементов.

Простым решением деформационного шва является установка парных колонн, поддерживающих конструкции смежных участков одноэтажных производственных зданий, разделённых швом. При длине блоков до 144 (156) м поперечный температурный шов решается без вставок (как при блоке длиной 72 м). Зазор между плитами покрытия образуют за счёт сдвижки плит в сторону от шва. Швы в зданиях с блоками длиной 228 м выполняют со вставкой шириной 100 (150) мм. В многоэтажных зданиях швы устраивают на спаренных колоннах, располагая рамы по обе стороны шва.

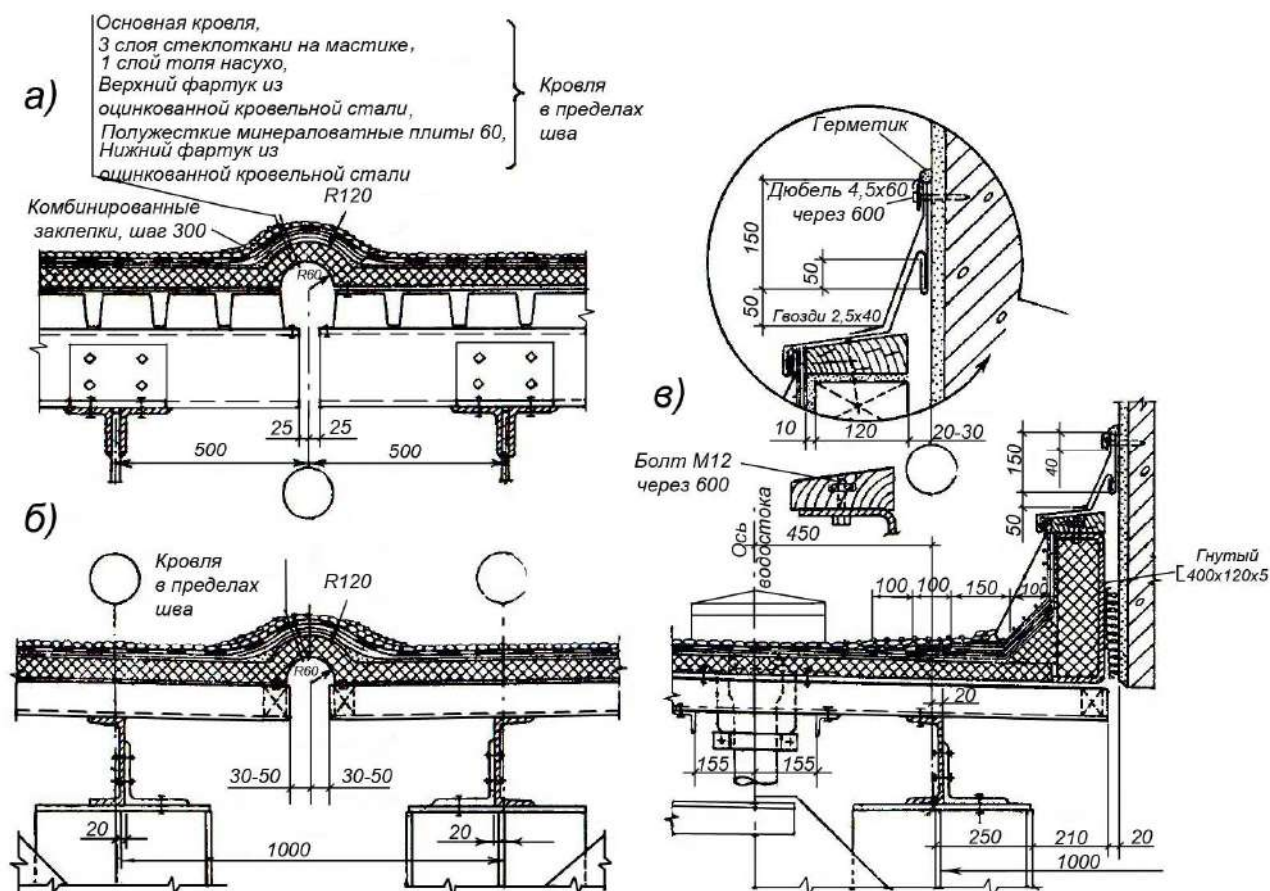


Рис. 5.52. Кровли по стальному профилированному листу. Конструкции деформационных швов в покрытии:

а) поперечный без вставки; б) продольный со вставкой «1000»; в) продольный со вставкой «1000» и перепадом высоты

Для предотвращения опасных усилий от неравномерной осадки железобетонных конструкций зданий значительной длины, состоящих из

элементов различной этажности или опирающихся на участки с различными грунтами, предусматривают осадочные швы, которые доходят до подошвы фундамента; их устраивают по аналогии со швами, выполняемыми в гражданских зданиях. Осадочные швы одновременно являются и температурными.

Деформационные швы по граням температурных отсеков выполняются в виде упругой арочки из полужестких минераловатных плит, обжатых цилиндрическими фартуками из оцинкованной стали. В месте устройства шва кровельный ковер усиливается подстилаемыми под ним слоями стеклоткани (рис. 5.51, а, б; рис. 5.52, а, б). При устройстве шва в месте перепада высоты (рис. 5.51, в; рис. 5.52, в) кровля ограничивается стенкой, образованной гнутым швеллером с заполнением утеплителем или кирпичной стенкой толщиной в полкирпича и высотой в пять рядов кладки. Образующая шов щель между кирпичной стенкой и стеной более высокого пролета при ширине более 30мм закрывается гнутым стальным фартуком с уложенным поверх него слоем минеральной ваты. Сверху щель накрывается пристрелянными к стене фартуками с фальцами, обеспечивающими возможность взаимного смещения без разрыва кровли.

### 5.9. Окна, ворота, двери

**Окна.** Выбор типа и размеров заполнения оконных проёмов производственных зданий имеет большое значение, так как для производительности важна необходимая освещённость и аэрация производственных участков.

В целях унификации переплетов их назначают кратными по ширине 0,5 и по высоте 0,6м. Створки переплетов бывают с вертикальной и горизонтальной осью навески. Они могут быть верхнее-, нижнее- и среднеподвесными.

Светопрозрачные ограждения в стенах промышленных зданий имеют вид окон, лент и витражей. Их подразделяют:

- по материалу заполнения: из обычного стекла; из профильного стекла; из стеклопластика; из стеклоблоков и стеклопакетов;
- по числу рядов остекления: одинарное или двойное;
- по конструкции заполнения: с переплетами и без переплетов;
- по материалу переплетов: деревянные, стальные, из алюминиевых сплавов;
- по типу створок: с вертикальными или горизонтальными.

Площадь световых проемов по отношению к площади производственных помещений принимают от 12 до 20%.

Не менее 20% площади световых проемов имеют открывающиеся створки наружу или внутрь.

Открывающиеся переплеты размещают так, чтобы расстояние от пола до низа открытого пролета летом было не менее 1,5 м, зимой не менее 3,6 - 4,8 м. Створки открывают рычажными механизмами с дистанционным управлением.

**Стальные оконные панели.** В соответствии со стеновыми панелями для 6-метрового шага колонн стальные оконные панели выполняются номинальными размерами по фасаду  $6,0 \times 1,2$ ;  $6,0 \times 1,8$  м (рис. 5.53). При высоте проема до 20 м они устанавливаются непосредственно друг на друга и соединяют болтами М12.

Панели состоят из несущей рамы, выполненной из холодногнутого профиля, соединенных точечной сваркой. В открывающихся панелях к раме подвешены остекленные рамки, сваренные из тавриков размером  $45 \times 45 \times 3,8$  мм.

**Стальные оконные переплёты (рис. 5.54).** Каркас оконных заполнений образуется импостами, расположенными через 1,5; 2,0 м и привариваемыми к закладным элементам в перемычных панелях. К импостам прикрепляются болтами глухие переплёты и рамки с открывающимися фрамугами верхней подвески и внутренней боковой подвески.

Глухие переплёты и рамки фрамуг крепятся к импостам с помощью метизов. Козырьки устанавливаются только над открывающимися переплётами.

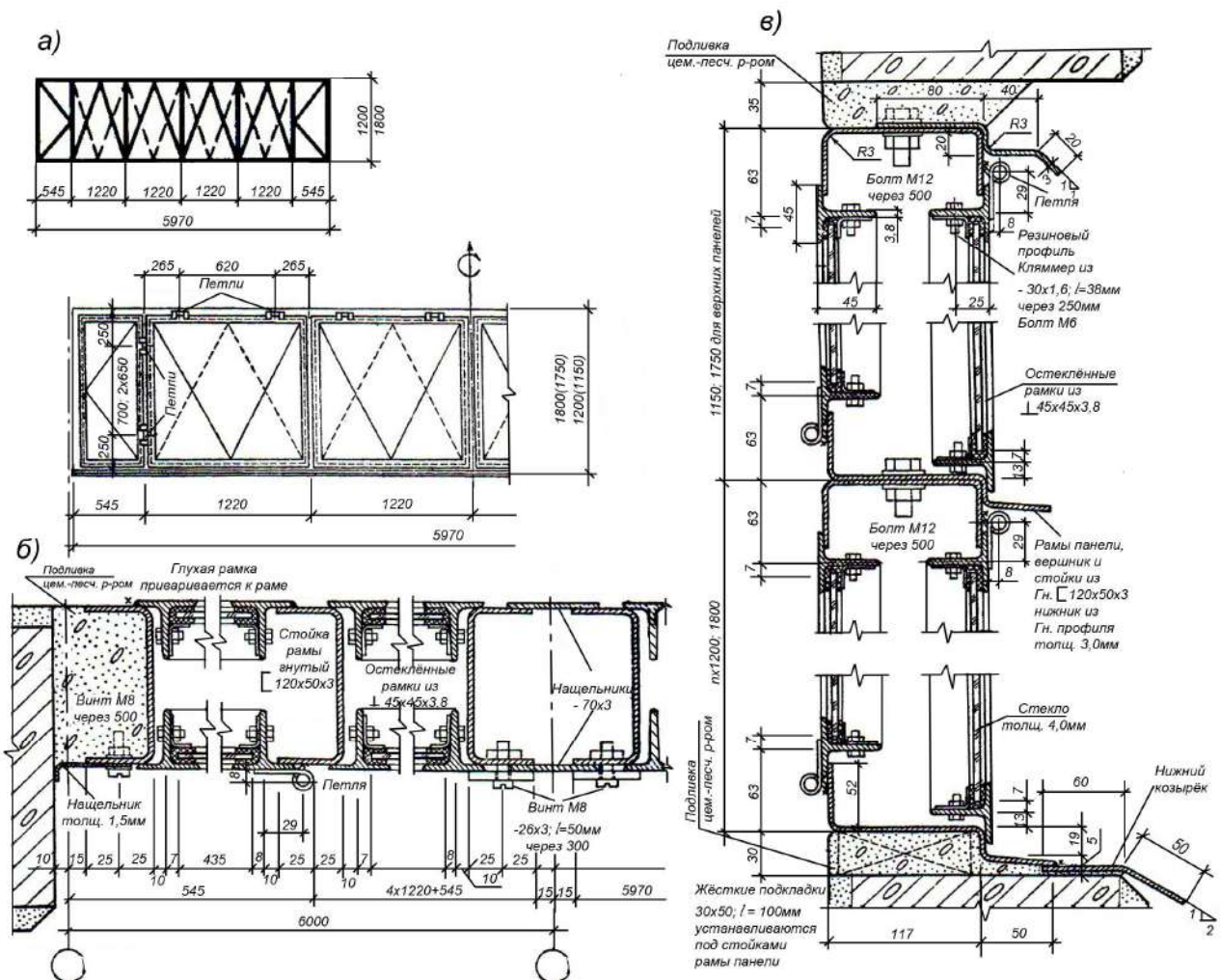


Рис. 5.53. Стальные оконные панели из горячекатаных и гнутых профилей. Открывающиеся панели двойного остекления:  
 а) общий вид; б) детали плана; в) детали разреза

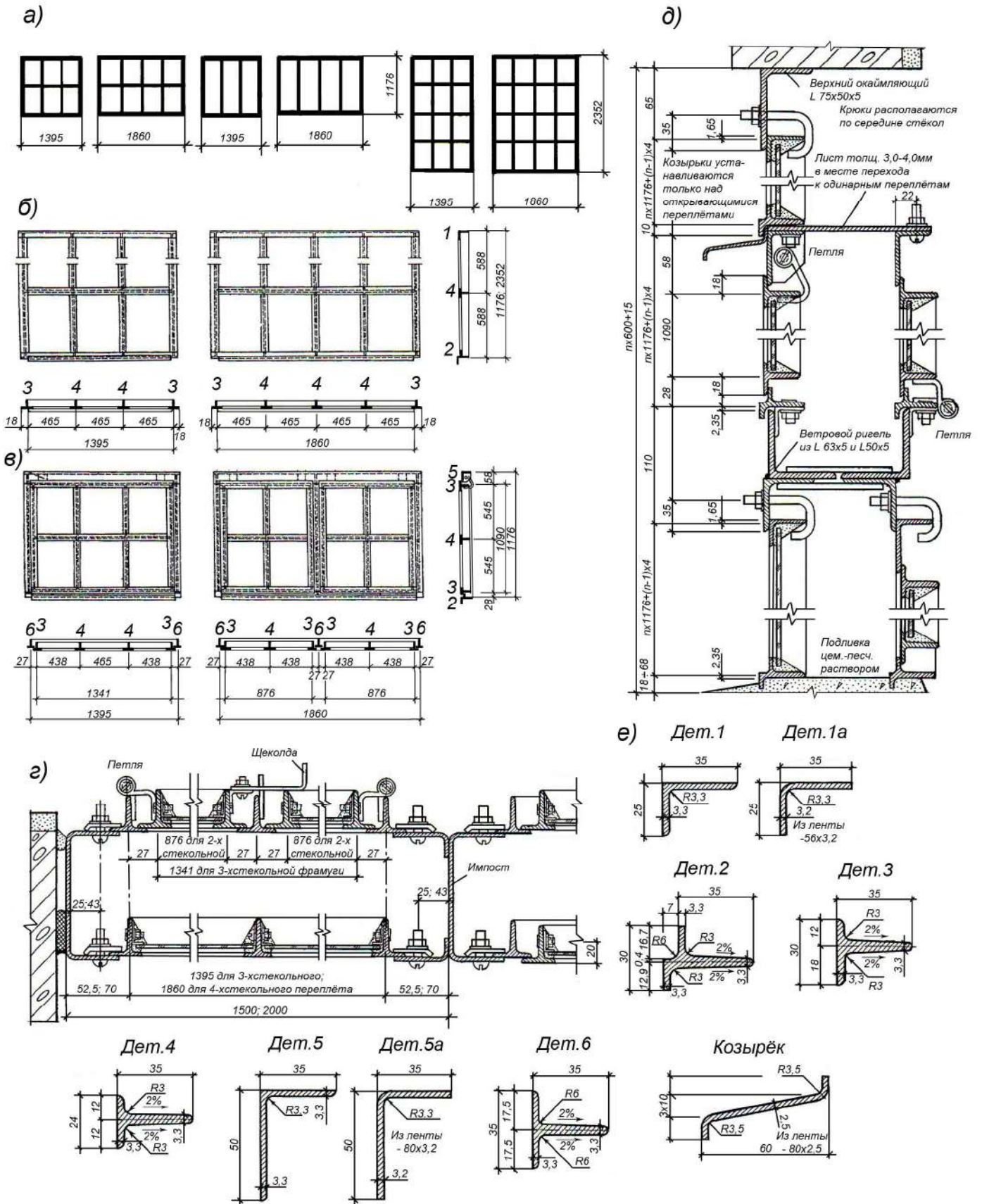


Рис. 5.54. Стальные окна из прокатных и гнутых профилей:

а) общий вид окон; б) окна с глухими переплётами; в) окна с открывающимися переплётами; г) заполнение проёма с двойным остеклением (план); д) сопряжение двойного остекления с одинарным (разрез); е) профили горячекатанные и профили холодной формовки

**Оконные панели с уплотненным притвором** устанавливают в многоэтажных производственных и административно-бытовых зданиях. Такие панели собирают из двух рам, соединенных стальными планками. Длина панелей 6,0 м, высота от 1,2 до 3 м. Створки панелей, расположенные перед колоннами, облицовывают стеклопластиком или гофрированными листами алюминия.

Стекла в переплетах окантовывают резиновым профилем и закрепляют штапиком из уголков. Притворы створок оклеивают упругими прокладками.

Установленные оконные панели крепят к колоннам каркаса, а зазоры между стенами заполняют прокладками из гермита.

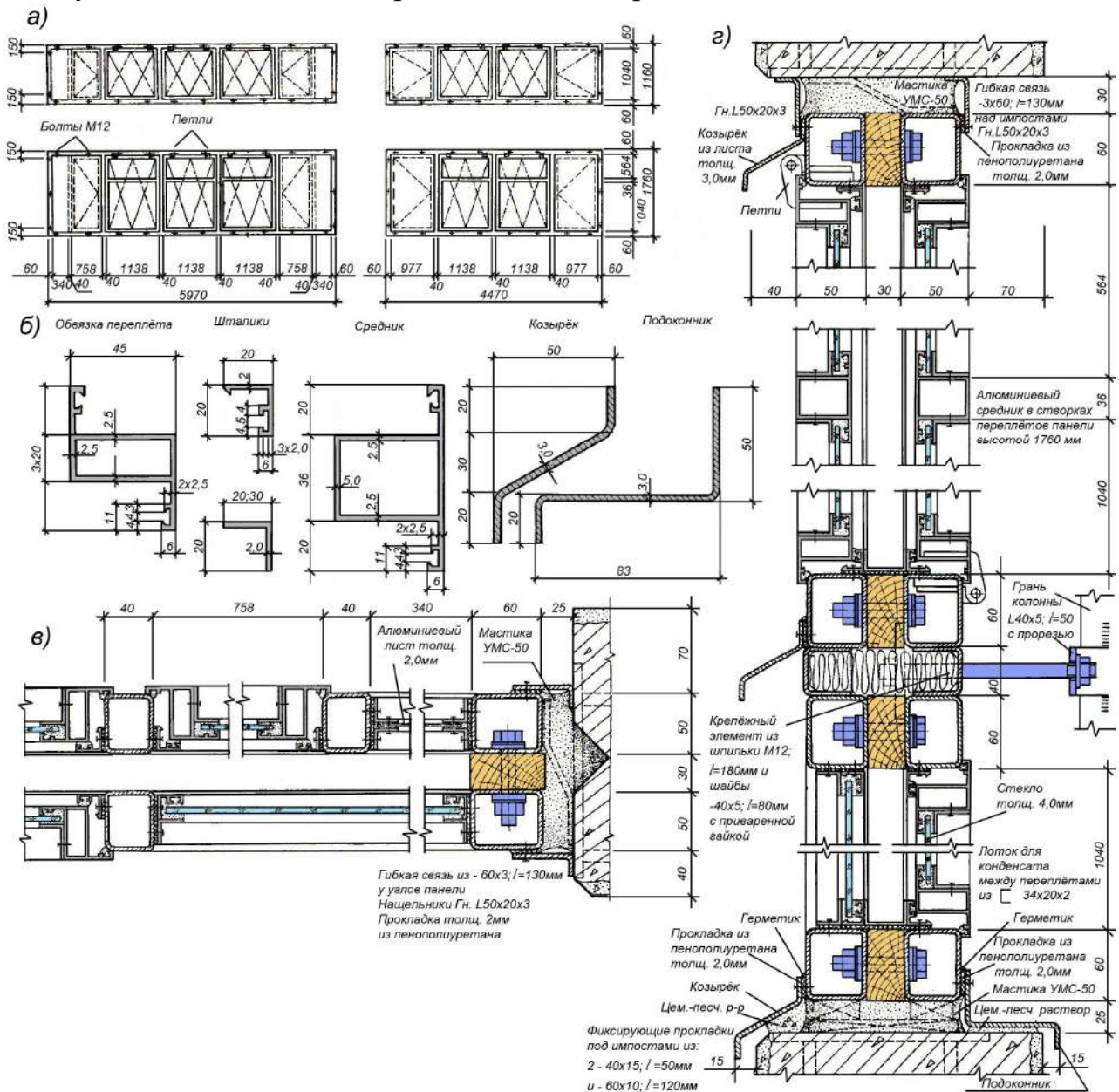


Рис. 5.55. Стальные оконные панели с алюминиевыми переплетами:

а) схемы панелей для ленточного и раздельного остекления; б) фигурные алюминиевые и стальные профили; в) узел примыкания оконного блока к стеновой панели на плане; г) узел примыкания оконного блока к панели стены на разрезе



### **Стальные оконные панели с алюминиевыми переплётами (рис. 5.55).**

Панели из алюминиевых переплётов, объединённых стальными коробками с обвязками и импостами из замкнутых гнутосварных профилей, сочетают в себе прочность со сравнительно небольшой массой и высоким качеством створок переплётов. Они обеспечивают воздухопроницаемость оконных заполнений и могут применяться для ленточного и разделенного, одно- и многоярусного остекления в одно- и многоэтажных зданиях с неблагоприятными внешними и внутренними климатическими условиями. Трущиеся части этих панелей не дают искры, поэтому они могут быть рекомендована для взрывоопасных помещений.

Коробки панелей с номинальным размером 6,0 × 1,2м (или 1,8м) для ленточного и 4,5 × 1,2м (или 1,8м) – для отдельного остекления разделены импостами соответственно на 5 и 4 отсека, заполненных алюминиевыми переплётами. Для двойного остекления коробки сдвигаются и скрепляются между собой утопленными «впотай» болтами.

Воздухопроницаемость закрытых окон обеспечивается: уплотнением притворов – уплотнители из морозостойкой резины заводятся в цапфы алюминиевых профилей; прокладками из пенополиуретана под профилями, привинчиваемыми к коробкам; полиизобутиленовой мастикой УМС-50, заполняющей пазы для установки стёкол.

Переплёты собираются из алюминиевых обвязок коробчатого профиля с упорными выступами и угловых штапиков, поджимающих к ним стёкла. В панелях номинальной высотой 1,8м переплёты усилены аналогичными обвязкам алюминиевыми средниками.

На стену оконные панели опираются через фиксирующие стальные подкладки, расположенные под обвязками и импостами. Периметральные швы заполняются полиизобутиленовой мастикой и накрываются нащельниками и козырьками из холодногнутых стальных профилей.

Горизонтальные швы между панелями фиксируются вставками из усиленных диафрагмами гнутых швеллеров. Вертикальные швы накрываются гнутым стальным наличником. Все швы заполняются минеральной ватой.

При многоярусном остеклении оконные панели крепятся непосредственно к основным и фахверковым колоннам. Крепёжный элемент состоит из шпильки, ввинчиваемой одним концом в заведённую за внутреннюю раму шайбу, а другим концом вставленную в прорезь приваренного к колонне уголка. Зазор между колонной и панелями фиксируется антисептированным деревянным брусом.

При высоте проёма более 12м заполнение усиливается ригелем из горячекатаных профилей.

**Оконные заполнения из профильного стекла.** Профильным стеклом заполняют беспереплетные светопроемы. В неотапливаемых зданиях применяется стекло швеллерного профиля, в отапливаемых и герметичных – коробчатого типа. Высота ограждения при швеллерном сечении стекла допускается 1,8 - 3 м, при коробчатом – от 2,4 до 6,0 м. При сплошном

остеклении высотой до 15,6 м в проемах устанавливают стальные ригели, подвешенные к панелям-перемычкам с помощью металлических тяжей.

При заполнении проемов элементы профильного стекла опирают на эластичные прокладки и закрепляют стальной обвязкой из уголков. Торцы элементов коробчатого сечения заделывают резиновыми прокладками, предупреждающими запыление внутренней полости.

Вертикальные швы в ограждениях из профильного стекла заполняют прокладками из морозостойкой резины и защищают гидроизоляционной мастикой.

Более индустриальным решением являются панели из профильного стекла, которые состоят из металлической рамы, заполненной стеклом коробчатого или швеллерного профиля. Металлические тяжи, установленные через 1,0 м, увеличивают жесткость панели. В местах примыкания стекла к раме укладывают прокладки из губчатой резины.

Панели из профильного стекла опирают на монтажные столики и крепят к колоннам каркаса болтами. Швы между панелями заделывают упругими прокладками и герметизируют мастикой.

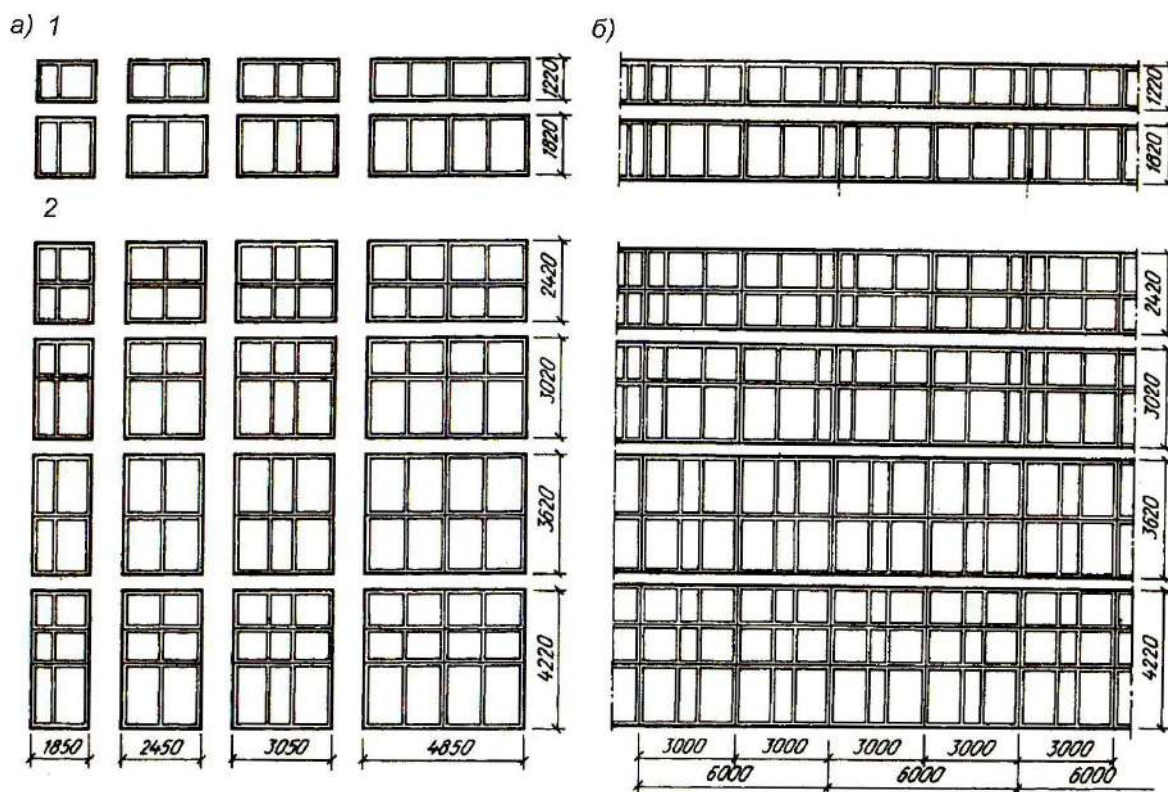


Рис. 5.56. Окна деревянные:

а) схема заполнения оконных проёмов с простеночным остеклением (1 – при заполнении проёмов по высоте одним блоком; 2 – то же, несколькими оконными блоками); б) схема заполнения оконных проёмов с ленточным остеклением

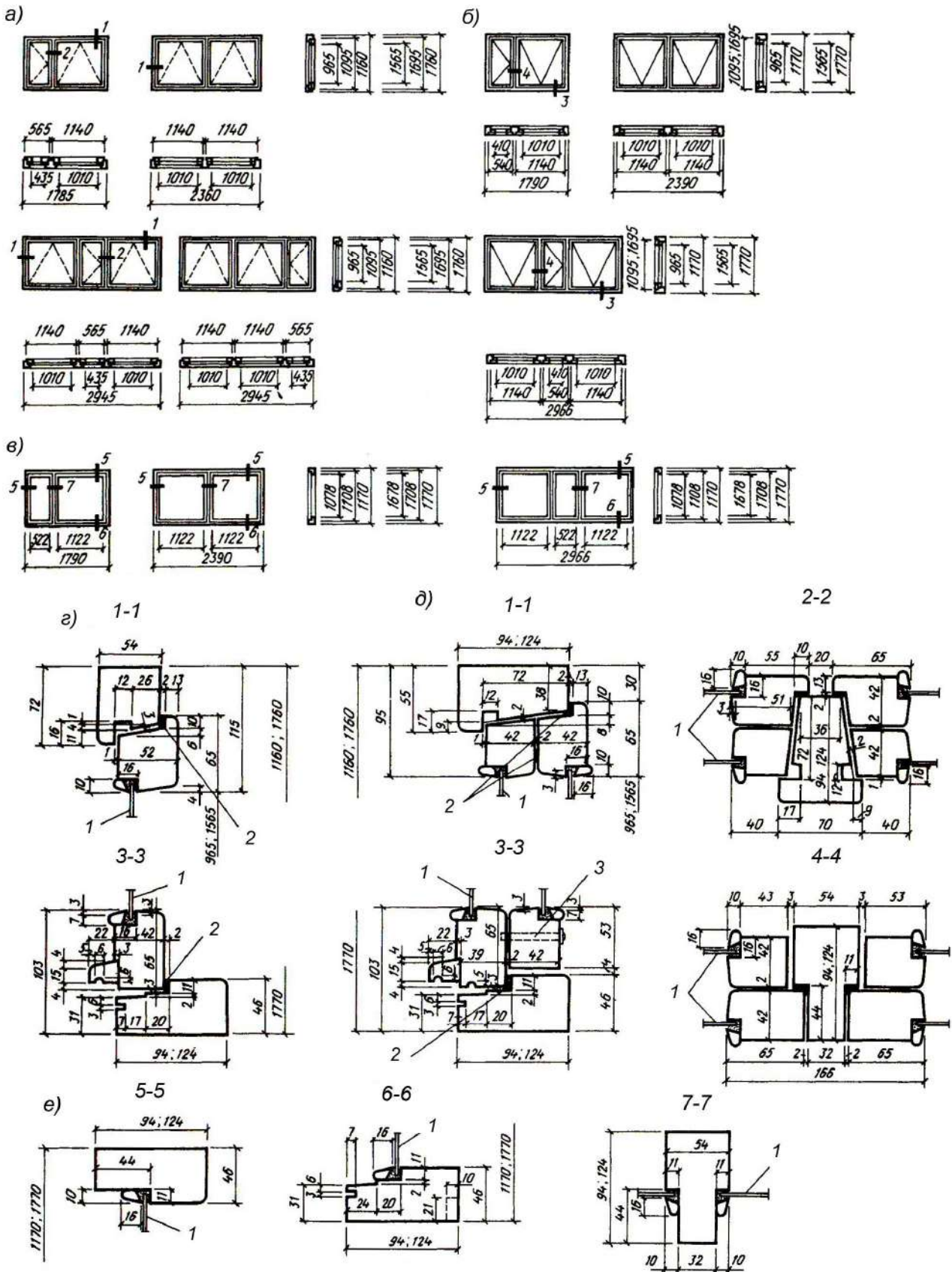


Рис. 5.57. Окна деревянные:

а) окна, открывающиеся внутрь помещения; б) окна, открывающиеся наружу; в) окна неоткрывающиеся; г) сечения окон с одинарным остеклением; д) сечения окон с двойным остеклением; е) сечения окон неоткрывающихся; 1 – стекло; 2 – уплотняющая прокладка; 3 – винтовая стяжка

**Деревянные оконные блоки.** В зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом устанавливают деревянные оконные блоки или панели (рис. 5.56, 5.57). Деревянные окна для промышленных зданий состоят из оконных блоков-коробок с навешенными на петли створками, с наружным или внутренним открыванием. В одноэтажных зданиях применяются оба направления открывания; в многоэтажных – только внутреннее.

Окна с наружным открыванием створок изготавливаются без напlava (наплав – выступ створки за грань коробки, уплотняющий притвор), с одинарными или спаренными переплётами; с внутренним открыванием – только с наплавом и со спаренными переплётами.

Оконные блоки заполняют отдельные проёмы шириной 1,5; 3,0; 4,5 м и высотой 1,2 - 7,2 м, с интервалом 0,6 м, а также ленты той же высоты. Ленты с внутренним открыванием разделены соосными колоннам доборными простеночными панелями шириной 0,5 м.

Оконные блоки, заполняющие отдельные проёмы, крепятся к заложенным в боковые грани простеночных панелей деревянным пробкам; заполняющие ленты – к колоннам и стальным или деревянным импостам, связанным с перемычечными стеновыми панелями. Высота горизонтальных и ширина вертикальных стыков между блоками фиксируется деревянными антисептированными прокладками, располагаемыми соответственно около вертикальных или горизонтальных брусков коробок.

В стыки между оконными блоками с двойными створками заводятся теплоизолирующие прокладки с наружной и внутренней стороны. Стыки накрываются нащельниками.

Для отвода конденсирующейся влаги в нижних брусках коробок с внутренним открыванием створок устраиваются прорези шириной 16 мм на расстоянии 50 мм от вертикальных брусков и импостов.

**Ворота** предназначены для ввода в здание транспортных средств, перемещения оборудования и эвакуации работающих. Количество ворот, их размеры и размещение зависят от особенностей технологического процесса. Их размеры увязывают с требованиями технологического процесса и унификации конструктивных элементов стен. Так, для пропуска электрокара и вагонеток применяют ворота шириной 2,0 и высотой 2,4 м, для автомашин различной грузоподъемности – 3,0 × 3,0; 4,0 × 3,0; 4,0 × 3,6; для узкоколейного транспорта – 4,0 × 4,2 м, а для железнодорожного транспорта широкой колеи – 4,7 × 5,6 м. В цехах сборки самолетов, судостроения и других размеры ворот могут быть значительно больше.

*По способу открывания* ворота подразделяют на *распашные* (с полотнами, закрепленными к железобетонной раме), *раздвижные* (на ходовых роликах, перемещающиеся по рельсам над воротами), *складчатые* (раздвижные, состоящие из узких вертикальных створок, складывающихся в пакет при открывании), *подъемные* (с полотном, поднимающимся над воротами), *подъемно-секционные* (в виде горизонтальных полотен, сдвигаемых в пакет над воротами), *подъемно-поворотные* (поворачивающиеся при

открывании и складывающиеся над воротами), *иторные* (в виде горизонтальных секций, наматываемых на барабан выше ворот) и *откатные многостворчатые* ((для ангаров и эллингов), состоящие из цельнометаллических секций, передвигаемых по рельсам в «карманы» или в помещения вдоль стен).

Полотна ворот выполняют из дерева, из дерева со стальным каркасом и из стали. Ворота могут быть утепленными, холодными, с калитками и без них. В качестве утеплителя используют эффективные материалы, например, минеральную вату.

Полотна ворот открываются как вручную, так и с помощью специальных механизмов.

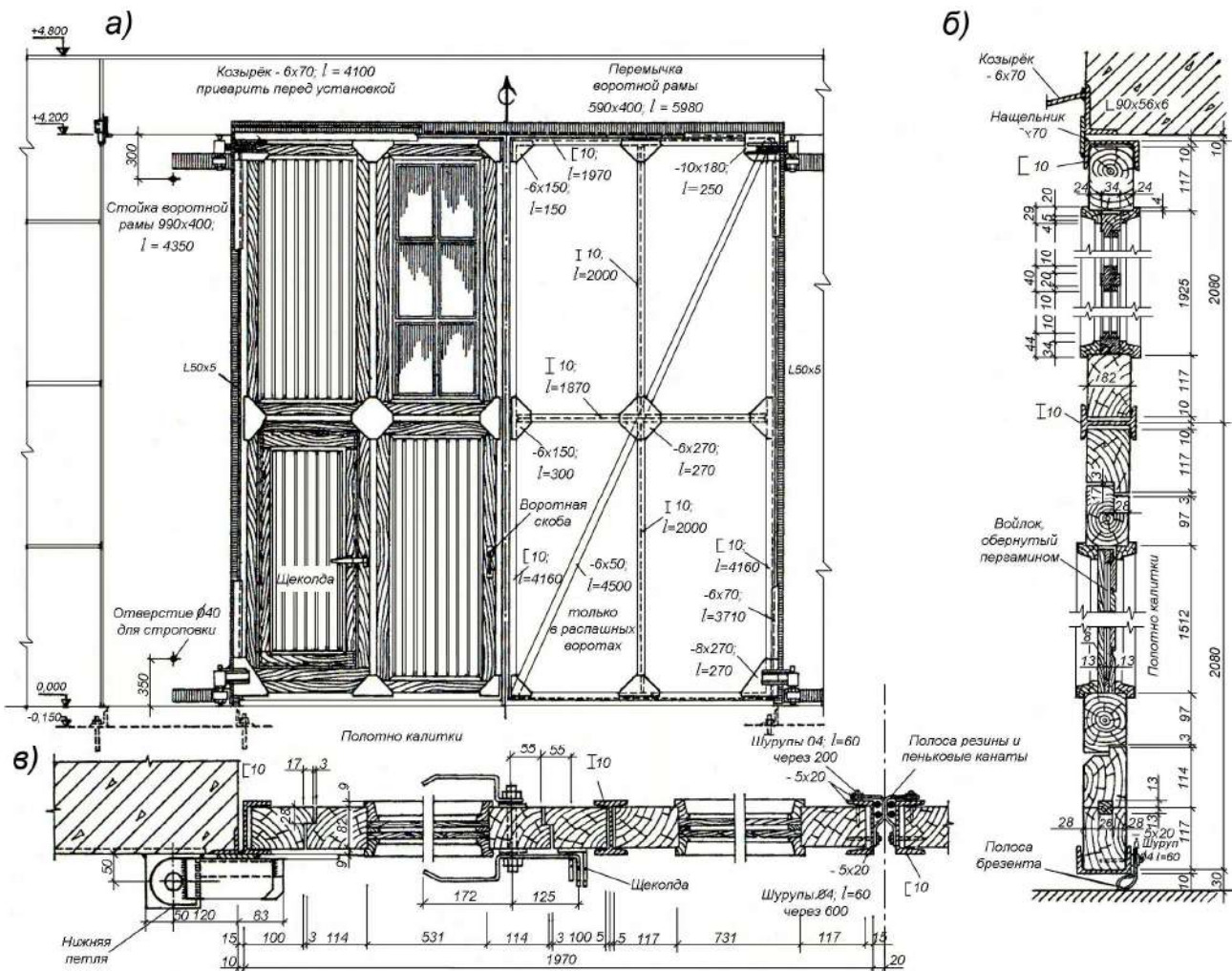


Рис. 5.58. Типовая конструкция двупольных распашных ворот:

а – вид снаружи (слева) и изнутри (справа); б – вертикальный разрез;  
в – горизонтальный разрез

Широко применяются распашные ворота (рис. 5.58). Если размер полотен небольшой, ворота выполняют из дерева. При высоте или ширине ворот более 3,0 м устраивают полотна со стальным каркасом. Деревянные полотна ворот состоят из обвязки с одной или несколькими середниками и обшивки из шпунтованных досок толщиной 25 мм в один или два слоя. Для

повышения жесткости полотна в углах и в местах примыкания средников устанавливают металлические накладки, а против провисания – диагональные тяги из круглой стали с натяжными муфтами. Полотна ворот при помощи двух пар петель-шарниров навешивают к раме, которая обрамляет проем. Нижние петли из-за большой нагрузки, приходящейся на них, выполняют с шарикоподшипником и с подпятником. Рама может быть выполнена из дерева, металла или железобетона. Наибольшее распространение получили железобетонные рамы.

На рис. 5.58 показаны распашные ворота с калиткой и остекленным верхом. Каркас полотна ворот состоит из обвязки, средников и диагональных тяг, которые выполнены из прокатной стали. Каркас заполняют деревянными щитами. В неотапливаемых цехах полотна ворот обшивают листовой полосовой или волнистой сталью толщиной 1,5-2мм. Вертикальный зазор между полотнами – притвор – закрывают стальными полосами, а зазор между полотнами и полом – брезентовым фартуком.

*Фундаментные балки в местах расположения ворот не укладываются!*

С наружной стороны ворот (за исключением железнодорожных) устраивают пандус с уклоном 1:10. Для пропуска людей в воротах устраивают калитки (двери с высоким порогом).

Ворота отапливаемых зданий, открывающиеся более пяти раз в смену или на период более 40 мин, оборудуют воздушно-тепловой завесой, включающейся при открывании и выключающейся при закрывании воротных полотен.

**Двери** промышленных зданий имеют такую же конструкцию, как двери гражданских зданий. Они отличаются от последних более простой отделкой, большим сечением обвязки и повышенной прочностью обшивки. Габариты дверных проёмов – по ширине 1,0 - 2,4 м, по высоте 1,8 - 2,4 м. Двери на путях эвакуации устраивают распашными и открывающимися по направлению движения.

В промышленных зданиях используют по конструкции полотна двери: щитовые, представляющие собой столярную плиту, облицованную фанерой или древесно-волокнистыми плитами; однопольные шириной 700, 900 мм, высотой 2000, 2300 мм; двухпольные шириной 1490, 1890, 2290 мм и высотой 2000, 2300 мм. У наружных дверей коробка выполняется обязательно с порогом.

Наружные двери оборудуются тамбуром, глубина которого на 0,5 м превышает ширину дверного полотна. В герметизированных помещениях устраивают двойные двери с гладкими полотнами. Металлические двери с несгораемой теплоизоляцией устраивают в противопожарных стенах и в помещениях с огнеопасным производством.

Наряду с обычным исполнением двери могут быть специального назначения: противопожарные, неискрящие, дымозащитные, с повышенной тепло- и звукоизоляцией и т.п. Особое внимание уделяют устройству наружных дверей, через которые возможны значительные теплопотери при

интенсивном движении людей. В целях уменьшения теплопотерь предусматривают, например, тамбуры или тепловые завесы.

Деревянные двери устраивают в зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом и пожаронеопасными производствами. Их выполняют в виде блоков, состоящих из коробки и полотен.

Наружные двери, как правило, выполняют с порогами, которые укрепляют стальными полосами размером  $14 \times 4$  мм на шурупах (через 100мм). Полотна из досок толщиной 40 мм отделывают облицовочной фанерой или твёрдой древесно-волокнистой плитой. Для защиты от намокания на нижней части наружных дверей делают экранирующие накладки шириной 220 мм из бумажно-слоистого пластика, оцинкованной стали или алюминия.

При установке ворот и дверей в панельных стенах пространство между стойками рамы ворот и соседними панелями стены заполняют кирпичной кладкой. При этом рама ворот выступает за лицевую линию кладки на 25 мм. Вверху над рамой ворот на кирпичное заполнение устанавливают железобетонную обязательную балку, прикрепляемую сваркой к колоннам основного каркаса или фахверка. Поверх обвязочной балки укладывают пояс кирпичной кладки, заполняющий пространство между балкой и надворотной стеновой панелью. Зазоры между рамой ворот и примыкающими к ней конструкциями заполняют герметиком.

## 5.10. Крыши и фонари

### 5.10.1 Железобетонные ребристые плиты

Железобетонные ребристые плиты (рис. 5.59, 5.60) для покрытия промышленных зданий изготавливаются длиной 6 и 12м, шириной 1,5м – доборные, шириной 3,0м – основные. Плиты снабжены продольными ребрами высотой 0,3м при длине 6м, и 0,45 при длине 12м, а также поперечными ребрами высотой 0,15м, расположенными через 1,5м и через 1,0м в зависимости от снеговой нагрузки и ширины. Плиты размером 3,0 × 12,0м имеют в середине одно ребро усиленного профиля.

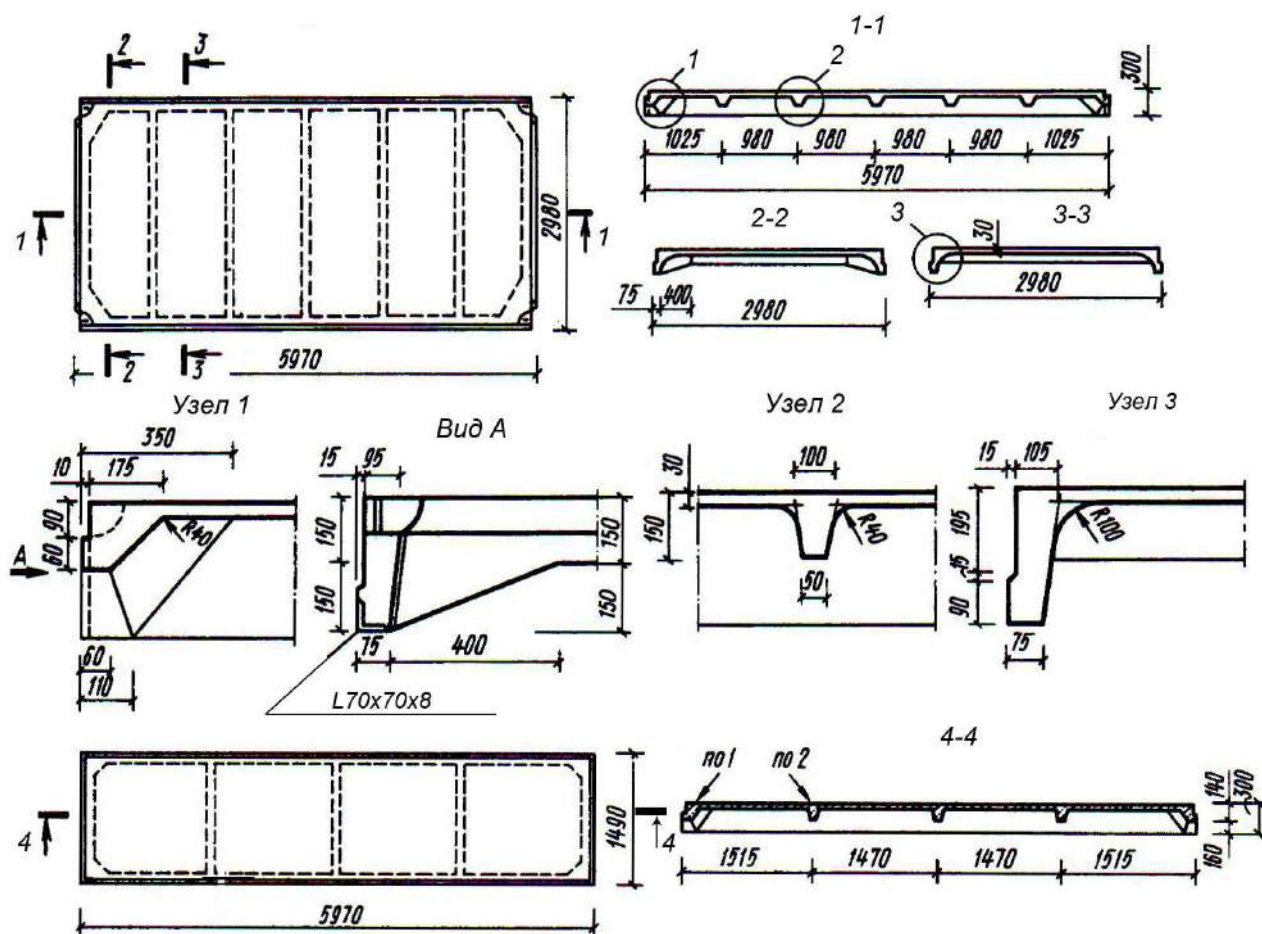


Рис. 5.59. Плиты железобетонные ребристые размером 6,0 × 3,0м и 6,0 × 1,5м для покрытий производственных зданий

Плиты армируются стержневой, проволочной или прядевой напрягаемой арматурой и каркасами и сетками, расположенными в ребрах и на полке. Плиты формируются из бетона марок 400 и 500.

При установке плиты привариваются не менее чем в трёх точках к стропильным конструкциям. Швы между ними заполняются бетоном марки 200 на мелком заполнителе. В зданиях с агрессивной средой швы изнутри накрываются герметиком.



Плиты с отверстиями в полке применяются в метлах пропуска вентиляционных шахт, при установке зенитных фонарей и над участками с взрывоопасным производством для легкобрасываемой кровли. Отверстия для пропуска вентиляционных шахт предусматриваются диаметром от 0,4 до 1,45м; на участке их расположения полка плиты утолщается до 100мм.

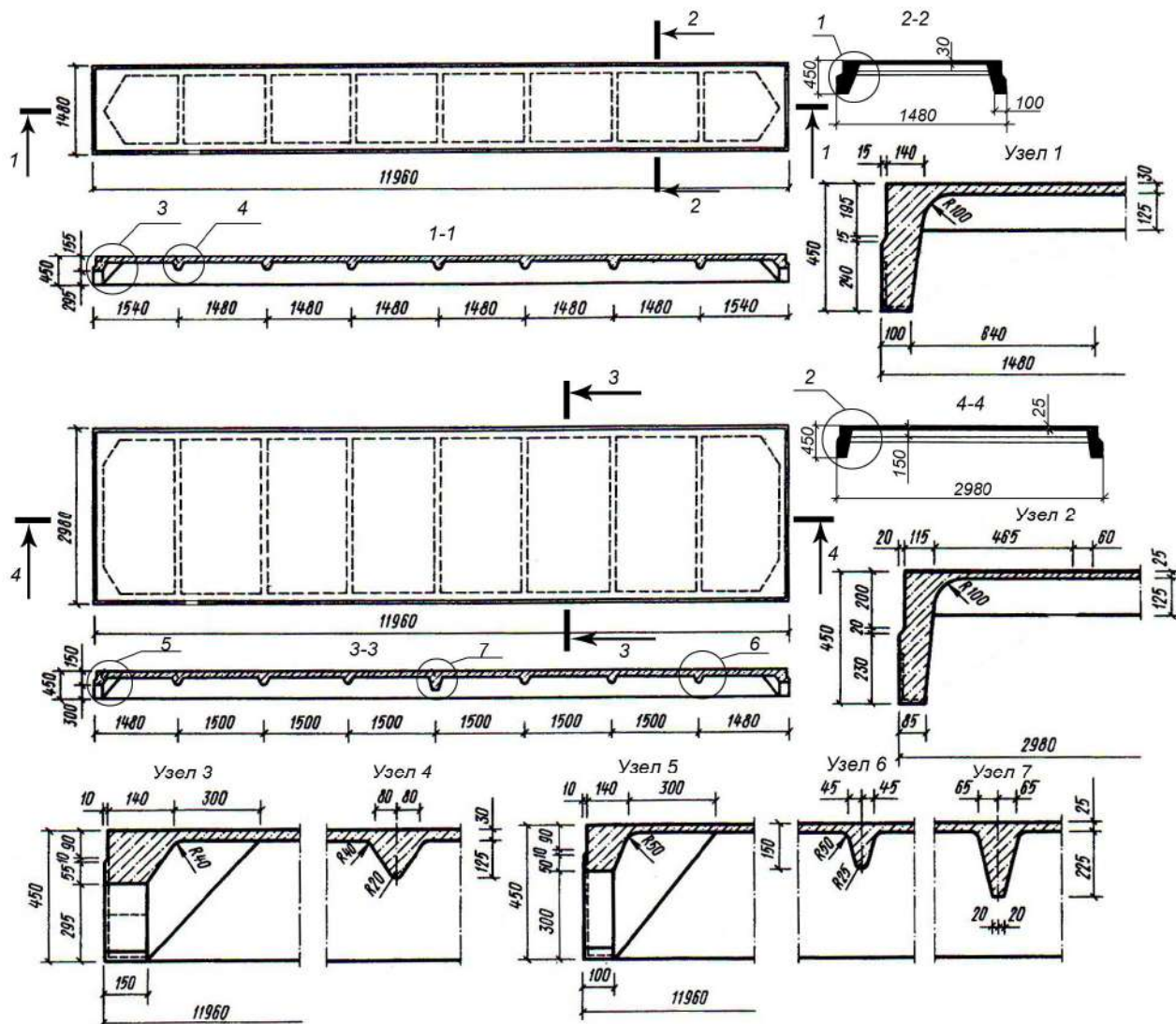


Рис. 5.60. Плиты железобетонные ребристые размером 12,0 × 1,5м и 12,0 × 3,0м для покрытий производственных зданий

В плитах с отверстиями для зенитных фонарей общая прочность компенсируется дополнительным армированием. Стальной стакан фонаря сваривается с закладными элементами, расположенными у углов отверстия в полке плиты. Плиты 1,5м шириной с отверстиями для легкобрасываемой кровли укладываются с интервалами 1,5м. Между плитами привариваются распорки из уголков. Для обеспечения пространственной работы диска покрытия по контуру температурного отсека устанавливаются плиты без отверстий. В зданиях, оборудованных опорными кранами, плиты без отверстий укладываются в 2 ряда вдоль основных колонн, а плиты с отверстиями располагаются без интервала.

### 5.10.2 Кровли и отвод воды с покрытий

В современном промышленном строительстве применяют скатные, малоуклонные кровли с гидроизоляционным ковром из рулонных материалов – рубероида, стеклоткани, гидроизола и др. В большинстве случаев покрытия отапливаемых зданий с рулонной или мастичной (безрулонной) кровлей рекомендуют проектировать малоуклонными – от 1,5 до 5 %. В некоторых случаях устраивают кровли из волнистых асбестоцементных и алюминиевых листов.

Ранее допускалось устройство плоских, например, заливаемых водой кровель. Заполняемые водой плоские кровли выполнялись из четырёх слоев: толь-кожи, гидроизола, дегтебитумного материала с двумя защитными слоями из гравия. Плоские кровли имеют ряд недостатков: практически трудно создать плоский рельеф кровли; на пониженных участках скапливается вода, проникающая внутрь, и развивается микрофлора.

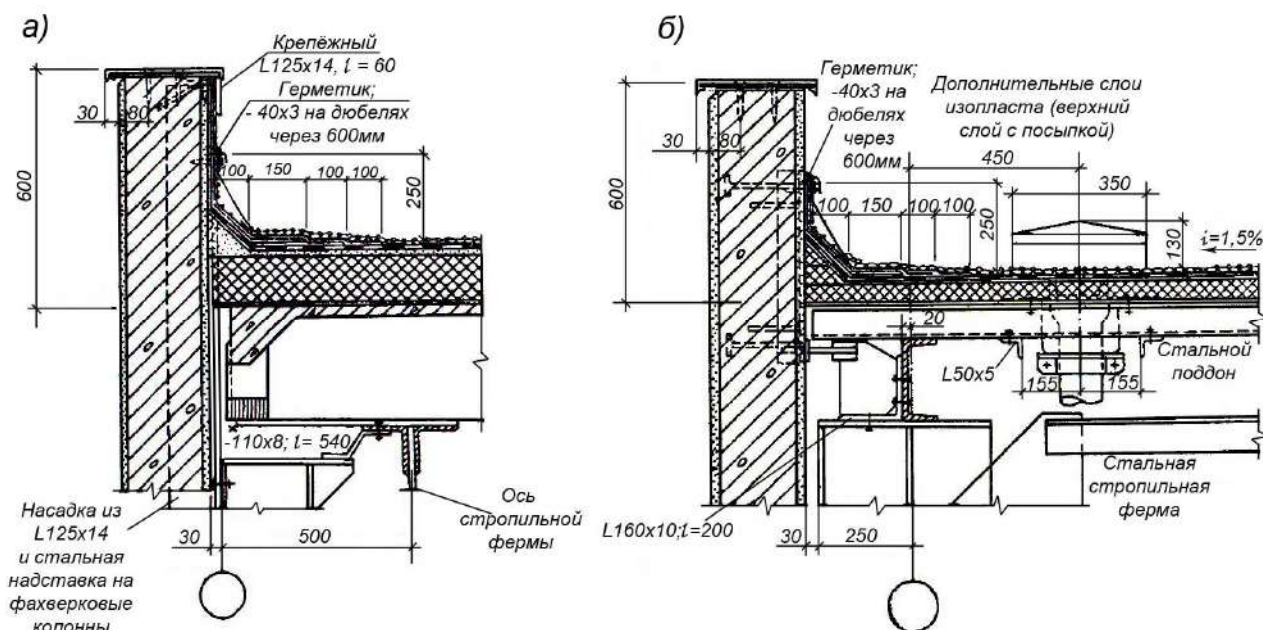


Рис. 5.61. Узел парапетный:

*а* – рулонная кровля по настилу из железобетонных плит; парапет торцевой стены (привязка «0», высота 600); *б* – рулонная кровля по стальному профилированному настилу; парапет продольной стены (привязка «250», высота 600)

Рулонный ковер на малоскатных кровлях традиционно устраивают из трёх-четырёх слоёв рубероида, склеенных битумной кровельной мастикой; при уклоне до 10 % кровля должна иметь три слоя. Защитное покрытие водоизоляционного ковра из рубероида выполняется из слоя гравия на битумной мастике толщиной не менее 10 мм или одного слоя бронированного рубероида.

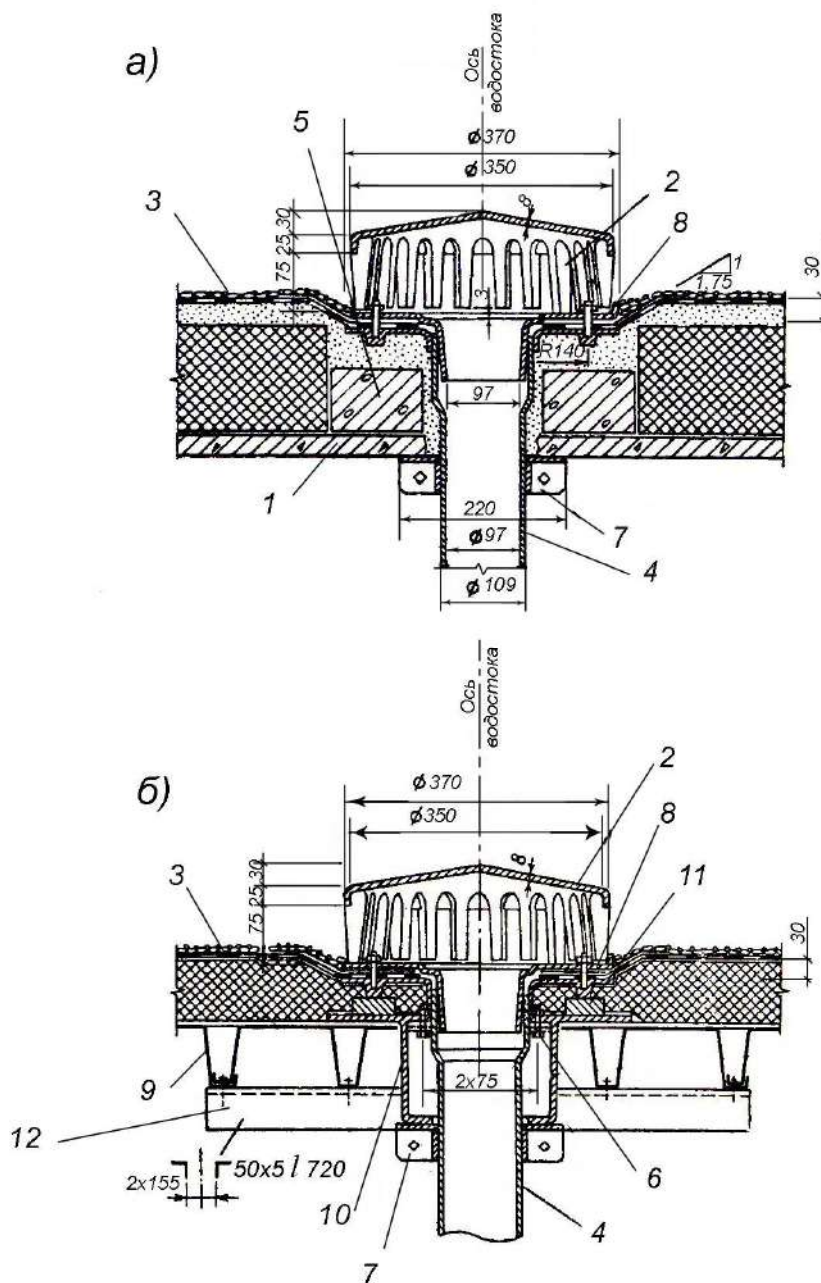


Рис. 5.62. Детали внутренних водостоков:

*а* – установка воронки в покрытии из железобетонных плит; *б* – то же, с металлическим настилом;

*1* – плита покрытия; *2* – воронка; *3* – основной водоизоляционный кровельный ковёр;  
*4* – сливной патрубок; *5* – керамзитобетонный блок  $400 \times 400 \times 80$  с отверстием  $\varnothing 160$  или кольцо из асбестоцементной трубы  $\varnothing 180$ ; *6* – установочные болты  $M6 \times 14$ ; *7* – хомут; *8* – прижимной фланец; *9* – стальной профилированный настил;  
*10* – стальной поддон; *11* – деревянная прокладка; *12* – парные уголки  $L50 \times 50$ ,  $l = 720$  мм для усиления профилированного настила в месте установки водоприёмной воронки

Долговечность кровель можно повысить, применив для покрытия с малыми уклонами качественные современные кровельные материалы. В настоящее время кровли при уклоне до 10% выполняются из двух слоёв наплавленного материала, причём второй верхний слой имеет защитное

покрытие из гранулята, мелкозернистого песка или сланца. Двухслойный водоизоляционный ковёр может быть выполнен из следующих битумных или битумно-полимерных материалов: Изопласт, Бикрост, Линокром, Биполь, Экофлекс, Техноэласт, Унифлекс, Вестопласт и др. (рис. 5.61).

Для таких материалов, как техноэласт ЭКВ вент и Техноэласт ЭКМ допускается укладка кровельного ковра в один слой, при этом уклон основания кровли должен быть не менее 2,5%.

Основанием кровли по утеплителю плитного типа является стяжка толщиной 15 мм из цементно-песчаного раствора марки 50 или песчаного асфальтобетона. По засыпному утеплителю (керамзитовый гравий) устраивают цементно-песчаную стяжку (марка раствора 100) толщиной 50 мм с обязательным армированием дорожной сеткой или стяжку из асфальтобетона.

В качестве утеплителя могут использоваться следующие материалы:

- 1) пенополистирольные и пенополиуретановые плиты с добавками антиперенов;
- 2) минераловатные плиты повышенной жёсткости Rockwool, Isover и др;
- 3) плиты из лёгких и ячеистых бетонов;
- 4) керамзит, шунгизит, перлит, вермикулит с объёмным весом до 600 кгс/м<sup>3</sup>.

Пароизоляция препятствует попаданию влаги в виде пара из внутреннего воздуха в утеплитель и обычно устраивается из одного слоя наплавленного битумного материала (Бикрост, Линокром, Биполь, Экофлекс), полимерно-битумного материала (Техноэласт, Унифлекс, Вестопласт), полиэтиленовой плёнки, рубероида на битумной мастике или обмазкой горячей битумной мастикой.

На участках ендов, в местах примыкания кровли к парапетам, стенам и другим вертикальным элементам основанием под водоизоляционный ковёр должны служить ровные вертикальные поверхности конструкций и переходные наклонные бортики под углом 45° высотой не менее 100 мм из материала стяжки.

Отвод воды с кровель отопляемых многопролетных зданий, как правило, следует предусматривать по внутренним водостокам (рис. 5.62). Покрытие с наружным отводом воды допускается проектировать при отсутствии на площадке дождевой канализации, высоте здания не более 10 м и общей длине покрытия (с уклоном в одну сторону) не более 36 м при соответствующем обосновании. Наружный водоотвод в одноэтажных однопролетных производственных зданиях принимают обычно произвольным, т. е. неорганизованным.

В неотапливаемых зданиях следует проектировать свободный сброс воды с покрытия. Внутренний отвод воды с покрытий этих зданий допускается принимать при наличии производственных тепловыделений, обеспечивающих положительную температуру в здании или при специальном обогреве водосточных воронок и труб. Не рекомендуется устраивать внутренний отвод воды в зданиях с несущими деревянными или металлодеревянными

конструкциями покрытий. При внутреннем водоотводе расположение водоприемных воронок, отводных труб и стояков, собирающих и отводящих воду в дождевую канализацию, назначают в соответствии с размерами площади покрытия и очертания его поперечного сечения.

Из стояка вода поступает в подземную часть водоотводной сети, которую нужно устраивать из бетонных, асбестоцементных, чугунных, пластмассовых или керамических труб в зависимости от местных условий.

Для обеспечения надежного отвода воды в сеть внутренних водостоков особое значение имеет конструкция ендов кровельного покрытия. Необходимый уклон в сторону водоприёмных воронок следует создавать укладкой в ендовах слоя лёгкого бетона переменной толщины, образующего водораздел.

По периметру здания с внутренними водостоками предусматривают парапеты, а при наружном свободном сбросе воды с кровли – карнизы. Водонепроницаемость кровель в местах установки водосточных воронок достигается наклейкой на фланец чаши воронки слоёв основного водоизоляционного ковра с усилением тремя мастичными слоями, армированного двумя слоями стеклохолста или стеклосетки. При отводе воды по внутренним водостокам необходимо предусматривать равномерное размещение водосточных воронок по площади кровли. Максимальное расстояние между водосточными воронками на каждой продольной разбивочной оси здания обычно не должно превышать: для скатных кровель – 48 м, малоуклонных – 60 м. В поперечном направлении здания на каждой продольной разбивочной оси следует располагать не менее двух воронок. Расстояние от оси воронок до продольной и поперечной разбивочных осей – 500 мм.

### ***5.10.3 Светоаэрационные и зенитные фонари***

Фонари в промышленных зданиях подразделяют на *световые, светоаэрационные* и *аэрационные*. Применение того или иного типа фонаря зависит от требований к среде производственных помещений промышленных зданий. Фонари, как правило, располагают вдоль пролетов здания.

Фонарь состоит из несущей конструкции – каркаса и ограждающих конструкций – покрытия, стен и заполнения световых и аэрационных проемов.

Фонари подразделяют на двухсторонние, односторонние (шеды) и зенитные (рис. 5.63). Двусторонние и односторонние фонари могут иметь вертикальное и наклонное остекление. В связи с этим поперечный профиль фонаря может быть прямоугольным, трапецидальным, зубчатым и пилообразным (рис. 5.63). Если фонарь имеет треугольный, куполообразный, трапецидальный или очерченный по сложной кривой профиль и все его поверхности светопрозрачны, то такой фонарь называется зенитным (рис. 5.63, ж, и). Когда световые проемы расположены горизонтально и элементы их заполнения вмонтированы в ограждающую конструкцию покрытия, то они носят название светопрозрачных панелей.

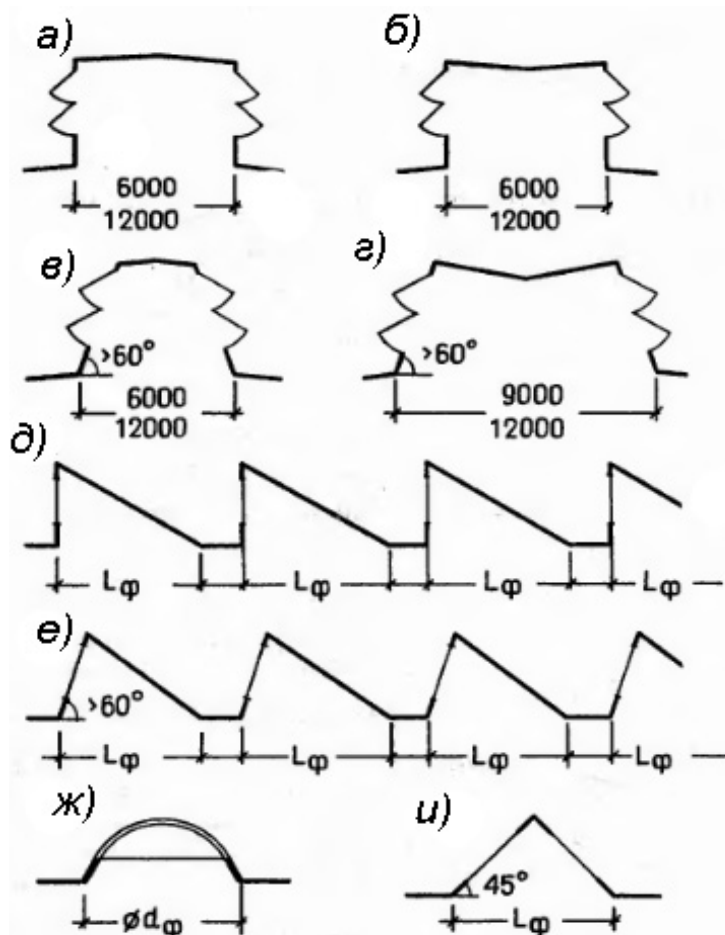


Рис. 5.63. Типы фонарей

*двусторонние (с наружным и внутренним водостоком):*

*а, б – прямоугольные; в, г – трапецидальные односторонние (шеды); д – зубчатые; е – пилообразные, зенитные; ж – точечные, куполообразные; и – треугольные - ленточные*

Размеры конструктивных схем фонарей унифицированы и согласованы с основными габаритами здания. Так, их ширину назначают в зависимости от количества и величины пролетов здания. Обычно для 12- и 18-метровых пролетов принимают фонари шириной 6 м (рис. 5.64, а, б), а для пролетов 24, 30 и 36 м – 12 м (рис. 5.64, в – е). Высота фонаря определяется на основании световых и аэрационных расчетов. В целях удобства эксплуатации (снегоочистка) и по противопожарным требованиям длина фонарей должна быть не более 84 м. При большей длине их устраивают с разрывом не менее 6 м, и на такое же расстояние они не доходят до торцовых стен здания.

Водоотвод с фонарей шириной 6 м делают наружным, а с фонарей шириной 12 м – наружным или внутренним, чтобы стекающая вода не попадала на остекление.

Фонари независимо от назначения имеют одинаковую конструктивную схему. Каркас фонаря состоит из поперечных рам и продольных элементов. К последним относятся бортовые плиты, прогоны для крепления створок или переплетов, плиты покрытия и связи.

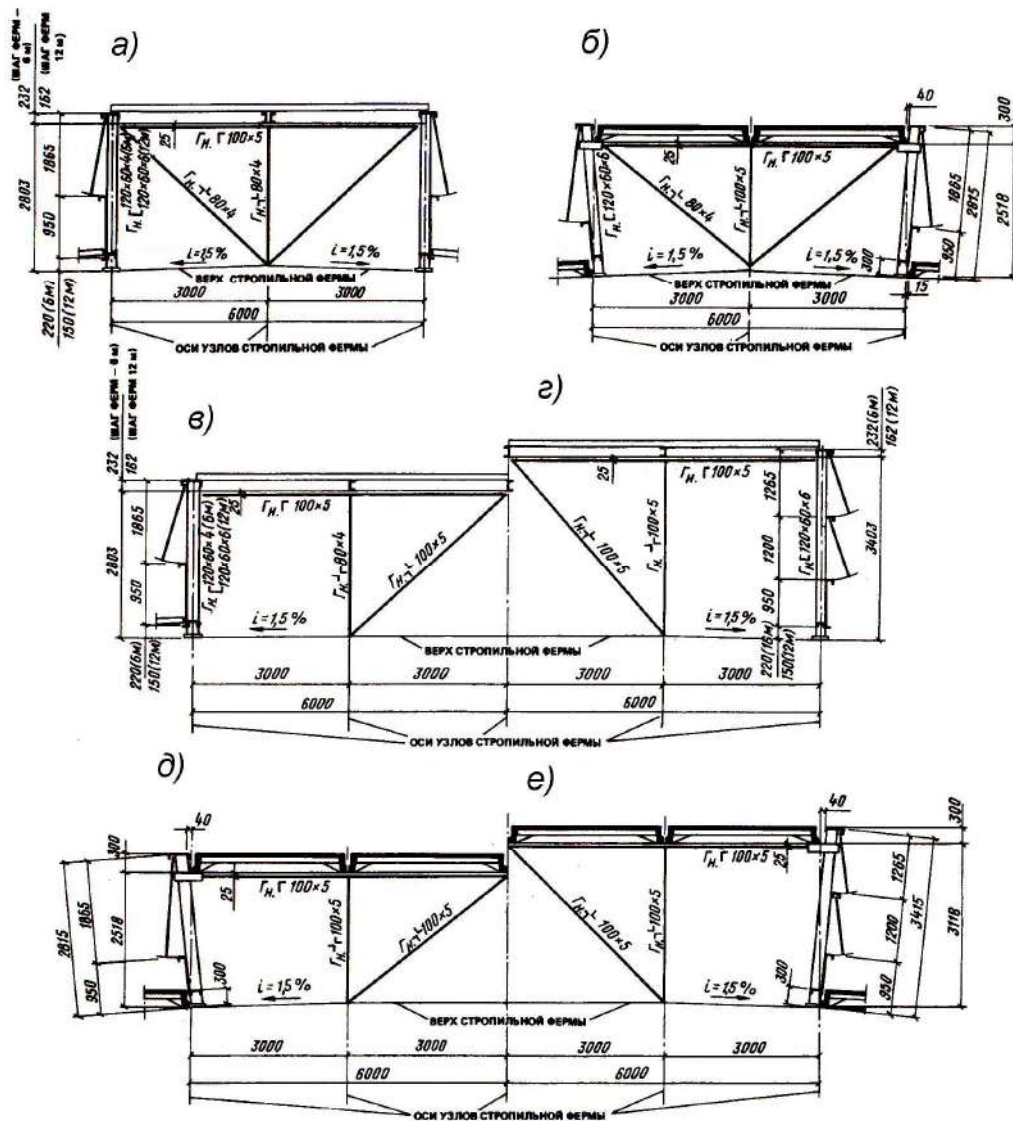


Рис. 5.64. Светоаэрационные фонари с одним или с двумя ярусами переплетов. Схемы фонарей:

фонари шириной 6,0м: а – под профнастил при шаге стропильных ферм 6 и 12м; б – под железобетонные плиты при шаге стропильных ферм 6 и 12м;  
 фонари шириной 12,0м: в – под профнастил при шаге стропильных конструкций 6 и 12м с одним ярусом переплетов; г – то же, с двумя ярусами переплетов; д – под железобетонные плиты при шаге стропильных конструкций 6 и 12м с одним ярусом переплетов; е – то же, с двумя ярусами переплетов

П-образные стальные рамы устанавливают на несущие конструкции покрытия здания. Рама представляет собой стержневую систему, состоящую из вертикальных стоек, верхнего пояса и раскосов, все элементы которой выполняют из прокатного металла и соединяют между собой при помощи фасонки на сварке и болтах.

Для взаимоувязки размеров конструктивных элементов покрытия и фонаря привязку крайних стоек поперечных рам к разбивочным осям принимают равной 150мм при 6-метровом шаге и 250мм при 12-метровом шаге.

Опорные плиты стоек поперечных рам фонаря закрепляются анкерными

монтажными болтами с последующей приваркой их к закладным стальным деталям в верхнем поясе несущей конструкции покрытия.

Бортовые плиты фонаря устанавливаются на опорные столики, которые располагают в нижней части крайних стоек поперечных рам фонаря. При пролете бортовых плит 6 м и высоте 600 мм плиты могут быть однослойными из легкого или ячеистого бетона или ребристыми из тяжелого бетона с утеплением, а при пролете 12 м и высоте 800 мм – только ребристыми из тяжелого бетона. Бортовые плиты крепят при помощи сварки закладных стальных деталей, заложенных в углы плит к стальным элементам, закрепленным на стойках рамы.

Возможно решение и без бортовых плит, тогда их функцию выполняют стальные листы высотой 900 мм, располагаемые в цокольной части фонаря. Стальные листы крепят с помощью сварки к продольным элементам и стойкам фонарных рам. Для повышения жесткости стальных листов ставят раскосы. Продольная рама, состоящая из цокольной части (нижний и верхний элементы, стальной лист с раскосом), верхнего и среднего элементов с промежуточной стойкой или стойками в сочетании с поперечными рамами, повышают пространственную жесткость и устойчивость каркаса фонаря.

Прогоны для крепления створок или переплетов фонаря выполняют из прокатных или гнутых уголковых профилей. Их расположение по высоте зависит от количества и размеров створок или переплетов фонаря. Длина прогонов соответствует шагу рам. Прогоны закрепляют на болтах к элементам рамы фонаря.

При шаге поперечных рам 12 м для крепления фонарных переплетов с длиной 6 м в середине между рамами располагают промежуточные стойки. Их опирают внизу на бортовые плиты, а сверху крепят к продольным ребрам крупнопанельных плит покрытия.

По верхнему поясу рам фонарей укладывают железобетонные плиты покрытия размером 1,5 × 6,0 или 3,0 × 6,0, или 3,0 × 12,0 м, которые являются несущим элементом ограждающей его части и обеспечивают вместе с тем пространственную жесткость каркаса фонаря. В целях сокращения количества сборных элементов предпочтительно применение плит шириной 3,0 м. В этом случае также сокращается расход металла на ригель стальной рамы фонаря.

Устойчивость каркаса, кроме того, обеспечивается устройством связей. Горизонтальные и вертикальные крестовые связи устанавливают в крайних панелях и у деформационных швов, а в плоскости ригелей поперечных рам – распорки.

Ограждающими конструкциями фонарей являются продольные и торцевые стены, покрытие и заполнение световых или аэрационных проемов.

Аэрационные фонари применяют в производственных зданиях с большими тепловыделениями газов, дыма и пыли. По своей конструкции они аналогичны светоаэрационным фонарям и здесь не рассматриваются.

**Зенитные (световые) фонари** (рис. 5.65) из оргстекла выполняются в точечном (купол) и протяженном (своды) варианте. Они позволяют



равномерно и активно освещать естественным светом расположенные под ними помещения. Светопроницаемые купола устанавливаются над отверстиями в плитах покрытия; своды – над отверстием, образованном пропуском плиты.

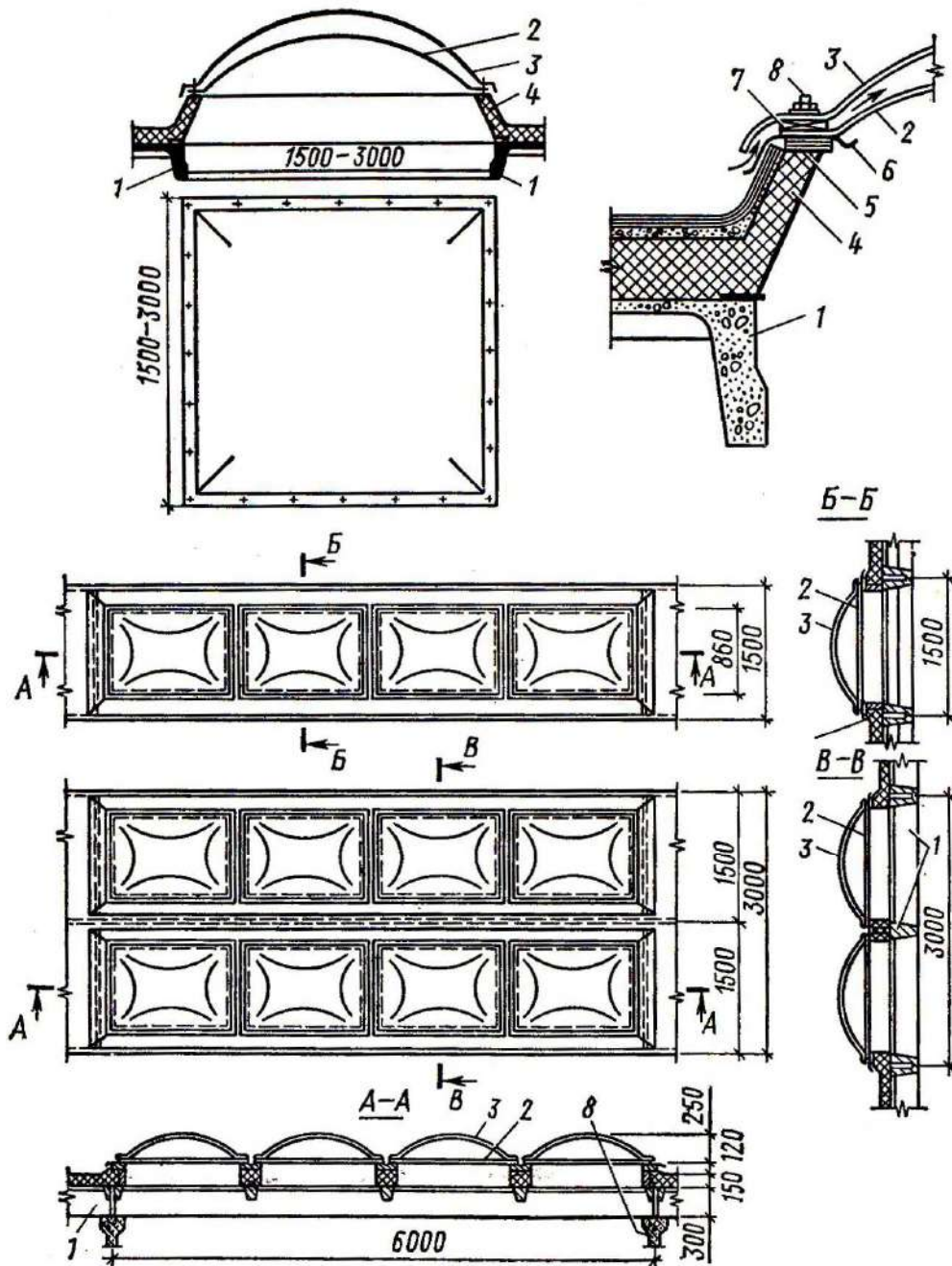


Рис. 5.65. Зенитные световые проёмы:

1 – железобетонная панель покрытия; 2 – светопрозрачный колпак нижний; 3 – то же, верхний; 4 – борт; 5 – герметизирующая прокладка; 6 – фартук; 7 – шайба из резины; 8 – анкерный болт

Фонари состоят из стального стакана трапецевидного сечения, установленного над отверстием в покрытии; деревянной опорной рамы, заведенной в верхнюю часть стакана, и светопроницаемого ограждения в виде двухслойных куполов или сводов. Теплоизоляционные свойства покрытия сохраняются за счет герметизированной воздушной прослойки, расположенной

между оболочками из оргстекла.

Стальные стаканы устанавливаются на герметизирующие прокладки и свариваются с закладными или пристрелянными к плитам элементами. Деревянная опорная рама изготавливается из антисептированной древесины. Она прижимает ковер основной кровли к оголовку стакана. Стык накрывается фартуком из оцинкованной стали.

Светопроницаемые элементы из органического стекла опираются на деревянную опорную раму через герметизирующие прокладки из профилированной резины. Они привинчиваются к раме шурупами. Стыки элементов свода уплотняются профилированными прокладками из морозостойкой резины и накрываются дуговыми накладками из оргстекла.

Зенитные фонари бывают глухие и открывающиеся, размером 1,5 × 3,0; 1,5 × 6,0; 3,0 × 3,0; 3,0 × 6,0 м. Зенитные фонари с шириной светового проема 1,5 м выполняются односкатными, шириной 3,0 м – двускатными.

### 5.11. Перегородки и полы

В промышленных зданиях **перегородки** классифицируют:

- по назначению: выгораживающие из общей площади цеха помещения складов, инструментальных кладовых и т.д.; разделительные, разграничивающие и препятствующие распространению шума, газа и других вредностей;
- по расположению в пролете: продольные и поперечные;
- по функциональным особенностям: стационарные (с постоянным местоположением); сборно-разборные, переставляемые при изменении производственного процесса;
- по высоте ограждения: на всю высоту помещения или только на часть (в пределах 2,5 – 3,0 м);
- по ограждающим свойствам: глухие, с проемами, с вставками из светопрозрачного материала или металлической сетки;
- по виду материала: железобетонные, каменные (из кирпича, легкогобетонных блоков), из профильного стекла, металлических, асбестоцементных листов, древесно-стружечных плит, водостойкой фанеры;
- по структуре: однородные (сплошные), неоднородные со звукоизоляционной прослойкой;
- по способу возведения: промышленные (из крупногабаритных элементов), неиндустриальные (из мелкогабаритных элементов).

Перегородки промышленных зданий должны быть прочными, устойчивыми, долговечными, удовлетворять требованиям производственного процесса и быть промышленными и экономичными.

Кирпичные перегородки устраивают толщиной 120 и 250 мм. Их опирают на фундаментные балки, а при высоте до 4 м – на утолщение в бетонной подготовке пола. Перегородки прислоняют к колоннам каркаса или

располагают между ними.

В одноэтажных промышленных зданиях устойчивость перегородок толщиной в полкирпича обеспечивают: колонны стального фахверка, установленные через 6 м; импосты из швеллеров, закладываемые в кладку через 2 - 3 м по высоте; стальная обвязка в местах примыкания к колоннам каркаса.

В многоэтажных зданиях кирпичные перегородки опирают на междуэтажное перекрытие и крепят стальной обвойкой к колоннам каркаса.

Панельные перегородки примыкают к колоннам каркаса. Панели перегородок имеют толщину 80 мм и изготавливаются из тяжелого, легкого и ячеистого бетона, а также из гипсобетона и фибролита в деревянной обвязке. Нижнюю часть перегородок выполняют из панелей, а верхнюю – из асбестоцементных листов. Установленные панели закрепляют сцепом из двух уголков, а швы заделывают цементным раствором.

Перегородки из металлических профилированных листов состоят из стоек, ригелей и двусторонней обшивки со слоем звукоизоляции. Каркас перегородки выполняют из труб прямоугольного сечения, к которому самонарезающими болтами прикрепляют обшивку. Звукоизоляционный слой из минераловатных плит приклеивают мастикой к внутренней стороне обшивки.

Остекленные перегородки имеют каркас из прямоугольных труб и заполнение из стекла и декоративного пластика. Такая конструкция допускает перестановку перегородок в процессе эксплуатации здания.

Сетчатые перегородки состоят из стоек и подвешенных к ним щитов. Стойки из прямоугольных труб устанавливают на пол и закрепляют к анкерным болтам. Такие перегородки служат для выгораживания помещения внутри здания.

### **Полы. Требования к полам. Элементы полов.**

В одноэтажных промышленных зданиях полы укладывают на грунте, в многоэтажных — на перекрытии.

Полы промышленных зданий в зависимости от особенностей технологического процесса должны обладать следующими свойствами:

- повышенной прочностью при механических воздействиях (при движении транспорта, падении тяжелых предметов и т. д.);
- стойкостью при действии высоких температур;
- химической стойкостью при воздействии масел, кислот и щелочей;
- водостойкостью и водонепроницаемостью в цехах с мокрыми процессами;
- диэлектричностью, безыскровостью,
- высокой степенью чистоты, беспыльности, эстетичности, соответствующей технологическим процессам.

Уровень пола первого этажа должен располагаться выше планировочной отметки территории на 150 мм.

Слабые грунты упрочняют трамбованием или устройством дополнительного слоя щебня.

Многослойная конструкция пола состоит из:

- одежды, воспринимающей все воздействия; толщина этого слоя определяется с учетом характера воздействий и величины нагрузок на пол, материала и свойств грунта основания;
- подстилающего слоя толщиной от 60 до 250 мм, который устраивается поверх основания для распределения нагрузки на это основание. Тип слоя зависит от вида одежды (для бетонного подстилающего слоя толщина принимается не менее 100 мм, для цементно-песчаного – не менее 60 мм, для булыжного – не менее 120 мм, для гравийного и щебеночного – не менее 80 мм);
- прослойки – это промежуточный слой, связывающий одежду с подстилающим слоем (прослойка из цементно-песчаного раствора – 10 - 15 мм, жидкого стекла – 10 - 25 мм, песка – 10 - 15 мм, мастики – 1 - 3 мм);
- стяжки, служащей для выравнивания поверхности элементов пола или для создания дополнительного уклона полу (стяжка из цементно-песчаного раствора от 20 до 50 мм, ксилолита – 15 мм, бетона – от 20 до 40 мм);
- гидроизоляции – против проникновения в пол различных жидкостей;
- тепло- и звукоизоляции, уменьшающей передачу тепла и звука в конструкции пола.

#### **Полы со сплошным покрытием.**

*Бетонный пол* (рис. 5.66, а – е) устраивают в цехах с повышенной влажностью при попадании на пол минеральных масел и щелочей, органических растворителей, при механических воздействиях и высоких температурах. Одежда толщиной 20 - 30 мм из бетона класса В15 - В30, подстилающий слой из бетона класса В7,5 толщиной 100 мм.

*Мозаичные полы* устраивают в зданиях с требованием высокой чистоты (в лабораториях). Одежду толщиной 20 - 25 мм выполняют из бетона класса В15 - В20 с мраморной или гранитной крошкой.

*Цементные и металлоцементные полы* устраивают в цехах с транспортом на гусеничном ходу и металлических шинах. Не рекомендуется в цехах с попаданием на пол кислот, щелочей и в условиях искрения пола. Одежда цементного пола – цементно-песчаный раствор толщиной 20 - 30 мм, марка раствора 200-300 по бетонному подстилающему слою.

Металлоцементные полы – смесь стальной или чугушной стружки или опилок крупностью до 5 мм, цемента и воды в соотношении 1:1, толщиной 15 - 20 мм по цементно-песчаной стяжке толщиной 20 мм.

*Асфальтобетонные полы* (рис. 5.66, е) – в цехах с малоинтенсивным движением, при незначительных ударах и воздействиях на пол воды. Горячую смесь битума, пылевидного наполнителя, песка, щебня толщиной 25 - 50 мм

укладывают на бетонную или щебеночную подготовку.

### Полы из штучных материалов.

Из бетонных, цементно-песчаных, мозаичных, ксилолитовых, асфальтобетонных, керамических плиток устраивают по прослойке из цементно-песчаного раствора толщиной 10 - 15 мм или мастики 1 - 3 мм по бетонному подстилающему слою.

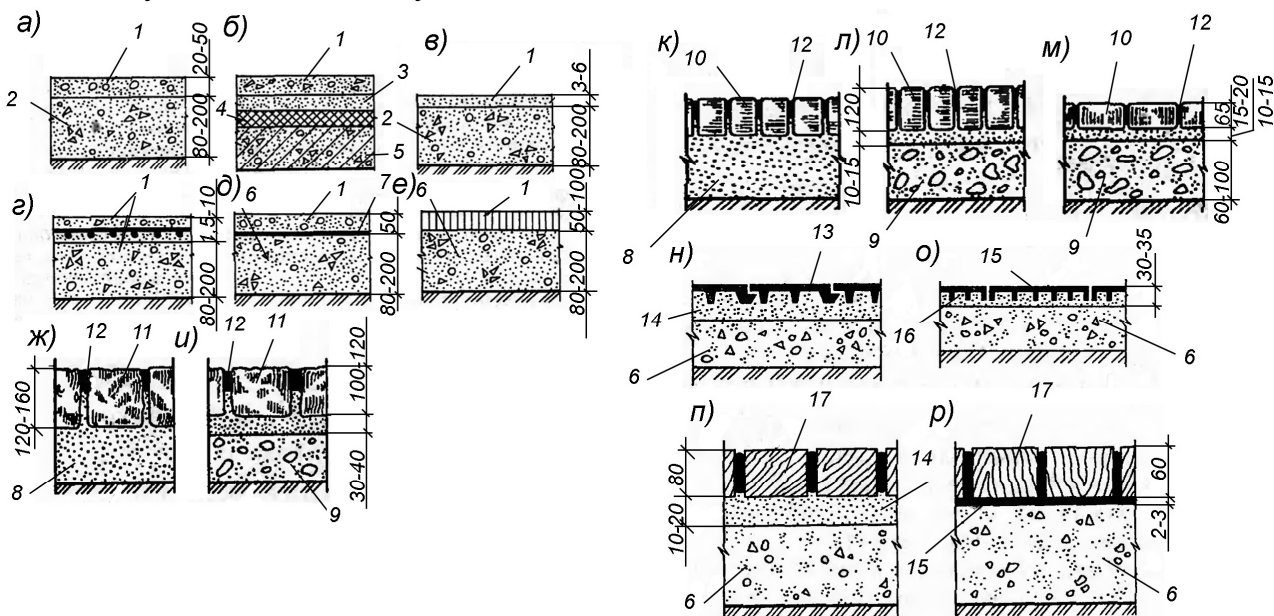


Рис. 5.66. Основные типы полов в производственных помещениях:

а – е – бетонные и асфальтобетонные полы; а – бетонный по грунту; б – то же, по перекрытию; в – металлобетонный по грунту; г – из жароупорного бетона; д – из кислотоупорного бетона; е – из асфальтобетона;

ж, и – полы из брусчатки; ж – пол из брусчатки на песчаном подстилающем слое; и – то же, на бетонном подстилающем слое;

к – м – полы из кирпича; к – пол из кирпича на песчаном подстилающем слое; л – пол из кирпича на ребро на бетонном подстилающем слое; м – пол из кирпича плашмя на бетонном подстилающем слое;

н, о – полы из чугунных плит; н – пол по грунту с применением чугунных плит с опорными выступами; о – пол по грунту с применением чугунных дырчатых плит;

п, р – полы из торцевой шашки; п – при укладке по прослойке песка; р – при укладке по битумной мастике на бетонный подстилающий слой; 1 – покрытие; 2 – бетонный подстилающий слой; 3 – стяжка; 4 – тепло- или звукоизоляционный слой; 5 – плита перекрытия; 6 – подстилающий слой; 7 – гидроизоляционный слой; 8 – песок; 9 – бетон; 10 – кирпич; 11 – брусчатка; 12 – цементный раствор или битумная мастика; 13 – чугунная плита с опорными выступами; 14 – песчаная прослойка; 15 – чугунная дырчатая плита; 16 – прослойка из цементно-песчаного раствора; 17 – торцевая шашка

Брусчатые полы (рис. 5.66, ж, и) устраивают на участках с высокой температурой, возможностью тяжелых ударов, подверженных воздействию химических растворов и на путях движения тяжелого транспорта на гусеничном ходу. Брусчатка из гранита, базальта, диабазов размером 150 × 200 мм высотой 120 - 160 мм по бетонному подстилающему слою на песчаной, цементно-песчаной 10 - 15 мм или мастичной прослойке 2 - 3 мм или прослойке из жидкого стекла 10 - 15 мм.

*Клинкерные полы (кирпичные)* (рис. 5.66, к – м). Область применения, что и брусчатых полов. Кирпичи укладывают на ребро или плашмя по песчаной прослойке толщиной 10 - 15 мм с заделкой швов цементно-песчаным раствором.

*Торцевые полы* (рис. 5.66, п, р) – эластичны, бесшумны, устраивают в цехах, где приходится работать преимущественно стоя с нормальным температурно-влажностным режимом. Шашки деревянные прямоугольной и шестигранной формы из древесины хвойных и твердых лиственных пород с высотой шашек 60 - 80 мм, с шириной прямоугольных торцов 60 - 100 мм, с длиной 80 - 250 мм. Их устанавливают так, чтобы волокна были расположены перпендикулярно плоскости пола, на бетонный подстилающий слой по песчаной прослойке 10 - 15 мм с заполнением швов битумной или дегтевой мастикой.

*Металлические полы* (рис. 5.66, н, о) устраивают на отдельных участках мартеновских, литейных, прокатных, термических и других цехов, где возможно падение на пол тяжелых предметов, воздействие высоких температур и требуется гладкая, непылящая поверхность пола.

Чугунные плиты размером 248 × 248 мм, 298 × 298 мм, толщиной 6 мм с отверстиями с высотой ребер по периметру 42 и 30 мм, стальные плиты штампованные 300 × 300 мм, толщиной 2,5 - 3 мм, высотой 19 мм. И те и другие укладывают на прослойку из песка или мелкозернистого гравия толщиной до 60 мм по бетонному, булыжному, щебеночному, песчаному подстилающему слою.

#### **Устройство полов в зоне железнодорожных путей.**

Железнодорожные пути широкой или узкой колеи прокладывают в конструкции полов промышленных зданий. Полы устраивают так, чтобы не мешать движению людей и безрельсового внутрицехового транспорта.

Головки рельсов не должны выступать за уровень поверхности пола, на расстоянии 0,5 м от рельса покрытие пола должно быть разборным и выполнено из прочных материалов (железобетонных плит, брусчатки, кирпича, торцевой шашки). Если железнодорожный путь возвышается над полом, устраивают пандусы с уклоном не более 1:2. Если примыкает пол с жестким подстилающим слоем, устраивают деформационный шов. Для прохода ребер колес вдоль рельса в полу делают углубления, в которые укладывают деревянные бруски или бывшие в употреблении рельсы.

**Деформационные швы** в полах устраивают для того, чтобы в них не возникало температурных трещин. Их размещают по линии деформационных швов здания, в местах сопряжения разнотипных полов, по гребню (водоразделу) участка пола, уложенного с уклоном.

В помещениях, где полы подвержены воздействию положительных и отрицательных температур, деформационные швы устраивают через каждые 6 - 8 м в обоих направлениях.

При значительных механических нагрузках деформационные швы полов окаймляют стальными уголками, а при небольших нагрузках их устраивают

без уголков.

В полах, уложенных на перекрытии, в деформационный шов закладывают компенсатор из оцинкованной стали. Полость деформационных швов заполняют битумом с волокнистыми добавками или песком.

**Места примыкания полов** к стенам, колоннам и фундаментам станков делают с зазором для свободной осадки, заполняя их волокнистым материалом. При повышенных требованиях к внешнему виду полов или при интенсивном воздействии на них производственных жидкостей места примыкания полов к вертикальным конструкциям перекрывают плинтусами или галтелями. Для стока жидкостей в полах устраивают уклоны в сторону расположения водоприемных лотков и трапов. Последние перекрывают решеткой, уложенной в уровне пола.

## 5.12. Внутренние конструкции. Лестницы

**Рабочие, или технологические, площадки** устраивают для обслуживания надземного транспортного хозяйства цеха (подвесных и мостовых кранов и др.), инженерного (вентиляторов, камер кондиционирования и др.) и технологического оборудования (домен, котлов и др.). В зависимости от назначения их подразделяют на:

- переходные;
- посадочные;
- ремонтные;
- смотровые.

В химической, нефтяной и других отраслях промышленности широко распространены рабочие площадки, устраиваемые в виде этажерок; в металлургической промышленности – в виде одноярусных эстакад (например, в сталеплавильных цехах).

Этажерки располагают вне или внутри производственных зданий. Этажерки подразделяют на:

- низкие (высотой до 4 – 5 этажей) и высокие;
- сборно-разборные и стационарные;
- выполняемые из железобетона и стали.

Для подъема рабочих на ярусы этажерок устраивают лестницы и лифты.

Переходные, посадочные, ремонтные, смотровые, а также рабочие площадки под лёгкое технологическое оборудование состоят из балочной несущей конструкции, настила и ограждения.

Несущие конструкции площадок опирают либо на основные конструкции здания, либо на технологическое оборудование, либо на специально устраиваемые опоры.

Ремонтную площадку по обслуживанию мостового крана размещают на уровне верхней отметки подкрановых балок, между ними, а посадочную – на уровне кабины крана. Эти площадки закреплены к основным конструкциям цеха – подкрановым балкам и колоннам. Настил таких площадок может быть

как стальным (сплошным или решётчатым), так и деревянным (за исключением горячих цехов). В доменных, мартеновских и конвертерных цехах рабочие площадки выполняют в виде ортотропной плиты, включённой в работу продольных балок. Ортотропные плиты представляют собой цельносварные стальные щиты, состоящие из листового настила с приваренными к нему продольными и поперечными рёбрами.

Верхнюю часть рабочей площадки устраивают из отдельных щитов и блоков. Блок представляет собой конструкцию, состоящую из двух балок, соединённых ребристой плитой и вертикальными связями. Блоки крепят к поперечным балкам или колоннам. Щиты опирают на блоки и на поперечные балки планками толщиной 30 мм. Для снижения расхода стали вместо стальных щитов применяют железобетонные плиты толщиной 160 – 200 мм. Колонны под такие площадки выполняют сварными из прокатной стали или из стальных труб, заполненных бетоном.

Стальные открытые эшажерки используют при оборудовании крекинговых установок, установок очистки масла и непрерывного коксования, установок заводов синтетического каучука и спирта. Их высота может достигать 100 м и более. Площадки таких эшажерок опирают на технологические аппараты или на самостоятельный каркас, который воспринимает все вертикальные и горизонтальные нагрузки. Возможны смешанные решения, когда часть эшажерки делают каркасной, а часть опирают на аппараты. Для унификации конструкций высота этажей назначается постоянной, кратной модулю 600 мм.

По способу восприятия возникающих горизонтальных сил каркас может иметь связевую или рамную системы. Связевая система каркаса получила большее распространение из-за повышенной горизонтальной жёсткости, простоты узловых сопряжений и меньшего расхода стали. Стальные колонны эшажерок выполняют преимущественно двутаврового сечения. Вертикальные связи устанавливают во всех поперечных и продольных плоскостях. Ригели или главные балки изготавливают из прокатных двутавров или швеллеров. Настилы перекрытий эшажерок выполняют из сборных железобетонных плит или металлических листов. Крепление балок к ригелям и ригелей к колоннам осуществляют жёстко или шарнирно. Стыки колонн эшажерки по высоте устраивают с передачей усилий в стык или через ребро. Базы колонн при помощи анкерных болтов или выпуска арматуры из фундамента крепят к сплошной ребристой фундаментной плите. В практике строительства получили распространение стальные сборно-разборные эшажерки.

Железобетонные высокие эшажерки устраивают лишь в том случае, если железобетонный каркас даёт снижение стоимости строительства. Обычно в железобетоне делают только нижнюю часть эшажерки – постамент, а верхние участки выполняют в железобетоне только в тех зонах, где это обусловлено противопожарными требованиями.

Ограниченное использование железобетона в высоких эшажерках объясняется и значительным увеличением веса конструкций, повышением сложности сопряжений узлов и крепления технологического оборудования к



этажерке. Конструктивно железобетонные этажерки могут быть выполнены монолитными с гибкой или жёсткой арматурой или сборными.

Сборные высокие этажерки конструктивно выполняют так же, как и сборный железобетонный каркас многоэтажных промышленных зданий.

За последнее время в зданиях павильонного типа, а также на открытых площадках устраивают низкие сборно-разборные этажерки из железобетонных элементов. Основное достоинство сборно-разборных этажерок – их технологическая гибкость. Этажерки имеют каркас, решённый по связевой схеме, с шарнирным соединением ригелей и колонн и жёстким соединением колонн с фундаментом. Максимальная высота этажерок – 18 м. Каркас состоит из колонн, связей и парных ригелей, которые опирают на колонны при помощи съёмных металлических консолей.

Консоли крепят к колоннам стяжными болтами на любой высоте, кратной 1200 мм. Ригели располагают в поперечном направлении. Жёсткость каркаса достигается с помощью металлических связей: порталных – в поперечном направлении и крестовых с распорками – в продольном направлении. Плиты перекрытий укладывают по ригелям в продольном направлении без закрепления, что позволяет устраивать проёмы в любых участках перекрытий.

Сборные конструкции этажерок имеют сетку колонн каркаса с пролётами 4,5 – 9,0 м, кратными 1,5 м при шаге 6 м. В поперечном направлении можно иметь консольные участки перекрытий с вылетом 1,5 или 3,0 м.

Достоинствами сборно-разборных этажерок также являются их универсальность, приспособляемость к технологическому процессу и максимальная унификация конструктивных элементов. Недостатками следует считать наличие подкосов порталных связей, уменьшающих размер пролёта, и необходимость защиты стальных элементов связей от коррозии и воздействий огня.

**Лестницы в промышленных зданиях бывают основные, служебные, пожарные и аварийные.**

Основные лестницы служат для связи между этажами и для эвакуации людей.

Служебные лестницы устраивают для связи с рабочими площадками, а также как дополнительные к основным лестницам между этажами. Для связи с рабочими площадками служебные лестницы, как правило, выполняют стальными с уклоном не более 1:1. Для прохода к одиночным рабочим местам допускается увеличивать уклон до 2:1. Служебные лестницы выполняют маршевыми и в виде стремянок. Маршевые лестницы состоят из сборных лестничных маршей и промежуточных площадок (рис. 5.67, а, б). Несущие конструкции марша выполняют в виде двух тетив из швеллеров, к которым прикрепляют ступени, имеющие только проступь.

Такие лестницы шириной 600 и 700 мм используют для обслуживания и ремонта мостовых кранов и другого оборудования. Лестницы шириной 600 мм применяют при высоте подъёма не более 10 м.

Вертикальные лестницы-стремянки используют для индивидуального пользования, например, для подъёма крановщика на посадочную площадку (рис. 5.67, в).

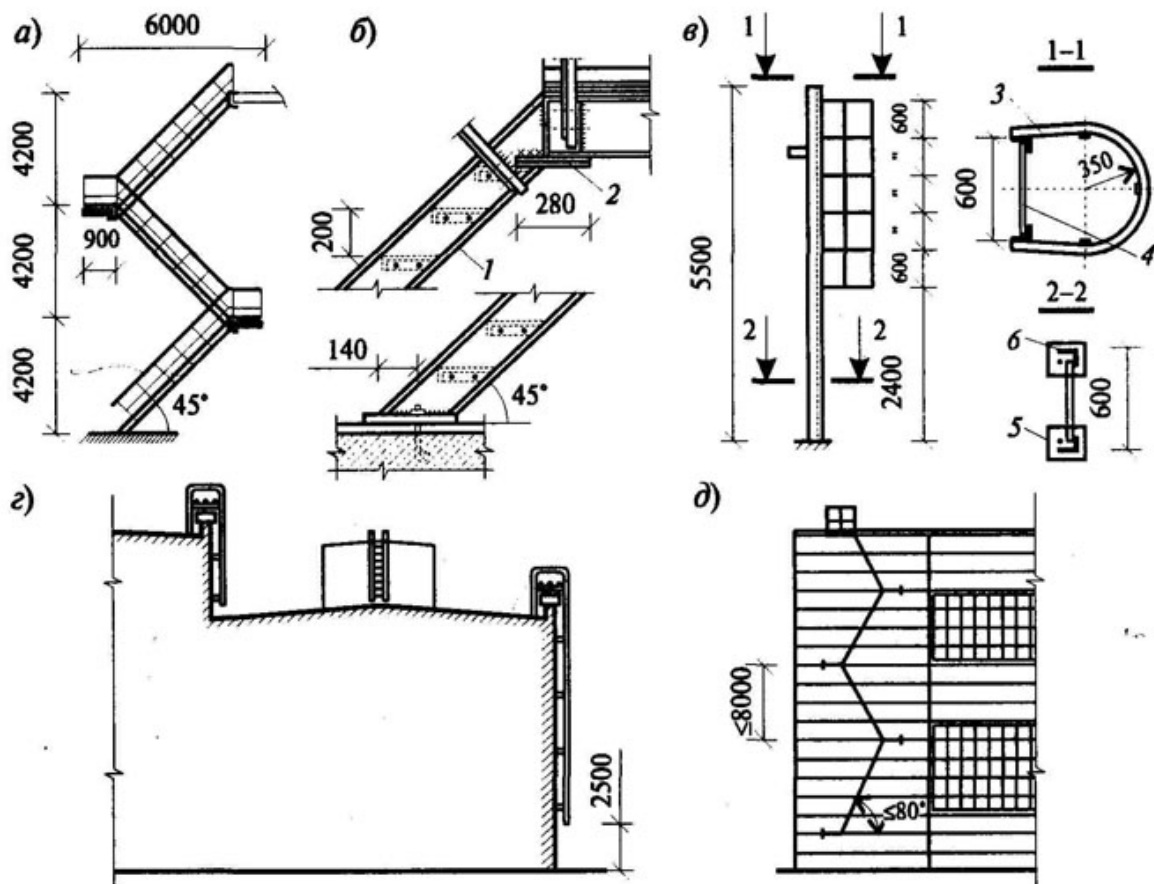


Рис. 5.67. Служебные и пожарные лестницы:

*а* – служебная маршевая; *б* – верхний и нижний узлы опирания марша; *в* – лестница-стремянка; *г* – пожарные лестницы 1-го типа; *д* – то же, 2-го типа; 1 – швеллер №18; 2 – уголок 50x5 мм; 3 – полоса 40 × 4 мм; 4 – стержень диаметром 18 мм через 300 мм; 5 – пластина 100 × 100 × 6 мм; 6 – уголок 80 × 80 мм

Пожарные лестницы предусматривают в производственных зданиях высотой более 10 м для подъёма пожарных на кровлю. Такие лестницы могут быть двух типов:

- первый тип применяют в зданиях для подъёма на высоту от 10 до 20 м и в местах перепада высот кровель от 1 до 20 м. Лестницы первого типа – вертикальные стальные шириной 0,7 м, начинающиеся с высоты 2,5 м, и с площадками при выходе на кровлю (рис. 5.67, г). С высоты 10 м вертикальные лестницы аналогично конструкциям стремянок оборудуются дугами через каждые 0,7 м с радиусом закругления 0,35 м и с центром, отнесённым от лестницы на 0,45 м;
- второй тип пожарных лестниц – маршевые с уклоном не более 6:1, шириной 0,7 м, начинающиеся с высоты 2,5 м от уровня земли. Через каждые 8 м такие лестницы (рис. 5.67, д) имеют площадки с

поручнями. Их применяют для подъёма на высоту более 20 м и в местах перепада высот более 20 м.

Пожарные лестницы устанавливают по периметру здания, не реже чем через 200 м. Их размещают напротив глухих участков стен и на торцах надстроечных фонарей. Крепят лестницы к стенам или каркасу здания анкерами, располагаемыми по высоте через 2,4-3,6 м.

*Аварийные лестницы* используют только для эвакуации людей из здания при пожаре или аварии. Они имеют такие же конструкции, как и стальные маршевые пожарные лестницы, но их обязательно доводят до уровня земли.

## 6. Архитектурно-художественное решение промышленных зданий

Важнейшая задача промышленной архитектуры – организация производственной среды (промышленного района, промышленного узла или комплекса, отдельного здания), в которой протекает технологический процесс.

Архитектурное пространство, образующее такую среду, воспринимается в комплексе с находящимися в нем производственным подъёмно-транспортным оборудованием, приборами, а также элементами внешнего пространства, включая зелёные насаждения, малые архитектурные формы и т.п.

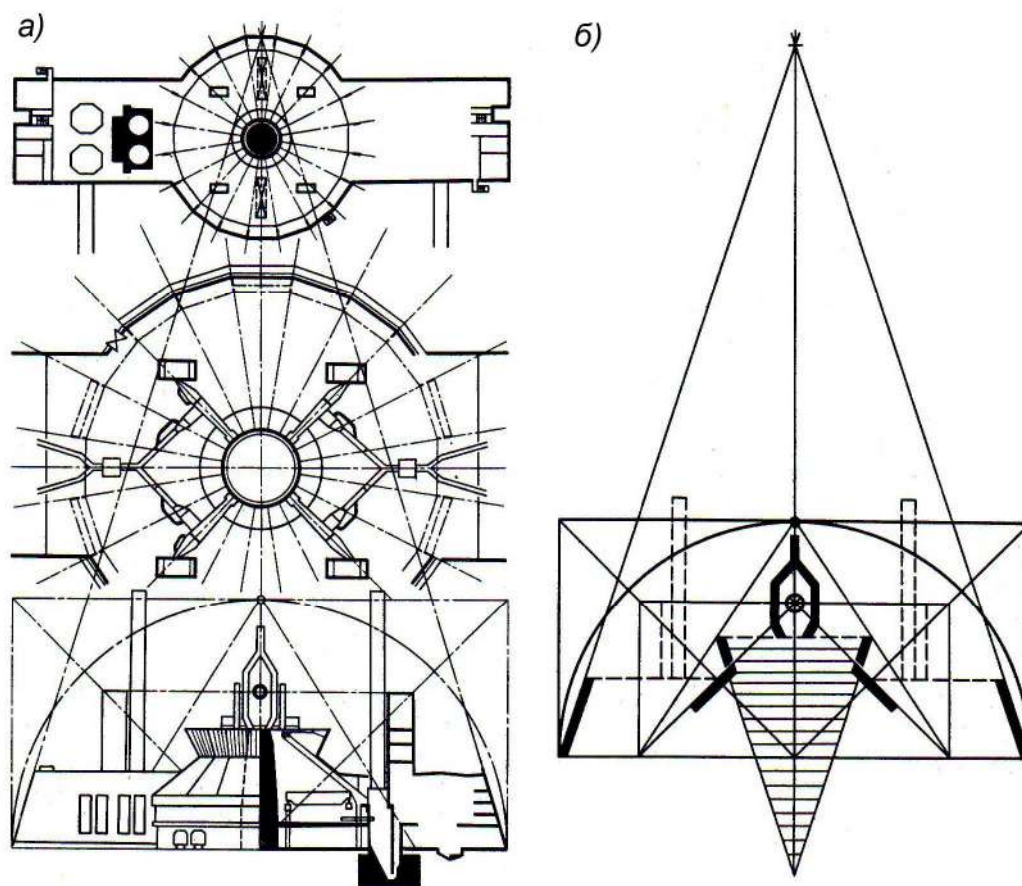


Рис.6.1. Схемы пропорционального построения доменной печи № 6 Новолипецкого металлургического завода:  
*а – план, разрез; б – деталь схемы пропорционального построения главных объёмов центрального узла печи*

Архитектура промышленных предприятий, будучи крупномасштабной и выразительной по объемному решению, способна обогатить архитектуру города.

Главными средствами художественной выразительности здания являются организация пространства и тектоника ограничивающих его форм. Для большинства промышленных зданий по функциональным и конструктивным требованиям более присуща форма элемента построения архитектурного

пространства – параллелепипед. Для эстетического восприятия таких форм объёмов используют *определённые приёмы: симметрию и асимметрию, нюанс и контраст, ритм, установление определённых соотношений и пропорций* между частями и целым. На характере образной выразительности объекта сказывается особенность его зрительной соразмерности, воспринимаемой человеком, т.е. **масштабность**. Для усиления художественных качеств зданий используют дополнительные приёмы композиции, например, обработку внешней поверхности объёма *цветом и фактурой*.

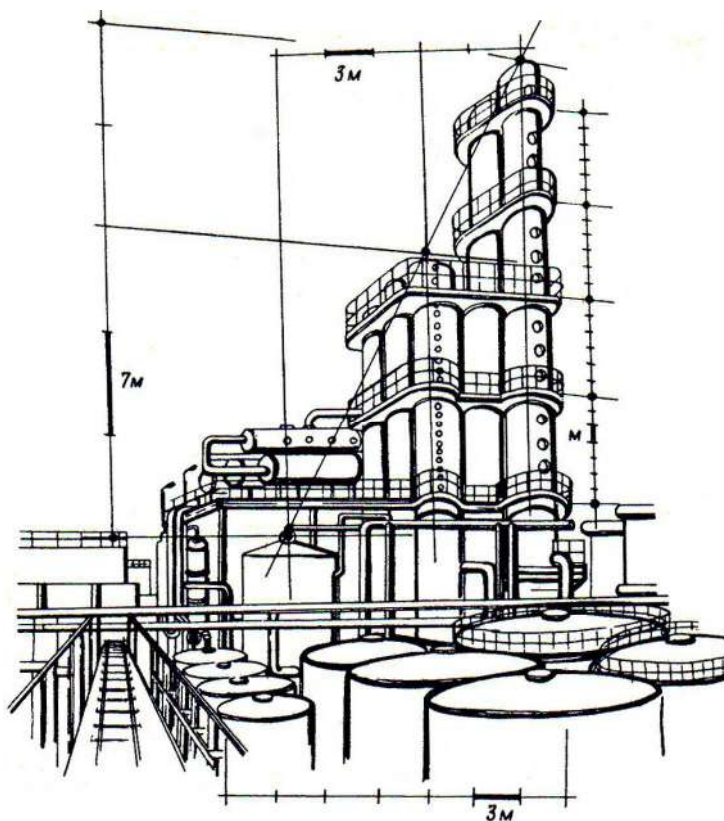


Рис.6.2. Пропорционирование открытой нефтехимической установки – агрегата ректификации (по материалам ЦНИИПромзданий)

Одним из важных средств достижения архитектурно-художественной выразительности являются **пропорции**, под которой понимают определённую систему отношений частей и форм архитектурного сооружения. Эта система отношений создаёт соразмерность, гармоническую согласованность частей и форм сооружения.

В общей композиции промышленных предприятий важную роль могут играть такие выразительные элементы, как дымовые трубы, градирни, а иногда вентиляционные шахты, открытое оборудование. Эти сооружения в сочетании с другими объектами создают характерный индустриальный облик промышленного комплекса.

Здания и сооружения, входящие в комплекс промышленного предприятия, должны быть расположены не только в обусловленной технологическим процессом взаимосвязи, но и таким образом, чтобы они создавали композиционную структуру, сохраняющую целостность и

художественное единство на любом этапе развития производственного комплекса.

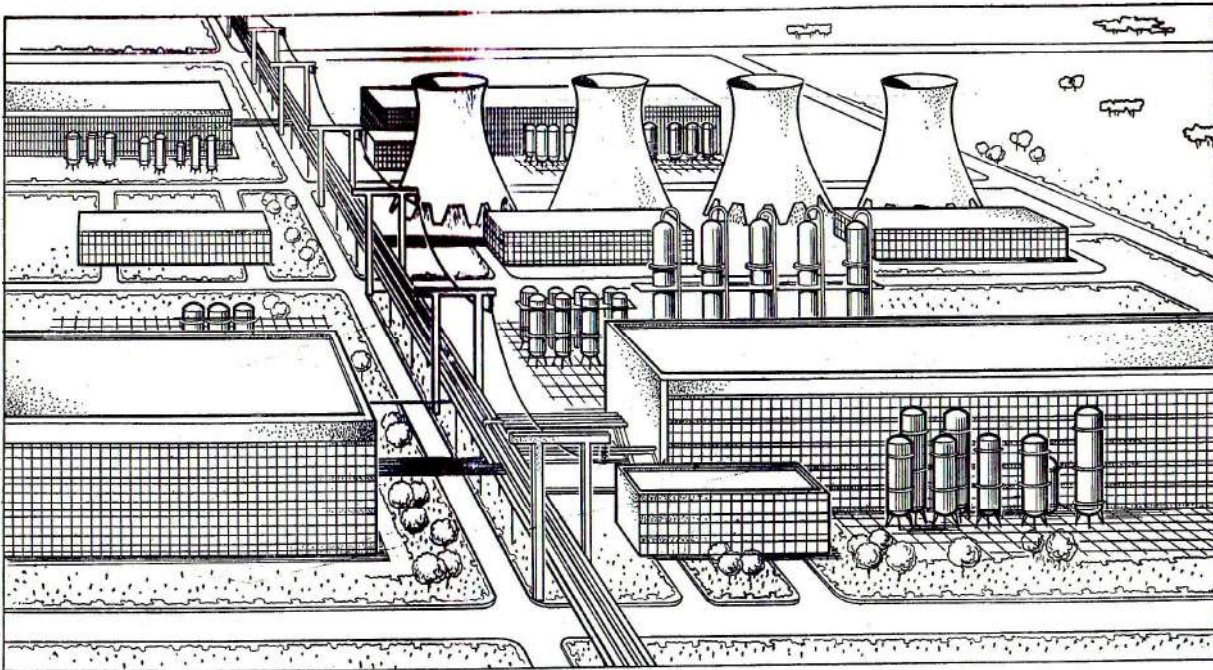


Рис.6.3. Пример ансамбля промышленного предприятия. Фрагмент комплекса зданий и сооружений химического завода

Проектируемый производственный комплекс должен органически входить в ансамбль, иметь характерный художественный облик, обуславливаемый его функционально-технологическим назначением, соответствующий вместе с тем художественно-эстетическому решению ансамбля данного города или района (или контрастирующий с ним). Очевидно, архитектурно-пространственное решение какого-либо конкретного производственного здания должно быть увязано с архитектурой других производственных зданий, но при этом оно не должно повторять архитектурного решения жилого или общественного здания.

Часто композиции промышленных предприятий, имеющих геометрически правильную прямоугольную схему с преобладанием прямых осей и прямых углов в структуре генерального плана, строят по принципу регулярности. В большинстве случаев примерами регулярных архитектурных композиций служат крупные промышленные комплексы с более или менее симметричным расположением относительно одной (или нескольких) планировочной оси однотипных зданий и сооружений, большинство которых имеет прямоугольную форму плана. Композиции многих машиностроительных предприятий построены по этому принципу, например Московский автомобильный завод им. И. А. Лихачева, Горьковский автомобильный завод и др. Композиции этих предприятий в основном воспринимаются зрителем, находящимся во внутреннем пространстве магистрали, на которую главными фасадами обращены важнейшие производственные здания заводов.

При разработке архитектурного комплекса промышленного предприятия необходимо увязывать целый ряд параметров, обусловленных технологией производства, спецификой окружающей городской застройки, особенностями планировочного решения промышленной территории и характером рельефа местности.

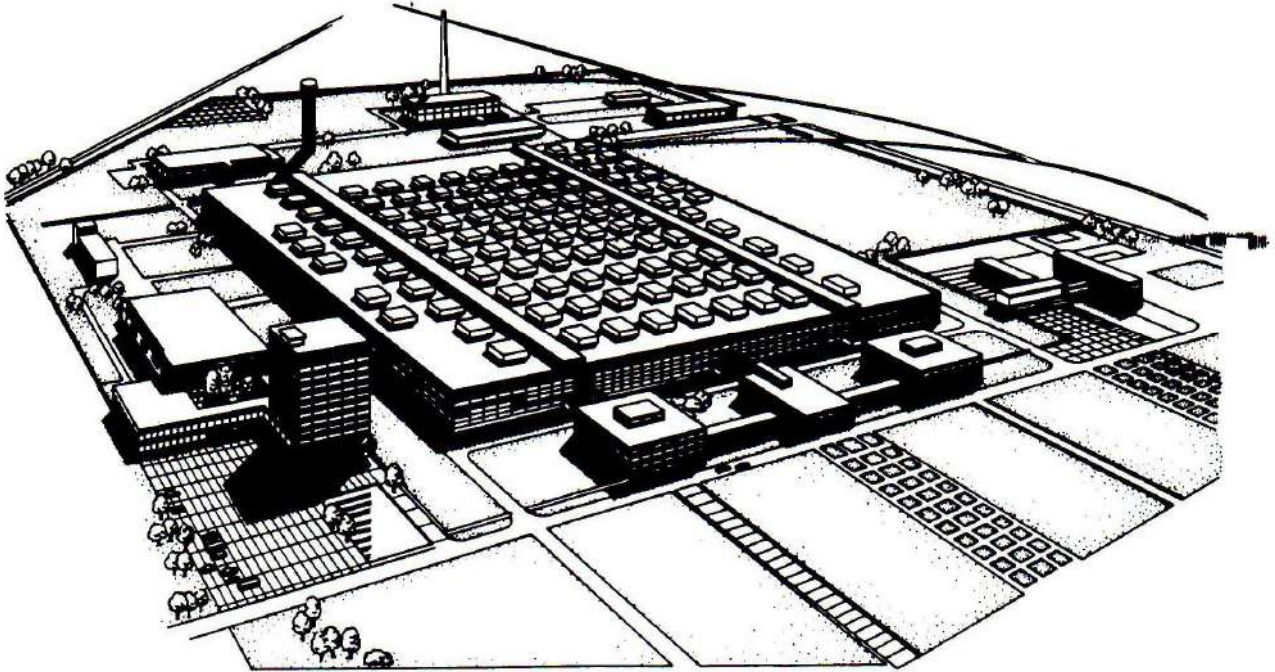


Рис.6.4. Перспектива комплекса заводских зданий

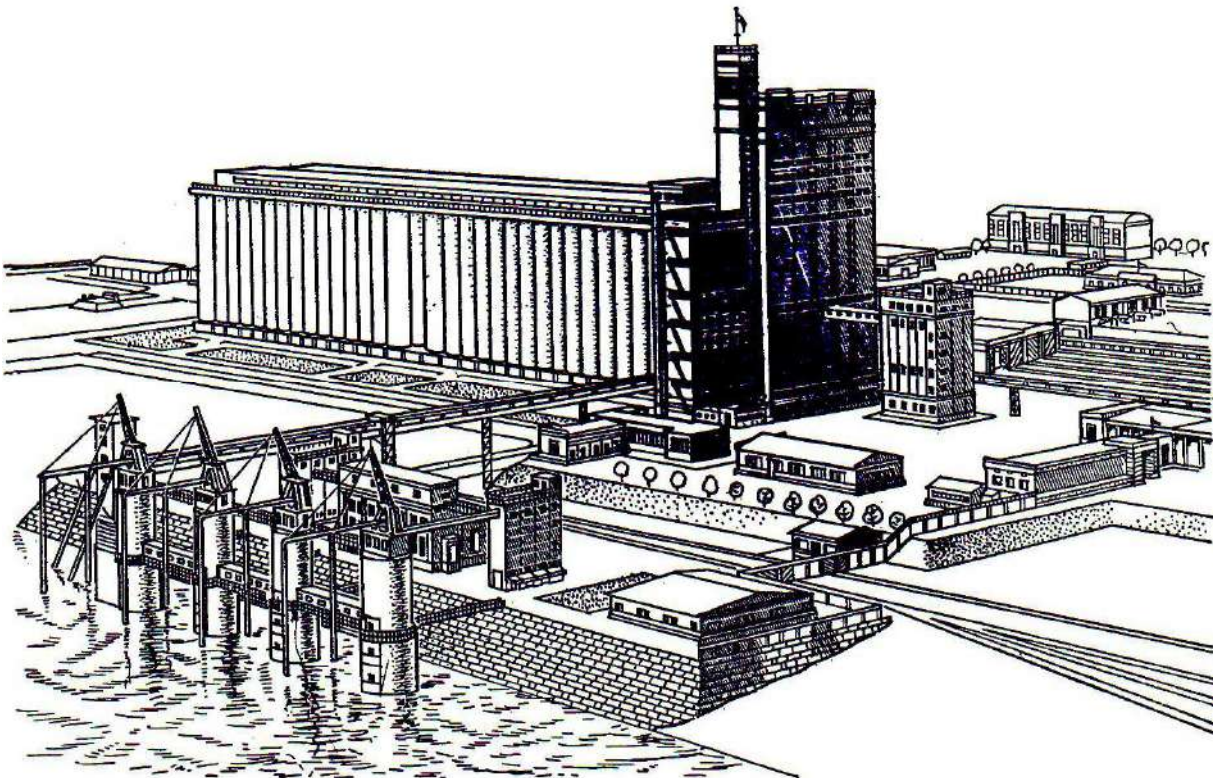


Рис.6.5. Перспектива портового элеватора

Большое влияние на архитектурно-планировочные и композиционные решения промышленных зданий оказывает не только протекающий в них технологический процесс, но и выбор типа внутрицехового транспорта, а также характер конструктивного решения здания.

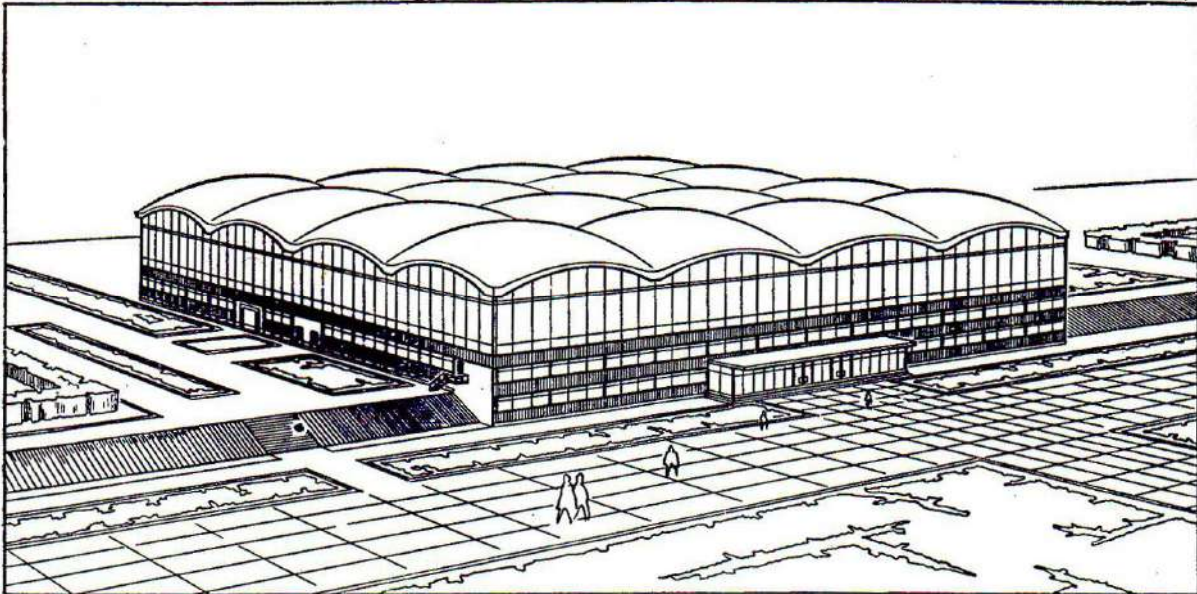


Рис.6.6. Двухэтажный корпус дуговых ртутных ламп (ДРЛ) с герметизированными помещениями. Общий вид

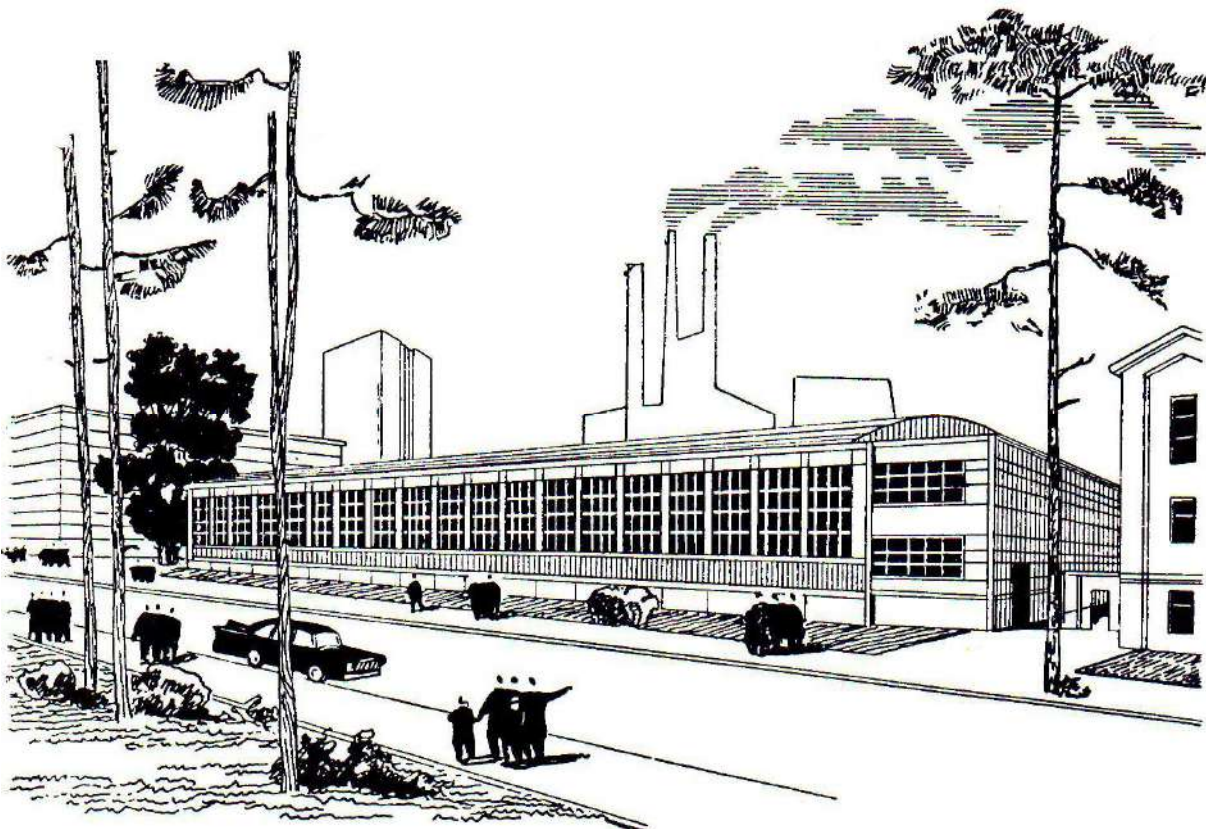


Рис.6.7. Общий вид одноэтажного промышленного здания





Рис.6.8. Общий вид многоэтажного промышленного здания

В самой сущности **архитектуры** заложены три основные цели, определенные Витрувием: *«прочность, польза, красота»*. Поэтому архитектурная форма здания – это единство совершенных конструктивных решений с художественной выразительностью, которое обеспечивается с **тектоникой**. Каркасная конструктивная схема, присущая большинству промышленных зданий, позволяет получать довольно разнообразные формы (параллелепипеды, поставленные горизонтально или вертикально с многоволновыми, шедовыми и другими профилями). Развитие науки и техники дало много новых строительных материалов: железобетон, синтетические материалы, большеразмерное стекло, алюминий, эффективные утеплители и т.п.

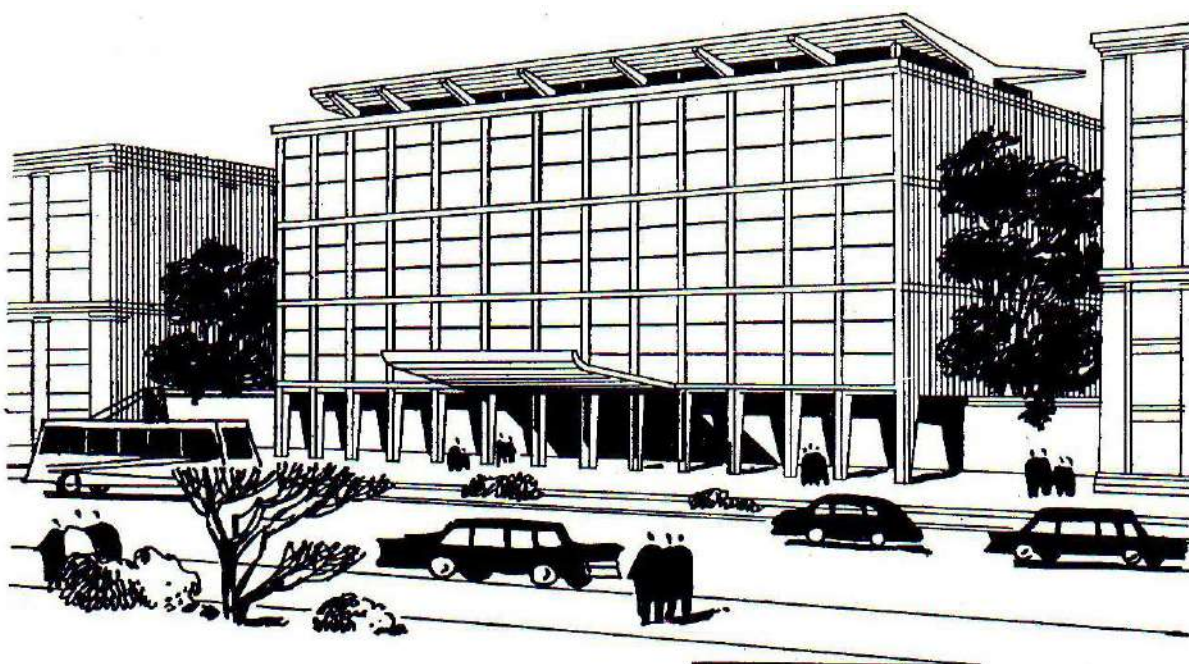


Рис.6.9. Многоэтажное герметическое промышленное здание. Общий вид

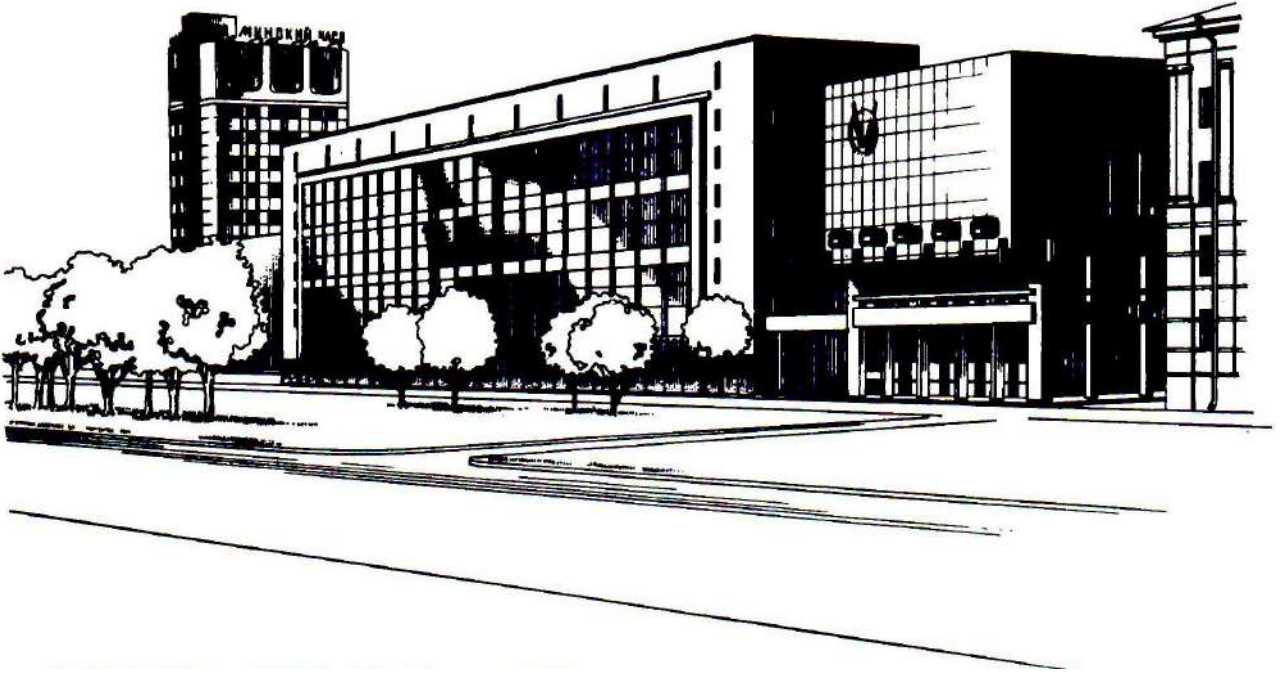


Рис.6.10. Многоэтажные корпуса часового завода

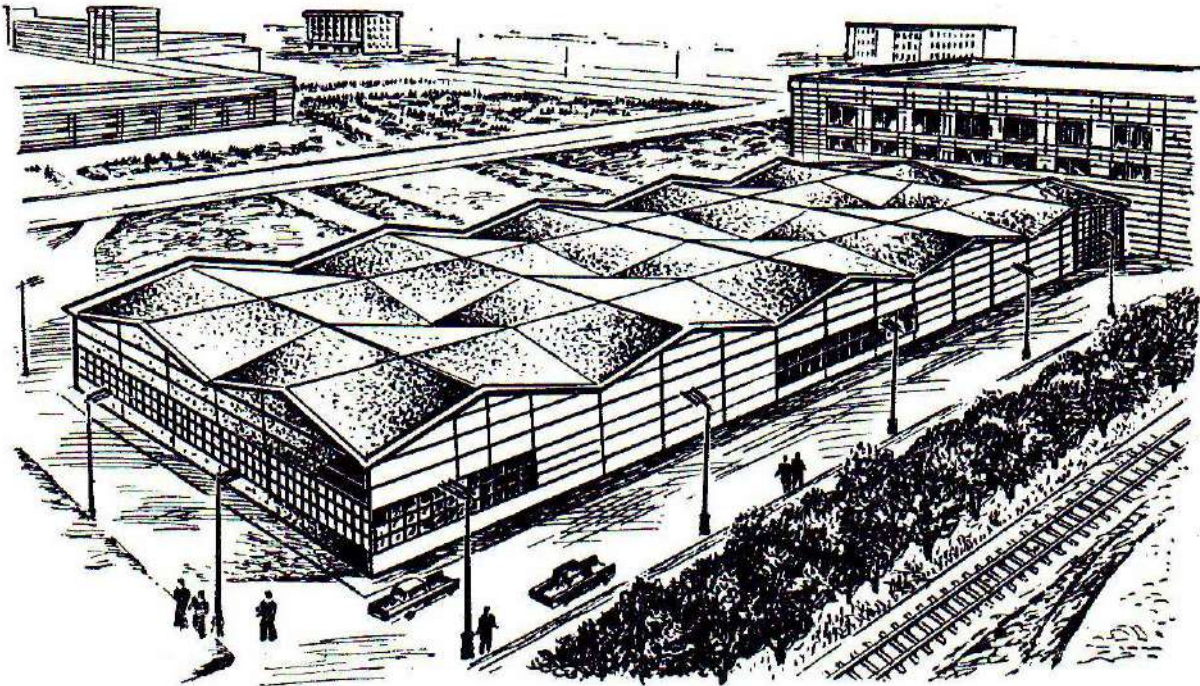


Рис.6.11. Цех с покрытием из оболочек двойкой отрицательной кривизны

Новые материалы и старые, используемые по-новому, стали основой развития новых конструктивных систем каркасов, стен и покрытий. Новые архитектурные формы появились в связи с внедрением в промышленное строительство большепролётных пространственных, висячих и других систем. Архитектурные формы большинства современных стеновых конструкций

сформировались из логики совмещения функций ограждения, восприятия нагрузок и удобства возведения. Так появились стеновые конструкции из навесных панелей с горизонтальной и вертикальной разрезкой и наличием больших остеклённых проёмов. Формы, размеры и способы организации проёмов в таких стенах призваны сгладить массивность каркасов промышленных зданий, придать им лёгкость. Конструктивные элементы зданий делятся на несущие и ограждающие элементы. Эти черты промышленных зданий находят свое отражение в **тектонике**. Характерная особенность стеновых ограждений современных промышленных зданий (сэндвич панелей, например) – их значительная лёгкость по сравнению с массивными несущими стенами, выполняемыми из штучных элементов (кирпич, мелкие блоки). За счёт применения сэндвич-панелей создаётся впечатление лёгкости стены, которая особенно воспринимается в углах и проёмах здания. Восприятие лёгкости усиливается также за счёт светлых тонов облицовки или окраски, а также большого числа проёмов. Приведённые приёмы и средства позволяют выявить лёгкость, присущую панельной стене. Применение панелей создало новый масштаб, который обычно отчётливо выявляется сеткой швов. Для достижения архитектурной выразительности здания большой длины в ряде случаев используют контраст решений фронтальных и торцовых фасадов здания, глухих и остекленных участков и т.п.

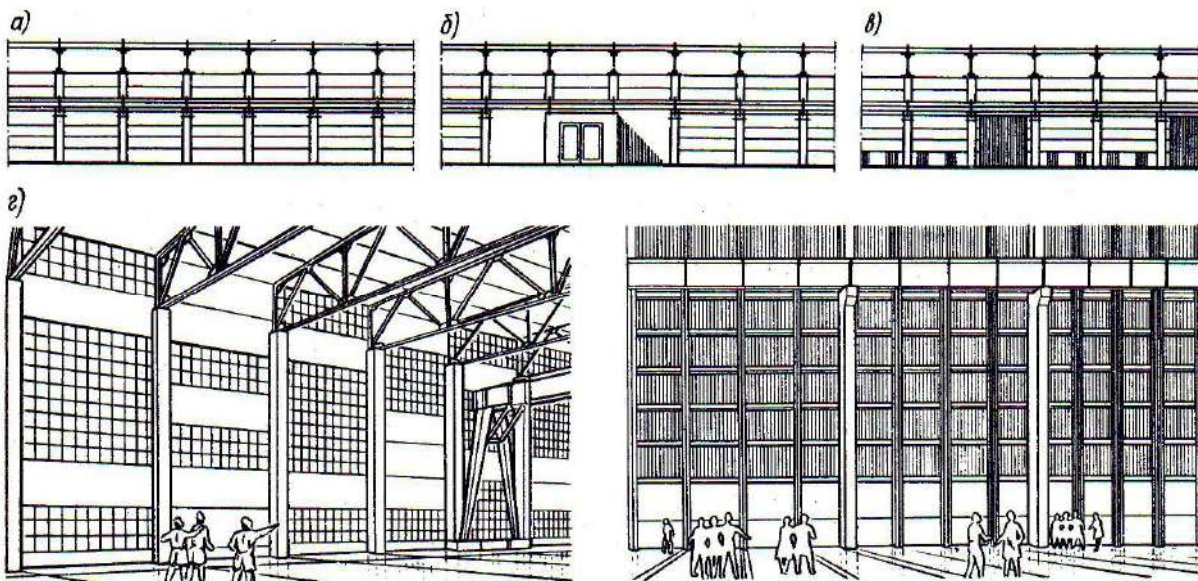


Рис.6.11. Примеры регулирования масштабности производственного помещения:

*а – использование ритма элементов здания; б – применение конструктивных вставок между элементами каркаса в определённом ритме; в – создание сложного ритма расстановки разногабаритного технологического оборудования в сочетании с ритмом каркаса здания; г – изменение пространственно-конструктивной схемы здания*

Существенное значение имеют правильные масштабные соотношения между шириной проёмов и простенков. В результате такой структуры иногда применяют горизонтальный строй фасада, отвечающий конструкции навесных

стен. Пластика фасадов достигается подчеркиванием на фоне фасада выступающих или западающих элементов – входов в здания, выносных тамбуров, автомобильных или железнодорожных платформ, лестничных клеток, элементов технологического оборудования и т.д.

Одним из приёмов, подчёркивающих сборность конструкции, является обнажение монтажных *швов* на фасаде здания между отдельными панелями, а также применение сборных элементов, окрашенных в цвета различной насыщенности. Большое значение имеет многоцветность фасадов.

На архитектуру здания большое влияние оказывают форма и размеры окон, сочетание глухих и остекленных поверхностей. Ленточные окна зрительно увеличивают длину зданий, а узкие вертикальные создают впечатление большой высоты. Зачастую применяемые на фасаде различные виды остекления (отдельные проемы, ленточное, сплошное) указывают на различное функциональное назначение помещения здания согласно требованиям освещенности. Вместе с тем этот прием вносит разнообразие в композицию здания.

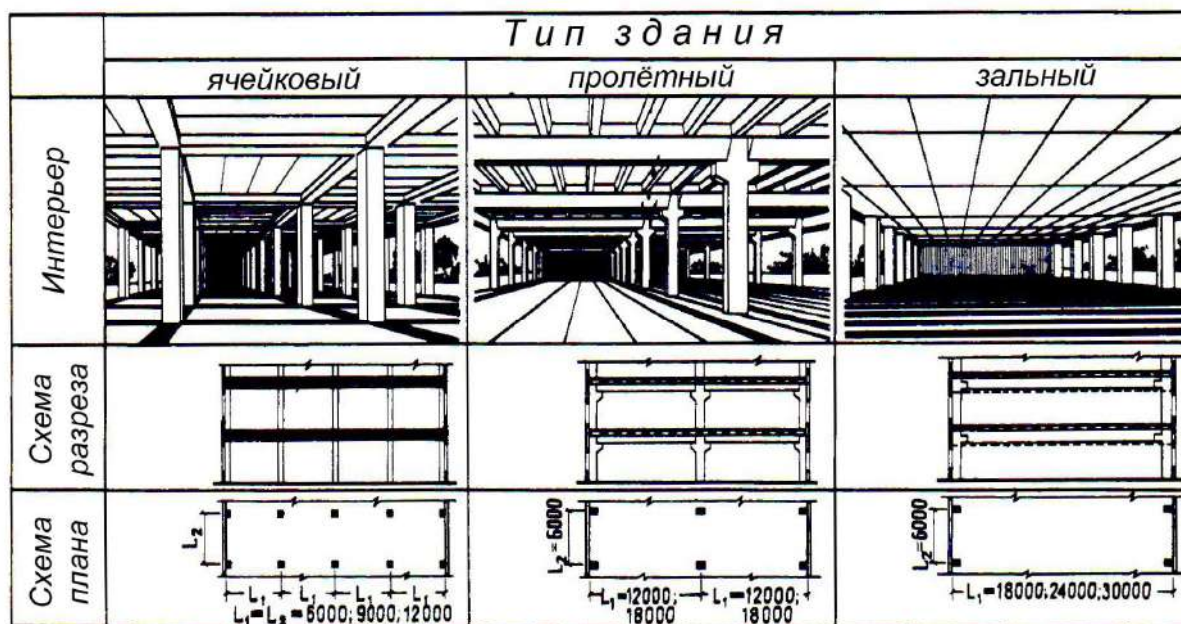


Рис.6.12. Интерьеры в зависимости от типа конструктивной системы здания

Стены могут иметь одноцветное или полихромное решение. В последнем случае цветом выделяют отдельные конструктивные детали, иногда тектоническую структуру здания или технические устройства перед фасадом. Цвет может как бы растворить те или иные сооружения в окружающем пейзаже или, наоборот, подчеркнуть и повисить их. Иногда применяют разноцветные стеновые панели или вводят в стеновые панели декоративный орнамент. Большой художественный эффект дает сочетание различного цвета и фактуры строительных материалов.

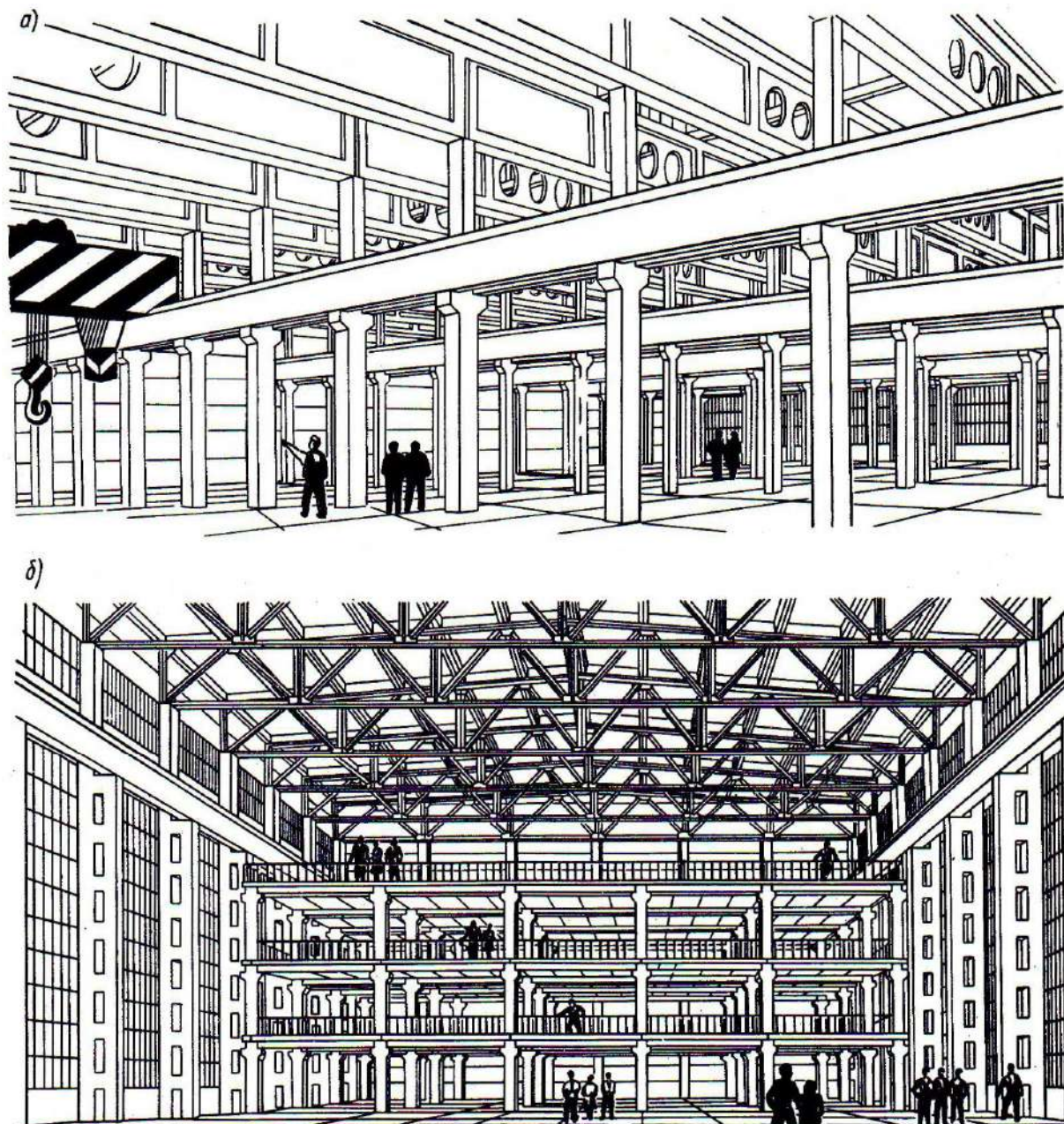


Рис.6.13. Интерьеры производственных зданий:

*а – многопролётного с частой сеткой колонн; б – навильонного с встроенными  
этажерками*

Одним из средств архитектурной композиции является ритмическое **членение** фасадов зданий, основанное на многократном повторении какого-либо архитектурного мотива. С помощью ритма достигается гармоничная соразмерность, стройность и выразительность зданий. В условиях индустриального строительства с преобладанием типовых элементов для тектоники зданий характерен ритм простенков и оконных проёмов, междуэтажных поясов, элементов покрытия, фонарных надстроек, архитектурно обработанных входов выступающих и западающих участков стены и т.п. Чётко выраженный ритм горизонтальных и вертикальных членений на плоскостях фасадов вносит в архитектуру промышленных зданий своеобразный характер, подчёркивая их современность. Архитектурную композицию промышленных зданий, проектируемых в южных районах,

обогащает ритмическое размещение солнцезащитных устройств (жалюзи, козырьки, соты, маркизы и т.п.).

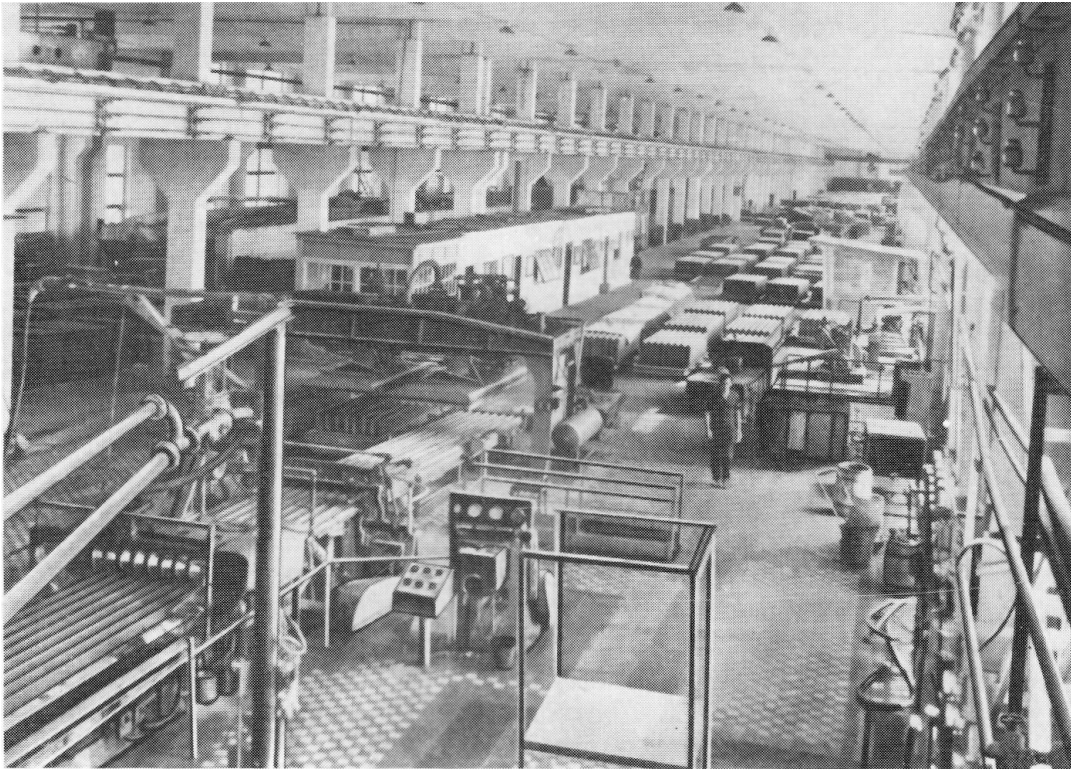


Рис.6.14. Интерьер цеха по производству асбестоцементных листов

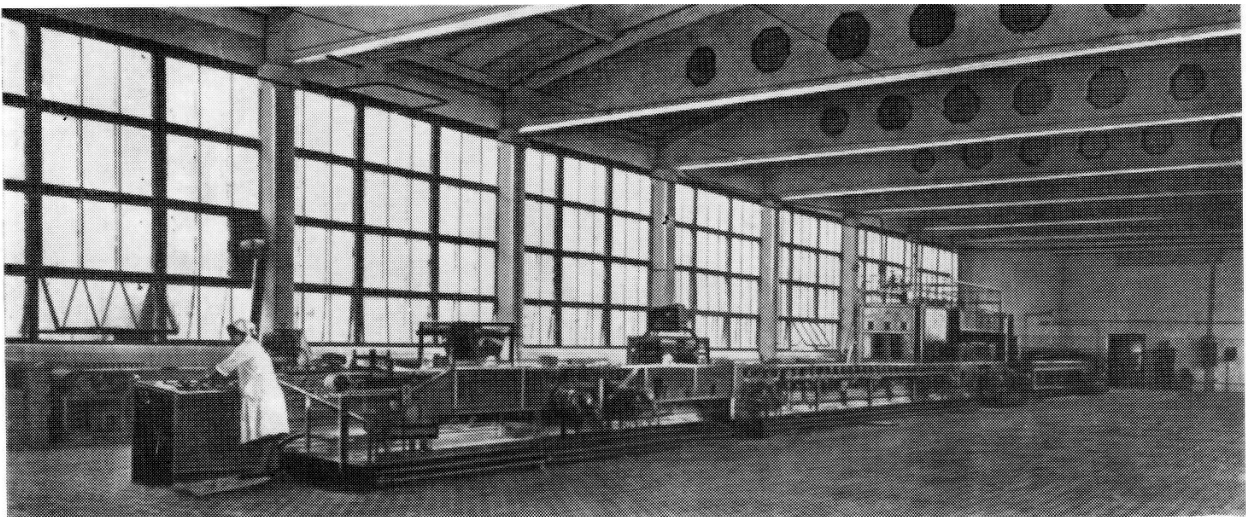


Рис.6.15. Интерьер цеха производства облицовочных глазурованных плиток методом литья на Кучинском керамкомбинате

Существенные трудности возникают при архитектурном проектировании протяжённых промышленных зданий. Хорошие результаты в этих случаях даёт ритмическое членение фасада вертикальными элементами и целыми объёмами. Для этой цели за плоскость фасада выносят входы, вентиляционные шахты, лестничные клетки, встройки административно-бытовых помещений и т.д. Архитектурный облик протяженных зданий разнообразится приемом

постановки перед ним объемов инженерно-лабораторных и административно-бытовых корпусов, высотных композиций различных сооружений (водонапорных башен, дымовых труб, вышек), а также включением в композицию здания ритмичной посадки перед фасадом высоких деревьев.

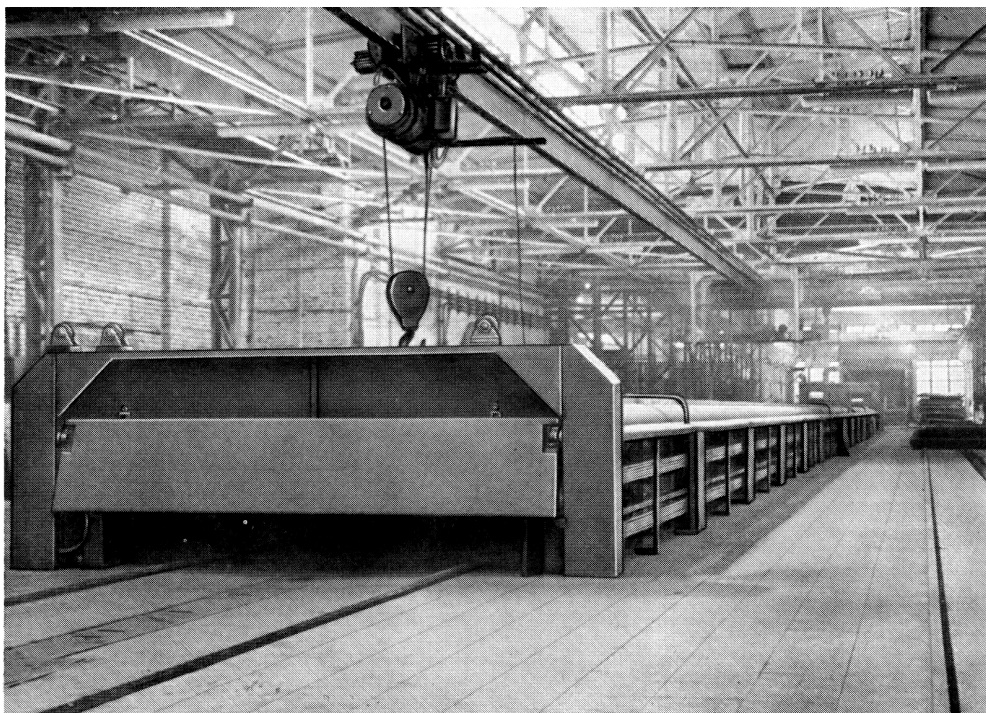


Рис.6.16. Интерьер цеха по производству железобетонных изделий

Для многоэтажных производственных зданий в некоторых случаях могут быть оправданы приемы членения горизонтальными или вертикальными элементами стен и остекления, простота и лаконичность внешнего объема. Большое внутреннее пространство одноэтажных цехов должно иметь членения, соизмеримые с масштабами цехового оборудования.

При лаконичном объемно-пространственном решении здания большое внимание должно быть уделено выбору стеновых материалов, их **цвету и фактуре**. Их используют для выявления и подчеркивания архитектурного объема здания (или его части).

В промышленной архитектуре объемы основных производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий имеют, как правило, простейшие прямоугольные формы, например параллелепипед для большинства одноэтажных зданий сплошной застройки или куб для многоэтажных зданий. Такие решения возникли в результате унификации архитектурно-строительных параметров зданий, определившей прямоугольную форму их плана, построенного на многократном повторении одинаковых пролетов и шагов. В некоторых случаях возможно и более сложное объемное решение зданий, например в виде комбинации различных прямоугольных объемов и др.

**Масштаб** в промышленной архитектуре даёт возможность выделить и подчеркнуть здания и сооружения, являющиеся основой, главным компонентом

промышленного комплекса, создать органическую связь с остальными менее важными зданиями и сооружениями. Масштаб определяет крупность или мелкость принятых архитектурных форм, а масштабность – их соразмерность с человеком.



Рис.6.17. Интерьер цеха, перекрытого оболочками двойкой кривизны

Использование членений при проектировании, независимо от абсолютных размеров сооружения, может придать ему крупный или мелкий архитектурный масштаб. Архитектурный объем может иметь членения по горизонтали и вертикали.

Наряду с параметрами и элементами зданий, помогающих выявить их масштаб (высота этажа, шаг и пролёт, проёмы и др.), определённую роль играют такие средства архитектурной композиции, как контраст, ритм, пластика, цвет и др.

Важным средством выявления архитектурного масштаба являются строительные элементы, связанные с привычным представлением зрителя о форме и размерах зданий и сооружений и их частей, - окна, двери, ворота, тамбуры, лестницы и др., размеры которых известны, привычны и помогают оценить архитектурный масштаб.

Значительную роль в создании оптимальных условий труда и увеличении работоспособности трудящихся играет эстетика помещений и всей производственной среды. Она достигается совершенствованием архитектуры **интерьера**, художественно-конструктивных решений оборудования, архитектурной композицией в целом и научной организацией труда. Технический прогресс в промышленном строительстве и архитектуре должен



быть органически связан с созданием комфортных и эффективных условий труда.

Рациональный производственный интерьер создается в результате проработки комплекса вопросов и определяется: применением в решениях современных композиционных принципов; продуманным назначением строительного окружения, выражаемого в выборе прогрессивных несущих и ограждающих конструкций; правильной компоновкой технологического оборудования, рациональной системой транспорта, широким использованием механизации и автоматизации производства; соблюдением комфортных параметров физиологической среды, в том числе условий освещения, чистоты, температуры и влажности воздуха, уровня шумового фона; высоким качеством отделки поверхностей строительных конструкций и оборудования; рациональным применением цвета как в целях определенного психофизического и эмоционального воздействия на работающего, так и в интересах его безопасности; применением действенных средств наглядной агитации и информации.

В создании благоприятных рабочих условий количество и качество света тесно взаимосвязаны. Установлено, что недостаток освещенности приводит к постоянному зрительному напряжению, психологическому и физиологическому утомлению и, следовательно, снижению производительности труда.

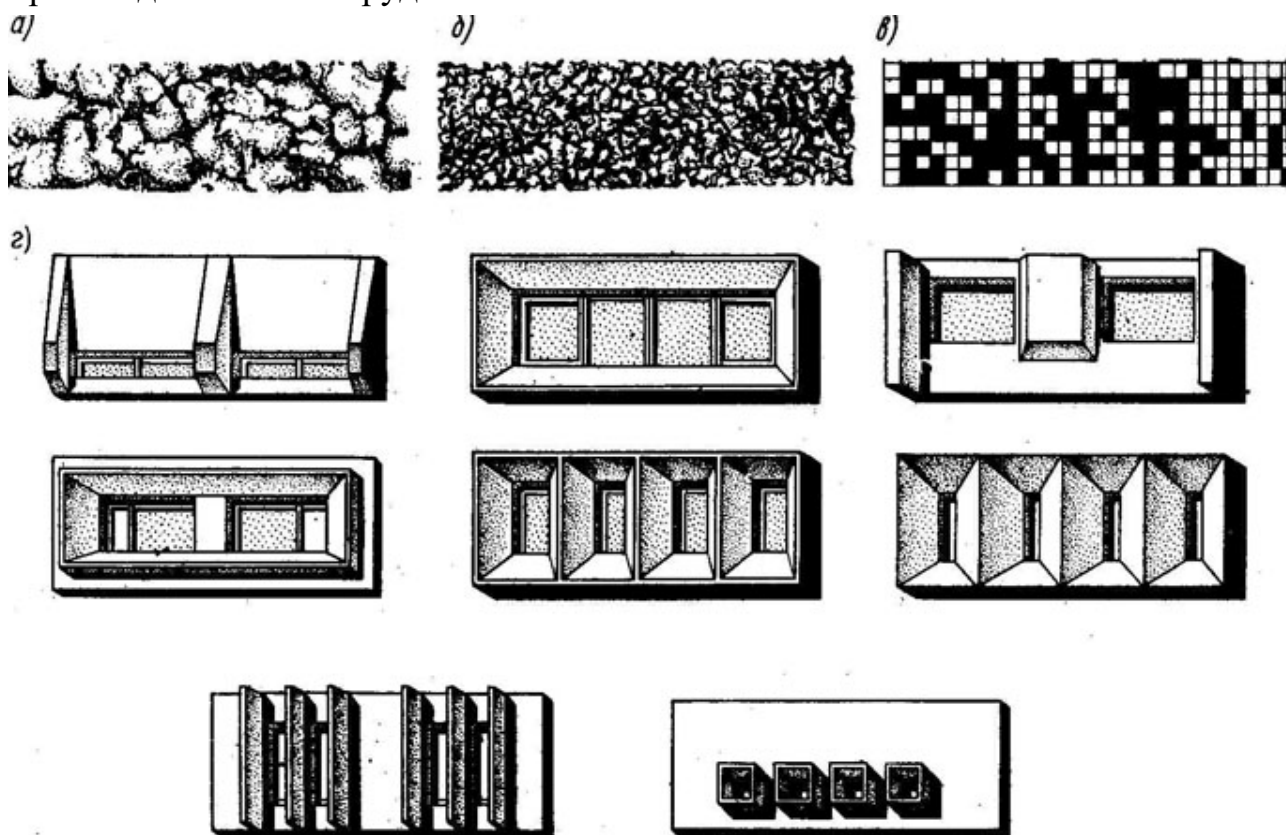


Рис. 6.18. Приёмы повышения архитектурной выразительности панельных стен: типы фактур в виде: а) слоя дроблёного камня; б) наклеенной каменной крошки; в) облицовки стеклом; г) варианты архитектурных форм панелей с глубоким рельефом (ЦНИИ промзданий)

## Литература

1. СП 56.13330.2011 Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001.
2. СНиП 2.09.02-85. Производственные здания [Текст]: дата введ. 01.01.2002 / Госстрой России – М., 2001, – 10 с.
3. СНиП 2.09.04-87\*. Административные и бытовые здания [Текст]: утв. Госстроем России 31.03.94: взамен гл. СНиП 2-09.04-87: дата введ. 01.07.94 – М., 2004. – 16 с.
4. СНиП 21-01-97\*. Пожарная безопасность зданий и сооружений [Текст]: прин. и введ. Минстроем России 13.02.97: взам. СНиП 2.01.02-85\*: дата введ. 01.-1.98. – М., 1997. – 14 с.
5. СП 17.13330.2011 Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76\*.М.: Минрегион России, 2011
6. СП 29.13330.2011. Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88 М.: Минрегион России, 2011
7. СП 18.13330.2011 Генеральные планы промышленных предприятий. Актуализированная редакция СНиП II-89-80\*.
8. СП 2.2.1.1312-03 Гигиенические требования к проектированию вновь строящихся и реконструируемых промышленных предприятий: Санитарно-эпидемиологические правила. — Дата введ. 25.06.2003—М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003.—40 с.
9. СП 12.13130.2009 Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности (с Изменением N 1): дата введ. 2009.05.01 - М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2009
10. СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003: дата введ. 2011.05.20- М.: ОАО "ЦПП", 2010
11. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95\*: дата введ. 2011.05.20-М.: Минрегион России, 2011
12. СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* .- М, 2012
13. СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003.- М.: Минрегион России, 2012
14. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации от 22.07.2008 N 123-ФЗ (ред. от 03.07.2016).-Режим доступа: КонсультантПлюс. Законодательство. ВерсияПроф.
15. Дятков С.В. Архитектура промышленных зданий / С.В. Дятков, А.П. Михеев – М.: изд-во АСВ, 2010.– 552 с.
16. Неелов, В. А. Промышленные и сельскохозяйственные здания : учеб. пособие для техникумов / В. А. Неелов. – М.: Стройиздат, 1980. – 223 с.: ил.

17. Архитектурное проектирование промышленных предприятий : учеб. пособие для вузов / А. С. Фисенко, С. В. Демидов, Г. Г. Борис [и др.] – М.: Стройиздат, 1973. – 320 с.: ил.
18. Орловский, Б. Я. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Промышленные здания: учеб. для вузов. / Б. Я. Орловский, Я. Б. Орловский. – М.: Высш. шк., 1991. – 304 с.: ил.
19. Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для вузов. В 5 т. / Моск. инж.-строит. ин-т им. В.В.Куйбышева. – М.: Стройиздат, 1977. (Т.5: Промышленные здания / Шубин Л. Ф.) – 312 с.: ил.
20. Орловский, Б. Я. Архитектурное проектирование промышленных зданий: учеб. пособие / Б. Я. Орловский, В. К. Абрамов, П. П. Сербинович. – М.: Высш. шк., 1982. – 279 с.: ил.
21. Кутухтин Е.Г. Конструкции промышленных и сельскохозяйственных зданий и сооружений: Учеб. пособие для техникумов. 2-е изд-е., перераб. и доп. / Е.Г. Кутухтин, В.А. Коробков – М.: Архитектура-С, 2007.– 272 с.
22. Шерешевский И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений: Учеб. пособие для студентов строительных специальностей вузов / И.А. Шерешевский – М.: Архитектура-С, 2005.– 168 с.
23. Трепененков Р.И. Альбом четрежей конструкций и деталей промышленных зданий: учебное пособие / Р.И. Трепененков. - 3-е изд., перераб. и доп. / Репринтное воспроизведение издания 1980 г. - М.: ЭКОЛИТ, 2012. - 288 с.: ил.

Крупеня Татьяна Сергеевна  
Дымченко Владимир Викторович

## Архитектура промышленных зданий и сооружений

Учебное пособие

Редактор  
Викулова Н.В.

Подписано в печать                      Формат 60x90 1/8. Бумага газетная. Печать трафаретная.  
Уч. изд. л. 23,2. Усл. печ. л. 24,3 Тираж 300 экз. Заказ №

---

---

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет»  
603950, Нижний Новгород, ул. Ильинская, 65.

Полиграфический центр ННГАСУ, 603950, Н.Новгород, Ильинская, 65  
<http://www.nngasu.ru>, [srec@nngasu.ru](mailto:srec@nngasu.ru)