

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени К.И. САТПАЕВА

Г.Б. МУРЗАЛИНА

**АРХИТЕКТУРА ГРАЖДАНСКИХ И
ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Рекомендовано Научно-методическим советом
университета в качестве учебного пособия

Алматы 2012

УДК 72 (075.8)
М 91

М 91 Мурзалина Г.Б. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учеб. пособие (для студентов специальности 5В072900 – Строительство). – Алматы: КазНТУ, 2012. – 226 с.

Табл. 8. Библиогр. – 18 назв.

ISBN 978–601–228–375–4

В данном учебном пособии изложены общие сведения о зданиях, даны понятия о проектировании гражданских и промышленных зданий, рассмотрены конструкции гражданских и промышленных зданий для студентов специальности 5В072900 – «Строительство»

УДК 72 (075.8)

Рецензенты: *Махметова Н.М.*, д-р техн. наук, проф.,
Бубнович Э.В., канд. техн. наук, доц.,
Квашинин М.Я., канд. техн. наук, доц.

Печатается по плану издания Министерства образования и науки Республики Казахстан на 2012 г.

ISBN 978–601–228–375–4

© Мурзалина. Г.Б., 2012
© КазНТУ, 2012

ПРЕДИСЛОВИЕ

Целью изучения основ архитектуры гражданских и промышленных зданий является обеспечение инженерной подготовки кадров по строительным специальностям, что предполагает решение следующих основных задач:

- применять достижения научно-технического прогресса по проектированию и конструированию зданий и сооружений на обустраиваемых территориях;
- использовать современные строительные материалы для возведения проектируемых зданий и сооружений;
- учитывать структурные особенности строительных материалов, обеспечивающих функциональную надежность и долговечность зданий и сооружений.

Изучая основы архитектуры зданий и сооружений, студент должен:

- усвоить основные положения конструирования зданий и сооружений и их конструктивных элементов;
- иметь представление об оптимизации конструктивных решений;
- овладеть навыками выполнения архитектурно-строительных чертежей зданий и сооружений, их конструктивных элементов с учетом СНиПов и действующих нормативных актов.

В учебном пособии рассматриваются следующие вопросы:

- виды зданий и требования к ним;
- единая модульная система, унификация, типизация, стандартизация в строительстве;
- объемно-планировочные решения гражданских и производственных зданий;
- конструктивные решения зданий;
- физико-технические основы проектирования зданий и их ограждающих конструкций.

Изучение указанной дисциплины происходит в тесной связи с такими дисциплинами, как «Физика», «Математика», «Инженерная механика», «Геотехника», «Геодезия», «Строительные материалы и изделия», «Начертательная геометрия и инженерная графика».

Дисциплина «Архитектура гражданских и промышленных зданий» является базовой и имеет важное значение для последующего изучения других специальных дисциплин: «Строительные конструкции», «Технология и организация строительного производства», «Экономика и менеджмент в строительстве».

Учебное пособие будет полезно при изучении теоретического курса «Архитектура гражданских и промышленных зданий», выполнении практических заданий, в курсовом и дипломном проектировании.

ВВЕДЕНИЕ

Слово «архитектура» происходит от греческого слова «architecton», что значит «мастер-строитель». В современном понимании архитектура – это искусство проектировать и строить здания, сооружения и их комплексы.

Архитектура – это строительное искусство, вид творчества, формирующего действительность по законам красоты. Древнеримский теоретик архитектуры Витрувий сформулировал триаду: «прочность, польза, красота», которой руководствуется архитектор-строитель. Все архитектурные сооружения имеют три группы характерных качеств: функциональные (удобство, польза), конструктивные (прочность, экономичность), эстетические (красота, художественный образ, выражающий идейное содержание).

Назначением архитектуры является создание искусственной среды, в которой протекают жизненные процессы общества и отдельных людей.

Как материальная среда архитектура отражает социальные условия жизни общества, как искусство – способна оказывать глубокое эмоциональное воздействие, как сфера материального производства – опирается на строительную технику.

Создание наиболее благоприятной для деятельности человека среды зависит, прежде всего, от того, насколько правильно выбрана объемно-пространственная и архитектурно-планировочная структура здания, учтены достижения науки, накопленный опыт проектирования и эксплуатации.

От функционального назначения, будь то жилое, общественное или промышленное здание, зависят тип архитектурного сооружения, количество и состав помещений в нем, их расположение, группировка и размеры. Типы зданий складывались не сразу, они определялись политическим устройством страны, религиозными и идеологическими требованиями, бытом, народными традициями. Некоторые типы зданий отмирали, появлялись новые, другие (например, жилые дома) видоизменялись. Архитектура создавала искусственный утилитарно-художественный мир, противостоящий стихийной среде, осваивала про-

странство для удовлетворения материальных и духовных потребностей человека.

Эстетическая ценность здания определяется выразительным решением его внешнего и внутреннего облика. Художественно выразительный облик здания создают общие композиционные архитектурные формы (внешние и внутренние объемы, группировка масс, силуэт, пропорции и т. д.) и частные по отношению ко всей композиции здания (карнизы, балконы, наличники окон и дверей, элементы декора).

Руководствуясь творческим методом, архитектор-строитель ведет проектную работу одновременно в трех измерениях, представляя здание в планах, фасадах, разрезах, добиваясь соответствия внешних и внутренних объемов сооружения.

Развитие архитектуры находится в тесной связи с характером эстетических идеалов, утилитарных и художественных потребностей общества. Архитектура выражает характер эпохи. На нее воздействуют социальные факторы: характер общественного устройства, господствующая идеология. Во все времена и у всех народов существовали особые представления о красоте и художественной гармонии архитектурного стиля.

Соответствие зданий их функциональному назначению, удобство и польза – основополагающие требования, предъявляемые к архитектурным сооружениям.

Таким образом, функциональная, конструктивная и эстетическая особенности архитектуры изменялись в ходе исторического процесса и воплощались в архитектурных стилях. Весь процесс развития мировой архитектуры не может быть искусственно разделен на замкнутые стилистические отрезки.

Организация внутреннего архитектурного пространства определяется функциональной целесообразностью, соответствием объема и связей помещений социальным и функциональным процессам, для которых они предназначаются. В зрелищных зданиях, например, функциональный процесс вызывает необходимость создания такой структуры, которая бы наилучшим образом обеспечивала хорошую видимость и слышимость, удобное заполнение зала и беспрепятственную эвакуацию зрителей.

Кроме рациональной планировки помещений удобство зданий обеспечивается правильным расположением лестниц, лифтов, размещением инженерного оборудования.

Внешний облик здания зависит от его функциональных особенностей, в то же время он должен формироваться по законам красоты. Еще Гегель отмечал, что одной из великих красот классической архитектуры является то, что она не ставит колонн больше, чем необходимо для поддержания тяжести балок, и что в архитектуре колонны, поставленные только для украшения, не обладают истинной красотой.

Благодаря архитектуре складываются и формируются эстетические представления. Ощущение прекрасного в архитектуре возникает в тех случаях, когда художественными средствами выражена сила идейного замысла, найдены закономерности и пропорции формы, фактура и цвет материала, достигнута гармония с окружающей средой.

Наряду с удобством, красотой и функциональной целесообразностью немаловажную роль играют требования по обеспечению технической целесообразности и экономичности.

Архитектурно-строительная деятельность сопряжена с огромными материальными затратами, сокращение которых достигается рациональными объемно-планировочными решениями зданий, правильным выбором материалов, облегчением конструкций, совершенствованием методов строительства. В архитектуре экономично то, что учитывает перспективу, содержит в себе потенциал развития.

Воплощение функциональной и эстетической организации пространства и объема задуманного сооружения в материальную форму происходит с помощью строительной техники, включающей строительные материалы, конструкции и машины.

Конструкции во многом зависят от технологических особенностей строительных материалов и изменяются с их развитием. В классическом периоде древнегреческой архитектуры несущие конструкции монументальных зданий возводили из мраморных блоков. В императорском периоде древнеримской архитектуры монументальные здания строили из обожженного

кирпича в сочетании с бетоном, что расширило композиционные возможности. В средние века достигла совершенства техника обработки камня. Эпоха Возрождения снова вернулась к кирпичу, облицованному камнем или штукатуркой. Эта традиционная техника лишь в XX в. сменилась индустриальной техникой монолитных и сборных железобетонных конструкций.

Строительные конструкции являются, по существу, «подсознательными» элементами архитектуры. Из истории архитектуры известно, что применение новых материалов приводило к рождению новых архитектурных замыслов, возникновению новых форм, вызывало к жизни новые формы строительства.

Так, в XIX в. широкое распространение получили металлические конструкции. Это явилось результатом бурного развития технологии металлургического производства и разработки новых методов расчета.

В то время несущие конструкции зданий и сооружений рассчитывали в упругой стадии работы, т. е. при линейной зависимости между прикладываемыми нагрузками и возникающими деформациями. В качестве основных несущих конструкций применялись колонны, балки, арки, фермы и др. Тогда были созданы великолепные, словно повисшие в воздухе мосты, ажурные башни и другие сооружения.

Позднее стали использовать пространственные несущие конструкции. Развитие этого направления потребовало применения более универсального материала.

С середины XIX в. получают распространение железобетонные конструкции. Совершенствование конструкций из железобетона привело к созданию архитектурных форм в виде сводов, оболочек и др.

Это открывало новые возможности для реализации фантазии архитекторов.

Научно-технический прогресс во второй половине XX в. вызвал появление новых художественных средств выражения архитектуры, конструктивных систем зданий, новых подходов к расчету несущих конструкций зданий.

1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ЗДАНИЯХ

1.1. Здания и требования к ним, нагрузки и воздействия

Здание – надземное сооружение, имеющее внутреннее пространство, предназначенное и приспособленное для той или иной человеческой деятельности (например, жилые дома, заводские корпуса, школы).

Все прочие надземные, а также подземные и подводные сооружения относят к *инженерным*, т. е. к сооружениям, предназначенным для выполнения сугубо технических задач (мост, телевизионная мачта, туннель, метро, резервуар, дороги).

Внутреннее пространство здания разделяется на отдельные помещения.

Помещение – огражденное со всех сторон пространство внутри здания, не имеющее подразделений (жилая комната, аудитория, коридор, цех).

Помещения, расположенные в одном уровне, образуют **этаж**.

Этажи разделяются **перекрытиями**.

Все здания состоят из отдельных взаимно связанных между собой частей и элементов, которые представляют собой три большие группы:

- **объемно-планировочные элементы**, т. е. крупные части, на которые можно расчленить весь объем здания (этаж, отдельные помещения, часть здания между основными расчленяющими его стенами);

- **конструктивные элементы**, определяющие структуру здания (фундамент, стены, перекрытия, крыша);

- **строительные изделия** – сравнительно мелкие детали, из которых состоят конструктивные элементы (отделочные камни, панели, плиты, ступени).

Здания в зависимости от назначения принято подразделять на:

- **гражданские** – жилые и общественные, предназначенные для обслуживания бытовых, и общественных потребностей человека;

– **промышленные** – сооруженные для размещения орудий производства и выполнения трудовых процессов, в результате которых создается промышленная продукция.

Форма здания в плане, его габариты, а также размеры отдельных помещений, этажность и другие характерные признаки определяются в ходе его проектирования с учетом назначения.

Здания любого типа должны удовлетворять функциональным, техническим, художественным и экономическим требованиям.

Требование **функциональной (технологической) целесообразности** подразумевает соответствие здания тому процессу, для которого оно предназначено (удобство проживания, отдыха, труда).

Необходимо различать главные и подсобные функции. Так, в здании школы главной функцией являются учебные занятия, поэтому школьное здание в основном состоит из учебных помещений. Наряду с этим в школьном здании осуществляются и подсобные функции: питание, общественные мероприятия, руководство. Для них предусматриваются специальные помещения: столовые, буфеты, актовый зал. Перечисленные функции для этих помещений будут главными. Им же соответствуют свои подсобные функции.

Все помещения в здании, отвечающие главным и подсобным функциям, связываются между собой коммуникационными помещениями, основное назначение которых – обеспечивать движение людей (коридоры, лестницы).

Чтобы правильно запроектировать помещение, создать в нем оптимальную среду для человека, необходимо учитывать все требования, определяющие качество среды.

Качество среды зависит от таких факторов, как:

- пространство для деятельности человека;
- размещение оборудования;
- состояние воздушной среды (температура, влажность, воздухообмен);
- звуковой режим (обеспечение слышимости и защита от шумов);

- световой режим;
- видимость и зрительное восприятие;
- обеспечениис удобств передвижения и безопасной эвакуации людей.

Требования технической целесообразности здания определяются решением его конструкций, которое должно учитывать все внешние воздействия, воспринимаемые зданием в целом и его отдельными элементами (рис. 1.1).

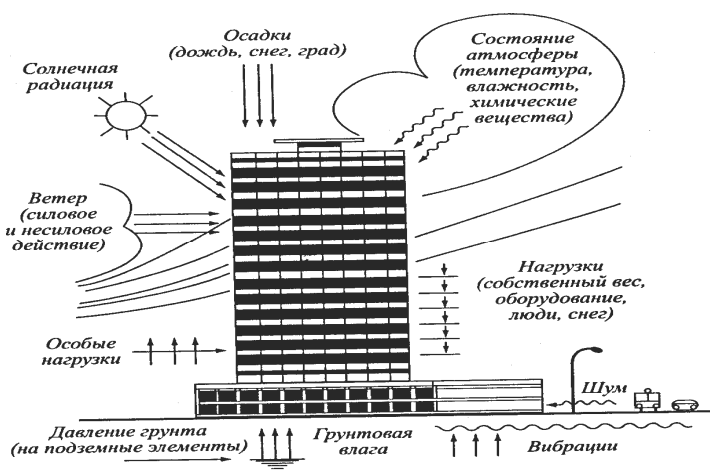


Рис. 1.1. Внешние воздействия на здания

Силы, действующие на здание непрерывно, называются *постоянными* нагрузками, действующие в отдельные отрезки времени, называются *временными*. К постоянным нагрузкам относится **собственный вес** здания, который состоит из веса конструктивных элементов, составляющих его несущий остов. Собственный вес действует постоянно во времени и по направлению сверху вниз. Напряжения в материале несущих конструкций в нижней части здания будут больше, чем в верхней. Все воздействие собственного веса передается на фундамент, а через него – на грунт основания.

К временным нагрузкам относится **ветровая** нагрузка. Ветер меняет как направление, так и скорость. Сильные порывы ветра создают ударное, динамическое воздействие на здание, что усложняет условия для работы конструкции. **Снеговая** нагрузка также относится к временным нагрузкам. Снеговой покров из-за ветра ложится неравномерно на кровлях, создавая асимметрическую нагрузку, которая вызывает дополнительные напряжения в конструкциях. К временным относится **полезная** нагрузка (от людей, технологического оборудования, складываемых материалов).

К несиловым нагрузкам относят:

- температурные воздействия (приводят к изменению линейных размеров конструкций);
- воздействия атмосферной и грунтовой влаги (вызывают изменение свойств материалов конструкций);
- движение воздуха (влияет на микроклимат в помещении);
- воздействие энергии солнца (вызывает изменение физико-технических свойств материалов конструкций);
- действие шума, нарушающее нормальный акустический режим помещения.

Кроме постоянных и временных существуют **особые** воздействия на здания. К ним относят: сейсмические нагрузки от землетрясения, взрывные воздействия, воздействия от неравномерных деформаций основания при замачивании просадочных грунтов и др.

По месту приложения усилий нагрузки разделяются на **сосредоточенные** (вес оборудования), и **равномерно распределенные** (собственный вес, снег).

По характеру действия нагрузки могут быть **статическими**, т. е. постоянными по величине во времени, например собственный вес конструкций, и **динамическими** (ударными), например порывы ветра.

Таким образом, на здание действуют различные по величине, направлению, характеру действия, месту приложения нагрузки. Может возникнуть такое сочетание нагрузок, при

котором они все будут действовать в одном направлении, усиливая друг друга. Именно на такие неблагоприятные сочетания нагрузок рассчитывают конструкции зданий.

С учетом восприятия указанных нагрузок и воздействий здание должно обладать прочностью, устойчивостью и долговечностью.

Прочностью здания называется способность воспринимать воздействия без разрушения и существенных остаточных деформаций.

Устойчивостью здания называется способность сохранять равновесие при внешних воздействиях сопротивляться опрокидывающим и сдвигающим усилиям.

Долговечность означает прочность, устойчивость и сохранность нормальных эксплуатационных качеств здания и его элементов во времени.

Пожарно-техническая классификация строительных конструкций зданий и помещений основана на их разделении по свойствам, вызывающим опасные факторы пожара и его развитие, – **пожарной опасности**, а по свойствам сопротивляемости воздействию пожара и его распространению – **огнестойкости** [12].

Показателем огнестойкости конструкций является предел огнестойкости, пожарную опасность характеризует класс ее пожарной опасности.

Предел огнестойкости конструкций устанавливается по времени (в мин) наступления одного или последовательно нескольких нормируемых для данной конструкции признаков предельных состояний:

- потери несущей способности (R);
- потери целостности (E);
- потери теплоизолирующей способности (I).

По пожарной опасности конструкции подразделяются на четыре класса:

- КО – непожароопасные;
- К1 – малопожароопасные;
- К2 – умеренно пожароопасные;

КЗ – пожароопасные.

Здания **по степеням огнестойкости** подразделяются на пять степеней (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Пределы огнестойкости конструкций в зависимости
от степени огнестойкости здания

Степень огнестой- кости здания	Предел огнестойкости конструкций				
	Несущие элементы здания	Наружные ненесущие стены	Перекрытия междуэтажные (в т. ч. чердач- ные и над подвалами)	Лестничные клетки	
				Внут- ренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	E 30	REI 60	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется				

Требования **архитектурно-художественной выразительности** заключаются в том, что здание должно быть привлекательным по своему внешнему (экстерьеру) и внутреннему (интерьеру) виду, благоприятно воздействовать на психологическое состояние и сознание людей.

Экономическая целесообразность предусматривает оптимальные для заданного вида здания затраты труда, средств, времени на его возведение. Основными критериями экономичности являются единовременные капитальные вложения (экономичность при возведении здания), эксплуатационные расходы (экономичность в процессе эксплуатации), стоимость износа и восстановительная стоимость здания.

Экономичность архитектурно-конструктивных решений находится в прямой зависимости от целесообразности принятых технических решений, рациональности объемно-планировочных решений, умелого использования строительных ресурсов.

1.2. Основы строительной физики

Вопросами температурно-влажностного режима, звукоизоляции и освещения помещений занимается строительная физика.

В нее входят:

- строительная теплотехника;
- строительная акустика;
- строительная светотехника.

Ограждающие конструкции должны отвечать следующим тепло-техническим требованиям [14]:

- обладать теплозащитными свойствами;
- температура на внутренней поверхности не должна значительно отличаться от температуры внутреннего воздуха в помещении (чтобы вблизи ограждения не ощущалось холода, а на поверхности не образовывался конденсат);
- обладать достаточной тепловой инерцией (теплоустойчивостью), чтобы колебания наружной температуры возможно меньше отражались на температуре внутри помещения;
- быть стойкими к увлажнению и сохранять нормальную влажность, т. к. избыточное увлажнение ухудшает теплозащитные свойства и снижает долговечность конструкции;
- воздухопроницаемость ограждения не должна превышать допустимого предела.

Теплозащитные свойства ограждения зависят от теплопроводности материала.

Коэффициент теплопроводности λ – количество тепла, которое проходит через слой материала площадью 1 м^2 толщиной 1 м за 1 ч при разности температур его поверхности в $1 \text{ }^\circ\text{C}$. Количество тепла, проходящее при тех же условиях через слой материала толщиной δ , составит $k = \lambda / \delta$ – коэффициент теплопередачи слоя.

Величина, обратная коэффициенту теплопередачи, характеризующая сопротивляемость слоя прохождению через него тепла, называется *термическим сопротивлением* слоя:

$$R = \delta / \lambda . \quad (1.1)$$

Любая ограждающая конструкция не является однородной, каждый слой обладает своим термическим сопротивлением, поэтому общее термическое сопротивление складывается из термических сопротивлений отдельных слоев.

При проектировании ограждающих конструкций необходимо помнить о так называемых мостиках холода; они возникают, когда в ограждение включается элемент из другого материала с большей теплопроводностью. Расположение железобетонной или металлической колонны внутри кирпичной стены создает условия для интенсивного прохождения тепла или холода. Чтобы зимой не было промерзания, необходимо проложить слой эффективного утеплителя.

Теплоустойчивость конструкций имеет большое значение при изменениях температуры наружного воздуха [1]. Колебания наружной температуры вызывают колебания температуры внутреннего воздуха. Колебания наружных температур зависят от теплоустойчивости, или от *тепловой инерции* ограждения. Тепловая инерция – стремление тела сохранить свою первоначальную температуру. Чем больше инерция, тем труднее изменить первоначальное состояние. Кирпичные стены летом долго сохраняют свою температуру и нечувствительны к резким и кратковременным перепадам температуры наружного воздуха в осенний период.

Строительная акустика изучает вопросы звукоизоляции помещений, т. е. защиту помещений от внешних шумов, и вопросы снижения шума в помещениях, в которых находится сам источник шума.

Шумом называется всякий нежелательный для человека звук. Строительно-конструктивные меры по устранению шума заключаются в осуществлении мероприятий по звукоизоляции и звукопоглощению.

Звук – это колебательное движение в любой материальной среде, вызываемое источником звука.

Падающий на поверхность звук частично отражается, частично поглощается и частично проходит через преграду. Коэффициент отражения β , коэффициент звукопоглощения α ,

коэффициент звукопередачи τ зависят от материала конструкций, частоты звуковых волн, угла падения на поверхность.

Различают *прямой* звук, идущий от источника, и *отраженный* от поверхности. В зависимости от источника звука различают *воздушный* и *ударный* звук. Пути передачи шума в помещение могут быть *прямыми* и *косвенными* (обходными). Косвенная передача звука возникает тогда, когда ударный или воздушный звук вызывает колебания ограждающих конструкций, которые излучают собственный шум в помещения, расположенные даже на значительном расстоянии от первоначального источника звука.

Для звукоизоляции помещения необходима тщательная заделка всех неплотностей – мест примыканий перегородок к стенам и перекрытиям, в стыках между сборными элементами, в дверных и оконных проемах, применение упругих прокладок, воздушных прослоек, пористых материалов.

Задачей строительной светотехники является исследование условий, определяющих создание оптимального светового режима в помещениях [7]. *Освещенностью E* поверхности называется отношение падающего светового потока к площади освещаемой поверхности. Единица измерения освещенности – люкс (лк).

Световой поток – мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, которое она производит.

Энергия, передаваемая излучением, называется *лучистой* энергией. Источником лучистой энергии является Солнце.

При падении светового потока на освещаемое тело часть потока отражается, часть проходит сквозь тело, часть поглощается телом. Явления отражения и прохождения света сквозь тело наиболее важны для архитекторов, т. к. светопропускающие материалы используют в ограждающих конструкциях, а отражения внутренних поверхностей помещения в значительной степени обуславливают интенсивность освещенности.

Естественное освещение (дневное) – свет, создаваемый солнечным и небесным излучением. В зависимости от

расположения световых проемов различают боковое, верхнее и комбинированное освещение помещений.

Естественное освещение помещений оценивается по величине КЕО – коэффициенту естественной освещенности (e). Он представляет собой отношение естественной освещенности заданной точки M внутри помещения светом неба E_M к одновременному значению освещенности наружной открытой горизонтальной поверхности вне здания рассеянным светом от небосвода E_H :

$$I = (E_M / E_H) \times 100 \%. \quad (1.2)$$

Значение КЕО для различных помещений нормируется. Так, помещения конструкторских бюро должны иметь КЕО не ниже 2 %, классы, аудитории – не ниже 1,5 %, жилые помещения – не ниже 0,5 %.

Радикация – мощность солнечного излучения, достигшего поверхности Земли (ультрафиолетовые лучи).

Инсоляция – облучение какой-либо поверхности прямыми солнечными лучами. Отрицательные действия инсоляции и радиации сказываются на перегреве помещений. Средством против перегрева служит покраска или облицовка ограждающих конструкций в светлые тона.

1.3. Основные сведения о модульной координации размеров в строительстве

Основным направлением развития строительства является его **индустриализация**, означающая превращение строительного производства в механизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий из крупноразмерных конструкций, их элементов и блоков, имеющих максимальную готовность. Такие элементы (конструкции) называются **сборными**.

Преимущество индустриальных методов массового строительства доказано практикой. Его технология основана на применении типовых сборных деталей и конструкций.

Типизацией называют отбор лучших с технической и экономической стороны решений отдельных конструкций и целых зданий, предназначенных для многократного применения в массовом строительстве.

Количество типов и размеров сборных деталей и конструкций для здания должно быть ограничено. Поэтому типизация сопровождается **унификацией**, которая предполагает приведение многообразных видов типовых деталей к ограниченному числу определенных типов, единообразных по форме и размерам. При этом в массовом строительстве унифицируют не только размеры деталей и конструкций, но и основные их свойства (несущую способность для плит, тепло- и звукоизоляционные свойства для панелей ограждения). Унификация деталей должна обеспечивать взаимозаменяемость и универсальность.

Взаимозаменяемость – возможность замены данного изделия другим без изменения параметров здания (например, плиту покрытия шириной 3000 мм можно заменить двумя плитами шириной 1500 мм).

Универсальность – позволяет применять один и тот же типоразмер деталей для различных видов зданий.

Наиболее совершенные типовые детали и конструкции утверждаются в качестве стандартов, т. е. образцов строго определенной формы, размеров и качества, обязательных как при проектировании, так и при заводском изготовлении. Документы, содержащие все данные о стандартах, называются ГОСТами.

Поскольку основные размеры строительных конструкций и деталей определяются объемно-планировочными решениями зданий, унификация их базируется на унификации объемно-планировочных параметров зданий, которыми являются шаг, пролет, высота этажа.

Шаг – это расстояние между координационными осями поперечных стен или поперечных рядов колонн.

Пролетом называют расстояние между координационными осями продольных стен или продольных рядов колонн.

Высотой этажа является расстояние по вертикали от уровня пола нижерасположенного этажа до уровня пола вышележащего этажа, а в верхних этажах и одноэтажных зданиях – до верха отметки чердачного перекрытия.

Использование в проектах единого или ограниченного числа размеров шагов, пролетов и высот этажей дает возможность применять и ограниченное число типоразмеров деталей.

Унификация объемно-планировочных параметров зданий и размеров конструкций и строительных изделий осуществляется на основе **модульной координации размеров в строительстве (МКРС)**.

МКРС – это совокупность правил координации размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий и сооружений, строительных изделий и оборудования на базе модуля. Модуль – основная единица измерения для координации размеров. За *основной* модуль (М) принят размер 100 мм. *Производным* (укрупненным или дробным) называется модуль, кратный основному или составляющий часть его.

Для назначения размеров объемно-планировочных элементов здания и крупных конструкций применяют *укрупненные* производные модули:

200, 300, 600, 1200, 1500, 3000, 6000 мм, обозначаемые соответственно

2М, 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М.

Дробные модули служат для назначения размеров мелких элементов, толщины плит:

50, 20, 10, 5, 2, 1 мм, обозначаемые соответственно

1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М.

МКРС предусматривает три вида размеров для объемно-планировочных и конструктивных элементов здания (рис. 1.2):

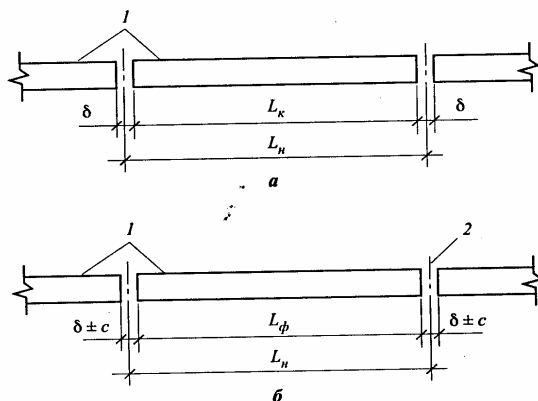


Рис. 1.2. Размеры конструктивных элементов:
 а – номинальный и конструктивный; б – натурный;
 1 – конструктивные элементы; 2 – зазор

Номинальный (L_n) – размер между координационными осями здания, а также размер конструктивных элементов и строительных изделий между их условными гранями (с включением примыкающих частей швов или зазоров). Этот размер всегда назначается кратным модулю.

Конструктивный (L_k) – проектный размер изделия, отличающийся от номинального на величину конструктивного зазора.

Натурный (L_ϕ) – фактический размер изделия, отличающийся от конструктивного на величину, определяемую допуском.

МКРС устанавливает правила расположения координационных осей и привязки к ним конструктивных элементов зданий. Расположение конструктивного элемента относительно координационных осей называют его *привязкой*.

Основные правила привязки несущих конструкций к разбивочным осям следующие. Геометрические оси внутренних стен и колонн совмещаются с разбивочными осями (исключения допускаются для стен лестничных клеток и стен с

вентиляционными каналами). При привязке наружных стен и колонн их геометрические оси часто не совпадают с разбивочными. В зависимости от целесообразности размещения несущих конструкций перекрытий или покрытий применяют или «нулевую» привязку (внутренняя грань стены или наружная грань колонны совпадает с разбивочной осью), или привязку, принятую для внутренних стен, либо оговоренную особо.

Требования экономической целесообразности, предъявляемые к зданию в целом и к его отдельным элементам, выдвигают задачу в процессе проектирования проводить анализ принимаемых решений с функциональной, технической сторон, а также с точки зрения целесообразности материальных затрат. Такую оценку здания называют технико-экономической. Эта оценка выполняется по следующим показателям: соответствие конструкции предъявляемым к ней техническим, эксплуатационным, архитектурным требованиям; стоимость; расход материалов и масса, отнесенные на единицу измерения конструкции (на 1 м² перекрытия, 1 м карниза и т. п.); индустриальность конструкции, т. е. возможность изготовления ее на заводе; степень заводской готовности, допустимые условия транспортировки и методы монтажа; трудоемкость изготовления ее на заводе и при монтаже на стройке (выраженные в человекоднях, человекочасах, машиносменах); долговечность и огнестойкость конструкции.

Критерии технико-экономической оценки выражают числовыми значениями. При проектировании вначале устанавливают, какие конструктивные решения по всем требованиям пригодны для проектирования здания с учетом конкретных условий эксплуатации, а затем после технико-экономического сравнения выбирают наиболее рациональное решение.

2. ПОНЯТИЕ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

2.1. Основные положения проектирования жилых и общественных зданий

Строительство зданий осуществляется по типовым, индивидуальным и экспериментальным проектам [8].

Проектом называют комплект технических документов, характеризующих намеченное к строительству здание, сооружение или комплекс.

Типовой проект предназначен для многократного применения. При его разработке должны быть учтены все экономические, эксплуатационные требования, природно-климатические условия района строительства, требования высокого уровня объемно-планировочного и конструктивного решения. При применении типового проекта разрабатывают *проект привязки*. При привязке типового проекта перерабатывают конструкции фундаментов с учетом гидрогеологических и топографических условий площадки; проектируют подключения к сетям водоснабжения, теплофикации, канализации и др.; рассчитывают толщину ограждающих конструкций, число отопительных приборов в зависимости от расчетной зимней температуры; заменяют отдельные конструктивные элементы на промышленные конструкции и детали, выпускаемые местными предприятиями стройиндустрии; определяют сметную стоимость объекта.

Чертежи типового проекта в процессе привязки корректируют. При значительных изменениях выполняют расчеты и разрабатывают новые чертежи.

Индивидуальный проект разрабатывают для строительства сложных и уникальных зданий и их комплексов.

Проекты экспериментального строительства предназначены для возведения зданий новых типов и их проверки в эксплуатационных условиях с целью последующего внедрения в массовое строительство.

Исходным документом для начала проектирования является задание на проектирование, которое составляет заказчик вместе с проектной организацией. Задание на проектирование содержит необходимые данные о назначении задания, его габаритах, описание района строительства, геодезический план участка, сроки начала и окончания строительства, применяемые конструкции и материалы. На основе задания и СНиП составляют программу проектирования, содержащую перечень помещений здания, их площади, особые требования к ним и к зданию в отношении объемно-планировочного, архитектурно-художественного и конструктивного решений.

Проектирование может осуществляться в две или одну стадию [8].

Двухстадийное проектирование выполняется для составления типовых проектов и индивидуальных сложных зданий и сооружений.

На первой стадии разрабатывают собственно проект со сводным сметным расчетом. Он служит для рассмотрения и оценки архитектурно-планировочного и конструктивного решения здания, его общей сметной стоимости, основных технико-экономических показателей, а также принятия решения об его утверждении.

В процессе проектирования может быть разработано несколько вариантов решений зданий.

В состав проекта входят: пояснительная записка; схема генерального плана с нанесением проектируемых и существующих зданий; ситуационный план; основные чертежи здания: планы подвала, типового и неповторяющихся этажей, фасады, характерные разрезы, сведения о технологии и организации строительства, сметы.

На второй стадии на основе утвержденного проекта разрабатывают рабочую документацию со сметами, по которым и будут осуществляться строительно-монтажные работы. В состав рабочей документации входят комплекты рабочих чертежей, подробные сметные расчеты, монтажные схемы конструкций и элементов, чертежи узлов и деталей, санитарно-

технических устройств, благоустройства и инженерной подготовки территории и др. Рабочие чертежи разрабатывают без излишней детализации с ссылками на альбомы типовых строительных деталей.

Одностадийное проектирование осуществляется для зданий с несложным техническим решением и при привязке типовых проектов к условиям места строительства. На основе задания на проектирование составляют рабочий проект со сводным сметным расчетом. Рабочий проект предназначен для рассмотрения и утверждения проектного задания, для производства строительно-монтажных работ. Рабочий проект совмещен с рабочей документацией, в его состав входят все необходимые проектные материалы.

К жилым зданиям относятся квартирные дома (для длительного проживания), общежития (для временного проживания), гостиницы (для кратковременного проживания).

Важным требованием при проектировании жилых домов является их ориентация, предусматривающая необходимую инсоляцию помещений (облучение прямыми солнечными лучами) и проветривание. Так, из условия надлежащей инсоляции *ориентация* окон жилых комнат квартир, расположенных по одну сторону от продольной оси здания, и жилых комнат общежитий не допускается: на северную сторону горизонта – в пределах от 315 до 30° во всех строительно-климатических зонах Казахстана, т. к. в этих случаях жилые комнаты лишаются инсоляции; на юго-западную и северо-западную стороны горизонта – в пределах от 200 до 290° в III и IV строительно-климатических зонах во избежание перегрева жилых помещений. Проветривание жилых помещений обеспечивается через окна и форточки. В кухнях и санитарных узлах обязательно устройство вытяжной вентиляции с естественной тягой непосредственно из помещений [14].

Многоквартирные секционные жилые дома – основной тип в застройке городов и крупных поселков. Группу квартир, объединенных одной лестничной клеткой, называют *жилой*

секцией. Планировка большинства многоквартирных домов представляет собой набор из торцовых и рядовых секций.

Строительство жилых домов ведется на основе *типовых блоков – секций*, автономных отсеков из одной или нескольких жилых секций. По местоположению в здании блоки-секции называют: рядовыми, торцовыми, угловыми, поворотными и др.; из таких секций komponуются дома различной протяженности и конфигурации.

Многоэтажные дома городского типа по планировочному решению разделяют:

– на *многосекционные*: в таких домах на каждом этаже вокруг лестничной клетки расположено 2 – 8 квартир, которые, поэтажно повторяясь, образуют секции (рис. 2.1);

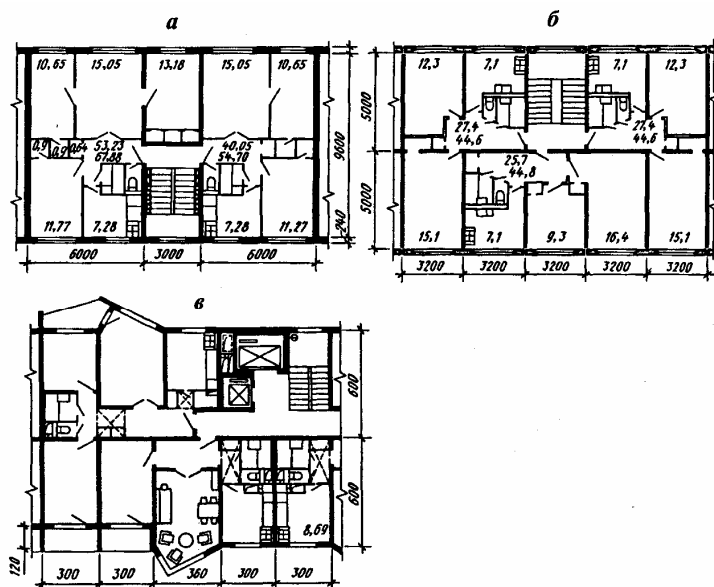


Рис. 2.1. Секции жилых домов:

а – двухквартирная 5-тиэтажного дома; б – трехквартирная;
 в – четырехквартирная 16-тиэтажного дома

– *коридорные* – с выходом из квартир в общий коридор, ведущий к лестничной клетке. Их проектируют: меридиональными, имеющими большую длину коридоров, 8 – 10 квартир; широтными – не более 4 квартир. В коридорных домах уменьшается количество лестничных клеток, что делает их более экономичными по сравнению с секционными. Однако односторонняя ориентация жилых помещений и отсутствие сквозного проветривания ограничивают область применения этих домов;

– *галерейные* – с выходом из квартир на открытые или остекленные галереи. Сообщение между этажами осуществляется через лестничные клетки в торцах или в середине здания.

Важная роль отводится **домам усадебного типа**. Это дома с индивидуальным земельным участком и постройками для личного подсобного хозяйства. По объемно-планировочному решению дома усадебного типа могут быть:

– *одноэтажные* с одной или двумя квартирами, имеющими от одной до пяти комнат. Двухквартирные (блокированные) дома размещают на объединенном земельном участке;

– *одноэтажные с мансардой*, т. е. с частью жилых помещений в объеме чердака. Во многих проектах усадебных домов предусматривают гараж с необходимыми вспомогательными помещениями;

– *двухэтажные* с квартирами в двух уровнях. Связь между этажами осуществляется по внутриквартирной лестнице.

Квартиры в домах посемейного поселения имеют помещения: *жилые* (общие комнаты, спальни); *подсобные* (кухня, ванная, уборная и др.); *летние* (террасы, лоджии).

Из всей площади квартиры выделяют: *жилую*, состоящую из площадей комнат и спален; *подсобную*, включающую площади кухни, санитарного узла, передней и кладовой; *полезную*, т. е. сумму жилой и подсобных площадей. Пределы размеров помещений установлены нормами проектирования жилых зданий СНиП.

Жилые здания с комнатами, имеющими подсобные площади, и помещениями для культурно-бытового и медицинского обслуживания называют *общежитиями*.

Существуют следующие типы общежитий: для молодых рабочих и служащих; для студентов высших учебных заведений; для учащихся техникумов и профтехучилищ; для семейной молодежи.

В состав общежития входят жилые помещения, помещения культурного, бытового, медицинского обслуживания.

Планировочные решения жилых ячеек в зависимости от типа общежития следующие: жилая ячейка из 2 – 3 жилых комнат по 12 и 18 м с общей передней, санитарным узлом, иногда с кухней; жилая ячейка для семейной молодежи – небольшая квартира (обязательно с кухней). На группу жилых ячеек предусматривают одну общую кухню.

Общественная часть общежитий включает помещения: вестибюль, зал, спортивные помещения, буфет, помещения администрации, хозяйственно-бытовые помещения (для стирки, сушки, глажки), медицинский изолятор. Помещения культурно-бытового и медицинского обслуживания размещают на первом этаже или в отдельном блоке, соединенном с жилыми корпусами переходом.

Здания, предназначенные для социального обслуживания населения и для размещения административных учреждений, называют *общественными* [2].

По назначению их классифицируют на следующие: учебные (детский сад, школа и др.); лечебно-профилактические (поликлиники, больницы, профилактории); культурно-просветительные (клубы, театры, музеи); торгово-коммунальные (магазины, столовые, прачечные); транспорта и связи (вокзалы, узлы связи, телевизионные центры); административные для размещения государственных и общественных организаций.

Общественные здания могут иметь следующие схемы планировки:

– *анфиладную* (рис. 2.2) – с последовательным размещением помещений, принимаемую в музеях, картинных галереях, универмагах;

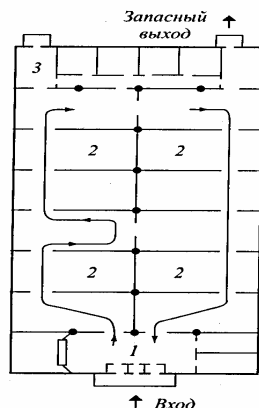


Рис. 2.2. Анфиладная схема планировки:

1 – вестибюль; 2 – выставочные помещения; 3 – служебные помещения

– коридорную (рис. 2.3) – с расположением помещений по одну или обе стороны коридора; такая планировка целесообразна в административных, учебных, лечебно-профилактических и других зданиях;

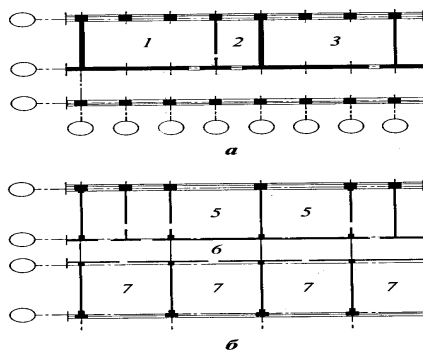


Рис. 2.3. Коридорная схема планировки:

а – с односторонним расположением помещений;

б – с двусторонним; 1, 3 – основные помещения (классы);
2 – лаборатория; 4, 6 – коридоры; 5 – кабинеты; 7 – рабочие комнаты

– *зальную (концентрическую)* (рис. 2.4) – характерна для зданий, имеющих залы, вокруг которых размещены вспомогательные помещения; такое решение используют для планировки кинотеатров, цирков и других подобных зданий;

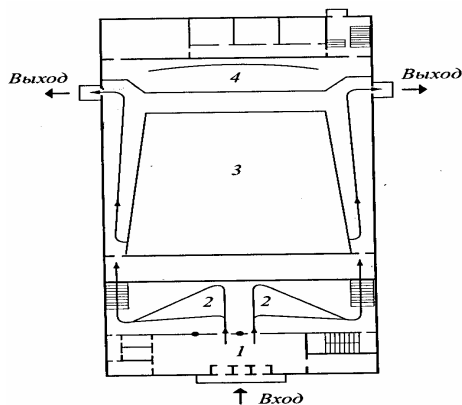


Рис. 2.4. Зальная схема планировки:

1 – вестибюль; 2 – фойе; 3 – зрительный зал; 4 – эстрада

– *смешанную* – представляющую собой сочетание рассмотренных выше планировочных схем (например, планировка клуба – концентрическая, помещения размещены вокруг зала, расположение фойе, зала – анфиладное, комнат работы кружков – коридорное).

Основные показатели проектов общественных зданий:

– *рабочая площадь* – сумма всех площадей имеющихся помещений;

– *общая площадь* – сумма площадей рабочих помещений и площадей коридоров, тамбуров, переходов, помещений технического назначения;

– *площадь застройки* – площадь, занятая зданием на местности;

– *строительный объем надземной части* – произведение площади застройки на высоту от уровня чистого пола до верха чердачного перекрытия.

Основы планировки населенных мест. Территория города по своему функциональному назначению делится на зоны: *селитебную (жилую); производственную; ландшафтно-рекреационную* (городские леса, лесозащитные зоны) [9,10].

При проектировании городов необходимо учитывать направление господствующих ветров, что важно при определении взаимного расположения промышленных и селитебных зон. Для этого строят «розу ветров».

В зависимости от размера города и места его расположения отдельные зоны могут быть в одном или нескольких разобщенных местах.

Селитебная зона делится на городской центр, жилые районы, микрорайоны, входящие в состав жилых районов.

Между зданиями должны соблюдаться расстояния, называемые разрывами, определяемые санитарными и противопожарными нормами согласно СНиП РК 3.01-01-2002* «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»; например, между длинными сторонами жилых зданий высотой 2–3 этажа следует принимать расстояния (бытовые разрывы) не менее 15 м, а высотой 4 этажа – не менее 20 м, между длинными сторонами и торцами этих же зданий с окнами из жилых комнат – не менее 10 м. Указанные расстояния могут быть сокращены при соблюдении норм инсоляции и освещенности, если обеспечивается непросматриваемость жилых помещений (комнат и кухонь) из окна в окно [6].

2. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

3.1. Основные конструктивные элементы зданий

Все конструктивные элементы здания можно разделить на *несущие* и *ограждающие* [18]. Такое деление связано с назначением этих элементов, с условиями их работы в структуре здания при восприятии нагрузок и воздействий, которым они подвергаются в ходе строительства и в процессе эксплуатации.

Назначение несущих конструкций здания – воспринимать все виды нагрузок и воздействий силового характера, возникающих в здании, и передавать их через фундаменты на грунт. Такими конструкциями являются, например, фундаменты, стены.

Назначение ограждающих конструкций здания – изолировать пространство здания от внешней среды, разделять пространство на отдельные помещения и защищать их от всех видов воздействий несилового характера. Примерами таких конструкций могут служить перегородки, кровля, окна.

Ряд конструктивных элементов выполняют одновременно несущие и ограждающие функции, например наружные и внутренние несущие стены одновременно могут являться вертикальными опорами для плит перекрытия и ограждающими конструкциями.

Ниже приведены основные конструктивные элементы гражданских зданий (рис. 3.1) [16].

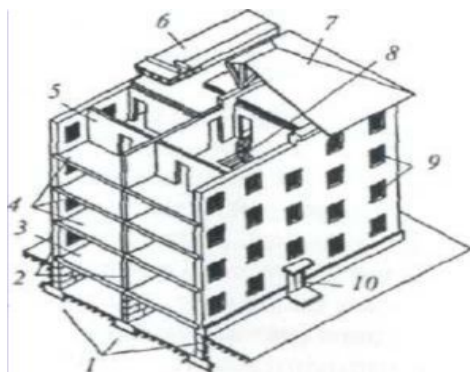


Рис. 3.1. Конструктивные элементы здания:

- 1 – фундаменты; 2 – стены (наружные и внутренние); 3 – надподвальное перекрытие; 4 – междуэтажное перекрытие; 5 – перегородка; 6 – бесчердачная крыша (вариант); 7 – чердачная крыша; 8 – лестница; 9 – окна; 10 – дверь

Фундамент – подземная часть здания, воспринимающая нагрузки от вышележащих конструкций и передающая их на грунт.

Стены – вертикальные ограждения, защищающие помещения от воздействия окружающей среды и отделяющие одно помещение от другого. По своему назначению и месту расположения в здании делятся на *наружные* и *внутренние*. Стены нередко выполняют несущие функции.

По характеру воспринимаемых нагрузок стены могут быть:

- несущие – воспринимающие нагрузки от собственного веса и опирающихся на них конструкций, передающие нагрузку на фундамент;

- самонесущие – воспринимающие нагрузку только от собственного веса в пределах высоты здания и передающие нагрузку на фундамент;

- навесные – воспринимающие нагрузку от собственного веса (в пределах этажа) и передающие ее на междуэтажное перекрытие.

Отдельные опоры – несущие вертикальные элементы (колонны, кирпичные столбы), передающие нагрузки на фундамент от вышерасположенных элементов.

Перекрытия – горизонтальные несущие конструкции, разделяющие здание на этажи и передающие нагрузку на стены и отдельные опоры. В зависимости от месторасположения в здании перекрытия делятся на *междуэтажные*, *надподвальные*, *чердачные*.

Ригели – горизонтальные конструктивные элементы, воспринимающие нагрузку от перекрытия и передающие ее на колонну.

Перегородки – внутренние ненесущие стенки, разделяющие смежные помещения.

Лестницы – конструкции, служащие для сообщения между этажами, а также для эвакуации людей из здания; бывают внутренние и наружные. Внутренние лестницы располагают в помещениях, называемых лестничными клетками. Конструкция лестниц включает марши, площадки и ограждение.

Крыша – завершающая часть здания, защищающая поме-

щения и конструкции здания от воздействия внешней среды. Она состоит из водонепроницаемой оболочки – кровли и поддерживающих ее несущих элементов.

По конструктивному решению могут быть: чердачными, имеющими пространство между перекрытиями верхнего этажа и крыши; бесчердачными (совмещенными).

Окна – светопрозрачные ограждения, предназначенные для освещения и проветривания помещения; они состоят из устанавливаемых в проемах коробок и оконных переплетов.

Двери – подвижные ограждения для сообщения между помещениями; состоят из дверных коробок и дверных полотен.

К конструктивным элементам здания относится также ряд дополнительных: эркеры, лоджии, балконы, веранды, приямки и т. д.

Для обеспечения необходимых эксплуатационных и санитарно-гигиенических условий гражданские здания оборудуются санитарно-техническими и инженерными устройствами. К ним относятся отопление, водоснабжение, водоотведение, вентиляция, мусоропровод, газификация, телефонизация и т. д.

3.2. Несущий остов и конструктивные системы зданий

Основные конструктивные элементы здания – горизонтальные (перекрытия, покрытия), вертикальные (стены, колонны) и фундаменты, взятые вместе, составляют единую пространственную систему – **несущий остов здания**.

Основное назначение несущего остова – конструктивной основы здания – состоит в восприятии нагрузок, действующих на здание, работе на усилия от этих нагрузок с обеспечением конструкциям необходимых эксплуатационных качеств в течение всего срока их службы.

Конструктивная система представляет собой взаимосвязанную совокупность вертикальных и горизонтальных несущих конструкций здания, которые совместно обеспечивают его прочность, жесткость и устойчивость. Горизонтальные конструкции – перекрытия и покрытия здания воспринимают приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки и воз-

действия, передавая их поэтажно на вертикальные несущие конструкции. Последние, в свою очередь, передают эти нагрузки и воздействия через фундаменты основанию. Выбор конструктивных систем – один из основных вопросов, решаемых при проектировании зданий.

Различают три основные конструктивные системы зданий: бескаркасная, каркасная и комбинированная (с неполным каркасом) (рис. 3.2).

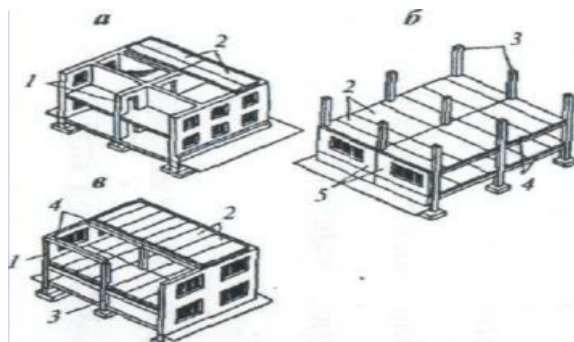


Рис. 3.2. Конструктивные системы гражданских зданий:
а – бескаркасная; б – каркасная; в – комбинированная; 1 – несущие стены; 2 – междуэтажные перекрытия; 3 – колонны; 4 – ригели; 5 – самонесущие стены

Бескаркасная система (с несущими стенами) представляет собой жесткую, устойчивую коробку из взаимосвязанных наружных и внутренних стен и перекрытий. Наружные и внутренние стены воспринимают нагрузки от междуэтажных перекрытий.

Этот тип зданий, в свою очередь, подразделяется на здания с продольными несущими стенами (плиты перекрытий лежат поперек здания), с поперечными несущими стенами (плиты перекрытий лежат вдоль здания) и перекрестные с продольными и поперечными несущими стенами (плиты перекрытий с размерами в плане, равными размерам ячейки между четырьмя стенами, опираются по контуру (рис. 3.3)).

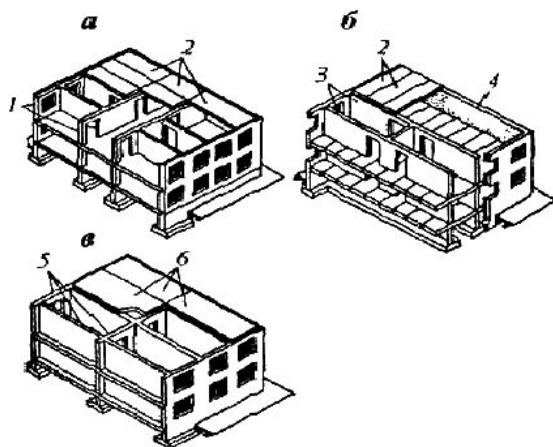


Рис. 3.3. Бескаркасная система зданий:
а – с продольным расположением несущих стен; б – с поперечным расположением несущих стен; в – перекрестная; 1 – наружные и внутренние несущие стены; 2 – плиты междуэтажных перекрытий; 3 – наружные самонесущие стены; 4 – торцовая несущая стена; 5 – продольные и поперечные несущие стены; 6 – плиты перекрытия, опертые по контуру

Бескаркасная система является основной в массовом жилищном строительстве домов различной этажности. Размеры жилых ячеек, необходимость членений стенами и перегородками с обеспечением звукоизоляции квартир и другие особенности обуславливают техническую целесообразность и экономическую оправданность применения бескаркасных зданий при строительстве жилищ, а также тех гражданских зданий, в которых преобладает многоячеековая планировочная структура (санатории, больницы, общежития и т. п.).

В зданиях с продольным расположением несущих стен применение большепролетных перекрытий (с пролетом 9 и 12 м) приводит к опиранию перекрытий только на наружные стены и переходу от традиционных трех- и четырехстенных систем к двустенной системе. Это позволяет обеспечить высокую свободу планировочных решений жилых домов и встроенных

предприятий системы обслуживания, а также простоту модернизации и перепрофилирования зданий.

Каркасная система. Несущими элементами в таких зданиях являются колонны, ригели и перекрытия, а роль ограждающих элементов выполняют наружные стены. Различают четыре типа конструктивных каркасных систем: с поперечным расположением ригелей; с продольным расположением ригелей; с перекрестным расположением ригелей; с безригельным каркасом, при котором ригели отсутствуют, а плиты перекрытий опираются или на капители колонн, или непосредственно на колонны (рис. 3.4).

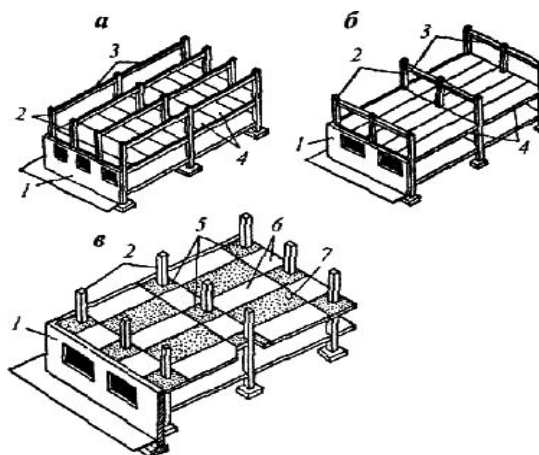


Рис. 3.4. Каркасная система зданий:

а – с поперечным расположением ригелей; б – с продольным расположением ригелей; в – безригельное решение; 1 – самонесущие стены; 2 – колонны; 3 – ригели; 4 – плиты междуэтажных перекрытий; 5 – надколонная плита перекрытия; 6 – межколонные плиты; 7 – панель-вставка

Каркасная система является основной в строительстве массовых общественных зданий, ее используют для возведения высотных зданий, а также в тех случаях, когда необходимы помещения значительных размеров, свободные от внутренних опор.

При выборе конструктивной системы каркасных зданий учитывают объемно-планировочные требования: она не должна связывать планировочные решения. Ригели каркаса не должны пересекать плоскость потолков помещений, а должны проходить по их границам и т. д. Поэтому каркас с поперечным расположением ригелей применяют преимущественно в зданиях с регулярной планировочной структурой (гостиницы, общежития; пансионаты и т. п.), совмещая шаг поперечных перегородок и шаг несущих конструкций. Каркас с продольным расположением ригелей применяют, проектируя общественные здания сложной планировочной структуры (школы, лечебно-профилактические учреждения и др.).

Комбинированная система (с неполным каркасом).

В таких зданиях, наряду с внутренним рядом колонн, нагрузку от междуэтажных перекрытий воспринимают наружные стены. Различают два типа конструктивных систем: с продольным и поперечным расположением прогонов.

Неполный каркас применяют в случае использования наружных стен в качестве несущих.

Обеспечение устойчивости и пространственной жесткости зданий. **Устойчивость** – способность здания противодействовать усилиям, стремящимся вывести его из исходного состояния статического или динамического равновесия.

Пространственная жесткость – способность отдельных элементов и всего здания не деформироваться при действии приложенных сил, сохранять геометрическую неизменяемость формы.

В *бескаркасных зданиях* пространственная жесткость обеспечивается устройством внутренних поперечных стен и стен лестничных клеток, связанных с продольными (наружными) стенами, а также междуэтажных перекрытий, связывающих стены между собой и расчленяющих их на отдельные ярусы по высоте.

В *каркасных зданиях* пространственная жесткость обеспечивается за счет: многоярусной рамы, образованной пространственным сочетанием колонн, ригелей и перекрытий, и представляющая собой геометрически неизменяемую систему; сте-

нок жесткости, устанавливаемых между колоннами (на каждом этаже); стен лестничных клеток и лифтовых шахт, связанных с конструкциями каркаса; плит – распорок, уложенных в междуэтажных перекрытиях (между колоннами); надежного сопряжения элементов каркаса в стыках и узлах.

3.3. Основания и фундаменты

Грунт – горная порода или почва, представляющая собой многокомпонентную систему, изменяющуюся во времени и используемую как основание, среда или материал для возведения зданий и сооружений [3].

Все нагрузки, действующие на здание, в т. ч. и собственный вес здания, через фундаменты передаются на грунт. Грунт, непосредственно воспринимающий эти нагрузки, называется *основанием*. Надежность и прочность основания являются важнейшими условиями для нормальной эксплуатации здания.

Грунт, способный в своем природном состоянии выдержать нагрузку от возведенного здания, называется *естественным* основанием.

Искусственное основание – искусственно уплотненный или упрочненный грунт, который в природном состоянии не обладает достаточной несущей способностью.

Вследствие давления, передаваемого зданием на основание, грунты под фундаментом испытывают значительные сжимающие усилия. Под действием этих усилий грунты равномерно уплотняются. Такие равномерные деформации, называемые *осадкой грунта*, вызывают *осадку фундаментов*.

Неравномерные деформации грунта, происходящие в результате уплотнения и, как правило, существенного изменения структуры грунта под воздействием внешних нагрузок, собственной массы грунта и других факторов (замачивания просадочного грунта, подтаивания линз льда в грунте и т. д.) называют *просадками*. Они могут вызвать повороты фундаментов вплоть до разрушения. Просадки оснований недопустимы.

Для того чтобы осадки не оказали опасных воздействий на

работающие под нагрузкой конструкции, а также не повлияли на условия эксплуатации зданий, установлены предельные величины деформаций основания и напряжений в грунте, возникающих под подошвой фундаментов. Допустимые величины осадок в зависимости от вида здания составляют от 80 до 150 мм.

Грунт, работающий как основание здания, должен удовлетворять следующим требованиям: обладать достаточной несущей способностью, а также малой и равномерной сжимаемостью (слабые, непрочные грунты или сильно сжимаемые вызывают большие и неравномерные осадки здания, приводящие к его повреждению и разрушению); не подвергаться пучению, т. е. увеличению объема при замерзании влаги, находящейся в его порах (выбирают глубину заложения фундамента, которая зависит от глубины промерзания грунта в районе строительства); не размываться и не растворяться грунтовыми водами (образуется пористость основания, которая снижает его несущую способность); не допускать просадок (возникает при недостаточной мощности слоя грунта основания, если под ним расположен слабый грунт); не допускать оползней (возникают при наклонном расположении пластов грунта); не должны обладать ползучестью – длительными незатухающими деформациями под нагрузкой.

Виды грунтов и их свойства.

Скальные грунты – залегают в виде сплошного массива (граниты, кварциты, известняки) или в виде трещиноватого слоя. Они водоустойчивы, несжимаемы, не подвержены пучению, являются надежным основанием.

Крупнообломочные – несвязные обломки скальных пород с преобладанием обломков размером более 2 мм (свыше 50 %). К ним относятся: щебень, галька, гравий. Эти грунты малосжимаемы, водоустойчивы, непучинисты, являются хорошим основанием, если под ними расположен плотный грунт.

Песчаные – состоят из частиц от 0,1 до 2 мм. В зависимости от крупности частиц пески разделяют на гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие, пылеватые.

Пески гравелистые, крупные, средней крупности под нагрузкой равномерно сжимаются, поэтому осадка сооружения

быстро прекращается, при замерзании не вспучиваются и являются прочным и надежным основанием.

Пески мелкие и пылеватые при увлажнении и последующем замерзании становятся пучинистыми, несущая способность при увлажнении уменьшается.

Глинистые – связные грунты, состоящие из частиц крупностью менее 0,005 мм. Несущая способность зависит от влажности. В сухом и маловлажном состоянии воспринимают значительные нагрузки, при увлажнении несущая способность снижается. Отличаются длительной осадкой под нагрузкой и вспучиванием при замерзании.

Лессовые – глинистые грунты с содержанием большого количества пылеватых частиц и наличием крупных пор. Эти грунты в сухом состоянии обладают достаточной несущей способностью. При увлажнении структура лессовых грунтов разрушается, и под действием нагрузки образуются просадки. При использовании таких грунтов в качестве оснований требуются специальные меры по укреплению и защите от увлажнения.

Насыпные – образовавшиеся искусственно при засыпке оврагов, прудов, местных свалок. Эти грунты неоднородны по структуре, обладают неравномерной сжимаемостью. Для использования таких грунтов в качестве оснований необходимы исследования их несущей способности.

Для выбора надежного основания на отведенном под строительство участке производят геологические и гидрогеологические исследования, чтобы определить вид, мощность пластов, их физические и механические свойства, положение уровня грунтовых вод.

В зависимости от этажности здания и местных условий глубина исследования составляет от 6 до 15 м и более. Исследование осуществляется бурением скважин или рытьем шурфов (колодцев) и лабораторными анализами образцов грунтов. Грунтовые воды (при их наличии) подвергают химическому анализу, т. к. они могут быть агрессивными. Результаты исследования заносят в специальные журналы, после чего составляют чертежи вертикальных разрезов (колонок) буровых

скважин. По этим данным составляют геологический профиль грунтового массива с указанием полных характеристик пластов грунта и положения уровня грунтовых вод, что позволяет правильно выбрать основание под здание.

Если грунт на участке строительства не удовлетворяет предъявляемым требованиям, то устраивают искусственные основания. Такие основания при возведении зданий на слабых грунтах устраивают путем их искусственного упрочнения или заменой слабого грунта.

Упрочнение грунта может быть осуществлено следующими способами:

- уплотнением – пневматическими трамбовками или трамбовочными плитами массой от 2 до 4 т. Этот способ применяют в случае, если грунты недостаточно плотные, а также при насыпных грунтах. Если грунты песчаные или пылеватые, то для их уплотнения применяют поверхностные вибраторы. Этот способ является более эффективным, т. к. грунт уплотняется быстрее;

- силикатизацией – для закрепления песков, лессовых грунтов. Для этого в песчаный грунт поочередно нагнетают растворы жидкого стекла и хлористого кальция, для закрепления пылеватых песков – раствор жидкого стекла, смешанного с раствором фосфорной кислоты, а для закрепления лессов – только раствор жидкого стекла. В результате нагнетания указанных растворов грунт по истечении определенного времени приобретает значительно большую несущую способность;

- цементацией – нагнетанием в грунт по трубам жидкого цементного раствора или цементного молока, которые, затвердевая в порах грунта, придают ему камневидную структуру. Цементацию используют для укрепления гравелистых крупных и среднезернистых песков;

- обжигом – путем сжигания горючих продуктов, подаваемых в специально устраиваемые скважины под давлением. Этот способ используют для закрепления лессовых грунтов;

- заменой слабого грунта на более прочный. Замененный слой грунта называют подушкой. При небольшой нагрузке на основание применяют песчаные подушки из крупного или сред-

ней крупности песка. Толщина подушки принимается по расчету.

Фундаменты являются важным конструктивным элементом здания, воспринимающим нагрузку от надземных его частей и передающим ее на основание. Фундаменты зданий должны быть прочными, устойчивыми на опрокидывание и скольжение в плоскости подошвы фундамента, долговечными, экономичными и индустриальными.

Верхняя плоскость фундамента, на которой располагаются надземные части здания, называется *поверхностью* фундамента, или *обрезом*, а нижняя его плоскость, соприкасающаяся с основанием, – *подошвой* фундамента. Расстояние от спланированной поверхности грунта до уровня подошвы называют *глубиной заложения* фундамента. Назначение здания, наличие в нем подвалов, глубина промерзания, уровень грунтовых вод – все это влияет на глубину заложения фундамента. Если основание состоит из влажного мелкозернистого грунта (песка мелкого, пылеватого, супеси, суглинка или глины), то подошву фундамента нужно располагать не выше уровня промерзания грунта. В непучинистых грунтах (крупнообломочных, песках гравелистых, крупных и средней крупности) глубина заложения фундаментов не зависит от глубины промерзания, однако она должна быть не менее 0,5 м от уровня спланированной земли.

Глубина заложения фундамента под внутренние стены и столбы отапливаемых зданий принимается независимо от глубины промерзания грунта, ее назначают не менее 0,5 м. Необходимо, чтобы фундаменты внутренних и наружных стен опирались на однородный грунт во избежание неравномерных осадок.

Фундаменты классифицируют:

- *по конструктивным схемам* – ленточные, располагаемые непрерывной лентой под несущими стенами здания; столбчатые в виде отдельных опор под колоннами; сплошные в форме массивной плиты под зданием; свайные в виде железобетонных или других стержней, забитых в грунт (рис. 3.5);

- *по материалу* – из природного камня; бутобетона; бетона; железобетона;

- *по характеру работы под нагрузкой* – жесткие, работаю-

щие на сжатие (бутовые, бетонные, бутобетонные); гибкие, работающие на сжатие и изгиб (железобетонные);

– по глубине заложения – мелкого (до 5 м) и глубокого (более 5 м) заложения.

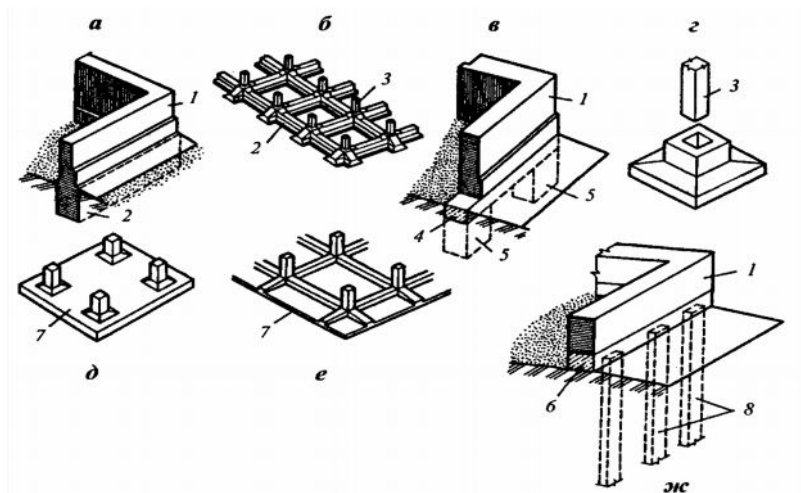


Рис. 3.5. Конструктивные схемы фундаментов:

- а – ленточный под стены; б – то же под колонны;
 в – столбчатый под стены; г – отдельный под колонну;
 д – сплошной безбалочный; е – сплошной балочный;
 жс – свайный; 1 – стена; 2 – ленточный фундамент;
 3 – железобетонная колонна; 4 – железобетонная
 фундаментная балка; 5 – столбчатый фундамент;
 6 – ростверк свайного фундамента; 7 – железобетонная
 фундаментная плита; 8 – сваи

Ленточные фундаменты. Ленточные фундаменты устраивают под несущими стенами бескаркасных зданий. По способу устройства фундаменты бывают монолитные и сборные.

Монолитные фундаменты выполняют:

– из бутового камня рваной формы или бутовой плиты; их укладывают на сложном или на цементном растворе с перевязкой

(несовпадением) вертикальных швов. Ширина бутовых фундаментов должна быть не менее 0,6 м для кладки из рваного бута, не менее 0,5 м – из бутовой плиты. Наименьшая ширина фундаментов принята по условиям перевязки швов. Переход от уширенной части фундамента к узкой выполняют уступами шириной 150–250 мм и высотой не менее двух рядов кладки. Такие фундаменты требуют значительных затрат ручного труда, однако там, где природный камень является местным материалом, их возведение экономически целесообразно (рис. 3.6);

– *бутобетонными* из бетона класса по прочности на сжатие В5 с включением в его толщу отдельных кусков бутового камня. Наименьшая ширина фундамента 350 мм. Уширение фундаментов ведут уступами шириной 150–250 мм и высотой 300 мм. Их возводят в щитовой опалубке или в траншеях (при плотных грунтах). По сравнению с фундаментами из бутового камня они менее трудоемки;

– *бетонными* в опалубке из монолитного бетона классов В7,5 – В30. Устройство таких фундаментов требует повышенного расхода цемента.

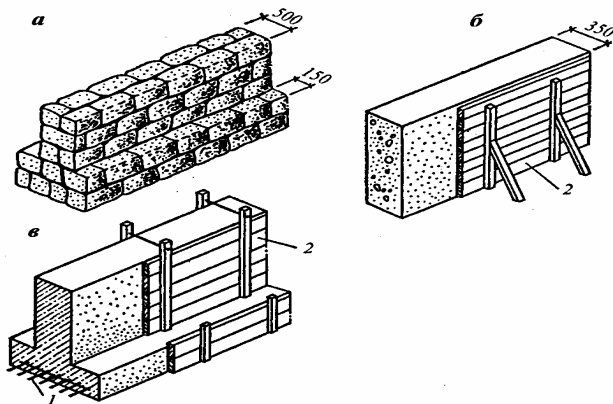


Рис. 3.6. Конструкции ленточных фундаментов:
а – из бутового камня; б – из бутобетона; в – бетонные;
1 – стальная арматура; 2 – щиты опалубки

Более эффективными являются *бетонные и железобетонные фундаменты из сборных элементов* заводского изготовления (рис. 3.7), состоящие из блоков-подушек и фундаментных блоков.

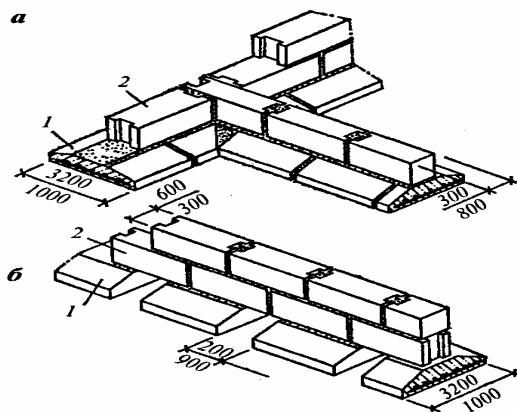


Рис. 3.7. Фундаменты из сборных элементов:
а – сплошные; б – прерывистые; 1 – фундаментные плиты;
2 – фундаментные блоки

Фундаментные подушки укладывают непосредственно на выровненное основание или на тщательно утрамбованную песчаную подготовку толщиной 100–150 мм. Блоки укладывают на растворе с обязательной перевязкой вертикальных швов, толщину которых принимают равной 20 мм. Вертикальные колодцы, образующиеся торцами блоков, заполняют раствором. Продольные и поперечные стены ленточных фундаментов в местах сопряжения должны иметь перевязку, в горизонтальные швы закладывают арматурные сетки из стали диаметром 6–10 мм.

Блоки-подушки изготавливают толщиной 300 и 400 мм, шириной от 800–2800 мм, а блоки-стенки шириной 300, 400, 500, 600 мм, высотой 300, 600 мм, длиной от 800 до 2400 мм. В практике строительства применяются железобетонные блоки толщиной 380 мм при толщине стен 380, 510, 640 мм. При такой конструкции прочность материала фундамента использу-

ется полнее и в результате получается экономия бетона. Этой же цели соответствует устройство *прерывистых* фундаментов. Прерывистые фундаменты монтируют из плит-подушек, укладываемых с разрывом 0,2–0,9 м друг от друга, промежутки между ними заполняются песком. Это сокращает расход материалов, уменьшает затраты труда, полнее используется несущая способность основания.

Фундаменты *на глинистых и просадочных* основаниях (рис. 3.8, *а*) с длительной и неравномерной осадкой дополнительно усиливают арматурой. Продольные стальные стержни втапливают в слой раствора, укладываемого толщиной 30–50 мм по верху фундаментных плит. Железобетонный пояс толщиной 100–150 мм выполняют по верхнему ряду бетонных блоков. Эти мероприятия повышают жесткость фундаментов и предупреждают появление трещин при неравномерной осадке здания.

Если по расчету ширина подошвы фундамента не превышает ширины бетонного блока, то фундаменты выполняются без подушек.

При строительстве здания *на участках со значительным уклоном* (рис. 3.8, *б*) фундаменты стен выполняют с продольными уступами. Высота уступов должна быть не более 0,5 м, длина не менее 10 м. Также выполняется постепенный переход от фундамента глубокого заложения к более мелкому, например от подвальной части к бесподвальной.

Фундамент крупнопанельных зданий и зданий из объемных блоков состоит из железобетонных плит толщиной 300 мм и установленных на них панелей, имеющих высоту, равную высоте подвального помещения. Соединяются элементы между собой с помощью сварки стальных закладных деталей.

Если необходимо обеспечить независимую осадку двух смежных участков здания (при их разной этажности, основания с разнородной структурой), то при устройстве ленточных монолитных фундаментов в их теле устраивают сквозные разъединяющие фундамент зазоры – *деформационные швы* (рис. 3.8, *в*). Для этого в зазоры вставляют доски, обернутые толем, а вертикальные швы с обеих сторон защищают битумной мастикой. Ес-

ли фундаменты сборные, то для обеспечения необходимого зазора блоки укладывают так, чтобы вертикальные швы совпадали.

В местах пропуска различных трубопроводов в монолитных фундаментах заранее предусматривают соответствующие отверстия, а в сборных между блоками – необходимые зазоры с последующей их заделкой.

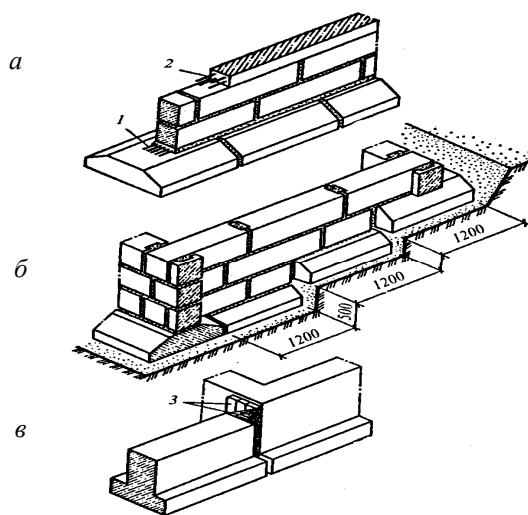


Рис. 3.8. Устройство фундаментов:

- а – на неравномерно уплотняемых основаниях; б – на косогорах;
в – в местах деформационных швов; 1 – армированный шов;
2 – армированный пояс; 3 – доски, обернутые толем*

Столбчатые фундаменты. При небольших нагрузках на фундамент непрерывные ленточные фундаменты под стены малоэтажных домов без подвалов целесообразно заменять столбчатыми. Каркасные здания возводят на столбчатых фундаментах. Столбчатые фундаменты под стены возводят также в зданиях большой этажности при значительной глубине заложения фундаментов (4 – 5 м), когда устройство ленточного фундамента нецелесообразно из-за большого расхода строительных материалов.

Фундаментные столбы могут быть бутовыми, бутобетонными, бетонными, железобетонными (рис. 3.9).

В состав столбчатых фундаментов входят: плитная часть из одной или нескольких ступеней; подколонник с углублением (стаканом) для установки колонн.

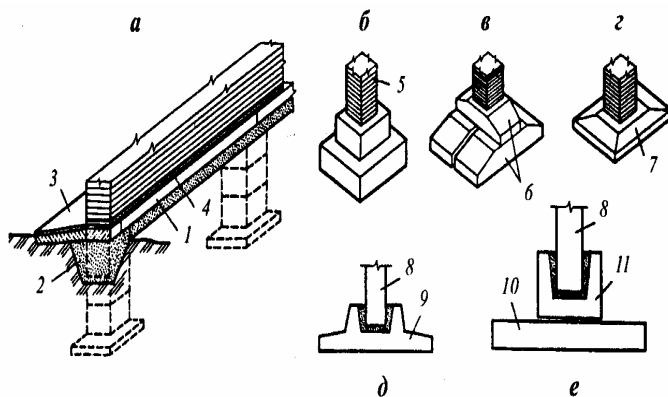


Рис. 3.9. Столбчатые фундаменты:

- а* – под наружные стены; *б* – монолитные под столбы;
- в, г* – из железобетонного блока-подушки и блока-плиты;
- д* – из железобетонного башмака стаканного типа;
- е* – из железобетонного блока-стакана и опорной плиты;
- 1* – железобетонная фундаментная балка; *2* – подсыпка;
- 3* – отмостка; *4* – гидроизоляция; *5* – кирпичный столб;
- 6* – блоки-подушки; *7* – железобетонная плита; *8* – железобетонная колонна;
- 9* – башмак стаканного типа; *10* – плита под башмак;
- 11* – блок-стакан

По конструктивному решению столбчатые фундаменты могут быть монолитными, возводимыми на месте строительства в опалубке, и сборными, изготовленными на заводе.

Под кирпичные столбы фундаменты выполняют из железобетонных плит, уложенных одна на другую, или в виде ступенчатых опор из природного камня.

Столбчатые фундаменты под несущими стенами здания ус-

танавливают в углах, в местах примыкания и пересечения стен, а на протяженных участках – через 3 – 6 м.

Поверх опор столбчатых фундаментов укладывают железобетонные балки, передающие нагрузку от стен на фундаменты. Сборные фундаменты устанавливают на песчаную подушку толщиной 100–150 мм. Для предохранения фундаментных балок от сил пучения грунта, а также для свободной их осадки (при осадке здания) под ними выполняют песчаную подсыпку толщиной 0,5–0,6 м. Если при этом необходимо утеплить пристенную часть пола, подсыпку устраивают из шлака или керамзита.

Сплошной фундамент. Сплошной фундамент в виде монолитной железобетонной плиты устраивают под всей площадью здания (рис. 3.10).

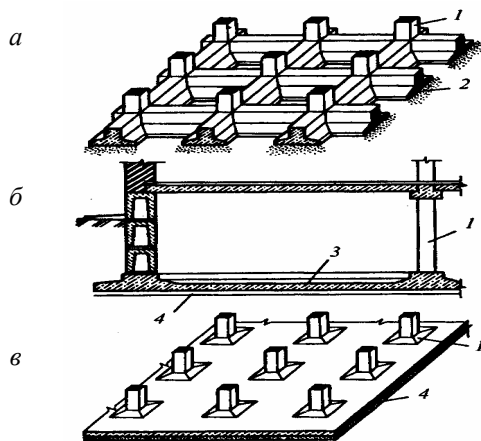


Рис. 3.10. Сплошные фундаменты:

- а – из перекрестных железобетонных лент; б – сплошная плита с ребрами; в – безбалочная фундаментная плита; 1 – колонна;
2 – железобетонная лента; 3 – железобетонная плита;
4 – бетонная подготовка*

Такие фундаменты возводятся в случае, если нагрузка, передаваемая на фундамент, значительна, а грунт слабый. Сплошные

фундаменты обеспечивают равномерную осадку здания и защищают подвальные помещения от подпора грунтовых вод. Фундаменты проектируют в виде плоской или ребристой плиты с расположением ребер под несущими стенами или колоннами. Ориентировочно толщину фундаментной плиты ребристой конструкции назначают $\frac{1}{8} - \frac{1}{10}$ пролета несущих конструкций, а для сплошных – $\frac{1}{6} - \frac{1}{8}$ пролета.

Свайные фундаменты. Свайные фундаменты используют при строительстве на слабых, неравномерно сжимаемых грунтах, а также в тех случаях, когда достижение естественного основания из-за большой глубины его заложения экономически или технически нецелесообразно.

Конструкции свайных фундаментов классифицируют:

- *по характеру работы* – на свай-стойки, передающие нагрузку от здания на нижележащий массив плотных грунтов, и висячие сваи, не достигающие прочного грунта и передающие нагрузку на грунт трением, возникающим между боковой поверхностью сваи и грунтом;

- *по роду материала* – железобетонные, бетонные, деревянные, стальные;

- *по конструктивным решениям* – забивные, изготавливаемые на предприятиях стройиндустрии или на строительной площадке, погружаемые в грунт с помощью механизмов (рис. 3.11, а, б); набивные, выполняемые на месте строительства путем бурения скважин и последующего заполнения их бетоном (рис. 3.11, в);

- *по глубине заложения* – короткие сваи (3–6 м) и длинные (более 6 м).

В зависимости от несущей способности и конструктивной схемы здания сваи размещают в один или несколько рядов. Ряды свай образуют свайную полосу, а группа свай – свайный куст.

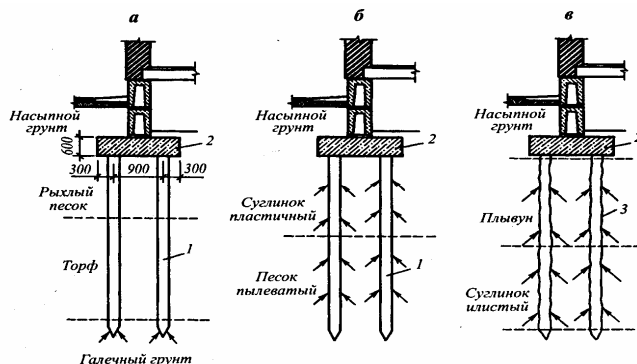


Рис. 3.11. Виды свайных фундаментов:
а – сваи-стойки; б, в – висячие сваи; 1 – свая забивная;
2 – ростверк; 3 – свая набивная

Сваи объединяют поверху железобетонным ростверком, который может быть монолитным или сборным. Оголовки свай заделывают в толщу ростверка (рис. 3.12).

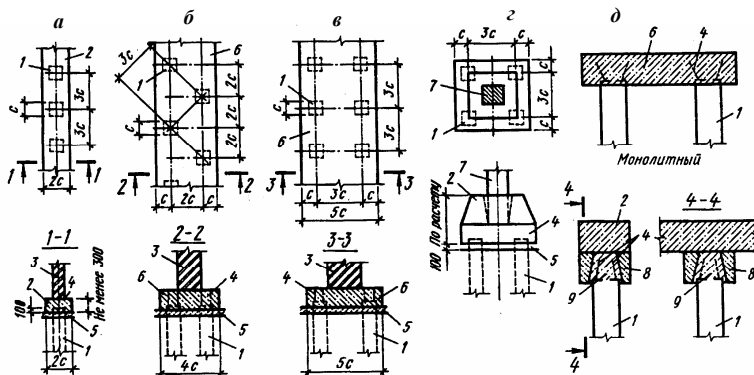


Рис. 3.12. Свайные фундаменты:
а – однорядное расположение свай; б – шахматное; в – двухрядное для зданий с каменными стенами; г – куст свай под колонну; д – свайные ростверки; 1 – свая; 2 – железобетонный сборный ростверк; 3 – стена; 4 – арматура головы сваи; 5 – щебеночная или бетонная подготовка; 6 – монолитный железобетонный ростверк; 7 – колонна; 8 – сборный железобетонный оголовок свай; 9 – бетон

Наружные стены полносборных зданий при *безростверковых* фундаментах опирают на оголовки свай. Внутренние поперечные стены в подземной части здания заменены сваями с надетыми на них сборными оголовками типа «колокол». Ствол сваи заделывают в отверстие оголовка на глубину не менее 100 мм. По выровненной плоскости с оголовком укладывают плиты подвального перекрытия.

Выбор того или иного типа фундамента определяется на основании технико-экономического сравнения. В табл. 3.1 приведены технико-экономические показатели фундаментов различных типов.

Таблица 3.1

Технико-экономические показатели фундаментов
9-тиэтажных домов (в расчете на 1 м² жилой площади)

Тип фундамента	Затраты труда, чел.-дн.	Расход бетона, м ³	Расход цемента, кг	Расход стали, кг
Ленточный	0,125	0,078	24	2,7
Свайный	0,12	0,054	20	3,1
Безростверковый свайный	0,108	0,045	16,8	2,6

Подвалы. Технические подполья. Помещение высотой более двух метров, предназначенное для хозяйственных нужд, называется *подвалом*, при меньшей высоте – *техническим подпольем*. В подвалах размещают различные подсобные службы, обеспечивающие нормальную эксплуатацию здания; в технических подпольях – инженерное оборудование, прокладываемые коммуникации. Стены подвалов и подполий должны иметь необходимую теплоизоляцию, надежную гидроизоляцию и быть устойчивыми при восприятии нагрузок от горизонтального давления грунта. Для освещения и проветривания подвалов в их наружных стенах устраивают окна, располагаемые ниже уровня земли, а перед окнами – колодцы, называемые *прямками*. Стенки прямков выполняют из П-образных желе-

зобетонных элементов или из кирпича. Сверху их ограждают стальной решеткой. Дно в прямке устраивают с уклоном от стен здания. Входы в подвальные этажи могут быть организованы внутри здания в месте расположения лестничной клетки или в виде открытых наружу одномаршевых лестниц располагаемых в прямках. Эти лестницы примыкают к наружной стене и ограждены подпорной стенкой.

Защита подземной части здания от грунтовой сырости и грунтовых вод. Стены и пол подвала, соприкасающиеся с грунтом, защищают гидроизоляцией.

В бесподвальных зданиях (рис. 3.13) в цоколе стен устраивают *горизонтальную* гидроизоляцию. Ее выполняют из цементного раствора (состава 1:2) толщиной 20–30 мм или в виде двухслойного рулонного ковра из рубероида, наклеенного на выровненное основание битумной мастикой. Горизонтальную гидроизоляцию укладывают сплошной полосой в наружных и внутренних стенах, чтобы не допускать капиллярного подъема влаги в вышележащие участки конструкции.

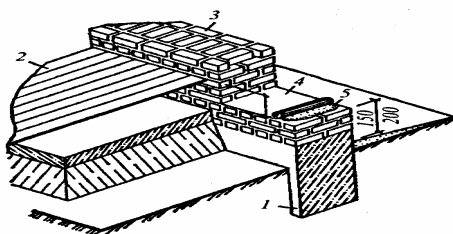


Рис. 3.13. Горизонтальная гидроизоляция стены бесподвальных зданий:

1 – фундамент; 2 – пол первого этажа; 3 – стена;
4 – рубероид на мастике; 5 – цементная стяжка

В зданиях с подвалами устраивают *горизонтальную и вертикальную* гидроизоляцию. При залегании грунтовых вод ниже подошвы фундамента первый слой горизонтальной гидроизоляции располагается на уровне пола подвала по верху фундамент-

ных плит из слоя цементного раствора состава 1:2. Второй слой горизонтальной (рулонной) гидроизоляции размещают в цоколе наружных стен (на 150–200 мм выше отмостки), а во внутренних стенах гидроизоляцию располагают на 100–200 мм ниже уровня пола. Вертикальная гидроизоляция стен подвала осуществляется окраской поверхностей, соприкасающихся с грунтом, битумной мастикой (рис. 3.14).

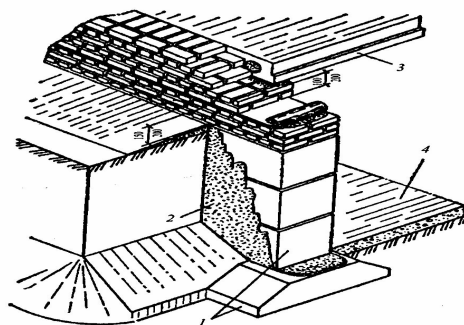


Рис. 3.14. Окрасочная гидроизоляция:
1 – фундамент; 2 – слой окрасочной гидроизоляции;
3 – перекрытие над подвалом; 4 – пол подвала

При высоком уровне грунтовых вод (0,2–0,8 м) устраивают оклеечную гидроизоляцию (рис. 3.15).

Нижний слой горизонтальной гидроизоляции укладывают в толще пола подвала. Трех-, четырехслойный ковер из гидростеклоизола или других гидроизоляционных материалов пропускают через стены, наклеивая на наружную поверхность подвала. В местах примыкания к стенам в ковре устраивают складку, предупреждающую повреждения гидроизоляции при осадке здания. Вертикальную гидроизоляцию на наружной поверхности стен подвала поднимают на 500 мм выше уровня грунтовых вод, защищая снаружи кирпичной стенкой и слоем жирной глины. Верхний слой горизонтальной гидроизоляции (ниже пола первого этажа) устраивают в наружных и внутренних стенах здания.

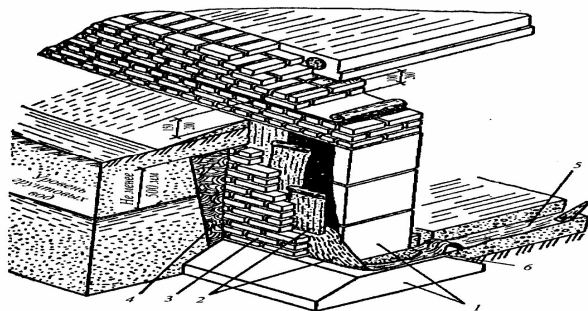


Рис. 3.15. Оклеечная гидроизоляция:

- 1 – фундамент; 2 – ковер оклеечной гидроизоляции на наружной поверхности подвальной стены; 3 – защитная стенка из кирпича; 4 – слой глины; 5 – ковер оклеечной гидроизоляции пола подвала; 6 – складка ковра гидроизоляции

При наличии агрессивных вод фундаменты выполняют из бетона на пуццолановом портландцементе и шлакопортландцементе.

Сейчас в качестве гидроизоляционного материала широко используют полимерные пленки (полиэтиленовые, поливинилхлоридные), которые склеивают клеем 88–Н, а стыки полотнищ сваривают. Для защиты пленки от механических повреждений поверх нее укладывают пергамин или битумизированную бумагу.

Для отвода атмосферных осадков от стен и фундаментов, а также для защиты грунтов основания от увлажнения по всему периметру устраивают водонепроницаемую *отмостку* шириной не менее 0,5 м с уклоном от здания 3 %. Она выполняется из слоя асфальта или асфальтобетона толщиной 20–25 мм, уложенного на уплотненную щебеночную подготовку толщиной 100–150 мм. На лессовых грунтах отмостка выполняется шириной не менее 1,5 м.

3.4. Стены и отдельные опоры

Стены являются важнейшими конструктивными элементами зданий. Стены должны удовлетворять следующим требованиям: быть прочными и устойчивыми; соответствовать степени огне-

стойкости здания, иметь группу возгорания и предел огнестойкости не ниже нормативных; обеспечивать поддержание необходимого температурно-влажностного режима в помещениях; обладать достаточными звукоизолирующими свойствами; быть экономичными, т. е. иметь минимальные расходы материала, массу единицы площади, наименьшие трудозатраты и расходы средств; отвечать архитектурно-художественному решению.

Стены классифицируют по следующим признакам:

- *по местоположению*: наружные и внутренние;
- *по характеру работы*: несущие, воспринимающие нагрузку от опирающихся на них конструкций покрытия или перекрытия; самонесущие, воспринимающие нагрузки от вышерасположенных стен; навесные, выполняющие только ограждающие функции;
- *по конструкции и способу возведения* стены делят на четыре группы: из мелкоштучных элементов (кирпич), из крупных камней (блоки), монолитные, крупнопанельные;
- *по роду применяемых материалов*: каменные, деревянные, из синтетических материалов.

Кладка из кирпича. Кладкой называют конструкцию, выполненную из отдельных камней (естественных или искусственных), швы между которыми заполняются строительным раствором (известково-цементным, цементно-глиняным или цементным). Прочность кладки зависит от прочности камня и раствора, от системы перевязки вертикальных швов между камнями, а также от воздействия влаги, температур, ветра, коррозии.

Для правильной работы конструкции, размещения в ней камней должны отвечать *трем правилам разрезки*: камни в стене должны располагаться горизонтальными рядами, т. е. перпендикулярно основным действующим усилиям; камни в ряду должны отделяться вертикальными швами – продольными и поперечными; вертикальные швы в смежных рядах не должны совпадать, такое несовпадение называется *перевязкой швов*. Перевязка обеспечивает совместную работу камней в стене и равномерное распределение нагрузки.

Кирпичные стены выполняют из керамического и силикатно-

го кирпича. Стандартный кирпич имеет размеры 120х65х250 мм. Применяют также полуторный кирпич, имеющий высоту 88 мм (рис. 3.16).

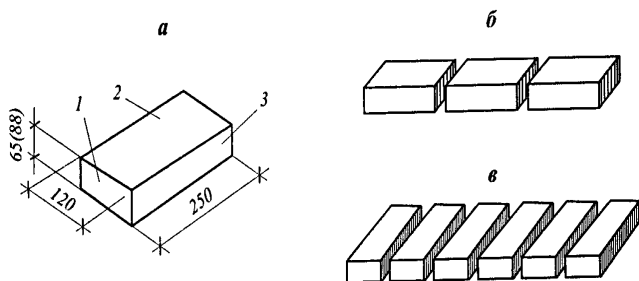


Рис. 3.16. Расположение кирпичей в кирпичной стене:
а – стандартный кирпич; *б* – ложковый ряд; *в* – тычковый ряд;
 1 – тычок, 2 – постель; 3 – ложок

Боковую поверхность кирпича, имеющую размер 120х65 мм или 120х88 мм, называют *тычком*. Ряд кирпичей, уложенный этими поверхностями, называют *тычковым*. Поверхность кирпича, имеющую размеры 65х250 мм, называют *ложком*. Ряд кирпичей, уложенный этими поверхностями, называют *ложковым*. Поверхность кирпича, имеющую размеры 250х120 мм, называют *постелью*.

Толщина кладки определяется теплотехническим расчетом [4]. Кладки стен бывают сплошные и облегченные. Сплошная кладка стен полностью состоит из однородного материала. Стены из сплошной кладки тяжелы, трудоемки и обладают низкими теплотехническими качествами.

Недостатком сплошной кладки из глиняного или силикатного полнотелого кирпича является ее значительная теплопроводность. Однако по условиям прочности толщина стены может быть значительно меньше. Поэтому сплошная кладка наружных стен из полнотелого кирпича экономически целесообразна только при условии полного использования ее прочности, т. е. в нижних этажах многоэтажных зданий. В малоэтажных зданиях, а также на верхних этажах многоэтажных зданий следует при-

менять для кладки наружных стен пустотелый или легкий (пористый) кирпич или использовать облегченную кладку. Исключение составляют стены влажных помещений (бань, прачечных), которые, как правило, выкладываются из полнотелого глиняного кирпича с защитным пароизоляционным слоем внутри. При сплошной кладке стремятся использовать более эффективные виды камней: пористые и пустотелые кирпичи, пустотелые бетонные блоки. Применение эффективных видов кирпича и мелких блоков позволяет уменьшить толщину стен.

Толщина кладки всегда кратна четному или нечетному числу половинок кирпича. Кирпичные стены могут иметь толщину 120, 250, 380, 510, 640, 770 мм и более, что соответствует $\frac{1}{2}$, 1, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$ кирпича и более. Горизонтальные швы выполняют толщиной 10–12 мм при высоте кирпича 65 мм; каждые 4 ряда составляют 300 мм, а при высоте 88 мм ряд кладки составляет 100 мм.

Ряды, выходящие на фасадную поверхность кладки, называют *лицевой (наружной) верстой*, а обращенные на внутреннюю сторону – *внутренней верстой*. Ряды кладки между наружной и внутренней верстами называют *забуткой*.

Определенный порядок укладки камней в кладке называют системой перевязки (рис. 3.17).

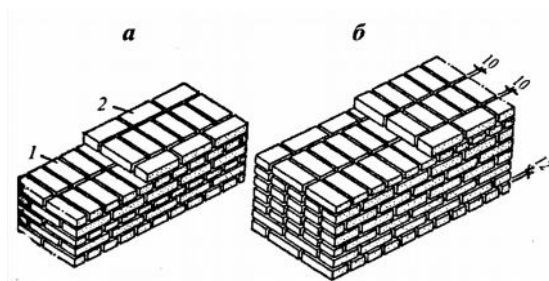


Рис. 3.17. Система перевязки кирпичной кладки:

а – цепная (однорядная); б – многорядная;

1 – кирпич тычкового ряда;

2 – кирпич ложкового ряда

При *цепной* кладке тычковые ряды чередуются ложковыми. При *многорядной* кладке несколько ложковых рядов перекрываются одним тычковым. При кладке из кирпича $h = 65$ мм каждые 5 ложковых рядов перекрываются тычковым, при $h = 88$ мм 4 или 3 ложковых ряда перекрываются тычковым. Многорядная кладка несколько проще, чем двухрядная, поэтому производительность труда каменщиков при этой системе выше.

В здании высотой 7 этажей и более кладка стен должна вестись с установкой стальных анкерных связей в уровне перекрытий каждого этажа. Связи ставятся в углах наружных стен и в местах примыкания внутренних стен к наружным. Связи должны входить в каждую из примыкающих стен не менее чем на 1 м (считая от внутреннего угла) и заканчиваться крюками.

Если стена в последующем не будет оштукатуриваться, то вертикальные и горизонтальные швы между кирпичами должны быть полностью заполнены раствором для уменьшения воздухопроницаемости стен, и производят расшивку швов, т. е. шов уплотняют и придают его внешней поверхности определенную форму. Обработывают поверхность шва специальным инструментом – расшивкой, который придает шву форму валика, желобка и т. п. Фасадные поверхности стен из полнотелого и пустотелого кирпича, как правило, возводятся без штукатурки, но с тщательной расшивкой швов.

Если поверхность стены будет оштукатурена, то кладку ведут *впустошовку*, оставляя лицевые швы незаполненными на глубину 10–15 мм для обеспечения хорошей связи штукатурного слоя со стеной.

Стены из легкого кирпича (пористого, пористо-дырчатого) ввиду их влагоемкости надлежит облицовывать полнотелым кирпичом или оштукатуривать.

Облегченные кирпичные стены. Облегченными называются стены, в которых несущие функции выполняет один, более прочный материал, а теплозащитные – другой, менее прочный и менее теплопроводный.

Облегченные кирпичные стены подразделяются на две группы.

К стенам *первой* группы относятся:

– кладка с горизонтальными диафрагмами (рис. 3.18, *а*) – продольные кирпичные стенки толщиной 1/2 кирпича через 5 рядов кладки перевязывают горизонтальными рядами – диафрагмами. Промежуток между наружными и внутренними верстами заполняют легким бетоном, шлаком или термовкладышами (готовыми камнями из легкого или ячеистого бетона). Высота кладки по условиям прочности может быть до 6 этажей, толщина 510–640 мм;

– анкерная кирпично-бетонная кладка (рис. 3.18, *в*) – две параллельные стенки, между которыми уложен легкий бетон. Выпущенные внутрь кладки тычковые кирпичи (анкеры) связывают продольные стенки с бетоном. Высота таких стен по условиям прочности до 6 этажей, толщина 380–500 мм;

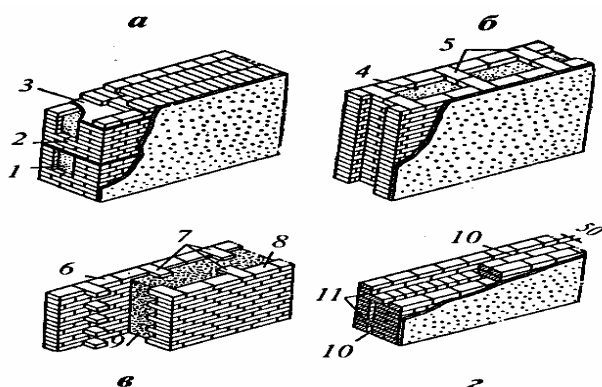


Рис. 3.18. Виды облегченных кладок:

а – с трехрядными диафрагмами; *б* – колодцевые; *в* – анкерная кирпично-бетонная; *г* – с воздушной прослойкой; 1 – легкий бетон или другой утеплитель; 2 – диафрагма из трех рядов кладки; 3 – растворная стяжка; 4 – колодец, заполненный утепляющим материалом; 5 – вертикальная диафрагма из тычковых кирпичей; 6 – наружная верста; 7 – анкеры из тычков кирпича; 8 – внутренняя верста; 9 – легкий бетон; 10 – воздушный зазор; 11 – перевязка тычками

– колодцевая кладка (рис. 3.18, б) – две продольные стенки толщиной $1/2$ кирпича соединяются между собой вертикальными кирпичными диафрагмами, расположенными через 3–4 лотка по длине стены и расчленяющими стену на ряд колодцев. Эти колодцы заполняют в процессе кладки легким бетоном или шлаком. Через 5–6 рядов по высоте колодца укладывают растворную стяжку, препятствующую осадке утеплителя. Высота кладки до 5 этажей, толщина 510–560 мм;

– кладка с воздушной прослойкой (рис. 3.18, з). Стена состоит из двух стенок, из которых внутренняя является несущей, а наружная толщиной в $1/2$ кирпича связывается с ней тычковыми рядами через каждые 4–5 ложковых рядов. Между стенами оставляют воздушную прослойку толщиной 50 мм, которая по теплозащитным свойствам равна кладке в $1/2$ кирпича. При таком конструктивном решении можно получить экономию до 20–25 % кирпича и раствора. Толщина стены составляет 550 мм.

К стенам *второй* группы относятся кладки с утеплителем, состоящие из несущей части (кирпичной стены) и теплоизолирующей части в виде гипсовых, гипсошлаковых, пенобетонных и других панелей толщиной 80–100 мм (рис. 3.19).

Панель устанавливают или вплотную к кладке на растворе, или «на отnose», т. е. оставляют воздушную прослойку толщиной 20–40 мм, повышающую теплозащитные свойства стен. Панели опирают на железобетонные плиты перекрытия или специально выпущенные ряды кирпича.

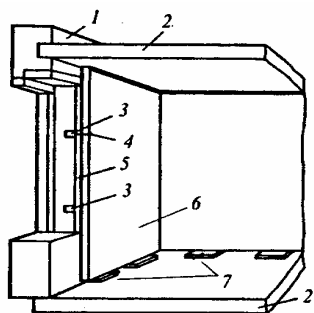


Рис. 3.19. Облегченная кирпичная стена с теплоизоляционной панелью:
1 – кирпичная стена; 2 – перекрытия;
3 – маяк; 4 – анкер; 5 – оконный проем; 6 – теплоизоляционная панель; 7 – прокладки под панель

Эта конструкция стены позволяет не производить внутреннее оштукатуривание стен, а окрашивать или оклеивать их обоями.

Стены из мелких бетонных блоков и природного камня. Наряду с кирпичом широкое применение в качестве стенового материала получили керамические и легкобетонные мелкие блоки.

Пустотелые керамические камни (блоки) (рис. 3.20) обладают меньшей теплопроводностью, чем кирпич, что позволяет уменьшить толщину наружных стен. Кроме того, объем таких камней вдвое превышает объем кирпича, что снижает трудоемкость кладки и дает экономию раствора. Наибольшее распространение получили семищелевые керамические камни. Их предпочтительней укладывать в стены тычком, т. к. при этом щели располагаются перпендикулярно тепловому потоку. В этом случае кладку выполняют по цепной перевязке. Если камни уложить ложком, пустоты будут расположены параллельно тепловому потоку и в них может возникнуть циркуляция воздуха, снижающая теплозащитные свойства стены.

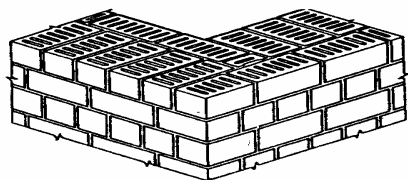


Рис. 3.20. Стена из семищелевых керамических камней

Мелкие стеновые блоки изготовляют из ячеистых бетонов и применяют для кладки стен и перегородок. Их укладывают по однорядной системе перевязки, используя неполномерные блоки (трехчетвертные камни и половинки). Размер блоков 600х300х300 мм. Стены из таких блоков по сравнению с кирпичными отличаются пониженной теплопроводностью, меньшей прочностью и повышенным водопоглощением, что требует наружной облицовки или штукатурки.

Бетонные камни с несквозными вертикальными пустотами используют для возведения стен и перегородок. Для поперечной перевязки используют продольные половинки. Толщина бетонной стены 390, 590, 490 мм.

Природные камни пористой структуры (известняки-ракушечники, туф) предназначают для кладки стен отапливаемых зданий. Кладку ведут из пиленых камней правильной формы 390х190х188(288) мм и 490х240х188 мм. Кладка ведется по цепной или трехрядной системе перевязки. Стены имеют красивый внешний вид и не требуют оштукатуривания или облицовки.

Архитектурно-конструктивные элементы стен. Индивидуальный облик здания зависит от конструкции наружных стен, от расположения и размеров окон и других архитектурно-конструктивных элементов.

Цоколь – нижняя часть стены, расположенная непосредственно над фундаментом. Верхняя граница цоколя (кордон) всегда делается строго горизонтальной, при этом цоколь зрительно воспринимается как постамент (основание), на котором возведено здание. Цоколь в первую очередь подвергается атмосферным и механическим воздействиям, поэтому его выполняют из прочных долговечных материалов, стойких против атмосферных воздействий. Верх цоколя находится обычно на уровне пола первого этажа.

Цоколи зданий можно устраивать из бетонных фундаментных блоков, такой цоколь называется подрезным; из кирпича с расшивкой швов или оштукатуренного цементным раствором (нередко применяют добавку в виде гранитной крошки); из природного камня или плит из искусственных и природных материалов (рис. 3.21).

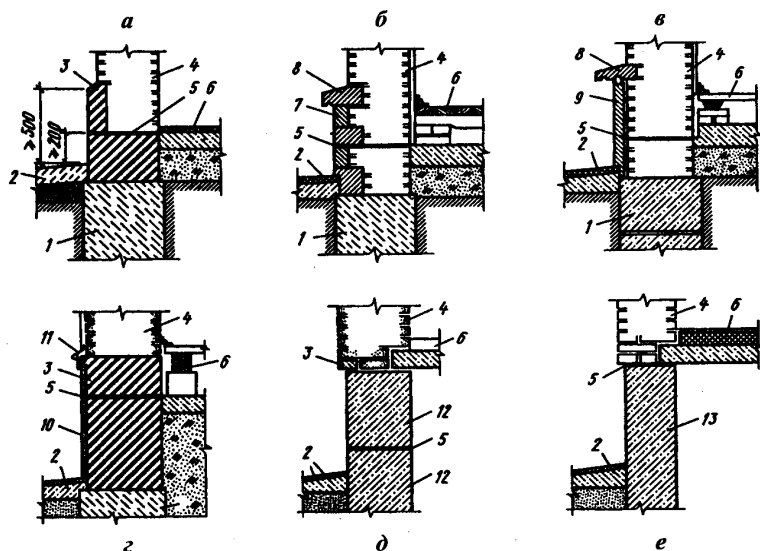


Рис. 3.21. Типы конструкций цоколей:

а – облицованный кирпичом; *б* – облицованный каменными блоками; *в* – то же плитами; *г* – оштукатуренный; *д* – из бетонных блоков вподрезку; *е* – из железобетонных панелей вподрезку; 1 – фундамент; 2 – отмостка; 3 – обожженный кирпич; 4 – стена; 5 – гидроизоляция; 6 – конструкция пола первого этажа; 7 – цокольные каменные блоки; 8 – бортовой цокольный камень; 9 – облицовочные плиты; 10 – штукатурка; 11 – кровельная сталь; 12 – бетонный блок; 13 – панель фундаментной стены

Применение силикатного, пустотелого и легкого кирпича, легкобетонных камней для устройства цоколя допускается только выше горизонтальной гидроизоляции при условии облицовки на высоту 500–600 мм прочными влаго- и морозостойкими материалами.

Карниз – горизонтальный выступ из плоскости стены, предназначенный для отвода вод, падающих на ограждающие конструкции здания. Верхний карниз называют *венчающим* (главным), он и придает зданию законченный вид. При неболь-

ших выступах карниза за поверхность стены (до 300 мм) его устраивают путем постепенного выпуска нескольких рядов кирпичей по 5–6 см в каждый ряд (рис. 3.22, б). В массовом строительстве чаще всего применяются сборные железобетонные карнизы (рис. 3.22, а).

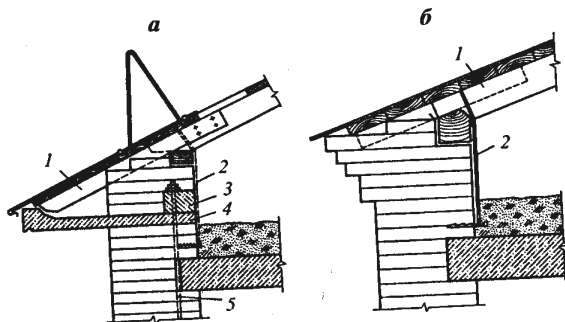


Рис. 3.22. Конструкции карнизов:
1 – кобылка; 2 – скрутка; 3 – анкерная балка;
4 – карнизная плита; 5 – анкер

Промежуточные карнизы, имеющие меньший выступ, устраивают обычно на уровне междуэтажных перекрытий и называют *поясками*, их обычно образуют выпуском кирпича.

Небольшие карнизы над окнами и дверями называют *сандриками*.

Часть стены, выходящая за кровлю, называется *парапетом*. Парапет обычно имеет высоту 0,5–1 м и может ограждать крышу по всему периметру, по двум или трем сторонам.

Треугольную стенку, закрывающую пространство чердака при двускатной крыше, называют *фронтоном*.

Проемы – отверстия в стенах для окон и дверей. Боковые и верхние плоскости проемов называют *откосами* (*притоками*).

Простенок – участок стены, расположенный между проемами.

Четверть – прямоугольные выступы, закрывающие щели

между откосами и устанавливаемыми в проем оконными или дверными коробками.

Перемычка – конструкция, перекрывающая проем сверху. Различают несущие перемычки, которые кроме собственного веса и массы вышерасположенной кладки воспринимают нагрузку от перекрытия. Опираются несущие перемычки на простенки не менее чем на 250 мм. Перемычки, воспринимающие нагрузку только от собственной массы и вышерасположенной стены, называются самонесущими, они опираются на простенки не менее 120 мм (рис. 3.23).

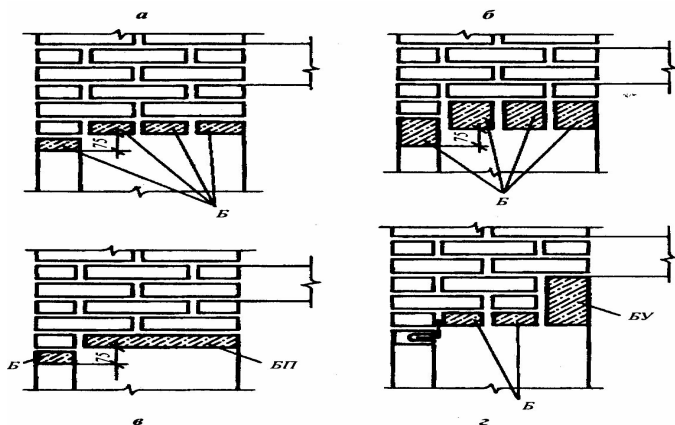


Рис. 3.23. Сборные железобетонные перемычки:
а, б – брусковые (тип Б); в – плитные (тип БП);
г – балочные (тип БУ)

Важными конструктивными элементами, обогащающими архитектурно-композиционные решения зданий, являются балконы, лоджии, эркеры (рис. 3.24, а, б, в).

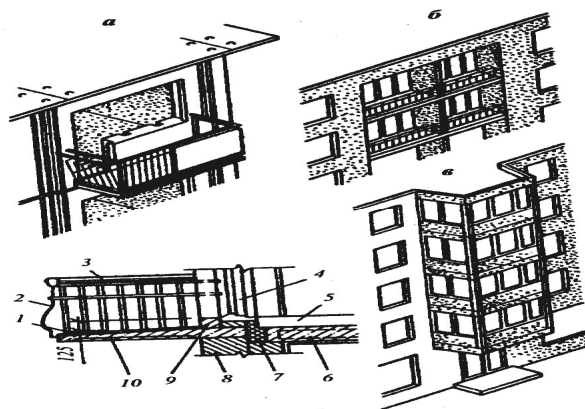


Рис. 3.24. Балконы, лоджии, эркеры:

- 1 – пол балкона; 2 – ограждение балкона; 3 – поручень;
4 – дверь; 5 – пол; 6 – железобетонная плита перекрытия;
7 – теплоизоляция; 8 – стена; 9 – сборный порог;
10 – железобетонная балконная плита

Балкон – открытая площадка, выступающая за плоскость наружной стены и огражденная перилами. Несущая конструкция выполняется из железобетонных плит, защемленных с одной стороны в стене и прикрепленных сваркой к стальным анкерам, заделанным в стене, а также к плите перекрытия.

Лоджия – открытое с одной стороны помещение (ниша) на фасаде здания.

Эркер – остекленный выступ в наружной стене здания, позволяющий увеличить освещенность и инсоляцию помещений.

Нередко в стенах устраивают утолщения: *пилястры* – вертикальные выступы стен прямоугольного сечения, служащие для усиления простенка и повышения их устойчивости, такие выступы полукруглого сечения называются *полуколоннами*; изменения толщины стен по высоте обычно на уровне междуэтажных перекрытий производятся уступами с внутренней стороны и называются *обрезами*; уступы, образуемые изменением толщины стен по их длине, называются *раскреповками*.

Для естественной вытяжки воздуха из помещений кухонь,

санитарных узлов и для отвода продуктов сгорания от газовых плит предназначены *вентиляционные каналы*.

Деформационные швы. Во избежание появления в стенах зданий трещин от неравномерной осадки фундаментов или вследствие деформаций материала стены, вызванных колебаниями температуры, устраивают *деформационные швы*. Они могут быть осадочными и температурными. *Осадочные* швы устраивают при различной этажности частей здания или если залегающие в основании грунты имеют разные физико-механические свойства. Такой шов разрезает здание полностью на отсеки, которые могут самостоятельно работать под нагрузкой. *Температурные* швы перерезают стену от карниза до фундамента, расчлняя ее на отдельные отсеки, которые могут иметь размеры от 20 до 200 м в зависимости от материала стены и района строительства.

В кирпичных стенах примыкание смежных участков в местах деформационных швов выполняют в четверть или в шпунт и заполняют по ходу кладки просмоленной паклей, обернутой толем (рис. 3.25).

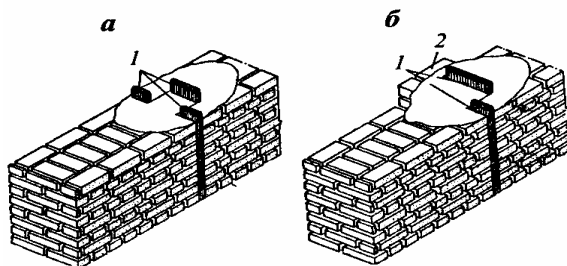


Рис. 3.25. Деформационные швы:

- а – при сопряжении стен в шпунт; б – то же в четверть;*
1 – пакет просмоленной пакли, обернутый толем и уложенный в шов;
2 – пилястра, закрывающая деформационный шов снаружи

В табл. 3.2 даны технико-экономические показатели наружных стен, выполненных из мелкоштучных материалов.

Таблица 3.2

Технико-экономические показатели 1 м² площади
наружных стен

Материал	Толщина стены, мм	Трудо- емкость, чел.-дн.	Масса, кг	Расход кирпича, шт.	Расход цемента, кг
Полнотелый керамический кирпич	640	0,47	1150	250	22
То же сили- катный кирпич	640	0,47	1210	250	22
Керамический камень	510	0,32	750	216	14

Отдельные опоры и прогоны. В качестве опор в здании используют кирпичные столбы, сборные железобетонные колонны, стойки из асбестоцементных труб, прогоны.

Кирпичные столбы (рис. 3.26) квадратного или прямоугольного сечения (минимальное сечение 510х380 мм) выкладывают из кирпичей высокой марки и на растворе марки не ниже 50 с обязательной перевязкой швов в каждом ряду. Для увеличения их несущей способности кладку армируют сеткой из проволоки диаметром 5–6 мм с размерами ячеек 100–150 мм через 2–4 ряда кладки. Нередко для повышения несущей способности таких опор их заключают в сварной каркас из уголков и полос стали с последующим оштукатуриванием по металлической сетке. На каждом этаже на уровне конструкций перекрытий (прогонов) на кладку столба под их концы укладывают железобетонные плиты.

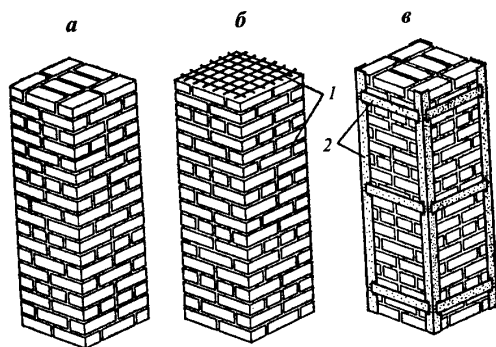


Рис. 3.26. Кирпичные столбы:
а – неармированный; *б* – армированный сеткой;
в – усиленный стальной обоймой; 1 – проволочная сетка;
2 – обойма из уголков и планок

При значительных нагрузках вместо каменных столбов применяют *железобетонные колонны* (рис. 3.27, *а*), которые вместе с прогонами образуют каркас здания. Опираие прогонов на колонны осуществляется путем приварки стальных закладных деталей, имеющихся в теле прогона и колонны.

Стойки из асбестоцементных труб (рис. 3.27, *б*) с внутренней полостью, заполненной бетоном и арматурой, при небольших размерах поперечного сечения способны воспринимать значительные нагрузки.

Прогоны (рис. 3.27, *в–д*) – это горизонтальные несущие элементы прямоугольного или таврового сечения. Их опирают на железобетонные подушки в кирпичных стенах или столбах. Концы прогонов на столбах соединяют стальными накладками, в наружных стенах имеются Т-образные анкеры, которые заделывают в кладку.

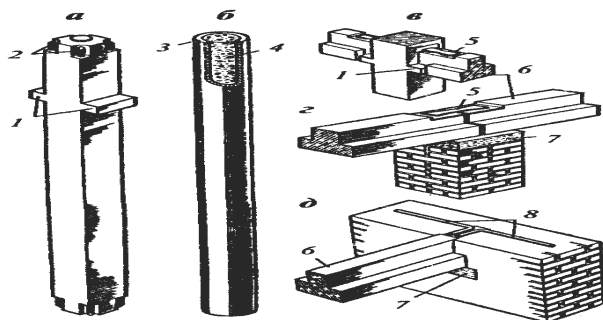


Рис. 3.27. Колонны, стойки и прогоны:

а – железобетонная колонна; б – стойка из асбестоцементной трубы; в – опирание прогона на колонну; г – то же на кирпичный столб; д – то же на стену; 1 – консоль; 2 – выпуски арматуры; 3 – асбестоцементная труба; 4 – монолитный бетон; 5 – стальная накладка; 6 – ригель таврового сечения; 7 – железобетонная подушка; 8 – анкера, заделываемые в кладку

3.5. Перекрытия и полы

Перекрытия играют большую роль в обеспечении общей устойчивости здания и в зависимости от системы соединения их элементов со стенами или отдельными опорами влияют на несущую способность последних.

Перекрытия классифицируют по следующим признакам: *по местоположению в здании*: надподвальные, междуэтажные, чердачные; *по конструкции*: балочные, где основным элемент – балки, на которых укладываются настилы, накаты и другие элементы покрытия; плитные, состоящие из несущих плит или настилов, опирающиеся на вертикальные несущие опоры здания или на ригели и прогоны; безбалочные, состоящие из плиты, связанной с вертикальной опорой несущей капиталью; *по материалу*: железобетонные сборные, монолитные, по деревянным и стальным балкам.

Перекрытия должны удовлетворять требованиям прочно-

сти, т. е. безопасного восприятия всех действующих на них постоянных и временных нагрузок.

Важным требованием, определяющим эксплуатационные качества перекрытия, является жесткость. Жесткость не допускает прогибов, превышающих установленные нормами пределы. Если она недостаточна, то под влиянием нагрузок в перекрытии возникают значительные прогибы, что вызывает появление трещин.

Перекрытия должны обладать достаточной звукоизоляцией. В связи с этим применяют слоистые конструкции перекрытий с различными звукоизолирующими свойствами. Плиты опирают на звукоизоляционные прокладки, а также тщательно заделывают неплотности.

Теплозащитные требования предъявляют для чердачных и надподвальных перекрытий. Особое внимание необходимо уделять конструированию перекрытия в местах примыкания к несущим стенам, т. к. возможно образование «мостиков холода» в стенах, что может привести к дискомфортным условиям.

Перекрытия должны удовлетворять противопожарным требованиям.

В зависимости от назначения помещений к перекрытиям могут предъявляться также специальные требования: водонепроницаемость (для перекрытия в санузлах, в душевых, банях); негорючесть (в пожароопасных помещениях); воздухопроницаемость (при размещении в нижних этажах лабораторий, котельных).

Независимо от места расположения перекрытия, в здании оно должно быть индустриальным в устройстве, а его конструктивное решение экономически и технологически обосновано.

Железобетонные перекрытия являются наиболее надежными и долговечными. По способу устройства они бывают сборными, монолитными, сборно-монолитными.

Сборные перекрытия из железобетонных плит. *Многопустотные железобетонные плиты* изготавливаются из бетонов класса В15, В25, длиной 2,4–6,3 м (с градацией 300 мм), шириной 1; 1,2; 1,5; 1,8 м, толщиной 220 мм (рис. 3.28).

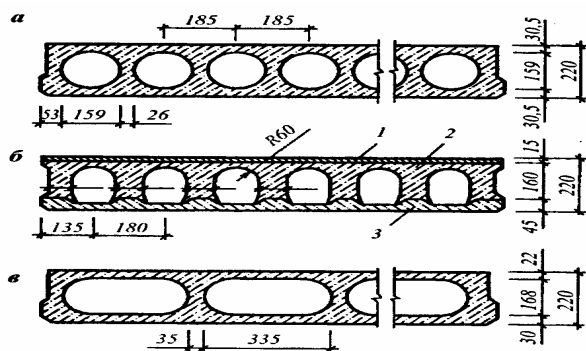


Рис. 3.28. Многупустотные плиты перекрытий:
а – с круглыми пустотами; *б* – плиты, изготавливаемые на установках с бетонящими комбайнами; *в* – плиты с овальными пустотами; 1 – верхний слой; 2 – средний слой; 3 – нижний слой

Плиты изготовляют с круглыми и овальными пустотами. Их укладывают на несущие стены по слою раствора. Концы уложенных плит опирают на кирпичные стены глубиной не менее 90–120 мм, на панельные стены на 50–70 мм. Плиты пролетом 12 и 9 м, толщиной 300 и 220 мм используют в перекрытиях общественных зданий. Для предохранения концов плит от раздавливания вышележащей стеной, а также улучшения тепло- и звукоизоляции на концах плиты заделывают легким бетоном. Швы между длинными сторонами плит в целях придания перекрытиям свойств жесткой монолитной диафрагмы тщательно заполняют цементным раствором. Концы плит на наружных стенах заанкеривают в кладку, а на внутренних стенах и прогонах скрепляют анкерами между собой. Цель анкеровки – создание связи перекрытия со стенами, для придания им устойчивости и увеличения общей жесткости здания.

Сплошные плоские железобетонные плиты длиной 3,6–6,3 м, шириной 2,4–7,2 м, толщиной 120 и 160 мм. Уложенные плиты анкеруют стальными связями с наружными стенами и между собой (рис. 3.29). Швы между плитами заделывают цементным раствором. Жесткость диска перекрытия обеспечивается путем анкеровки уложенных плит и заделки швов раствором. Их при-

меняют в крупнопанельных зданиях, опирание осуществляется по контуру на три, четыре стороны.

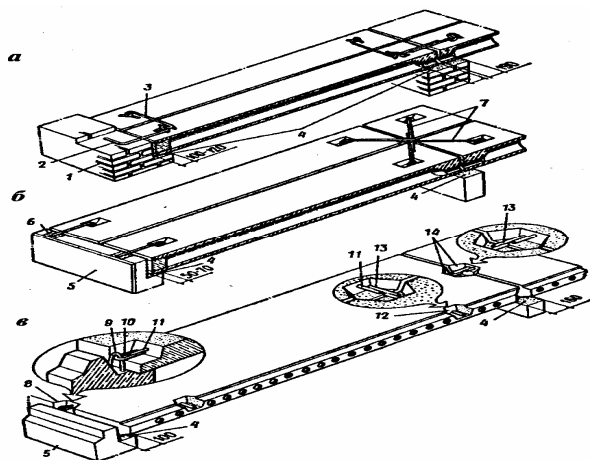


Рис. 3.29. Опирание сборных железобетонных плит:
а – многоспустных на кирпичные стены; б – то же на панельные стены; в – сплошных на панельные стены;
1 – наружная кирпичная стена; 2 – стальной анкер, заделываемый в стену; 3 – стальная накладка, связывающая смежные плиты; 4 – растворная прослойка; 5 – наружная панельная стена; 6 – закладная деталь; 7 – связи, обеспечивающие анкеровку плит на внутренней стене; 8 – подрезка при сопряжении с наружной стеной; 9 – монтажная петля стеновой панели; 10 – П-образная стальная связь; 11 – выпуск арматуры; 12 – подрезка на боковых гранях плиты; 13 – стержень, связывающий выпуски арматуры; 14 – подрезка при сопряжении внутренних стен

Монолитные перекрытия. Перекрытия, возводимые в опалубке на строительной площадке, называют *монолитными* (рис. 3.30). Простейшим видом монолитного железобетонного перекрытия является гладкая монолитная плита, которая применяется для пролетов не более 3 м и выполняется толщиной 70–80 мм в зависимости от нагрузки и величины пролета.

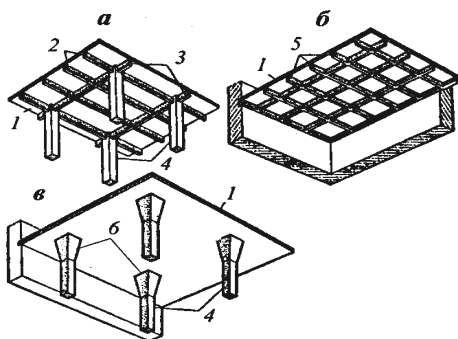


Рис. 3.30. Монолитные железобетонные перекрытия:
а – ребристое; *б* – кессонное; *в* – безбалочное; 1 – плита;
 2 – вспомогательные балки; 3 – главные балки (прогоны);
 4 – колонны; 5 – перекрестные балки; 6 – капители

Безбалочные монолитные железобетонные перекрытия представляют собой плиту толщиной 150–250 мм, опирающуюся непосредственно на колонны, в верхней части которых устроены утолщения, называемые капителями. Сетка колонн при безбалочном перекрытии принимается квадратной или близкой к квадрату с размером сторон 5–6 м.

При больших пролетах устраивают балочные перекрытия (ребристые и кессонные). Ребристые перекрытия состоят из главных и второстепенных балок. Если необходимо перекрыть помещение размером 8х18 м, устраивают балки пролетом 8 м с шагом 6 м. Эти балки называются *главными*. По ним через 1,5–2 м устраивают *второстепенные*, имеющие пролет 6 м. Поверху бетонируют плиту толщиной 60–100 мм.

Если высота главных и второстепенных балок принята одинаковой, то такой вид перекрытия называется кессонным. Углубления между балками называются *кессонами*.

Надподвальные, чердачные перекрытия, перекрытия в санитарных узлах. Несущими элементами надподвальных и чердачных перекрытий являются многопустотные или сплошные железобетонные плиты, уложенные на стены или ригели.

Чердачные перекрытия должны иметь слой утеплителя, уло-

женного по пароизоляции из одного или двух слоев пергамина или рубероида, наклеенного на мастику. В качестве утеплителя, толщина которого определяется по теплотехническому расчету, применяют плитные материалы (минераловатные плиты, пенополистирол, пенопласт). Поверх утеплителя устраивают защитный слой из раствора. При устройстве чердачных перекрытий по железобетонным балкам или ребристым плитам необходимо выполнить дополнительное утепление выступающих балок и ребер.

Перекрытия над подвалами отделяют отапливаемые помещения от подвалов и технических подпольев, также должны иметь теплоизоляционный слой, толщина которого принимается по расчету. Пароизоляционный слой располагают над утеплителем. Назначение пароизоляции – защитить утеплитель от водяного пара, проникающего из отапливаемых помещений, и образовавшегося конденсата (рис. 3.31).

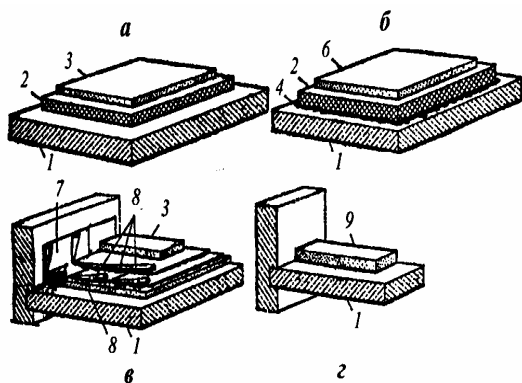


Рис. 3.31. Перекрытия:

- а* – надподвальное; *б* – чердачное; *в, г* – в санитарных узлах;
- 1* – несущая железобетонная плита; *2* – слой теплоизоляции;
- 3* – выравнивающая растворная стяжка (под полы);
- 4* – пароизоляция (окрасочная) из слоя битумной мастики;
- 5* – защитная стяжка из шлакоизвесткового раствора;
- 6* – выравнивающая растворная стяжка; *7* – полоска из гидроизоляционного материала; *8* – ковер рулонной гидроизоляции;
- 9* – гидроизоляционная стяжка из водонепроницаемого раствора

Перекрытия в санузлах и «мокрых» помещениях должны быть водонепроницаемыми. С этой целью в конструкцию перекрытия вводят гидроизоляционный слой. Его выполняют из 2–3 слоев рулонного материала. В местах примыкания к стенам его поднимают на 150–200 мм, сверху уложенную гидроизоляцию защищают выравнивающей стяжкой из цементно-песчаного раствора.

В табл. 3.3 приведены технико-экономические показатели перекрытий различных типов.

Таблица 3.3

Технико-экономические показатели 1 м² перекрытия

Конструкция перекрытия	Трудоемкость, чел.-дн.	Приведенная толщина изделия, см	Расход бетона, м ³	Расход стали, кг
Многослойное	0,07	12	0,12	6,1
Сплошное толщиной 160 мм	0,08	16	0,16	6
Сплошное толщиной 120 мм	0,08	12	0,12	5

Полы. Пол – многослойная конструкция, включающая следующие элементы: *покрытие* (чистый пол) – верхний слой пола, непосредственно подверженный эксплуатационным воздействиям; *подстилающий слой* (подготовка) – обеспечивает незыблемость чистого пола и распределяет нагрузки на основание; между подготовкой и чистым полом расположена *прослойка* – промежуточный соединительный слой между покрытием и стяжкой; *стяжка* – слой, служащий для выравнивания поверхности подстилающего слоя, а также для придания покрытию требуемого уклона [11].

Основанием для пола служат междуэтажные перекрытия или естественный грунт.

В полах по перекрытию подстилающий слой отсутствует. В конструкции полов может быть дополнительный слой – тепло- и звукоизоляционный.

В местах примыкания полов к стенам, столбам, перегородкам устраивают плинтусы.

Конструкции полов классифицируют *по месту устройства* – уложенные на перекрытие или на грунт (грунт может быть в подвалах или на первых этажах бесподвальных зданий); *по материалу покрытия* – деревянные, бетонные, керамические, из синтетического материала; *по виду покрытия* – сплошные (бесшовные), штучные, рулонные; *по конструкции подполья* – пустотные с вентилируемым зазором между основанием и чистым полом, беспустотные, не имеющие подпольного пространства.

В зависимости от назначения здания и характера функционального процесса, протекающего в помещениях, полы должны удовлетворять следующим требованиям: быть прочными, т. е. обладать хорошей сопротивляемостью внешним воздействиям (истиранию и ударам); быть нескользкими и бесшумными при ходьбе; обладать малым теплоусвоением; гигиеничными, т. е. легко поддаваться очистке; удобными в эксплуатации – не образующими пыли, легко ремонтироваться; декоративными – гармонично сочетаться с внутренней отделкой здания; промышленными – не требующими при возведении значительных затрат труда; экономичными – отличающимися наименьшей стоимостью, трудоемкостью, продолжительным сроком эксплуатации. В зависимости от назначения и характера помещения полы в мокрых помещениях должны быть водонепроницаемыми, а в пожароопасных помещениях – несгораемыми.

Деревянные полы. *Дощатые полы* укладывают по любому основанию. Их выполняют из шпунтованных досок толщиной 29 мм, прибиваемых к лагам. Лаги укладывают с шагом 400–500 мм по несущим элементам перекрытий с обязательной установкой упругих звукоизоляционных прокладок. При устройстве полов по грунту лаги укладывают на кирпичные столбики сечением 250х250 мм, располагаемые на расстоянии 800–1000 мм, высотой не менее 2 рядов кирпича. Могут быть и двухслойные дощатые полы, состоящие из черного пола в виде диагонально расположенного настила из нестроганных досок и чистого пола из строганных шпунтованных досок (рис. 3.32).

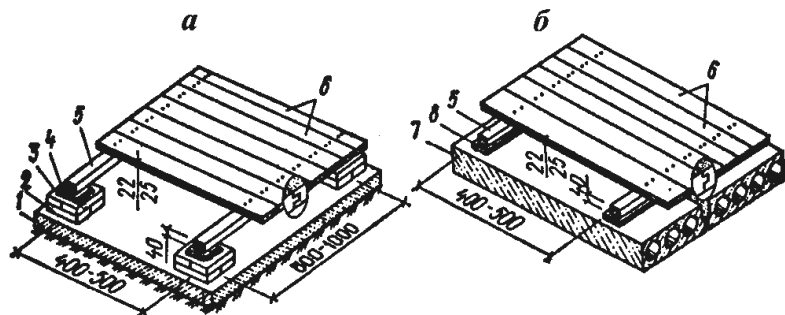


Рис. 3.32. Дощатые полы:

а – на грунте; *б* – на междуэтажном перекрытии;

1 – бетонная подготовка; 2 – кирпичный столбик;

3 – гидроизоляционная прокладка; 4 – выравнивающая подкладка;

5 – лага; 6 – шпунтованные доски; 7 – междуэтажное перекрытие;

8 – звукоизоляционная прокладка

Паркетные полы (штучные) устраивают из дубовой или буковой клепки (мелких дощечек), изготовленных на заводах (рис. 3.33, *а*). Их настилают по бетонному или дощатому основанию. При устройстве полов по дощатому настилу применяют шпунтованную клепку (с пазом и гребнем на боковых кромках), обеспечивающую плотное соединение клепок между собой. Клепки крепятся к настилу гвоздями, забиваемыми в пазы наискось. Между настилом и паркетом для предупреждения скрипа при ходьбе прокладывается строительный картон. Паркетные полы по бетонной подготовке делаются по заранее выполненной цементной стяжке, паркетные клепки наклеивают на мастику.

Полы из паркетных досок (рис. 3.33, *б*). Доски состоят из реечного щита, поверх которого наклеена паркетная клепка на водостойком клее. Паркетные доски укладывают на лаги, плотно сплачивая шпунтованные кромки и забивая гвозди в кромку паза реечного щита.

Продольные пропилы на тыльной стороне щита не допускают коробления паркетной доски и отслаивания наклеенной клепки.

Полы из щитового паркета (рис. 3.33, в). Щиты размером 400х400 мм имеют реечное основание с наклеенной паркетной клепкой. Щиты укладывают по лагам, прибивая их гвоздями.

Полы из мозаичного паркета (рис. 3.33, г). Мелкую паркетную клепку наклеивают лицевой стороной на плотную бумагу. Такие карты размером 400х400, 600х600 мм приклеивают к основанию битумной мастикой, затем с его лицевой стороны снимают бумажную основу.

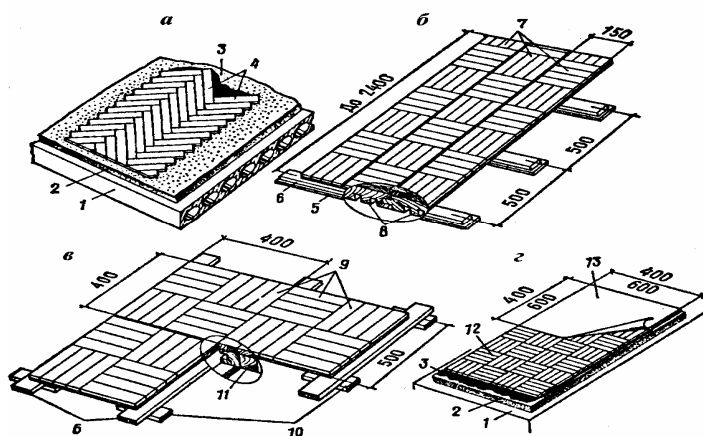


Рис. 3.33. Паркетные полы:

- а – штучные; б – паркетные доски; в – щитовые; г – мозаичные;
 1 – междуэтажное перекрытие; 2 – стяжка из поризованного раствора; 3 – битумная мастика; 4 – паркет, уложенный в «елку»;
 5 – звукоизоляционная прокладка; 6 – лага; 7 – паркетные доски;
 8 – продольные пропилы на тыльной стороне реечного основания;
 9 – паркетные щиты; 10 – подкладки в местах стыковки щитов;
 11 – реечное основание щита; 12 – карта мозаичного паркета;
 13 – бумага на поверхности карты

Полы из линолеума. Полы из линолеума (рис. 3.34) долговечны, эластичны, износостойки, гигиеничны. Их укладывают по ровному и сухому основанию из досок, твердых древесно-волоконистых и древесно-стружечных плит или по цементным

стяжкам. Приклеивают линолеум к основанию специальным клеем на основе синтетических, казеиновых или битумных смол.

В помещениях с длительным пребыванием людей устраивают «теплые» полы из линолеума с теплозвукоизолирующей подосновой. Перекрытия из безосновного линолеума или на тканевой подоснове должны иметь теплоизоляционную прослойку в основании.

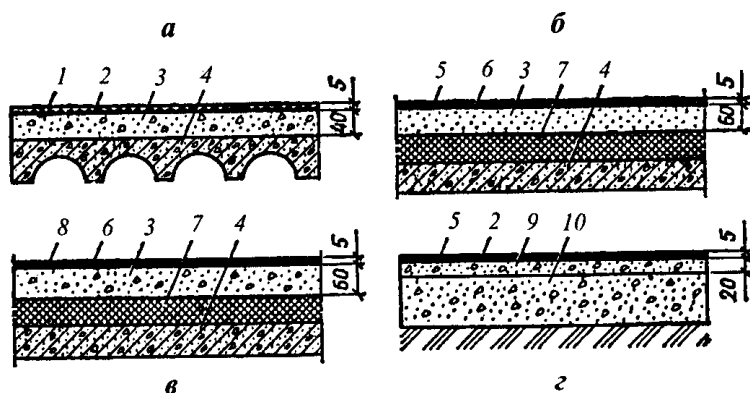


Рис. 3.34. Полы из линолеума:

а – «теплые» с теплозвукоизолирующей подосновой (на перекрытии); *б, в* – то же безосновные и на тканевой подоснове; *г* – «холодные» на тканевой подоснове (на грунте);

1 – линолеум с теплозвукоизолирующей подосновой;

2 – слой клея; *3* – стяжка из поризованного раствора;

4 – плита междуэтажного перекрытия; *5* – безосновный линолеум;

б – клеящая мастика; *7* – теплоизоляционная прослойка;

8 – линолеум на тканевой основе; *9* – стяжка из цементного раствора;

10 – бетонная подготовка

Кромки полотнищ линолеума стыкуют внахлестку и прорезают насквозь по линейке, получая аккуратный и незаметный в стыке шов. Стыки в местах примыкания к стенам закрывают плинтусом, а в дверных проемах специальным порошком.

Цементные полы. Цементные полы (рис. 3.35, *а*) выпол-

няют из цементного раствора состава 1:1 – 1:3, уложенного слоем 20–25 мм по бетонной подготовке. Такие полы недекоративны, холодны и укладываются только в нежилых помещениях.

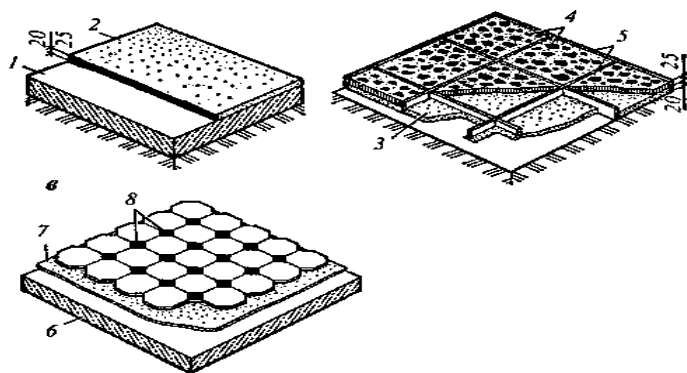


Рис. 3.35. Полы:

а – цементные; *б* – мозаичные; *в* – из керамической плитки;
1 – бетонная подготовка; 2 – покрытие из цементного раствора;
3 – нижний слой из бетона; 4 – отделочный слой; 5 – разделяющие
полоски; 6 – выравнивающая стяжка; 7 – растворная прослойка;
8 – плитка

Мозаичные полы (рис. 3.35, б). Нижний слой таких полов – цементная стяжка толщиной до 25 мм, а верхний (отделочный) слой – цветной цементный раствор и мраморная крошка толщиной до 25 мм. После затвердевания смеси поверхность шлифуют специальными машинами. При большой площади помещения в такие полы в процессе их устройства вставляют полоски стекла «на ребро» или латуни, разделяющие полы на отдельные квадраты, что предупреждает появление в них трещин. Такие полы декоративны, малоистираемы, водонепроницаемы, но холодны.

Полы из керамических плиток (рис. 3.35, в). Покрытие в таких полах выполняют из плитки толщиной 10 или 13 мм квадратной, прямоугольной, восьмиугольной формы. Плитку укладывают по бетонному основанию на цементную стяжку толщиной 10–20 мм. Применяются также покрытия из ковровой мозаики,

состоящие из мелких керамических плиток толщиной 6–8 мм размером 23х23, 28х28 мм. На строительную площадку эти покрытия чаще всего поступают картами 300х500, 500х800 мм, изготавливаемыми на заводе по заданному рисунку и наклеенными плитками лицевой стороной на листы плотной бумаги. После укладки таких карт на стяжку бумагой сверху, ее смачивают теплой водой и снимают, а швы между плитками заполняют жидким цементным раствором. Полы из керамической плитки устраивают в санузлах, вестибюлях, на лестничных площадках. Полы прочны, водоустойчивы, декоративны, но холодны.

В табл. 3.4 приведены технико-экономические показатели различных типов полов.

Таблица 3.4
Технико-экономические показатели 1 м² полов

Материал покрытия	Трудоемкость, чел.-дн.	Срок службы, лет
Деревянные:		
дощатые	0,29	40-50
штучный паркет (дубовый)	6,36	50
паркетные доски	0,21	40
паркетные щиты	0,28	40
Синтетические материалы:		
линолеум на тканевой основе (теплый)	0,17	15
мастичный (бесшовный)	0,18	10-15

3.6. Перегородки

Перегородки классифицируют *по назначению*: межкомнатные, межквартирные, для кухонь, для санузлов; *по функции*: глухие, с проемами для дверей и окон, неполные, т. е. не достигающие до потолка; *по конструкции*: сплошные, т. е. выполненные из однородного материала, каркасные – обшитые снаружи

листовым материалом; *по способу установки*: стационарные (с постоянным местоположением), трансформируемые (раздвигающиеся или перемещаемые); *в зависимости от материала и конструкции*: крупно-панельные, каменные (кирпичные, из керамических блоков), деревянные, из стеклоблоков, из стеклопрофилита, плитные.

Опорами для перегородок являются несущие элементы перекрытий (балки, плиты), а для перегородок, расположенных в первых этажах бесподвальных зданий и в подвальных этажах – кирпичные и бетонные столбики или бетонная подготовка. Опирающие перегородки на конструкции пола не допускаются.

В соответствии с назначением перегородки должны отвечать следующим требованиям: обладать малой массой и небольшой толщиной; иметь хорошие звукоизоляционные качества и необходимое сопротивление возгоранию; отвечать санитарно-гигиеническим качествам (быть гладкими, поддаваться очистке); быть индустриальными в устройстве, прочными и устойчивыми.

Крупнопанельные перегородки. Крупнопанельные перегородки выпускаются заводами размером на комнату с лицевыми поверхностями, подготовленными под окраску или оклейку обоями.

Гипсобетонные панели толщиной 80–100 мм армируют деревянными рейками 10х20 мм, которые укладывают сеткой с ячейками 400х400 мм (рис. 3.36). Внизу и по бокам рейки каркаса закрепляют двумя обвязочными брусками сечением 40х40 мм, а сверху – двумя брусками треугольного сечения. Нижняя обвязка после монтажа перегородки остается скрытой в конструкции пола, а верхняя – благодаря треугольному профилю в бетоне панели. Монтажные петли закреплены в нижнем опорном бруске.

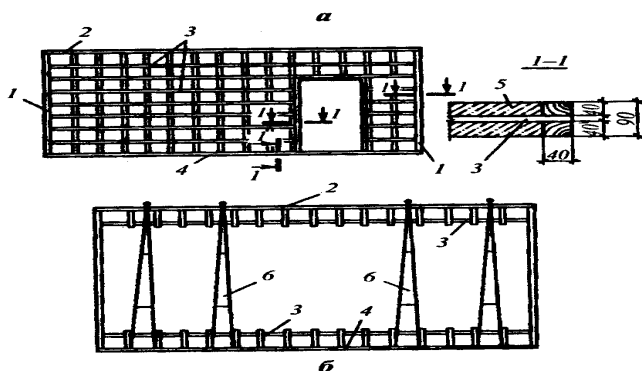


Рис. 3.36. Схема деревянных каркасов прокатных панелей-перегородок:

- а* – сплошной каркас; *б* – облегченный каркас;
 1 – вертикальная обвязка; 2 – верхняя обвязка;
 3 – рейки каркаса; 4 – нижняя обвязка;
 5 – гипсобетон; 6 – монтажные петли

При устройстве межквартирных перегородок устанавливают две панели с зазором 40–50 мм между ними, общая толщина составляет 140–160 мм.

Железобетонные панели, армированные стальной сеткой, изготавливаются размером на комнату толщиной 120–160 мм. В полно- сборных зданиях они совмещают функции внутренних несущих стен и перегородок.

Перегородки из мелкоразмерных элементов. *Перегородки из кирпича* (рис. 3.37, *а*) могут иметь толщину $\frac{1}{2}$ и $\frac{1}{4}$ кирпича. Перегородки толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича выполняются неармированными, если их размеры не превышают по высоте 3 м, по длине 5 м. При больших размерах их армируют пачечной сталью сечением 25х1,5 мм, укладываемой в горизонтальные швы через каждые 6 рядов кладки. Концы арматуры загибают и крепят к стенам гвоздями.

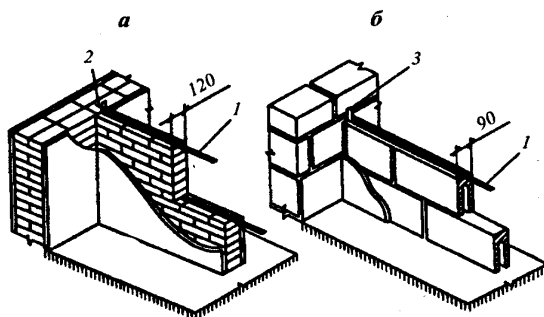


Рис. 3.37. Каменные перегородки:
1 – арматура; 2 – гвозди; 3 – отгиб

Перегородки толщиной $\frac{1}{4}$ кирпича для повышения устойчивости армируют горизонтально и вертикально устанавливаемой арматурой, которая образует сетку 525х525 мм. Для уменьшения массы таких перегородок их рекомендовано устраивать из дырчатого кирпича.

Перегородки из шлакобетонных камней (рис. 3.37, б) выполняют толщиной 90 и 190 мм, а из керамических – 120 мм. При значительной высоте и длине их армируют.

Перегородки из стеклянных блоков выкладывают без перевязки швов на цементном растворе с прокладкой в пазах между блоками стальных вертикальных и горизонтальных арматурных стержней. Стеклоблок имеет размер 194х194х98 мм (рис. 3.38, а).

Перегородки из стеклопрофилита (рис. 3.38, б) собирают из элементов различного профиля, имеющих высоту, равную высоте помещения. Профилитом называют крупноразмерные стеклянные элементы различного в поперечном сечении очертания. Эти элементы устанавливают между верхней и нижней стальными обвязками, и швы между профилями заделывают специальной мастикой.

Перегородки из стеклоблоков и стеклопрофилита влагонепроницаемы, имеют хороший вид, обладают высокой светопропускной способностью.

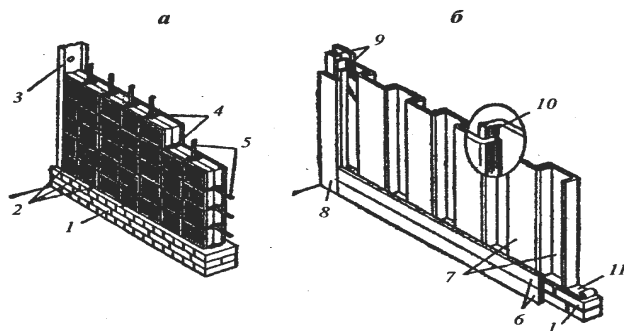


Рис. 3.38. Перегородки:

а – из стеклоблоков; *б* – из профильного стекла;

1 – кирпичный цоколь; *2* – стеклоблоки; *3* – стальная обвязка, закрепленная дюбелями; *4* – швы для раствора; *5* – арматура;
б – деревянная обшивка; *7* – профильное стекло швеллерного сечения; *8* – наличник; *9* – бруски обвязки; *10* – клеящая пленка;
11 – резиновая прокладка

Перегородки из гипсовых плит. Плиты изготовляют размером 800х400х80 мм с гладкими лицевыми поверхностями и полукруглыми пазами по контуру. Плиты ставят с перевязкой вертикальных швов и замоноличивают путем заливки всех каналов, образуемых пазами, жидким гипсовым раствором. В местах дверных проемов перегородки усиливают по верху проема ригелями. Коробки крепят к перегородкам гвоздями.

Перегородки из гипсоволокнистых плит размером 1200х2500х40 мм выполняют двухслойными с перекрытием вертикальных швов.

Перегородки из гипсокартонных листов. Такие перегородки на металлическом каркасе являются одной из легких конструкций перегородок. Каркас выполняют из гнутых профилей, изготовленных профилированием тонких оцинкованных листов на профилегибочных станках. Стойки каркаса устанавливают с шагом 600 мм по горизонтальным металлическим направляющим, предварительно пристрелянным дюбелями к потолку и перекрытию. Обшивка перегородок – гипсокартонные листы толщиной 14 мм. Для звукоизоляции

перегородок между стойками впритык укладывают плиты из минеральной ваты или стекловолокна, завернутые в полиэтиленовую пленку. Стыки между листами обшивок оформляют пластмассовыми или алюминиевыми нащельниками.

Деревянные перегородки. Каркасные перегородки (рис. 3.39) состоят из деревянного каркаса и заполнения. Каркас представляет собой ряд стоек, устанавливаемых через 0,5–1 м, которые обшивают с двух сторон досками толщиной 20–25 мм. Промежуток между досками заполняют рыхлым заполнителем (шлаком, керамзитом) и затем штукатурят. Кроме того, в качестве обшивки используют гипсокартонные листы, которые шурупами или гвоздями закрепляют к стойкам перегородки. Для повышения звукоизоляции полость между обшивками заполняют минераловатными плитами.

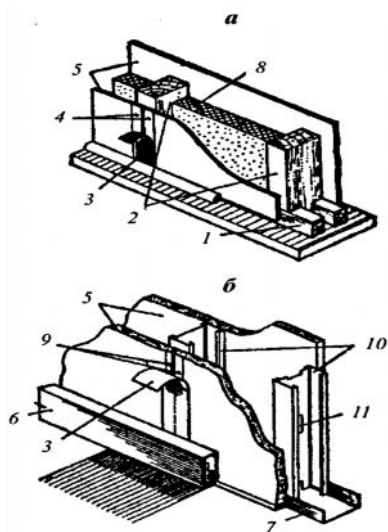


Рис. 3.39. Обшивные перегородки:
 а – с деревянным каркасом;
 б – с каркасом из тонких стальных профилей; 1 – нижние направляющие бруски; 2 – стойки; 3 – бумажная или тканевая лента; 4 – шурупы; 5 – гипсокартонные листы; 6 – минераловатная плита; 7 – нижние направляющие полосы; 8 – электротехнический плитус; 9 – самонарезающие винты; 10 – профилированные стойки; 11 – отверстие для скрытой проводки

Дощатые перегородки (рис. 3.40) устраивают из досок толщиной 50 мм, устанавливаемых на нижнюю обвязку, а верхние концы закрепляют треугольными брусками, прикрепленными к потолку. Затем перегородки оштукатуривают по дроби из-

вестково-гипсовым раствором толщиной 20 мм или обшивают гипсокартонными листами.

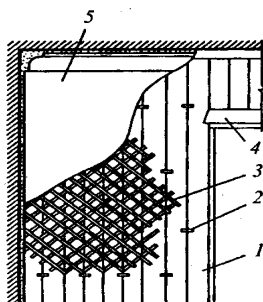


Рис. 3.40. Дощатая перегородка:

- 1 – доски толщиной 50 мм;
- 2 – шпонка; 3 – дрань;
- 4 – прогон над проемом;
- 5 – штукатурка

Столярные перегородки применяют для ограждения вспомогательных помещений. Их устраивают из глухих или остекленных сборных деревянных щитов, которые устанавливают на обвязку, укрепляемую к полу. Поверх щиты скрепляют верхней обвязкой или карнизными досками. Стыки закрывают нащельниками.

Шкафные перегородки (рис. 3.41) монтируют из стоек и щитов с помощью стяжных болтов и шурупов. Ширина перегородок (500 мм) позволяет использовать их для хранения одежды, обуви, книг.

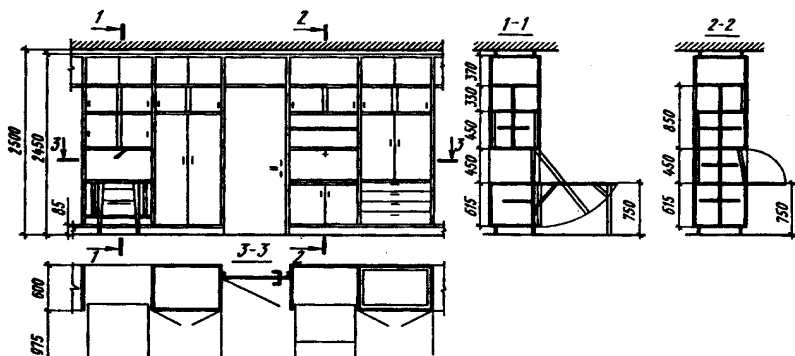


Рис. 3.41. Деревянная перегородка-шкаф

Складывающиеся щитовые перегородки состоят из набора створок, соединенных петлями. При движении подвесных роликов по верхней направляющей створки перегородки убираются «в гармошку».

Опирающие перегородки, их примыкание к стенам и потолкам. При устройстве перегородок необходимо учитывать следующие требования: их нельзя устанавливать на чистые полы или лаги; в местах примыкания пола к перегородке необходимо прокладывать звукоизолирующие прослойки из упругого материала; при сопряжении перегородок со стенами и между собой обеспечивать плотность швов, для чего необходимо проконопачивать зазоры и заделывать швы раствором; перегородки не доводят до потолка на 10–15 мм, зазор тщательно проконопачивают, а затем заделывают раствором на глубину 20–30 мм.

Крепление перегородки к потолку осуществляется специальной скобой, закладываемой в шов между панелями перекрытий, или помощью стальных пластин. Для этого в плите делают зарубки глубиной 10–15 мм, а сверху панелей-перегородок для пластин устраивают пазы глубиной 6–7 мм. Пластинки помещают в подготовленные для них пазы и верхним концом вводят в зарубку в плите перекрытия, а затем гвоздем или шурупом крепят к бруску верхней обвязки каркаса панели. С каждой стороны перегородки ставят по 2–3 пластинки.

Панели крепят к стенам с помощью скоб или ершей, забиваемых в заложенные в стену деревянные антисептированные вкладыши.

Панели-перегородки, примыкающие друг к другу, поверху скрепляют между собой стальными накладками (рис. 3.42).

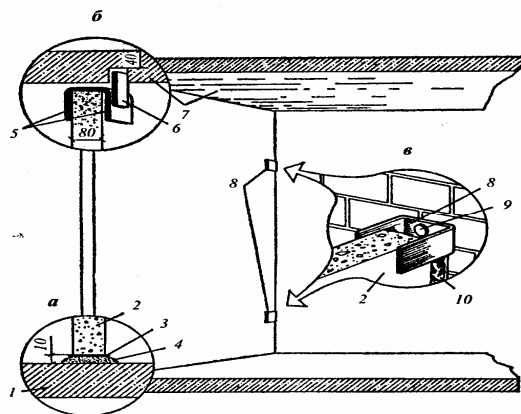


Рис. 3.42. Опираение перегородки на междуэтажное перекрытие (а); сопряжение перегородки с потолком (б); примыкание к стенам (в):

1, 7 – перекрытие; 2 – крупнопанельная перегородка; 3 – толь;
4 – раствор; 5 – скоба; 6 – анкер, приваренный к скобе;
8 – скобы, закрепляющие перегородку; 9 – дюбель;
10 – пакля, смоченная в гипсе

В табл. 3.5. приведена технико-экономическая оценка некоторых типов перегородок.

Таблица 3.5.
Технико-экономическая оценка перегородок

Конструкция перегородки	Затраты труда, чел.-ч	Масса, кг
Кирпичная толщиной 120 мм	1,7	300
Гипсобетонные плиты 80 мм	1,35	63
Гипсобетонная крупнопанельная	1,07	60
Каркасно-обшивочная с асбестоцементной стойкой	0,95	24

3.7. Окна и двери

Окна и витражи являются основными вертикальными конструкциями, служащими для обеспечения естественной освещенности помещений. Для жилых зданий, например, площадь окон должна быть в пределах от $\frac{1}{8}$ до $\frac{1}{5}$ от площади пола помещения. Конструкции остекления являются, кроме того, важным элементом, влияющим на внешний облик здания и на интерьер помещений.

Окна гражданских зданий отличаются многообразием форм и сложностью конструктивных решений. Их принято классифицировать по следующим признакам: *по назначению*: наружные, внутренние (над дверями, передаточные окна между смежными помещениями); *по количеству створок*: одно-, двух- и трехстворчатые; *по способу открывания створок*: с глухими или открывающимися переплетами, имеющими вертикальную или горизонтальную подвеску; *по устройству вентиляции*: через форточки, вентиляционные короба, имеющие снаружи жалюзийную решетку, а внутри – глухую дверцу, узкие вертикальные створки; *по числу рядов остекления*: с одинарным – применяются в южных районах или внутри помещения, с двойным – в районах умеренного климата, с тройным – на верхних этажах высотных зданий и в районах Севера; *по виду светопрозрачного материала*: из обычного стекла толщиной 2–6 мм, из специального стекла (солнцезащитного, светорассеивающего, декоративного), из профилированного стекла, из стеклоблоков; *по материалу конструкций окон*: деревянные, металлические, железобетонные, пластмассовые.

Необходимым требованием, которому должны удовлетворять окна, являются их теплозащитные свойства, что позволяет избежать необоснованных потерь тепла и обеспечить звукоизоляцию помещений.

Размеры окон унифицированы. Высоту окна обычно принимают на 1100–1300 мм меньше высоты этажа, а ширину одно-

створчатых – не менее 600 мм, двухстворчатых – 900, 1100, 1300 мм, трехстворчатых – 1600–1800 мм.

Оконные блоки состоят из оконных коробок, остекленных переплетов, подоконных досок.

Деревянные оконные блоки с раздельными переплетами. Оконная коробка представляет собой раму, к которой крепятся оконные переплеты (рис. 3.43). При значительных размерах окон для повышения их жесткости коробки могут иметь дополнительные внутренние бруски – *импосты*, которые располагают вертикально и горизонтально.

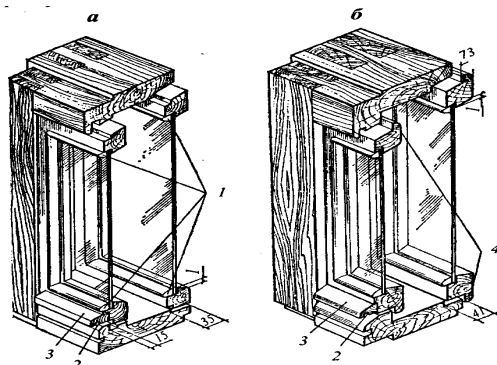


Рис. 3.43. Оконные блоки с раздельными переплетами:
а – обычные; б – с наплавом; 1 – штапик;
2 – желобок – капельник; 3 – отлив; 4 – наплав

Переплеты состоят из глухих или открывающихся створок, причем габариты наружных переплетов меньше внутренних, чтобы они могли свободно раскрываться внутрь помещения. Эту разность размеров называют *рассветом*, он составляет по 25–35 мм на каждую сторону.

Створки переплетов состоят из контурных брусков, обвязки и промежуточных элементов – «горбыльков» (средников) – узких промежуточных брусков, уменьшающих размер стекол. Со стороны помещения обвязкам и горбылькам придаются закругленные скосы, а с наружной стороны в них выбраны чет-

верти для вставки стекол – фальцы. Стекла ставят на замазку и закрепляют деревянными раскладками – штапиками. Другой способ крепления стекол при помощи стальных шпилек – более трудоемкий. В нижних брусках наружных створок и фрамуг предусмотрены отливы для отвода дождевой воды.

По форме сечения брусков обвязки различают переплеты *обычные* и с *наплавом*. Наплавом называется выступающий край обвязки, закрывающий щель между переплетом и коробкой, обеспечивающий непродуваемость окна.

Деревянные оконные блоки со спаренным переплетом. Оконный блок (рис. 3.44) со стянутыми вместе створками наружных и внутренних переплетов на оконной коробке называют *спаренным*. Створки переплетов между собой соединены стяжными винтами, их разъединяют лишь при протирке стекол и ремонте. В окнах, открывающихся внутрь, внутренний переплет навешивают на коробку, а наружный – на внутренний. Расстояние между стеклами 47 мм. Для предотвращения воздухопроницаемости притворов спаренные переплеты имеют наплав и прокладку по периметру створок из пористой резины. Проветривание обеспечивают форточки или фрамуги.

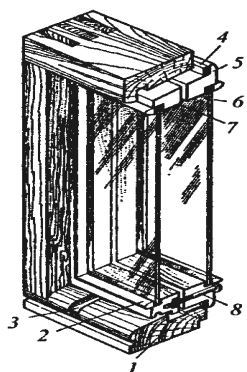


Рис. 3.44. Оконный блок со спаренным переплетом:

1 – оконная коробка; 2 – штапики для крепления стекол; 3 – прорезь для отвода конденсата; 4 – утепляющая прокладка; 5 – наплав; 6 – внутренний переплет; 7 – наружный переплет; 8 – стяжной винт

Конденсат, образующийся между оконными переплетами, собирается желобом нижней обвязки коробки и через прорезь выводится наружу.

Оконные блоки со спаренным переплетом экономичны по расходу древесины, но у них теплопотери больше, чем у блоков с раздельным переплетом.

Установка и закрепление оконных блоков. Оконные блоки, установленные в проемах каменных стен, защищают от гниения, покрывая коробку антисептиком и по периметру обкладывая слоем толя или рубероида (рис. 3.45). Откосы оштукатуривают снаружи и внутри. Коробки в стенах укрепляют ершами в швах кладки или гвоздями, которые забивают в специально устанавливаемые деревянные пробки. Зазор между коробкой и стеной проконопачивают паклей, смоченной в глиняном или гипсовом растворе. Покрывают оцинкованной сталью наружный водослив; устанавливают подоконную доску с небольшим наклоном вовнутрь помещения на слой гипсового раствора.

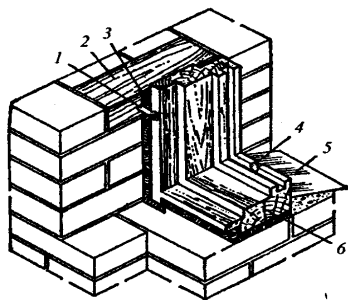


Рис. 3.45. Крепление оконных блоков в проемах каменных стен (переплеты и подоконная доска не показаны):
1 – ерш-костыль; 2 – антисептированный вкладыш; 3 – пакля; 4 – прорезь для отвода конденсата; 5 – наружный водослив из оцинкованной стали; 6 – оконная коробка

Оконные приборы предназначены для навески створок, их открывания, закрывания, а также для фиксации в заданном положении. Изготавливают оконные приборы из металла, пластмассы.

Конструкция витражей. Окна, заполняющие большие поверхности, а также светопрозрачные стены называются **витражами**.

Витражи применяют в общественных зданиях с целью максимально раскрыть внутреннее пространство и обогатить его светом.

Несущим элементом витражей является металлический каркас из нижней и верхней обвязок, стоек (импостов), ригелей (средников). Элементы каркаса выполняют из стальных профилей, уголков, швеллеров, двутавров, прямоугольных труб или из алюминиевых

профилей. Для остекления используют большеразмерное (3,5х4,5 м) витринное стекло толщиной до 8 мм, закрепляемое в переплетах или алюминиевых штапиках прокладками из морозостойкой резины.

Витражи устраивают встроенными и приставными. Наружное остекление может быть вертикальным и наклонным (не более 10–15 % от вертикали). Конструкции витражей должны удовлетворять требованиям достаточной теплоизоляции, воздухопроницаемости и прочности.

Двери – это подвижное ограждение в проеме стены или перегородки. Их расположение, количество и размер определяют с учетом числа людей, находящихся в помещениях, вида здания и др.

Двери состоят из коробок, представляющих собой рамы, укрепленные в дверных проемах стен, и полотен, навешиваемых на дверные коробки.

Двери подразделяют по следующим признакам: *по местоположению* в здании: наружные, внутренние, шкафные (у встроенных шкафов), служебные (в подвал, на чердак), парадные (при входе в здание); *по числу полотен*: однопольные, полуторазпольные (с двумя полотнами различной ширины), двупольные; *по характеру ограждения*: глухие, полуостекленные, остекленные; *по способу открывания*: открывающиеся в одну сторону, в обе стороны, раздвижные, складывающиеся, вращающиеся.

Для удобства эвакуации большинство дверей в гражданских зданиях открывается наружу, за исключением внутриквартирных и входных в квартиры.

Однопольные двери обычно принимают шириной 600, 700, 800, 900, 1100 мм, двупольные – 1200, 1400, 1800 мм. Высота дверей 2000, 2300 мм. Двери служебных и других специальных помещений, которые не являются эвакуационными (подвальные, шкафные), могут иметь высоту 1200, 1800 мм.

Дверные коробки имеют четверти глубиной 15 мм для навески полотен, ширина которых должна соответствовать толщине полотна.

Для внутренних дверей нижний брус обвязки обычно не делают.

Дверные коробки в проемах каменных стен защищают от гниения, крепят гвоздями или ершами, забиваемыми в специально устанавливаемые в конструкции проемов деревянные пробки. Коробка должна быть антисептирована и обита толем. Дверной блок

в проеме перегородки устанавливают заподлицо с одной из поверхностей ограждения. Затем его крепят к брускам, обрамляющим проем, или к деревянным вкладышам. Заделывают зазоры между коробкой и перегородкой, а стык закрывают наличником.

Конструкции дверных полотен. *Щитовые* полотна представляют собой сплошные или пустотелые щиты толщиной 30–40 мм. Сплошные щиты склеивают из деревянных реек или делают из древесно-стружечной плиты. Пустотелые щиты имеют каркасно-обшивную конструкцию. Снаружи дверные щиты облицовывают шпоном, фанерой или древесно-волокнуистой плитой (рис. 3.46).

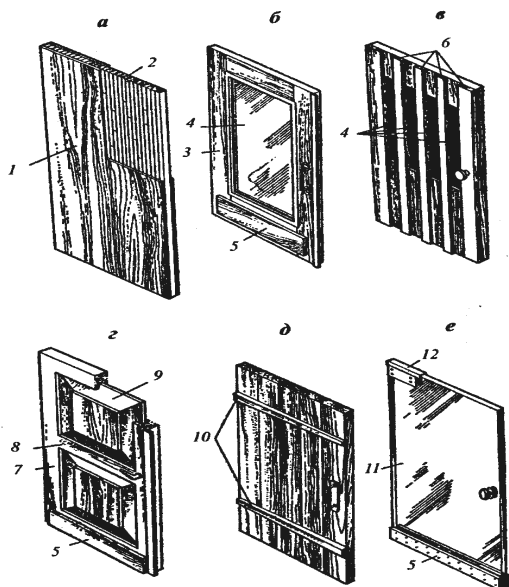


Рис. 3.46. Дверные полотна:

- а – щитовые; б – обвязочные; в – решетчатые; г – филенчатые;
 д – плотничные; е – из закаленного стекла; 1 – облицовка; 2 – реечный щит;
 3 – дощатая рама; 4 – стекло; 5 – нижняя отбойная планка;
 6 – вертикальные рейки; 7 – контурная обвязка; 8 – средник;
 9 – филенка; 10 – шпонки; 11 – стекло с полированной поверхностью;
 12 – подвесной шарнир

Обвязочные полотна имеют контурную обвязку, узкую сверху и с боков и широкую в нижней части. В обвязке по внутреннему обводу выбраны четверти, в которые на замазке или резиновых прокладках вставляют стекла толщиной 6 мм, укрепляемые штапиками.

Решетчатые полотна остеклены сверху продольными полосами и защищены вертикальными брусками. Такие полотна используют для входных дверей жилых домов.

Филенчатые полотна состоят из обвязок, расположенных по периметру полотна, срединков (промежуточных элементов) и заполнения между ними, называемого филенками. Филенки изготовляют из досок, фанеры, древесно-волоконистых плит, пластика. Применяются для парадных дверей общественных зданий.

Плотничные – выполняются в виде дощатого щита на планках. Их устраивают в подвальных помещениях, во временных зданиях.

Из закаленного стекла с полированной или узорчатой поверхностью. Такие полотна толщиной 10–15 мм выполняются без обвязки, предназначены для входных дверей общественных зданий.

Двери огнеопасных помещений, также двери и люки, ведущие в подвал, на чердак или на совмещенную крышу, по требованию пожарной безопасности выполняют из негорючих или трудногорючих материалов. Полотна таких дверей и люков с обеих сторон обивают асбестом или войлоком, смоченным в глине, и защищают листовой сталью. Поверхность дверных коробок также покрывают листовой сталью, но без прокладки войлока и асбеста.

Дверные приборы предназначены для навески полотен, открывания, закрывания и фиксации дверей в определенном положении. Их изготовляют из металла, пластмассы.

3.8. Крыши

Крыша состоит из двух конструктивных частей: несущей, называемой покрытием, и ограждающей – кровли. Несущие элементы крыши должны обеспечивать надежность ее работы в течение всего срока эксплуатации при восприятии различных видов силовых воз-

действий, из которых важнейшими являются: постоянные нагрузки от собственной массы и массы кровли; временные нагрузки от снега, ветра; нагрузки, возникающие при эксплуатации крыши [13].

Кровля, защищающая здание от атмосферных осадков, должна быть водонепроницаемой, стойкой к воздействию агрессивных химических веществ, содержащихся в атмосферном воздухе и выпадающих в виде осадков; не подвергаться короблению, растрескиванию, расплавлению; морозостойкой, долговечной, экономичной, индустриальной.

Область применения чердачных скатных крыш ограничивается в основном гражданскими зданиями малой и средней этажности. Применение таких крыш в зданиях выше пяти этажей не рекомендуется. Это связано с трудностями уборки снега, необходимостью отвода воды через внутренние водостоки.

Для обеспечения отвода осадков крыши устраивают с *уклоном*. Уклон зависит от материала кровли, климатических условий района строительства.

По формам и конструктивным схемам различают следующие *виды крыш*: скатные (одно-, двух-, многоскатные) с уклоном поверхности более 10°); пологоскатные (с уклоном $1-10^\circ$, обычно бесчердачные); плоские (в виде крыш-террас с уклоном до 2 %) для размещения на них спортплощадок, мест отдыха; чердачные, образующие между перекрытием верхнего этажа и крышей замкнутое пространство; совмещенные, объединяющие в единую конструкцию перекрытие верхнего этажа и кровлю; сборные железобетонные.

Скатные крыши и их конструкции. Крыши выполняют в виде наклонных плоскостей – *скатов*, покрытых кровлей из водонепроницаемого материала.

В чердачных крышах образуемое между несущей и ограждающей частями покрытия помещение (чердак) используют для размещения различных устройств инженерного оборудования (труб центрального отопления, машинного отделения лифтов). Для входа на чердак устраивают лестницы, двери или входные люки. Высота чердака принимается не менее 1,6 м (для прохода

по нему людей). Для освещения и проветривания чердака в крыше устраивают чердачные окна.

Формы скатов крыши (рис. 3.47) зависят от формы здания в плане и архитектурных особенностей. Уклон крыши выражают в градусах наклона ската к условной горизонтальной плоскости через тангенс этого угла в виде дроби или в процентах.

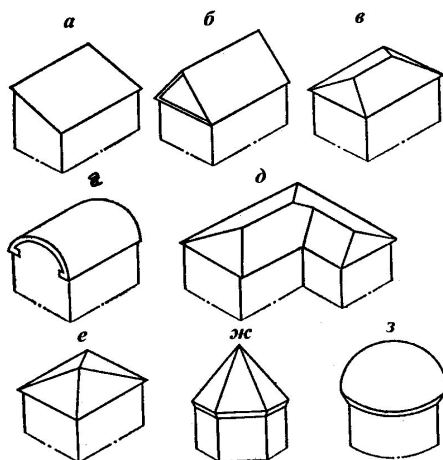


Рис. 3.47. Формы скатных крыш:

а – односкатная; *б* – двускатная; *в* – четырехскатная;
г – сводчатая; *д* – многоскатная; *е* – шатровая;
ж – пирамидальная; *з* – купольная

В зданиях небольшой ширины нередко устраивают односкатные крыши. *Скат* – наклонные плоскости крыши. Крышу здания со стоком воды на две противоположные стороны называют *двускатной* (рис. 3.48). Пересечение смежных скатов, образующее выступающий угол, называют *ребром*, верхнее горизонтальное ребро – *коньком*.

Пересечение скатов, образующее западающий угол, обеспечивающий сток воды, называют *ендова*, *разжелобок*. Верхнюю часть ската называют *спуском*, нижнюю кромку ската –

обрезом кровли. Треугольный скат – *вальма*. Если скат срезает не весь торец двускатной крыши, а только верхнюю или нижнюю ее часть, то неполный торцовый скат называют *полувальмой*, а крышу – полувальмовой. *Фронтоном* называют верхнюю треугольную часть наружной стены, ограждающую чердак. Если стена дома завершается карнизом, окаймляющим все здание по периметру, то карниз отделяет треугольный участок стены – *тимпан фронтона*. В XVIII–XIX вв. тимпаны украшали скульптурными барельефами или росписью. Выступающая часть стены над поверхностью скатов называется *щипцом*.

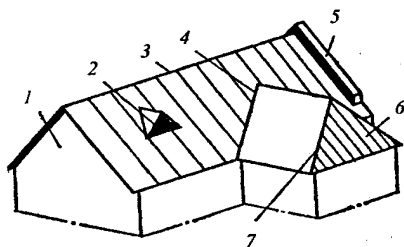


Рис. 3.48. Элементы многоскатной крыши:

1 – фронтон; 2 – слуховое окно; 3 – конек; 4 – ендова; 5 – щипец;
6 – вальма; 7 – ребро

Для предотвращения подтаивания снега на крыше под влиянием теплоты, проникающей снизу через кровлю, образования наледей необходимо произвести теплотехнический расчет чердачного перекрытия и обеспечить его надлежащее утепление. Одновременно необходимо устройство под утеплителем пароизоляционного слоя и обеспечение интенсивного проветривания чердака.

Скат крыши малоэтажного здания можно устраивать со свободным стоком воды по периметру свесов крыши. В зданиях высотой 3–5 этажей вода отводится с крыши по наружным водосточным трубам, что исключает замачивание стен. В зданиях высотой более 5 этажей устраивают плоские крыши с внутренним водостоком.

Несущими конструкциями скатных крыш являются наслонные стропила или стропильные фермы, по которым выпол-

няют обрешетку, являющуюся основанием для кровли. Наслонные стропила устраивают в зданиях при пролетах между опорами не более 6 м. Стропильные фермы применяют при больших пролетах, а также при отсутствии промежуточных опор.

Наслонными называют стропила, основные элементы которых – *стропильные ноги* имеют не менее двух опор (рис. 3.49).

Стропильные ноги опираются на *мауэрлаты* (подстропильные брусья) – горизонтальные элементы, уложенные по наружным стенам здания и предназначенные для восприятия нагрузки от концов стропильных ног. Назначение мауэрлата – равномерно распределять давление от стропил на каменную кладку. При пролете более 5 м стропильные ноги необходимо дополнительно поддерживать *подкосами*. На внутренние опоры укладывают лежни или прогоны, по которым через 5–6 м друг от друга устанавливают *стойки* – вертикальные элементы, поддерживающие коньковый прогон. Стойки и прогоны образуют опорные рамы под стропила. Нередко для повышения жесткости и уменьшения сечения прогонов под ними ставят подкосы. Для той же цели применяют затяжки-ригели, связывающие стропильные ноги между собой.

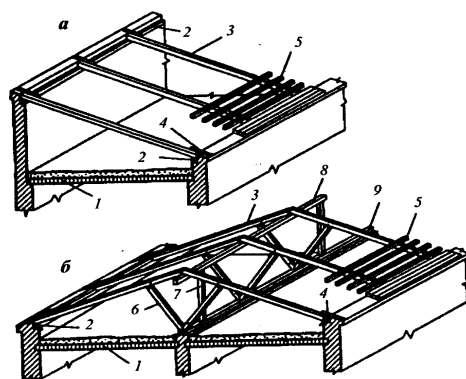


Рис. 3.49. Крыши из наслонных стропил:

- 1 – чердачное перекрытие; 2 – мауэрлат; 3 – стропильная нога;
4 – кобылка; 5 – обрешетка; 6 – подкос; 7 – стойка;
8 – прогон; 9 – лежень

Нижние концы стропил обычно не выходят за пределы мауэрлата. Для крепления обрешетки в уровне карниза к стропильным ногам прибивают короткие доски толщиной 40 мм, называемые *кобылками*. Над карнизом и в коньковой части крыши обрешетку устраивают сплошной, на других участках – разреженной.

В местах пересечения скатов устанавливают *диагональные (накосные) ноги*, на них опирают укороченные стропила – *нарожники*.

Наслонные стропила выполняют из брусев или досок. Сопряжение элементов осуществляется с помощью врубок, усиленных болтами, скобами, гвоздями. Концы стропильных ног (через одну) закрепляют проволоочной скруткой к чердачному перекрытию или к костылям, забитым в кирпичную стену. Это предохраняет крышу от возможного срыва при сильных ветрах.

Более индустриальными являются *сборные дощатые стропила* из укрупненных элементов заводского изготовления. Они состоят из опорных ферм, устанавливаемых наклонно и выполняющих роль опор, стропильных щитов, коньковых фермочек (рис. 3.50).

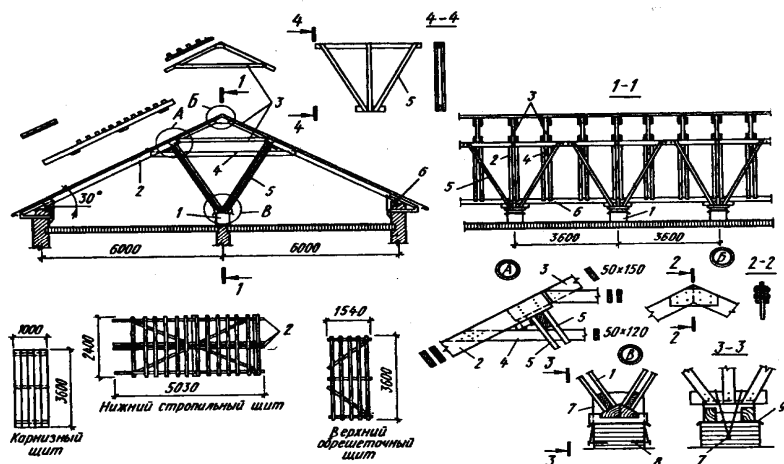


Рис. 3.50. Деревянные стропила индустриального типа:

1 – кирпичные или бетонные столбики; 2 – ноги стропильного щита; 3 – коньковые фермочки; 4 – схватка; 5 – опорные фермы; 6 – мауэрлат; 7 – проволоочная скрутка; 8 – ерши; 9 – два слоя толя

Опорные фермы устанавливают на деревянные прокладки, уложенные по кирпичным или бетонным столбикам, и крепят к ним скрутками из проволоки. Стропильные щиты состоят из стропильных ног, связанных сверху обрешеткой, а снизу – диагональными связями. Нижними концами щиты опираются на мауэрлат, а верхними – на опорные фермы. Затем устанавливают коньковые фермочки, концы которых входят в зазор между досками стропильных ног и крепятся к ним гвоздями. По коньковым фермочкам укладывают верхние обрешеточные щиты.

Если в зданиях, имеющих значительную ширину, внутренние опоры отсутствуют и устройство наслонных стропил невозможно, применяются *стропильные фермы*, опирающиеся только на две точки. Стропильные фермы могут быть деревянными, металлодеревянными, стальными, железобетонными, треугольной, полигональной и сегментной форм.

Стропильной фермой называют такую несущую конструкцию крыши, которая состоит из системы стержней, расположенных в одной плоскости и соединенных по концам. Места соединения стержней называют узлами ферм, а расстояние между соседними узлами – панелью. Стержни, определяющие геометрическое очертание фермы, образуют ее верхний и нижний пояса, а соединяющие пояса стойки и раскосы, – решетку фермы.

В зависимости от перекрываемого пролета деревянные стропильные фермы (*висячие стропила*) могут иметь различные конструктивные схемы (рис. 3.51). Нижний пояс висячих стропил (затяжка) работает на растяжение, воспринимая распор от стропильных ног. Для уменьшения провисания затяжки в фермах пролетом более 8 м устраивают подвески, а для уменьшения прогиба стропильных ног – раскосы, врубаемые в подвеску. Подвеска воспринимает усилия растяжения. По верхнему поясу ферм укладывают прогоны, а к нижнему крепят подвесное чердачное перекрытие на стальных подвесках. Часто в деревянных фермах элементы, работающие на растяжение, выполняются из стальных стержней. Такие фермы называют металлодеревянными.

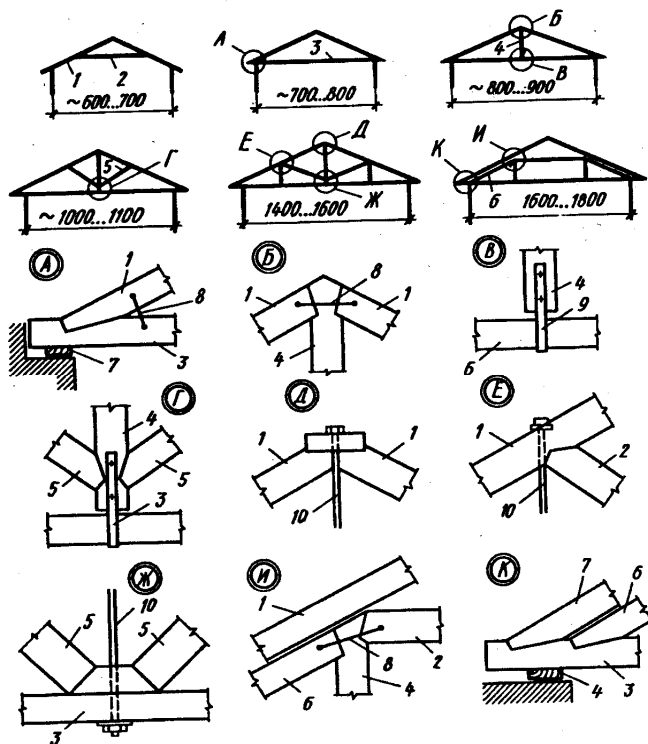


Рис. 3.51. Схемы деревянных и металлодеревянных ферм (висячих стропил) и детали узлов:

- 1 – стропильная нога; 2 – ригель; 3 – затяжка; 4 – бабка;
5 – подкос; 6 – нарожник; 7 – мауэрлат; 8 – скоба;
9 – хомут; 10 – подвеска в металлодеревянных фермах

Стальные и железобетонные фермы применяют преимущественно в гражданских зданиях больших пролетов. Их изготовляют из прокатных профилей стали – уголков. Соединение элементов стальных стропильных ферм производят в узлах с помощью сварки, для чего между уголками поясов и обрешетки ставят стальные фасонки толщиной 10–12 мм.

Кровли. Различают следующие виды кровель: листовые (из кровельной стали, асбестоцемента); плиточные (из черепицы, кровельной дрени); рулонные (из рубемаста, бикроста, изола и т. д.); мастичные; безрулонные из железобетонных плит, покрытых слоем гидроизоляционной мастики (6–8 мм) (рис. 3.52).

Кровли должны быть водонепроницаемы, долговечны, огнестойки, экономичны при устройстве и эксплуатации [13].

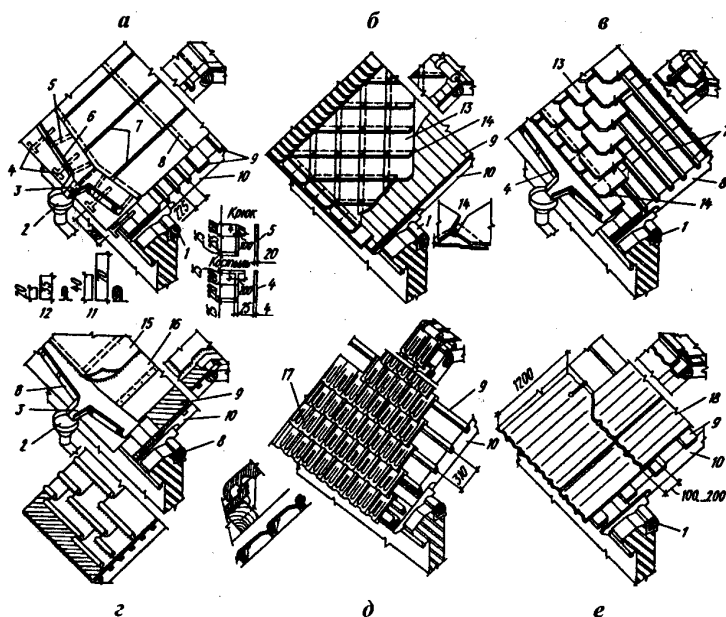


Рис. 3.52. Кровли скатных крыш:

- а – из кровельной стали; б, в – из плоской асбестоцементной плитки;
 г – рулонная; д – черепичная; е – из волнистых асбестоцементной
 листов; 1 – мауэрлат; 2 – водосточная воронка; 3 – желоб;
 4 – костыли; 5 – крюк; 6 – настенные желоба; 7 – стоячий фальц;
 8 – лежащий фальц; 9 – обрешетка; 10 – стропильные ноги;
 11 – двойной стоячий фальц; 12 – одинарный стоячий фальц;
 13 – асбестоцементные листы; 14 – крепежная деталь;
 15 – рубероид; 16 – пергамин; 17 – черепица;
 18 – листы асбестоцемента

Стальные кровли устраивают из листовой оцинкованной или неоцинкованной стали. Они легкие, имеют сравнительно небольшой уклон (18–24 %), но дороги в эксплуатации. Основанием под кровлю служит обрешетка из брусков 50х50 мм или досок, прибиваемых к стропилам на расстоянии 225 мм друг от друга. Кровельные листы соединяют в картины из 2–3 листов. Соединение листов и картин производят фальцами. По горизонтальным сторонам листы и картины соединяют лежащим горизонтальным фальцем. Для соединения картин с соседними длинными стороны листов отгибают, а затем соединяют одинарным или двойным фальцем, образующим вертикальный гребень, параллельный направлению стока воды. К обрешетке картины крепят с помощью кляммер – полосок из кровельной стали, прибиваемых к обрешетке.

Кровли из волнистых асбестоцементных листов – долговечны и просты в устройстве. Листы выпускаются размером 1,2х0,68 м, толщиной 5,5 мм. Их укладывают при уклонах ската 18–30° по разреженной обрешетке из брусков сечением 50х50 мм, прибиваемых через 370 мм с тем, чтобы горизонтальные стыки листов располагались на середине обрешетины. Укладку ведут горизонтальными рядами (от карниза к коньку) с напуском до 120–140 мм. Смежные листы в горизонтальных рядах стыкуют внахлестку с напуском на одну волну. Закрепляют уложенные листы гвоздями или шурупами с установкой под головку шайбы упругих прокладок из рубероида и стальных оцинкованных шайб. Конек и ребра крыши покрываются фигурными листами – шаблонами, а ендовы – оцинкованной кровельной сталью.

Кровлю из рулонных материалов устраивают по дощатому или бетонному основанию. Дощатое основание делают двухслойным в виде сплошного защитного настила толщиной 19–25 мм из узких досок (50–70 мм) влажностью не более 20 % и разреженного рабочего настила из досок толщиной 25–35 мм, прибиваемых к стропильным ногам параллельно коньку. Доски защитного слоя под углом 45° прибивают к рабочему настилу, образуя малодеформируемое основание, на котором устраивают двух- или трехслойный гидроизоляционный ковер. Количество слоев рулонного ковра зависит от уклона кровли и вида гидро-

изоляционного материала. Чем больше уклон, тем меньше количество слоев. Полотнища гидроизоляционного материала наклеивают на мастику с напуском последующих на предыдущие не менее 100 мм. Полотнища при малых уклонах укладывают параллельно обрезу кровли, при уклонах более 15 % – перпендикулярно ему.

Мастичная кровля. На подготовленное основание по слою грунтовки расстилают полотнища стеклохолста перпендикулярно стоку воды с напуском кромок не меньше 100 мм. Холодная битумная мастика, пропитывая полотнища, приклеивает их к основанию. Затем по слою мастики укладывают еще два слоя стеклохолста во взаимно перпендикулярных направлениях. Защитным слоем мастичных кровель является слой гравия, втопленного в битумную мастику, или окраска алюмокеросиновой суспензией светлого тона, снижающей тепловое воздействие солнечной радиации.

Кровля из черепицы долговечна, негорюча, имеет красивый внешний вид. Ее недостаток – большой вес. Область применения этой кровли ограничена допустимым уклоном – не менее 30–45°. Наиболее распространены три вида черепицы: пазовая (ленточная и штампованная), плоская ленточная. Обрешетку выполняют из брусков сечением 50х50 мм. Расстояние между брусками зависит от размеров и формы черепицы. Штампованная черепица имеет пазы и гребни по краям, обеспечивающие водонепроницаемость сопряжений, удерживается на обрешетке *шпалами* и дополнительно привязывается через *проушину* мягкой проволокой к гвоздям, вбиваемым в обрешетины. Конек и ребра скатов покрываются черепицей специального шаблона, а ендовы – оцинкованной сталью. Со стороны чердака швы между черепицами промазывают раствором с добавкой в него волокнистых материалов. При организованном водоотводе с крыш желоба делают подвесными. Для подвески стрелянок, необходимых на случай ремонта кровли, в коньке предусматривают специальные крючья.

Пазовая ленточная черепица имеет пазы только по краям, которые перекрывают только боковые швы.

Плоская ленточная черепица проще по своей конструкции, чем пазовая. С нижней стороны она имеет только один выступ –

шип, которым цепляется за бруски обрешетки. При укладке плоской черепицы особое внимание следует обращать на то, чтобы каждый шов между двумя черепицами находился над серединой плоскости нижележащей черепицы.

Водоотвод со скатных крыш может быть наружным неорганизованным (свободным) со стоком воды по всему периметру стен непосредственно с обреза кровли. Его устройство допускается для малоэтажных зданий. Свес карниза должен быть не менее 550 мм; организованным, с отводом воды через желоба и водосточные трубы. Их диаметр определяют из расчета 1 см^2 сечения трубы на 1 м^2 кровли на расстоянии 18–20 м друг от друга. Трубы крепят к стене с помощью костылей. Отмет водосточной трубы располагается выше отмостки на 200 мм. Устройство наружного водоотвода ограничено высотой до 5 этажей.

Слуховые окна предназначены для выхода на крышу, проветривания и освещения чердака. Их выполняют полукруглой, треугольной, прямоугольной формы. Освещение осуществляется через остекленную створку переплета размером не менее 0,6х0,8 м. Для проветривания служат деревянные жалюзийные решетки, располагаемые смежно с остекленной створкой слухового окна.

Ограждения устраивают на крышах зданий высотой более 10 м и при уклонах более 18° – высотой не менее 0,6 м, что обеспечивает безопасность работ при ремонте кровли и очистке ее от снега. Ограждения выполняют из круглой или полосовой стали в виде сварных решеток, укрепляемых на стальных стойках с подкосами или на кирпичных парапетных столбиках. Стальные стойки и подкосы устанавливают поверх кровли и прибивают глухарями к обрешетке крыши. Под лапки стоек и подкосов для гидроизоляции ставят прокладки из листовой резины или двух слоев мешковины, пропитанной густотертым железным суриком.

Совмещенная крыша. Совмещенными (рис. 3.53) называют пологие бесчердачные крыши, которые одновременно выполняют функцию верхнего перекрытия и крыши.

Различают два основных типа совмещенных крыш: неветилируемые и вентилируемые.

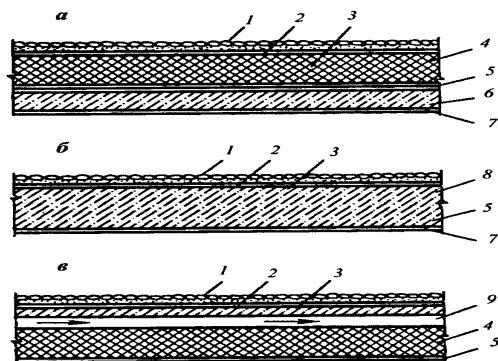


Рис. 3.53. Принципиальные конструктивные схемы совмещенных крыш:

- 1 – защитный слой; 2 – рулонный ковер; 3 – стяжка (из раствора или сборных железобетонных плит);
 4 – теплоизоляция; 5 – пароизоляция; 6 – несущая конструкция;
 7 – отделочный слой; 8 – теплоизоляционный слой;
 9 – воздушная прослойка

Невентилируемые совмещенные крыши допускаются в районах с расчетной зимней температурой воздуха не ниже -30° . Их конструкция следующая: по железобетонной плите устраивают пароизоляцию из одного или двух слоев рубероида на битумной мастике (может быть и обмазочная из слоя битума) для защиты вышерасположенного теплоизоляционного слоя от увлажнения водяными парами, проникающими из помещения через плиту. Толщина утеплителя из ячеистых бетонов, пенополистирола, пенополиуретана, стекловаты, шлака, керамзита и других определяется расчетом. По утеплителю устраивают выравнивающую цементную стяжку толщиной 15–20 мм, а при сыпучем утеплителе ее принимают толщиной 25–30 мм и армируют сеткой из проволоки диаметром 2–3 мм с размером ячеек 200–300 мм. По стяжке устраивают кровлю рулонную или мастичную и защитный слой из гравия толщиной 5–10 мм, втопленного в битумную мастику.

Вентилируемые покрытия отличаются от невентилируемых тем, что поверх теплоизоляции устраивают воздушную прослойку

(зазор), а вместо стяжки укладывают тонкие железобетонные плиты. Воздушная прослойка содействует удалению излишней влаги из утеплителя, сохраняя его теплозащитные свойства.

Крыши раздельной конструкции. Крыши чердачного типа из сборных железобетонных элементов называют *раздельными*.

Высота чердака таких крыш составляет не менее 1,6 м, в пониженных местах (у карниза или под водосборным лотком) – до 1,2 м.

По виду чердака и кровли крыши раздельных конструкций могут быть:

– с *холодным чердаком* и рулонной или мастичной кровлей (рис. 3.54).

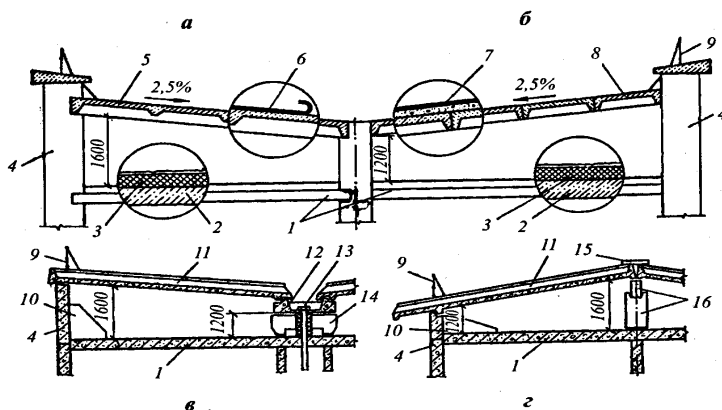


Рис. 3.54. Конструктивные схемы железобетонных крыш с холодным чердаком:

- а – с рулонной кровлей; б – с мастичной кровлей; в – с безрулонной кровлей (с внутренним водоотводом); г – то же с наружным водоотводом;
- 1 – утепленное чердачное перекрытие; 2 – железобетонная плита;
- 3 – утеплитель; 4 – стены чердака; 5 – кровельные ребристые плиты, опертые на поперечные стены здания; 6 – четырехслойный рулонный ковер; 7 – мастичная кровля по выравнивающей стяжке;
- 8 – ребристые плиты, опертые на поперечные стены здания;
- 9 – ограждение; 10 – треугольный анкерный элемент;
- 11 – кровельная ребристая плита; 12 – водосборный лоток;
- 13 – водоприемная воронка; 14 – элемент, поддерживающий лоток;
- 15 – железобетонный нащельник; 16 – опорная балка со столбиком

Чердачное перекрытие таких крыш – утепленное. Кровельное покрытие – холодное из ребристых или плоских плит, опертых на наружные или внутренние поперечные стены. Кровля устраивается по выравнивающей цементной стяжке. Для вентиляции чердака в стенах предусмотрены продухи;

– *с холодным чердаком и безрулонной кровлей*. Такие крыши устраивают с наружным или внутренним водостоком. Чердачное перекрытие – утепленное. Кровля – из ребристых плит и водосборных лотков, изготавливаемых из водонепроницаемого бетона. Их наружная поверхность покрыта в заводских условиях слоем гидроизоляционной мастики;

– *с теплым чердаком и рулонной или безрулонной кровлей* (рис. 3.55). Чердачное перекрытие из сборных железобетонных плит (без утеплителя). Стены чердака такой же конструкции, как и наружные. Кровельное покрытие – утепленное.

Чердачное пространство крыши с теплым чердаком представляет собой сборную вентиляционную камеру статического давления, в которую открываются все вентиляционные каналы жилых помещений, воздух из которых удаляется через общую вытяжную шахту. Преимуществами крыши с теплым чердаком являются: повышение надежности кровли за счет упрощения конструкции покрытия; снижение теплотерь верхнего этажа; доступность для осмотра и ремонта.

При рулонной кровле крыши раздельной конструкции выполняют из плоских керамзитобетонных плит или из утепленных (трехслойных) ребристых плит с рулонным ковром; при безрулонной кровле – из ребристых плит и водосборных лотков, у которых ребра и верхний кровельный слой толщиной 50 мм изготовлены из плотного водонепроницаемого бетона, а нижняя часть (теплоизоляция) – из керамзитобетона. Наружная поверхность плит и лотков покрывается гидроизоляционной мастикой.

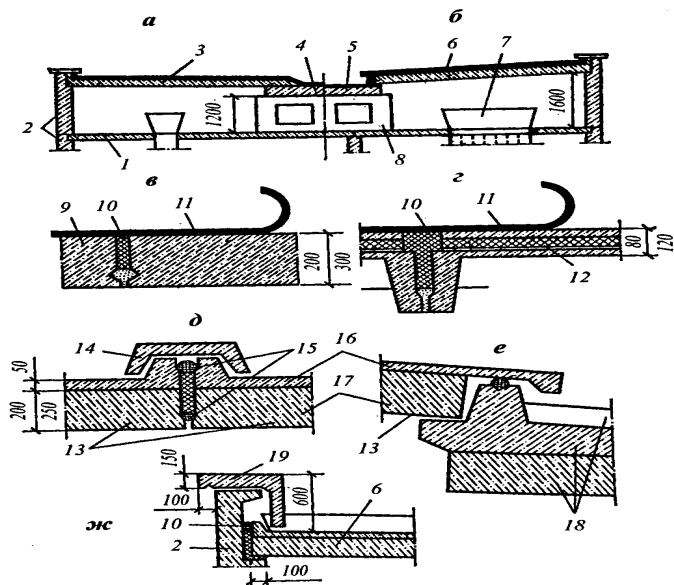


Рис. 3.55. Железобетонные крыши с теплым чердаком:

а – с рулонной кровлей по плоским плитам; б – с безрулонными покрытиями из ребристых двухслойных плит; в – укладка кровли по керамзитобетонным плоским плитам; г – то же по трехслойным ребристым плитам; д – стык плит безрулонной кровли; е – опирание плиты безрулонной кровли на водосборный лоток; ж – то же на наружную стену; 1 – чердачное перекрытие (неутепленное); 2 – утепленные наружные стены; 3 – утепленное покрытие с рулонной кровлей; 4 – водосборный лоток с рулонной кровлей; 5 – то же безрулонной кровли; 6 – безрулонное утепленное покрытие; 7 – оголовок вентиляционной шахты; 8 – опорная панель; 9 – керамзитобетонная плита; 10 – стык с теплоизолирующим вкладышем; 11 – кровля из наплавляемого материала; 12 – трехслойная панель; 13 – двухслойная кровельная плита; 14 – бетонный нащельник; 15 – стык, заполненный утепленными герметизирующими материалами; 16 – слой плотного бетона; 17 – керамзитобетон; 18 – двухслойный водосборный лоток; 19 – бетонный Г-образный элемент

Эксплуатируемые крыши. Эксплуатируемые крыши устраивают над теплыми и холодными чердачными крышами, над техническими этажами, реже и над совмещенными крышами. Последний вариант применяют в зданиях с террасными уступами. Пол крыш-террас проектируют плоским или с уклоном не более 1,5 %, а поверхность кровли под ним – с уклоном не менее 3 %. Для кровли принимают наиболее долговечные материалы. На поверхность кровельного ковра наносят слой горячей мастики, антисептированной гербицидами. Они защищают ковер от прорастания корней растений от семян и спор, заносимых на крышу ветром. Пол крыши-террасы выполняют из каменных или бетонных плит. Плиты пола свободно укладывают по выравнивающему и дренирующему слою гравия, устроенному поверх кровли. Иногда во избежание увеличения нагрузки на покрытие пол крыши-террасы устраивают без дренирующего слоя. В этих случаях плиты пола укладывают на специальные бетонные подкладки, установленные на крыше по маякам.

Расширяется применение нового типа эксплуатируемой крыши – «зеленой крыши», с верхним грунтовым слоем, покрытием дерном или мелким кустарником. Конструкция «зеленой крыши» многослойна, трудоемка и массивна, однако становится все более популярной в связи с ее экологическими и теплоэкономическими преимуществами. В число слоев такой крыши входят (сверху вниз): дерн, грунтовой слой, слой фильтрующей ткани, гравийный дренажный слой, нанесенный на мастичный или двойной пленочный, пропитанный гербицидами, слой скольжения, рулонный гидроизоляционный ковер, выравнивающая стяжка, утеплитель, пароизоляционный слой, несущая конструкция перекрытия.

Водоотвод с плоских крыш. Выход на крышу. Водоотвод с плоских крыш может быть *неорганизованный* – со стоком воды с обреза кровли; *наружный организованный* с уклоном крыши в сторону наружных стен и системой желобов, водоприемных воронок и водосточных труб. Водоотвод с плоских крыш решается, как правило, *внутренний организованный*. Для стока воды к воронкам крыше придают небольшой уклон (1–1,5 %).

Водоприемные воронки связаны со стояками, выходящими в ливневую канализацию. Воронки располагаются не ближе 1,5–2 м от стен и парапетов, что дает возможность надежного примыкания к ним рулонного ковра.

Выходы на крышу осуществляются через надстройку (шахту) над лестничной клеткой. В здании, оборудованном лифтами, выход на крышу предусматривают из помещений, смежных с машинным отделением лифтов. Предусматривают один выход на 1000 м² покрытия.

В табл. 3.6 дана технико-экономическая оценка различных типов крыш.

Таблица 3.6
Технико-экономическая оценка крыш (на 1 м² застройки)

Конструкция крыш	Затраты труда, чел.-ч	Расход материалов			
		Цемент, кг	Сталь, кг	Древесина, м ³	Асбестоцементные листы, м ²
Скатная с дощатыми наслонными стропилами и асбестоцементной кровлей	1,6	-	0,06	0,02	17
Совмещенная (бесчердачная) с рулонной кровлей	0,57	17	1,5	-	-
Раздельная с холодным чердаком и рулонной кровлей	0,87	18,7	2,3	-	-
Раздельная с холодным Чердаком и безрулонной кровлей	0,76	20,5	3,1	-	-
Раздельная с теплым чердаком и рулонной кровлей	0,7	20,2	1,85	-	-

3.9. Лестницы

Лестницы гражданских зданий классифицируют: *по назначению*: основные для повседневного сообщения между этажами; вспомогательные для связи с подвалом или чердаком; служебные для обслуживания персонала столовых, магазинов и других общественных зданий; аварийные для эвакуации из зданий; пожарные, обеспечивающие выход на крышу; входные для входа в здание или отдельное помещение; *по числу маршей*: одномаршевые, двухмаршевые (рис. 3.56), трехмаршевые; *по условиям пожарной безопасности*: не защищенные от огня и дыма, защищенные от огня и дыма, т. е. размещенные в лестничных клетках; незадымляемые, т. е. связанные с помещениями многоэтажных зданий через балкон или лоджию.

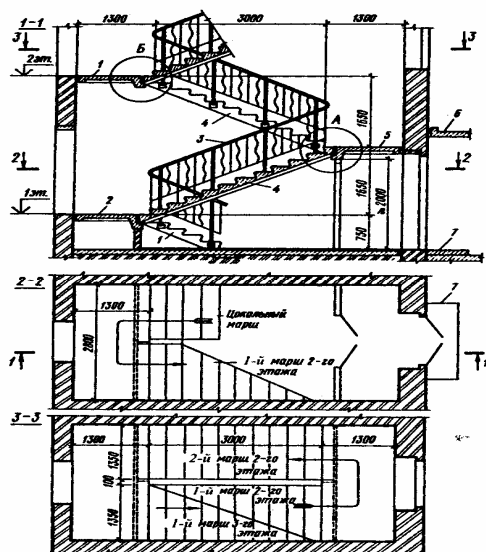


Рис. 3.56. Двухмаршевая лестница (разрез и поэтажные планы):
 1 – цокольный марш; 2 – этажные площадки; 3 – ограждение;
 4 – лестничный марш; 5 – междуэтажная площадка;
 6 – входной козырек; 7 – входная площадка

Лестница состоит из маршей и площадок. Лестничные площадки, расположенные в уровне пола этажа, называются *этажными*, а промежуточные по высоте этажа – *междуэтажными*. Лестничные марши имеют определенные названия: цокольный, междуэтажный, подвальный, чердачный. Марш представляет собой конструкцию, состоящую из ступеней, поддерживающих их косоуров (располагаемых под ступенями) или тетив (примыкаемых к ступеням сбоку). У ступеней вертикальную грань называют *подступенком*, а горизонтальную – *проступью*. Все ступени лестничного марша должны иметь одинаковую форму, кроме верхней и нижней, примыкающих к лестничной площадке, называемых фризовыми.

Размещение лестниц в плане здания, их число и размер зависят от назначения, габаритов и компоновки здания с учетом обеспечения удобной эвакуации людей. Так, в гражданских зданиях должно быть не менее двух лестниц, а в жилых зданиях с числом этажей 10 и более – обеспечен выход из каждой квартиры на две лестницы непосредственно или через соединительный переход.

В соответствии с назначением лестницы должны удовлетворять требованиям прочности, долговечности, создания необходимых удобств и безопасности при движении людей, пожарной безопасности.

Уклон марша принимается по СНиП (в зависимости от назначения, этажности здания) для основных лестниц 1:2–1:1,75, для вспомогательных 1:1,25. Все ступени в марше должны иметь одинаковые, удобные для ходьбы размеры, число ступеней в марше назначается не более 18, но не менее 3. Ширина проступи должна быть 300 мм, но не менее 250 мм. Высоту подступенка назначают 150 мм, но не более 180 мм. Высота проходов под площадками и маршами должна быть не менее 2 м. Ширина лестничного марша, определяемая пропускной способностью лестницы, устанавливается расчетами, но не менее 900 мм в двухэтажных домах, 1050 мм в домах с числом этажей 3 и более. Лестничные клетки должны иметь естественное освещение. Между маршем должен быть обеспечен зазор 100 мм (в плане) для пропуска пожарных шлангов. Ширина площадок должна быть не менее ширины марша, причем ширина лестничных площадок ос-

новых лестниц – не менее 1200 мм. Лестничные клетки должны иметь выходы на чердак или плоскую крышу, для чего служат марши, являющиеся продолжением основных лестниц.

Чтобы определить *размеры лестницы и лестничной клетки*, надо знать высоту этажа, ширину марша и размер ступеней (рис. 3.57).

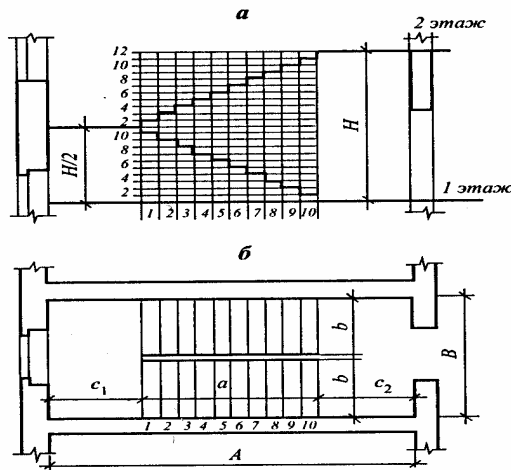


Рис. 3.57. Схема разбивки лестницы:
а – в разрезе; б – в плане

П р и м е р. Определить размеры двухмаршевой лестницы жилого дома, если высота этажа 3,3 м, ширина марша 1,05 м, уклон лестницы 1:2. Принимаем ступень размерами 150х300 мм.

Ширина лестничной клетки

$$B=2L+100 = 2 \times 1050 + 100 = 2200 \text{ мм}$$

(100 мм – просвет между маршами).

Высота одного марша

$$H/2 = 3300/2 = 1650 \text{ мм.}$$

Число подступенков в одном марше

$$n=1650:150=11.$$

Число проступей в одном марше будет на единицу меньше числа подступенков, т. к. верхняя проступь располагается на лестничной площадке:

$$n - 1 = 11 - 1 = 10.$$

Длина горизонтальной проекции марша, называемая его заложением, равна

$$a=300 \times (n - 1) = 3000 \text{ мм.}$$

Принимаем ширину междуэтажной площадки $C_1 = 1300$ мм, этажной – $C_2 = 1300$ мм; получим, что полная длина лестничной клетки составит

$$A=a+C_1+C_2=3000+1300+1300=5600 \text{ мм.}$$

Если выход из лестничной клетки наружу расположен под первой междуэтажной площадкой, то, чтобы обеспечить под ней свободный проход высотой не менее 2 м, уровень пола первого этажа делают выше пола входной площадки на несколько ступеней с устройством цокольного марша.

Графическое построение лестницы выполняют следующим образом. Высоту этажа делят на части, равные числу подступенков в этаже, через полученные точки проводят горизонтальные прямые. Затем горизонтальную проекцию (заложение марша) делят на число проступей без одной и через полученные точки проводят вертикальные прямые. По полученной сетке вычерчивают профиль лестницы.

Конструкции железобетонных лестниц. По способу устройства лестницы могут быть сборными и монолитными. Сборные выполняют из мелко- и крупноразмерных элементов (рис. 3.58).

Лестницы из мелкоразмерных элементов состоят из отдельно устанавливаемых железобетонных сборных площадочных балок, сборных железобетонных косоуров, ступеней, желе-

зобетонных плит площадок и ограждений с поручнями. Для сопряжения косоуров с площадочными балками в последних предусмотрены гнезда, в которые заводятся концы косоуров [18].

Связь между элементами лестниц достигается, как правило, сваркой закладных деталей. Ступени укладывают по косоурам на цементном растворе. На площадочные балки опирают сборные железобетонные площадочные плиты.

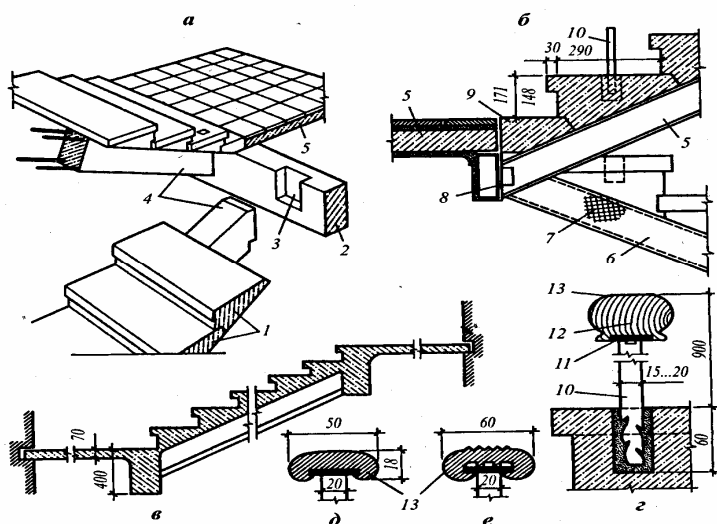


Рис. 3.58. Конструкции лестниц:

- а* – сборная из железобетонных мелкогабаритных элементов;
- б* – по стальным косоурам; *в* – монолитная железобетонная;
- г* – заделка стоек и крепление деревянного поручня;
- д, е* – крепление пластмассовых поручней;
- 1* – ступени; *2* – площадочная балка; *3* – гнездо для конца косоура; *4* – косоур сборный железобетонный; *5* – плита лестничной площадки; *6* – стальной косоур; *7* – штукатурка по стальной сетке; *8* – стальная площадочная балка; *9* – фризная ступень; *10* – стойка перил; *11* – стальная полоса; *12* – шурупы; *13* – поручень

Лестницы из крупноразмерных элементов состоят из площадок и маршей заводского изготовления (рис. 3.59) или маршей с полуплощадками. Сборные элементы устанавливают на место кранами и крепят с помощью сварки закладных деталей. Лестничные площадки своими концами обычно опирают на боковые стены лестничной клетки, а в крупнопанельных зданиях – на специальные металлические элементы (столики), привариваемые к закладным деталям в стеновых панелях лестничной клетки.

Ограждение лестниц чаще всего состоит из стальной решетки, выполненной на сварке или клепке, с деревянным или пластмассовым поручнем, высотой 0,9–0,95 м. Стойки решеток крепят в гнездах ступеней или приваривают к закладной детали в торце ступени. В гнезде стойку расклинивают мелким щебнем и заливают высокопрочным цементным раствором.

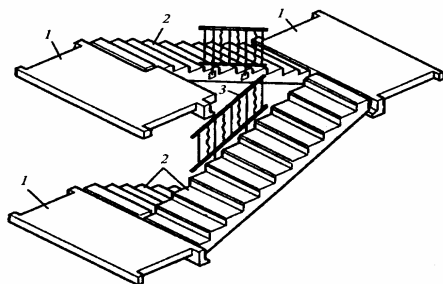


Рис. 3.59. Лестница из крупноборных элементов:
1 – лестничные площадки; 2 – лестничные марши;
3 – фрагмент ограждения

Внутриквартирные деревянные лестницы. Внутриквартирные деревянные лестницы устраивают на косоурах и тетивах (рис. 3.60). Тетивы могут быть врезные (проступи и подступенки вставляются в прорези глубиной 15–25 мм) и с прибоинами, на которые опираются проступи и прибиваются подступенки. При устройстве лестниц на косоурах проступи кладут на вырезы в косоурах, выпуская их за наружную грань косоура на 20–25 мм для лучшего внешнего вида. Ограждение выполняют также деревянным.

Пожарные и аварийные лестницы в общественных и жилых зданиях выносят наружу. Пожарные лестницы на крышу устраивают прямыми и не доводят до уровня земли на 2,5 м. При высоте здания более 30 м пожарные лестницы должны иметь промежуточные площадки. Ширина пожарных лестниц принимается не менее 0,6 м. Тетивы лестниц изготовляют из уголков, швеллеров или полосовой стали, ступени – из круглой стали диаметром 16–18 мм с интервалом 250–300 мм на сварных швах. Аварийные лестницы конструктивно аналогичны пожарным, но к ним предъявляют дополнительные требования: уклон лестниц должен быть не более 45° , ширина принимается не менее 0,7 м, на каждом этаже предусматриваются специальные площадки.

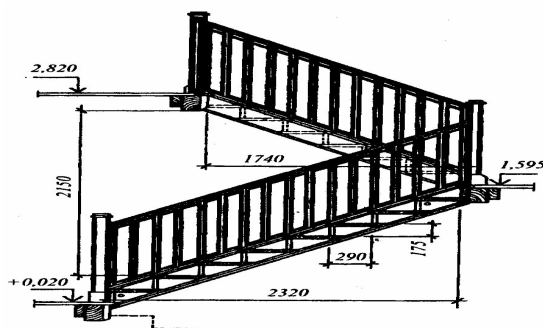


Рис. 3.60. Деревянная лестница

Лестницы-стремянки (служебные) для попадания с верхней площадки лестничной клетки на чердак или на совмещенную крышу выполняются из профилированного металла (тетивы) и стержней диаметром 16 мм (ступени). Лестницы-стремянки могут быть откидного или стационарного типа. Ширина таких лестниц принимается 0,6 м.

В общественных зданиях, когда необходимо обеспечить высокую пропускную способность коммуникационных путей между этажами, применяют пандусы. *Пандусом* называют гладкий наклонный эвакуационный путь, обеспечивающий сообщение помещений,

находящихся на разных уровнях. Пандусам придают уклон от 5 до 12°. Пандусы состоят из наклонных гладких элементов и площадок. Они могут быть одномаршевыми, двухмаршевыми, прямо- и криволинейными в плане. Одномаршевые прямолинейные пандусы образуются наклонными плоскостями, опирающимися на площадки или конструкции перекрытий. При этом можно выделить следующие конструкции: прогоны, балки, настилы. Двухмаршевые пандусы имеют косоурные и площадочные балки, по которым укладывают сборные железобетонные плиты или монолитный железобетон. Криволинейные пандусы обычно выполняют из монолитного железобетона. Чистый пол пандусов должен иметь нескользкую поверхность (асфальт и т. д.). Ограждения пандусов выполняют так же, как и для лестниц. При определении целесообразности устройства пандусов необходимо иметь в виду, что в связи с малыми по сравнению с лестницами уклонами возникают значительные потери полезной площади.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

4.1. Основные положения проектирования промышленных зданий

Данные, необходимые для проектирования промышленного здания, предприятия или промышленного узла, делятся в основном на три группы: связанные с географическими особенностями местоположения объекта; обусловленные технологическими особенностями проектируемого производства; характеризующие возможности строящей организации. Район строительства определяется технико-экономическими обоснованиями проекта.

К географическим данным относят: климатические условия района строительства; топографическую съемку территории, отводимой под строительство; инженерно-геологические и гидрогеологические данные.

Проектирование промышленных зданий ведут с учетом особенностей технологического процесса и создания благоприятных условий труда для рабочих.

Технологическая часть проекта, разработанная инженерами-технологами данной отрасли производства, содержит:

- план расстановки технологического оборудования (с указанием проездов, проходов, участков складирования и др.);
- габаритную высоту стационарного оборудования;
- сведения о внутрицеховом транспорте (вид, грузоподъемность, габариты и т. д.);
- параметры внутреннего микроклимата (температура и влажность воздуха, степень его чистоты и др.);
- категорию производства по степени пожарной опасности;
- количество рабочих, работающих в цехе.

Технологический процесс является основным фактором, определяющим архитектурно-строительное решение здания, его санитарно-техническое и инженерное оснащение.

В современных условиях проектирование промышленных зданий ведут на основе:

- *унифицированных габаритных схем* одно- и многоэтажных

производственных зданий для различных отраслей промышленности, 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. Это позволяет для различных промышленных зданий использовать одни и те же габаритные схемы;

– *унифицированных типовых пролетов*, единых по длине, ширине, высоте и конструктивному решению отсеков зданий (размеры 144x18 м), предназначенных для размещения технологически родственных производств строительной индустрии. Из унифицированных типовых пролетов komponуют здания требуемой длины и ширины.

Технико-экономические оценки проектных решений.

Экономичность объемно-планировочного решения промышленного здания определяют при помощи количественных и качественных показателей.

Для количественной оценки проекта подсчитывают:

– *полезную площадь*, т. е. сумму площадей помещений всех этажей, за исключением лестничных клеток, лифтовых шахт. В полезную площадь промышленного здания включают площади встроенных этажеров, обслуживающих площадок и т.п.;

– *рабочую площадь*, т. е. сумму площадей, используемых для изготовления продукции;

– *площадь застройки*, т. е. площадь, занимаемую зданием на местности;

– *строительный объем здания*, т. е. умноженную площадь поперечного сечения (включая фонари) на расстояние между наружными гранями торцовых стен.

Качественную оценку проектов осуществляют при вычислении следующих технико-экономических показателей:

– *коэффициента компактности планировки* K_1 , представляющего собой отношение рабочей площади к полезной;

– *объемного коэффициента* K_2 , характеризующего отношение объема здания к полезной площади;

– *коэффициента экономичности формы здания* K_3 , устанавливающего отношение площади наружных стен и вертикальных ограждений фонарей к полезной площади.

Коэффициенты K_1 , K_2 , K_3 используют для сравнения вариантов проектного решения между собой, сопоставления с эталонным проектом или нормативными данными и выбора оптимального варианта.

Физико-технические факторы в проектировании промышленных зданий. Промышленное производство нередко требует определенного **температурно-влажностного режима** в помещениях здания.

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 °С;
- с *тепловыделением до 24 Вт/м³* с температурой воздуха в рабочей зоне 18–25 °С;
- «*горячие цехи*» с избыточными тепловыделениями более 24 Вт/м³ 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 %.

Температуру воздуха и его относительную влажность в рабочей зоне производственных помещений регламентируют Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.

Температурно-влажностный режим производственных помещений влияет на архитектурно-планировочное и конструктивное решение промышленных зданий (здания горячих цехов для удаления избыточного тепла имеют аэрационные фонари).

Стены, покрытия и другие конструкции отапливаемых зданий **в теплотехническом отношении** должны:

- препятствовать прохождению через них тепла, т. е. обладать достаточными теплозащитными свойствами;
- сохранять на внутренней поверхности ограждения температуру, не допускающую образования конденсата;

- иметь достаточную теплоустойчивость, т. е. сохранять относительно постоянную температуру на внутренней поверхности ограждения при колебаниях наружных и внутренних температур;
- препятствовать прониканию воздуха в помещение;
- сохранять постоянную влажность, обеспечивая нормальный влажностный режим в помещении и долговечность ограждения. Ограждающие конструкции рассчитывают в соответствии с требованиями Строительных норм и правил, глава «Строительная теплотехника».

Производственные помещения с постоянным пребыванием людей освещают **естественным светом** через окна в наружных стенах, фонари в покрытии, окна и фонари.

Естественное освещение промышленных зданий улучшает санитарно-гигиенические условия труда и благоприятно действует на психику работающих.

Размеры и места расположения окон и фонарей принимают на основе светотехнических расчетов с учетом норм освещенности рабочих мест, климатических, гигиенических, экономических требований.

Естественного освещения недостаточно для многих производств даже в дневное время. В таких случаях применяют **совмещенное освещение естественным и искусственным светом** [7].

Искусственное освещение с помощью электрических светильников обеспечивает постоянную и равномерную освещенность рабочих мест. 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.

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 скаках покрытия.

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.

Защиту от солнечной радиации ведут архитектурно-планировочными средствами: 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.

Проектирование бытовых помещений. Состав бытовых помещений, кроме уборных, назначается в зависимости от санитарной характеристики производственных процессов. Различают общие и специальные бытовые помещения. К общим относятся гардеробные, душевые, умывальные, уборные, помещения для личной гигиены женщин, отдыха, курительные и др. К специальным относятся помещения для химической чистки, сушки, обеспыливания, обезвреживания и ремонта рабочей одежды и обуви, кладовые для чистой и грязной одежды, светолечебные кабины и др. Площадь бытовых помещений составляет примерно до 20–30 % полезной производственной площади.

Гардеробные предназначены для хранения домашней и рабочей одежды. Количество шкафов принимают равным количеству работающих во всех сменах.

Уборные. Количество кабин в санитарных узлах определяется по числу работающих в наиболее многочисленной смене из расчета один прибор на 15 человек. В мужских уборных дополнительно устанавливают писсуары в количестве, равном количеству унитазов. При входе в уборную устраивают тамбур с умывальником из расчета один кран на четыре кабины.

Умывальные оборудуют индивидуальными или групповыми кранами.

Душевые оборудуют индивидуальными или групповыми кабинами. Количество душевых сеток принимают по числу работающих в наиболее многочисленной смене.

Помещения для личной гигиены женщин предусматривают при числе работающих не менее 100 человек.

Курительные устраивают, когда по условиям производства курение в производственных помещениях и на территории предприятия не допускается. Площадь помещения определяют из расчета

0,02 м² на одного работающего в наиболее многочисленной смене.

Комнаты приема пищи площадью не менее 12 м² оборудуют при числе работающих более 30 человек.

Помещение для административного персонала проектируют из расчета 4 м² на одного служащего и 6 м² для работающих в конструкторском бюро.

Объемно-планировочное решение бытовых помещений.

Бытовые помещения в зависимости от характера производства размещают: в отдельном здании, связанном с производственным корпусом подземным или надземным переходом; в пристройках, примыкающих к продольным или торцовым стенам производственного корпуса; внутри производственного здания. Планировочное решение бытовых помещений коридорное или залное. Проектирование ведут на основе унифицированных типовых секций, где приведены схемы планировки отдельных помещений. Из таких элементов komponуют планировочную схему здания, обеспечивающую рациональную организацию людских потоков.

Вспомогательные здания, где размещают административно-бытовые помещения, должны иметь не менее двух выходов.

4.2. Проектирование генерального плана промышленного предприятия

Промышленные предприятия размещают на изолированных участках в промышленных зонах населенных мест, на территории промышленных узлов или в системе жилой застройки.

Генеральный план промышленного предприятия – это масштабная схема размещения на участке зданий, сооружений, транспортных и инженерных сетей с озеленением и благоустройством территории [9,10].

Проектирование генплана ведется на основании СНиП [6].

Территорию разбивают на зоны:

– *производственную*, где сосредоточены основные и вспомогательные цехи, здания бытовых помещений; производственные, складские, транспортные, энергетические и другие обслуживающие производственный процесс здания и сооружения;

- *предзаводскую* для размещения административно-хозяйственных и культурно-бытовых зданий (заводоуправление, здравпункты, столовая, поликлиника и др.);

- *подсобную* для размещения энергетических и транспортных объектов;

- *складскую*, занятую зданиями и площадками для хранения сырья, полуфабрикатов, готовой продукции.

На территории промышленного предприятия здания и сооружения размещают с учетом их благоприятного естественного освещения и проветривания. Разрывы между зданиями принимают с учетом санитарно-гигиенических, противопожарных и технологических требований.

Санитарные разрывы между зданиями, освещаемыми через окна, должны быть не менее наибольшей высоты противостоящих зданий, а между длинными сторонами и торцами зданий, а также между торцами зданий с оконными проемами – не менее 12 м.

Противопожарные разрывы – от 10–20 м в зависимости от того, к какой группе по степени огнестойкости относится здание. Противопожарные разрывы между зданиями и складами топлива, горючих материалов и жидкостей устанавливают от 10 до 300 м.

Расстояние от складов пылящих материалов (открытых и под навесами) до открываемых проемов производственных и вспомогательных зданий должно быть не менее 50 м.

Компактность застройки повышается, если однородные по характеру производства здания объединить под одной крышей.

Блокировка сокращает периметр наружных стен, протяженность коммуникаций и транспортных путей, уменьшая тем самым строительные и эксплуатационные расходы.

Дороги и тротуары решаются в соответствии с принятым видом внешнего и внутризаводского транспорта, в зависимости от веса и габаритов перемещаемых грузов, от дальности перевозки.

Схема *внутризаводских железнодорожных путей* может быть тупиковая, кольцевая, сквозная.

Радиусы кривых на внутренних путях не менее 200 м для широкой колеи (1524 мм) и не менее 75 м для узкой колеи (950 мм).

Автомобильные дороги с покрытием из асфальтобетона или

из сборных железобетонных плит по подстилающему слою (утрамбованному щебню) шириной не менее 4,5–5 м для одностороннего движения и от 6 до 10,5 м для двухстороннего движения. Радиус закругления дорог 15 м при движении машин одиночных и машин с прицепами и от 30 до 50 м при движении машин с прицепами для длинномерных грузов. Сеть автомобильных дорог решается по кольцевой системе. Расстояние от края дороги до стены здания не более 25 м.

Пешеходные пути – тротуары шириной не менее 1,5 м, устраиваются вдоль дорог не ближе 2 м от дороги.

Озеленение вдоль дорог, тротуаров, между цехами. Площадь озеленения должна составлять не менее 15–20 % всей территории предприятия. Ширина полос зеленых насаждений принимается не менее 2 м при однорядной посадке деревьев и не менее 5 м при двухрядной; для полос кустарников ширина от 0,8 до 1,2 м. Расстояние между деревьями при рядовой посадке 4–6 м.

Для благоустройства промышленной территории используют осветительные фонари, фонтаны, клумбы, декоративные водоемы и другие малые архитектурные формы.

Инженерные коммуникации (водопроводные, канализационные, теплофикационные и другие сети) прокладывают вдоль основных проездов над землей и под землей. Подземные трассы укладываются вне проезжей части дорог в траншеях, каналах, проходных туннелях. Не допускается совместная прокладка газопроводов и трубопроводов с горючими и легковоспламеняющимися жидкостями.

Защита окружающей среды от загрязнения вредными выбросами, отходами промышленных предприятий предусмотрена в законодательном порядке.

При размещении, проектировании, реконструкции промышленных предприятий разрабатывают меры, предусматривающие: совершенствование технологии производства, исключаяющей или уменьшающей возникновение производственных вредностей; создание безотходных производств с замкнутым производственным циклом; применение технических средств для водо- и газоочистки, пыле- и золоулавливания; использова-

ние планировочных и строительных средств: устройство санитарно-защитных зон, отвод и рассеивание производственных выбросов в атмосфере (в допустимых пределах).

Промышленные предприятия, выделяющие производственные вредности, отделяют от жилой застройки населенных мест санитарно-защитными зонами. Территория санитарно-защитной зоны озеленяется, и в ней размещают служебные здания (склады, гаражи, депо и др.). Ширину зеленых насаждений со стороны жилой застройки принимают 20–50 м.

Технико-экономические показатели генеральных планов:

P_0 – общая земельная площадь, m^2 ;

P_3 – площадь всех зданий, m^2 ;

P_d – площадь дорог и тротуаров, m^2 ;

K_1 – коэффициент площади застройки, %:

$K_1 = P_3 / P_0 \times 100\%$;

K_2 – коэффициент использования территории, %:

$K_2 = (P_3 + P_d) / P_0 \times 100\%$;

O – строительный объем здания по наружной грани стены, m^3 :

$O = S \times H$,

где S – площадь здания по наружной грани стены, m^2 ;

H – высота здания, м.

5. КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

5.1. Классификация и конструктивные системы промышленных зданий

Здания, предназначенные для размещения промышленных производств, называют *промышленными*.

Промышленные здания классифицируют по следующим признакам:

- по этажности: одноэтажные; многоэтажные;
- по назначению: производственные (основные и вспомогательные); энергетические (ТЭЦ, котельные, трансформаторные подстанции); транспортно-складские (гаражи, склады, локомотивное депо); административно-хозяйственные и бытовые (инженерные, лабораторные корпуса, поликлиники); сантехнические для обслуживания водопроводов и канализации (насосные, водонапорные башни);
- по материалу конструкций каркаса: стальные; железобетонные; комбинированные (смешанные);
- по огнестойкости: для зданий I класса не менее II степени; для зданий II класса не менее III степени; для зданий III и IV классов степень огнестойкости не нормируется.

Промышленные здания должны удовлетворять общим требованиям (функциональным, техническим, противопожарным, индустриальным, архитектурно-художественным), а также ряду специальных требований, обусловленных характером производства:

- объемно-планировочные и конструктивные решения здания должны обеспечивать наилучшие условия для организации производственного процесса и размещения оборудования; пространственная жесткость здания должна быть обеспечена с учетом воздействия вертикальных и горизонтальных динамических нагрузок, вызываемых работой технологического и подъемно-транспортного оборудования;
- должны быть разработаны мероприятия для сохранения здоровья рабочих и обеспечения их безопасности;
- должны быть разработаны мероприятия по предотвращению износа здания.

Для перемещения сырья, полуфабрикатов, готовой продукции промышленные здания оснащают разнообразными видами подъемно-транспортного оборудования, включающего:

– *экипажное оборудование* (рис. 5.1, а–д) (автокары, автопогрузчики, подвижной состав узкой (950 мм) и ширококолейной (1524 мм) железной дороги, ручные тележки, козловые краны, движущиеся по рельсам, уложенным на земле);

– *оборудование станинного типа* (рис. 5.1, в, е) (конвейеры, элеваторы, транспортеры, грузовые подъемники, рольганги);

– *подвесные краны* (рис. 5.2, в) – кран-балки грузоподъемностью от 0,25 до 5 т. Кран состоит из основной двутавровой балки, снабженной на концах катками, которые движутся по нижней полке стальных балок, подвешенных к несущим элементам покрытия, и по нижней полке основной балки движется электроталь;

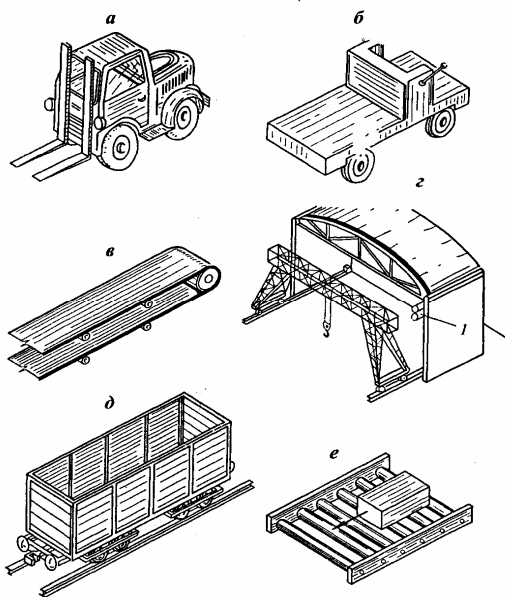


Рис. 5.1. Напольное оборудование промышленных зданий:
а – автопогрузчик; б – автокар; в – ленточный транспортер;
г – козловой кран; д – вагон; е – рольганг

– *мостовые электрокраны* (рис. 5.2, *г*) грузоподъемностью от 5 до 600 т служат для перемещения тяжелых грузов по длине, ширине, высоте пролета. Кран представляет собой стальной ка-
тучий мост, перемещаемый вдоль пролета. По верху моста по рельсам передвигается тележка с установленными на ней электролебедками для опускания и подъема груза. Кабина кранов-
щика для обслуживания всех механизмов подвешивается к нижней части моста;

– *консольные поворотные краны* (рис. 5.2, *б*) грузоподъем-
ностью до 5 т используют для передачи груза из одного пролета в другой.

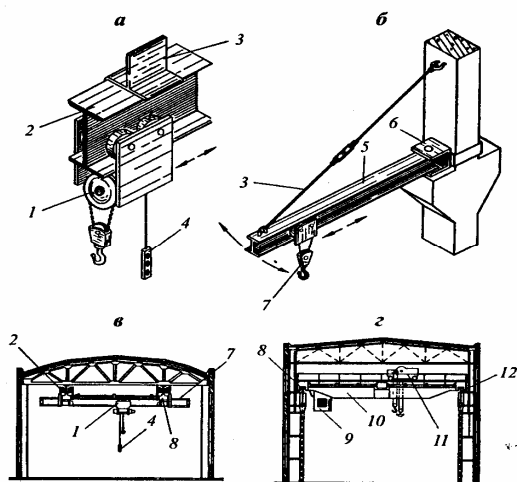


Рис. 5.2. Подъемно-транспортное оборудование
промышленных зданий:

- а* – электроталь; *б* – консольно-поворотный кран;
в – подвесной кран; *г* – мостовой кран; 1 – грузовая лебедка;
2 – монорельс; 3 – подвеска; 4 – пульт управления; 5 – стрела крана;
6 – поворотный шарнир; 7 – двутавровая несущая балка;
8 – механизм передвижения; 9 – кабина управления;
10 – мост крана; 11 – тележка с грузоподъемным механизмом;
12 – подкрановый путь

Основными объемно-планировочными параметрами здания (рис. 5.3) являются:

- пролет – расстояние между разбивочными осями продольных рядов колонн или стен;
- шаг – расстояние между разбивочными осями поперечных рядов колонн или стен;
- высота – расстояние от уровня пола до низа несущей конструкции покрытия (в одноэтажных зданиях) или расстояние между уровнями чистых полов (в многоэтажных зданиях). Совокупность расстояний между колоннами в продольном и поперечном направлениях называют сеткой колонн.

Единство технических решений при проектировании промышленных зданий основано на унификации объемно-планировочных параметров. Это достигается ограничением числа размеров пролетов, шагов, высот этажей и величиной нагрузок на типовые конструкции.

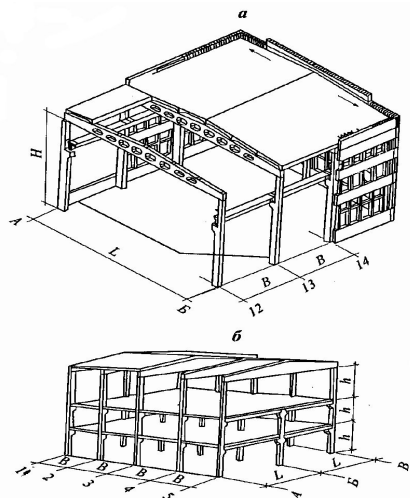


Рис. 5.3. Основные параметры объемно-планировочного решения промышленных зданий:

a – одноэтажных; *б* – многоэтажных; *L* – пролет; *B* – шаг;
H – высота одноэтажного здания; *h* – высота этажа

Преобладающий тип промышленных зданий – одноэтажные. Они предназначены для производств с горизонтальными схемами технологического процесса, для предприятий, использующих громоздкое оборудование или выпускающих крупногабаритную продукцию.

Одноэтажные промышленные здания по конструктивному решению (рис. 5.4) бывают:

- каркасные – представляют собой систему колонн, связанную с покрытием. Каркасный тип здания наиболее распространен в промышленном строительстве;

- бескаркасные – имеют наружные несущие стены, усиленные пилястрами (местными утолщениями стены). Грузоподъемность кранов в таких зданиях до 5 т, пролеты не превышают 12 м;

- с неполным каркасом – включают наружные несущие стены и внутренние опоры (колонны, кирпичные столбы). Здания имеют два и более пролета и оборудованы кранами небольшой грузоподъемности;

- шатровые, не имеющие вертикальных опор и наружных стен. Покрытия в таких зданиях опираются непосредственно на фундамент.

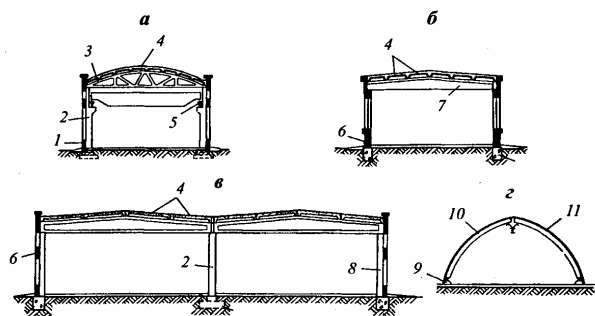


Рис. 5.4. Конструктивные типы одноэтажных промышленных зданий:

а – каркасный; б – бескаркасный; в – с неполным каркасом;
г – шатровый; 1 – наружная стена; 2 – колонна; 3 – ферма;
4 – плиты покрытия; 5 – подкрановая балка; 6 – несущая стена;
7 – балка покрытия; 8 – пилястра; 9 – фундамент; 10 – арка;
11 – покрытие по верху арки

Многоэтажные здания предназначены для производств с вертикальной технологической схемой (мельницы, горно-обогатительные фабрики и т. д.) или предприятий, использующих легкое технологическое оборудование (приборостроительная, пищевая, легкая промышленность).

Многоэтажные промышленные здания в конструктивном отношении могут быть:

- с полным каркасом и самонесущими или ненесущими наружными стенами;
- с неполным внутренним каркасом и несущими наружными стенами;
- с несущими стенами.

Большинство современных промышленных зданий возводятся каркасными. Каркасы многоэтажных зданий могут быть рамного, связевого и рамно-связевого типа.

По назначению многоэтажные промышленные здания подразделяются на производственные, лабораторные и административно-бытовые.

5.2. Фундаменты и фундаментные балки

Фундаменты воспринимают нагрузки, возникающие в надземных частях, и передают давление от этих нагрузок на основание.

Работа фундаментов протекает в постоянно изменяющихся условиях и под воздействием больших нагрузок, поэтому к их качеству предъявляют повышенные требования. Материалы, из которых выполняют фундаменты, должны обладать механической прочностью, высокой морозостойкостью, долговечностью и не разрушаться под агрессивным воздействием грунтовых вод.

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 железобетонную колонну (рис. 5.5) условно делится на две части: подколонник и плиту, которая может иметь одну, две или три ступени. В верхней части подколонника размещен стакан для колонны. Стакан поверху на 150 мм, понизу на 100 мм больше размеров колонны. Это обеспечивает удобство монтажа и лучшую центровку колонны. Глубину стакана принимают на 50–150 мм больше заводимой в стакан части колонны. Проектное положение низа колонны фиксируют слоем песка или бетона, зазоры между стенками стакана и поверхностью колонны заполняют бетоном на мелком гравии или цементно-песчаным раствором.

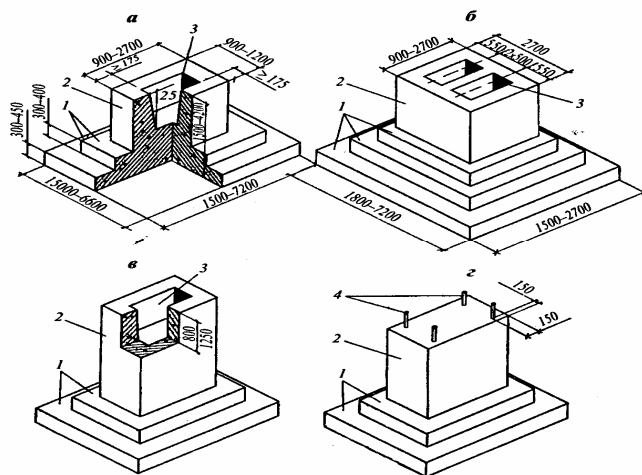


Рис. 5.5. Монолитные железобетонные фундаменты стаканного типа:
 а – под одну колонну; б – под спаренные колонны; в – с увеличенной
 банкетной частью; г – с пеньком под металлические колонны;
 1 – плитная часть (одно-, двух- или трехступенчатая);
 2 – подколонник; 3 – стакан; 4 – анкерные болты

Соединение двухветвевых колонн с фундаментом можно осуществлять в одном общем стакане или в двух стаканах под каждую ветвь.

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

Если же шов осадочный, то под каждую колонну устраивается свой фундамент.

Под фундаментами предусмотрено устройство подготовки в виде слоя бетона класса В5 толщиной 100 мм.

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 В12,5, В15. Для рабочей арматуры применяется горячекатаная сталь классов А–II и А–III.

Сборные железобетонные фундаменты изготовляют од-ноблочными 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 выравни-вающем слое песка.

Фундамент под металлические колонны (рис. 5.6) выпол-няется столбчатым с подколонником сплошного сечения.

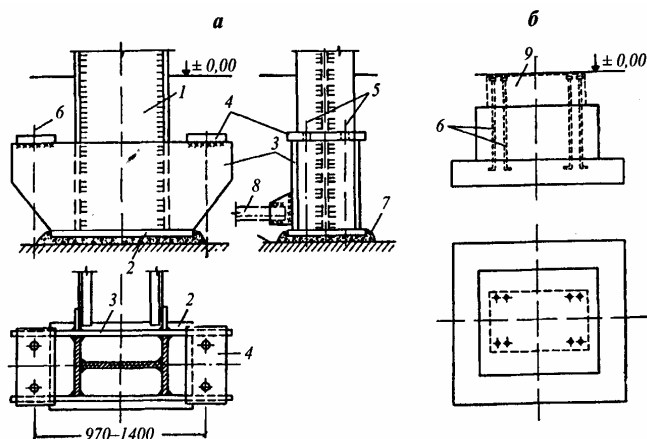


Рис. 5.6. Башмаки и фундаменты стальных колонн:

- а* – башмак двухветвевой колонны; *б* – схема железобетонного фундамента; 1 – стержень колонны; 2 – опорный лист; 3 – траверса; 4 – анкерные плиты; 5, 6 – анкерные болты; 7 – подливка раствором или бетоном класса по прочности В15; 8 – связи между ветвями колонн; 9 – габариты башмака

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 бетонируют. Площадь верхней грани подколонника принимают такой, чтобы от оси анкерных болтов до грани подколонника было не менее 150 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 мм и не менее 35–40 диаметров болта.

Стены каркасных зданий опирают на **фундаментные балки** (рис. 5.7), укладываемые между подколонниками фундаментов на специальные бетонные столбики.

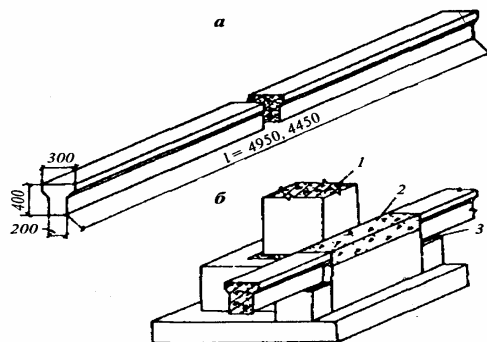


Рис. 5.7. Железобетонные фундаменты и фундаментные балки:
а – фундаментная балка; *б* – опирание блоков на фундаменты колонн; 1 – железобетонная колонна; 2 – заделка бетоном; 3 – раствор

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.

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.

Свайные фундаменты (рис. 5.8) 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.

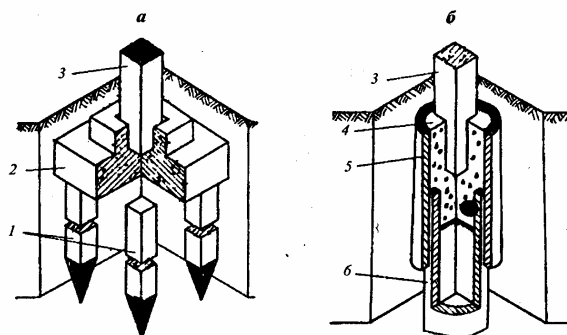


Рис. 5.8. Столбчатые фундаменты на сваях:
а – квадратного сечения; *б* – трубчатого сечения; 1 – «куст» железобетонных свай; 2 – фундаментный башмак; 3 – колонна; 4 – заделка монолитным бетоном; 5 – железобетонная оболочка; 6 – трубчатая свая

5.3. Железобетонные конструкции промышленных зданий

Пространственную систему, состоящую из колонн, подкрановых балок и несущих конструкций покрытия, называют **каркасом** одноэтажного промышленного здания [15].

Вертикальные несущие элементы железобетонного каркаса называют **колоннами**. По расположению в здании колонны подразделяют на крайние и средние.

Колонны постоянного сечения (бесконсольные) (рис. 5.9) применяют в зданиях без мостовых кранов и в зданиях с подвесными кранами.

Колонны крайних рядов – прямоугольного постоянного по высоте сечения. Средние колонны, имеющие в плоскости поперечной рамы размер сечения менее 600 мм, снабжены вверху двусторонними консолями с таким выступом, чтобы длина площадки для опирания конструкции покрытия была равна 600 мм. При размере сечения 600 мм и более колонны не имеют консолей.

В колоннах, примыкающих к торцовым стенам, должны быть предусмотрены со стороны стен закладные детали для крепления приколонных стоек фахверка, у которых нулевая привязка к продольным осям.

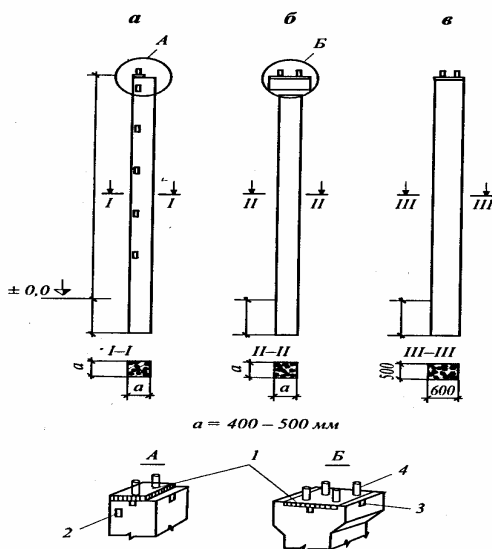


Рис. 5.9. Сборные железобетонные колонны для бескрановых пролетов одноэтажных зданий:

- а* – крайние колонны; *б, в* – средние колонны; *1* – закладные стальные детали для крепления ферм или балок покрытия;
2 – то же для приварки анкеров, скрепляющих стену с колоннами;
3 – риски; *4* – анкерный болт

Колонны изготавливаются из бетона класса В15–В30. Основная рабочая арматура – стержневая из горячекатаной стали периодического профиля класса А–III.

Колонны прямоугольного сечения для здания с мостовыми кранами, имеющие консоли (рис. 5.10, а, б), применяют в зданиях пролетом 18 и 24 м, высотой до 10,8 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью 10–20 т. Крайние колонны одноконсольные, средние – двухконсольные. Колонны имеют прямоугольное поперечное сечение как в верхней (надкрановой), так и в нижней (подкрановой) части.

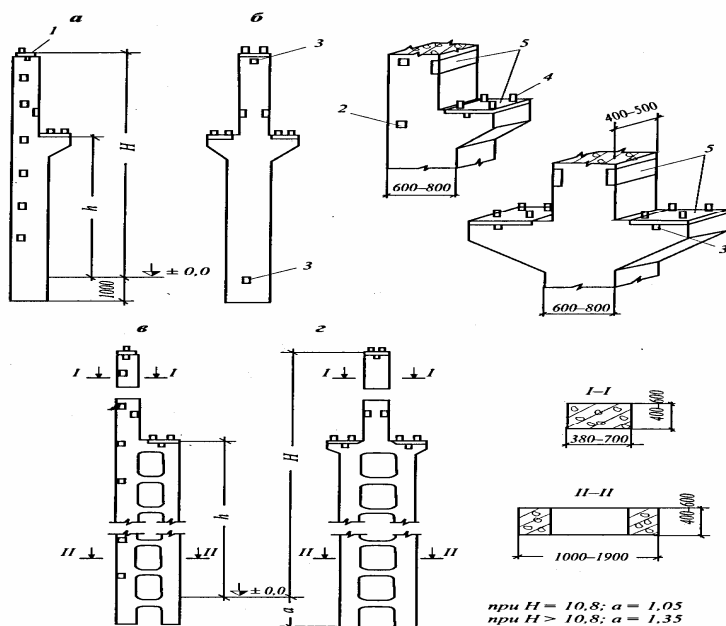


Рис. 5.10. Сборные железобетонные колонны для крановых пролетов:

- а, б – одноветвевые (крайние и средние); в, г – двухветвевые;
- 1 – закладные детали для крепления балок или ферм покрытия;
- 2 – то же для приварки анкеров, скрепляющих стену с колоннами;
- 3 – риски; 4 – анкерные болты; 5 – закладные детали для крепления подкрановых балок

Колонны внутренних и наружных рядов, устанавливаемые в местах расположения вертикальных связей, должны иметь закладные детали для крепления связей.

Колонны изготавливаются из бетона класса В15, В25. Основная рабочая арматура – стержневая из горячекатаной стали периодического профиля класса А–Ш.

Двухветвевые колонны (рис. 5.10, в, г) применяются в зданиях пролетом 18, 24, 30 м, высотой от 10,8 до 18 м, оборудованных мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т.

Для крайних колонн при шаге 6 м, высоте не более 14,4 м и грузоподъемности крана меньше или равной 30 т принята нулевая привязка, а в остальных случаях – 250 мм.

Колонны запроектированы в нижней части с двумя ветвями и соединительными распорками. Ветви, распорки и верхняя часть всех колонн имеют сплошное прямоугольное сечение.

Колонны изготавливаются из бетона класса В15, В25. Основная рабочая арматура – стержневая из горячекатаной стали периодического профиля класса А–Ш.

Нижние части железобетонных колонн, заводимые в стакан, в номинальную высоту колонны не включаются. Колонны предназначены для использования в условиях, когда верх фундаментов имеет отметку –0,150. Длину колонн подбирают в зависимости от высоты цеха и глубины заделки в стакан фундамента.

В зданиях с подстропильными конструкциями длина средних колонн уменьшается на 700 мм.

Подкрановые и обвязочные балки. *Железобетонные подкрановые балки* (рис. 5.11) применяют в зданиях при шаге колонн 6 и 12 м, при грузоподъемности кранов до 30 т. Балки имеют тавровое и двутавровое сечение с утолщением стенок на опорах. Унифицированные размеры балок принимают в зависимости от шага колонн и грузоподъемности кранов: при шаге колонн 6 м балки имеют длину 5950 мм, высоту сечения 800, 1000, 1200 мм; при шаге колонн 12 м длина балок 11 950 мм, высота 1400, 1600, 2000 мм. Изготавливают из бетона класса В25, В30, В40 с предварительно напряженной арматурой.

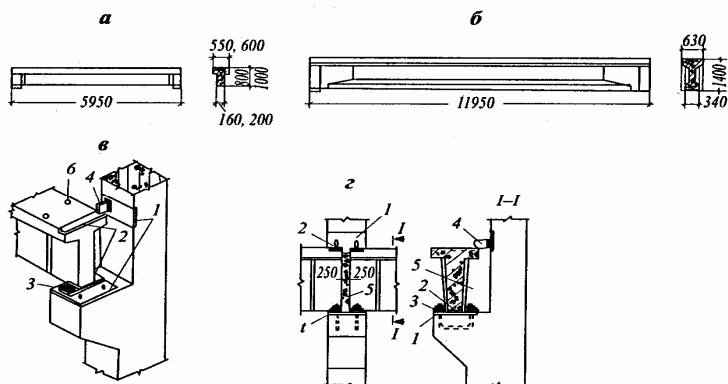


Рис. 5.11. Сборные железобетонные подкрановые балки:
а – пролетом 6 м; *б* – пролетом 12 м; *в* – опирание подкрановой балки на колонну (общий вид); *г* – то же, с фасада и в сечении;
 1 – закладные детали колонны; 2 – то же подкрановой балки;
 3 – стальная планка; 4 – стальная накладка; 5 – заделка бетоном;
 6 – отверстия для крепления рельса

По местоположению в здании различают подкрановые балки рядовые и торцовые. Они отличаются местоположением закладных пластин.

В балках предусматриваются закладные элементы для крепления к колоннам (стальные листы) и для крепления к ним крановых рельсов (трубки диаметром 20–25 мм через 750 мм по длине полки).

Крепят подкрановые балки к колоннам сваркой закладных элементов и анкерных болтов. Болтовые соединения после окончательной выверки заваривают. Рельсы к подкрановым балкам крепят стальными парными лапками, расположенными через 750 мм. Под рельсы и лапки укладывают упругие прокладки из прорезиненной ткани толщиной 8–10 мм.

Во избежание ударов мостовых кранов о торцовые стены здания на концах подкрановых путей устраивают стальные упоры, снабженные деревянным брусом.

Обвязочные железобетонные балки (рис. 5.12) предназна-

чены для опирания кирпичных и мелкоблочных стен в местах перепада высот пролетов, а также для повышения прочности и устойчивости высоких самонесущих стен. Обычно балки устраивают над оконными проемами. Железобетонные обвязочные балки имеют длину 5950 мм, высоту сечения 585 мм, ширину 200, 250, 380 мм. Их устанавливают на стальные опорные столбики и крепят к колоннам с помощью стальных планок, привариваемых к закладным элементам.

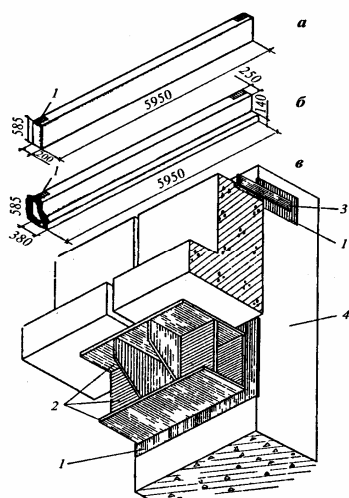


Рис. 5.12. Обвязочные балки, их опирание на колонны:

а – балка прямоугольного сечения; *б* – балка прямоугольного сечения с полочкой; *в* – опирание балок (вид снизу) на стальную консоль; 1 – закладные детали; 2 – сварная металлическая консоль; 3 – монтажная накладка

Стены над обвязочными балками можно предусматривать сплошными, с отдельными проемами, с ленточным остеклением.

Балки изготавливаются из бетона класса В15.

Стропильные и подстропильные балки и фермы. В покрытиях зданий несущими элементами служат **балки и фермы**, укладываемые поперек или вдоль здания.

По характеру укладки балки и фермы бывают: стропильные, если они перекрывают пролет, поддерживают опертые на них конструкции покрытия, и подстропильные, если перекрывают 12–18-метровые шаги колонн продольного ряда и служат опорой для стропильных конструкций.

Железобетонные стропильные балки (рис. 5.13) перекрывают пролеты 6, 9, 12 и 18 м. Для их изготовления используют бетон класса В15–В40. На верхнем поясе балок предусматривают закладные детали для крепления плит покрытия или прогонов, на нижней полке и стенке балки – закладные детали для крепления путей подвесного крана.

Балки крепят к колоннам сваркой закладных деталей.

Названия балок зависят от очертания верхнего пояса.

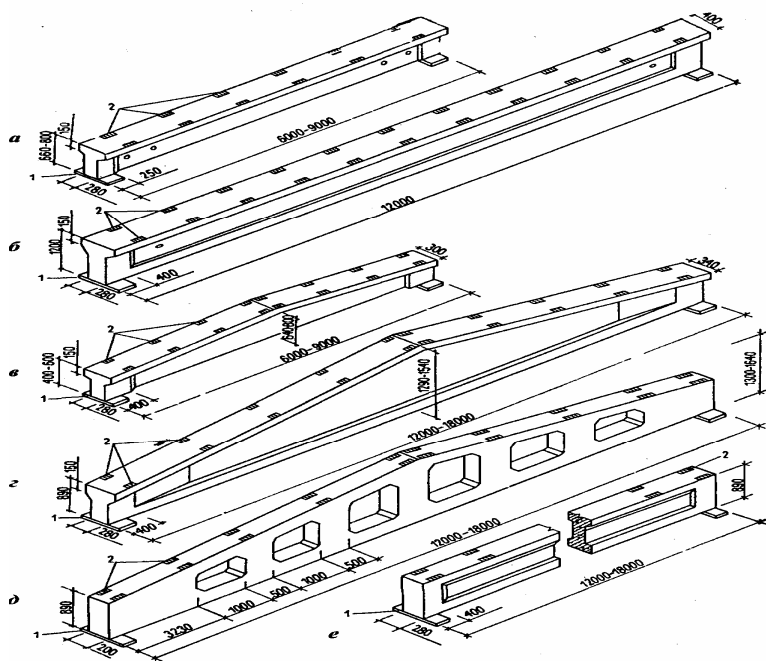


Рис. 5.13. Железобетонные стропильные балки:

а – односкатная таврового сечения; б – односкатная двутаврового сечения; в – двускатная (пролетом 6–9 м); г – двускатная (пролетом 12–18 м); д – решетчатая (пролетом 12–18 м); е – с параллельными поясами;

1 – опорный стальной лист; 2 – закладные детали

Односкатные балки применяются в однопролетных зданиях. Балки имеют тавровое сечение с утолщением на опорах и с толщиной стенки 100 мм. Для 12-метровых пролетов используются балки двутаврового сечения с предварительно напряженной арматурой.

Двускатные балки предназначены для зданий со скатной кровлей. Для пролетов 6 и 9 м применяются балки таврового сечения с утолщением на опоре и толщиной стенки 100 мм. Для 12–18-метровых пролетов предназначаются балки двутаврового сечения с вертикальной стенкой толщиной 80 мм и с предварительно напряженной арматурой.

Решетчатые балки имеют прямоугольное сечение с отверстиями для пропуска труб, электрокабелей и др.

Балки *с параллельными поясами* используются для зданий с плоской кровлей. Они имеют двутавровое сечение с утолщением в опорных узлах и толщиной вертикальной стенки 80 мм.

Железобетонные стропильные фермы (рис. 5.14) используются в зданиях пролетом 18, 24, 30, 36 м. Между нижним и верхним поясами ферм располагают систему стоек и раскосов. Решетка ферм предусматривается таким образом, чтобы плиты перекрытия шириной 1,5 и 3 м опирались на фермы в узлах стоек и раскосов. В основном применяются плиты 3 м, на особо нагруженных участках – 1,5 м.

Широкое применение получили *сегментные безраскосные* фермы пролетом 18 и 24 м, сечения верхнего и нижнего пояса прямоугольные.

Для уменьшения уклона покрытия для многопролетных зданий предусматривают устройство на верхнем поясе ферм специальных стоек (столбиков), на которые опирают плиты покрытия. Придание покрытию малого уклона обеспечивает лучшую возможность механизации кровельных работ, что создает большую надежность кровли в эксплуатации. Однако из-за необходимости увеличения при этом высоты наружных стен малосклонные кровли целесообразны в многопролетных зданиях.

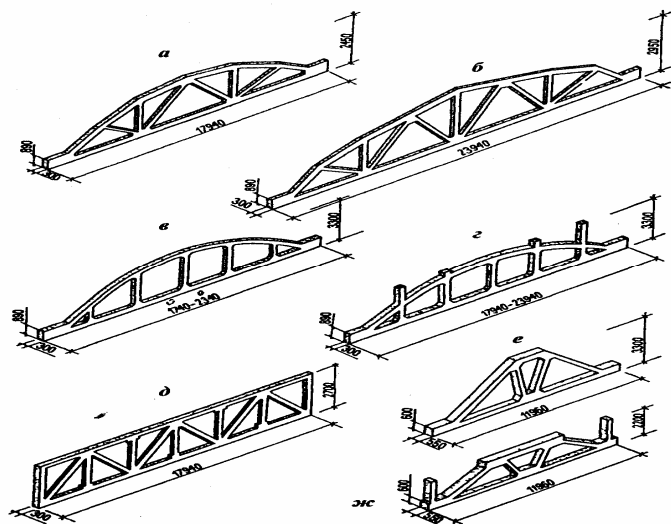


Рис. 5.14. Железобетонные фермы:

а, б – стропильные сегментные раскосные; в – стропильная арочная безраскосная; г – стропильная безраскосная с опорами для устройства плоских покрытий; д – стропильная с параллельными поясами; е – подстропильная для скатных покрытий; ж – подстропильная для плоских покрытий

Подстропильные фермы изготавливают трех видов:

- для малоуклонных кровель большей высоты;
- для скатных кровель меньшей высоты с устройством стоков на опорах, служащих опорой для крайних настилов покрытия; с провисающим нижним поясом.

В опорных частях подстропильной фермы и в ее среднем нижнем узле предусмотрены площадки для опирания стропильных ферм. Изготавливают фермы из бетона класса В25-В40. Нижний пояс выполняют предварительно напряженным и армируют пучками из высокопрочной проволоки. Для армирования верхнего пояса, раскосов и стоек применяют сварные каркасы из горячекатаной стали периодического профиля.

Крепят фермы к колоннам болтами и сваркой закладных деталей. В фермах предусмотрены закладные детали.

Привязка колонн к разбивочным осям здания. В одноэтажных промышленных зданиях с железобетонным и смешанным каркасами колонны крайних рядов по отношению к продольным разбивочным осям имеют нулевую привязку, т. е. наружная грань колонны совмещается с продольной разбивочной осью и совпадает с внутренней гранью стенового ограждения. При этом между внутренней гранью панели и колонной должен быть предусмотрен зазор 30 мм (рис. 5.15).

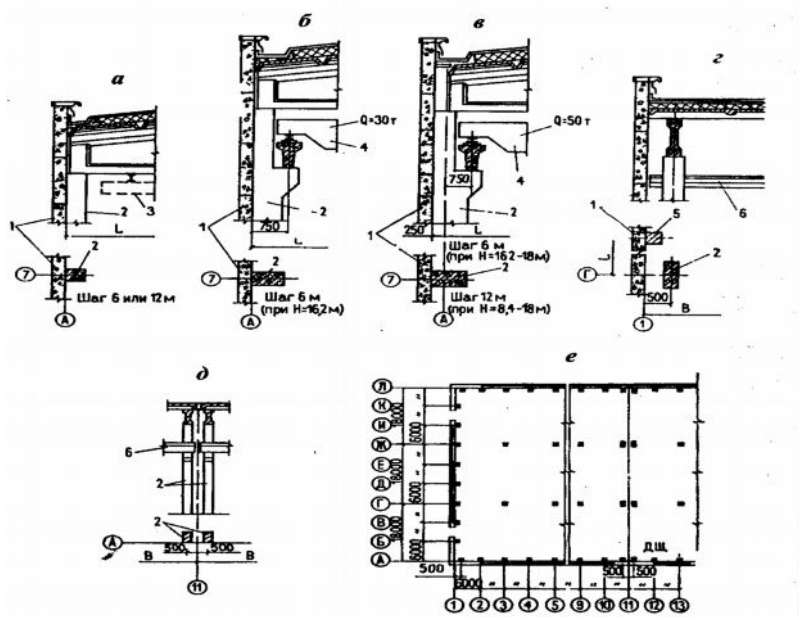


Рис. 5.15. Привязка несущих конструкций одноэтажных промышленных зданий к разбивочным осям:

- а* – продольных наружных стен и колонн (бескрановых зданий);
- б* – продольных стен и колонн (при кранах грузоподъемностью до 30 т);
- в* – продольных наружных стен и колонн (при кранах грузоподъемностью до 50 т);
- г* – в торцовых стенах;
- д* – в местах деформационных швов (ДШ);
- е* – фрагмент плана здания; 1 – стены; 2 – колонны; 3 – подвесной кран; 4 – мостовой кран; 5 – фахверковая колонна; 6 – подкрановая балка

Колонны средних рядов в железобетонном, стальном и смешанном каркасах имеют по отношению к продольной разбивочной оси центральную привязку, т. е. разбивочная ось среднего ряда колонн совмещается с осью сечения надкрановой части колонн.

Колонны крайних рядов в стальном каркасе по отношению к продольной разбивочной оси имеют привязку 250 мм и совмещаются с внутренней гранью стеновой панели с зазором 30 мм.

Торцовые колонны основных рядов любого каркаса по отношению к крайней поперечной разбивочной оси имеют привязку 500 мм, т. е. ось колонны отстает от этой крайней поперечной разбивочной оси на 500 мм.

Все колонны фахверка устанавливаются в торцах пролетов с шагом 6 м и предназначены для навешивания на них стеновых панелей и восприятия ветровых нагрузок. Независимо от рода материала по отношению к поперечной разбивочной оси пролета колонны фахверка имеют нулевую привязку.

В железобетонном и смешанном каркасах при пролете 72 м и более, а в стальном каркасе – 120 м и более, посередине пролетов в поперечном направлении предусматривается температурный шов, который устраивается за счет установки пары колонн, оси которых отстают от оси температурного шва, совмещенного с очередной шаговой осью, на 500 мм каждая. Благодаря этому создается два температурных блока, независимо работающих под нагрузкой. Для обеспечения пространственной жесткости и устойчивости колонн в вертикальном направлении в середине температурного блока между колоннами предусматриваются вертикальные стальные связи (при шаге колонн 6 м – крестовые, при шаге 12 м – порталные).

Продольные температурные швы или переход высот продольных пролетов решаются на двух рядах колонн, при этом предусматриваются парные разбивочные оси со вставкой 500, 1000, 1500 мм. В здании со стальным каркасом переход высот осуществляется на одной колонне за счет изменения высоты ее ветвей.

Примыкание двух взаимно-перпендикулярных пролетов осуществляется на двух колоннах со вставкой по наружной стене и в уровне покрытия. Размер вставки определяется в зависимости от толщины наружных стен и от привязки колонн.

В здании при наличии мостовых электрокранов вертикальные оси крановых путей отстают от продольных разбивочных осей здания на 750 мм (без прохода) и на 1000 мм (с проходом), а при наличии подвесных кранов вертикальные оси подвески и передвижения их отстают от продольных разбивочных осей на 1500 мм.

Обеспечение пространственной жесткости 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.

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 косянок (рис. 5.16);

– 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.

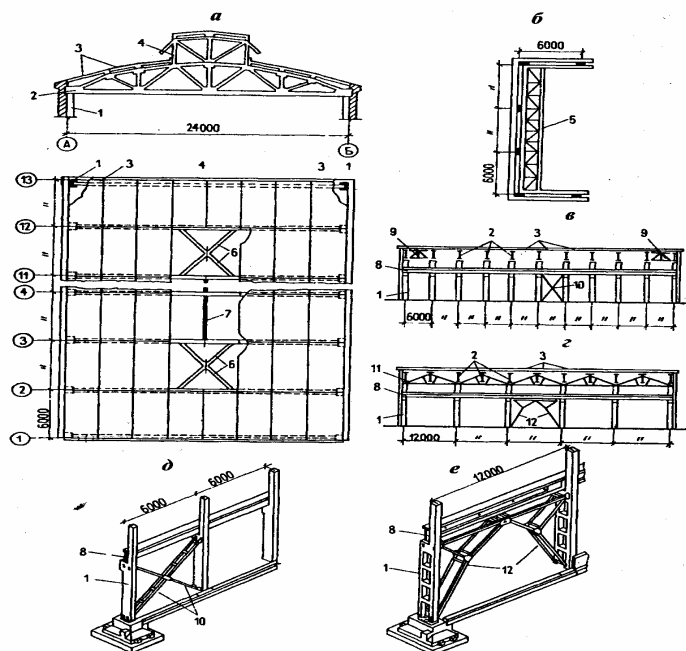


Рис. 5.16. Обеспечение пространственной жесткости каркаса:
 а – размещение горизонтальных связей в покрытии; б – усиление торцовых стен венцовыми фермами; в – размещение вертикальных связей в зданиях с плоскими покрытиями (без подстропильных конструкций); г – вертикальные связи в зданиях с подстропильными конструкциями; д – вертикальные крестовые связи; е – вертикальные порталные связи; 1 – колонны; 2 – стропильные фермы; 3 – плиты покрытия; 4 – фонарь; 5 – ветровая ферма; 6 – горизонтальная крестовая связь (в торцах фонарного проема); 7 – стальные распорки (в уровне верхнего пояса ферм); 8 – подкрановые балки; 9 – металлические связевые фермы между опорами стропильных ферм; 10 – вертикальные крестовые связи (в продольном ряду колонн); 11 – подстропильные фермы; 12 – вертикальные порталные связи (в продольном ряду колонн)

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.

Узлы сборного железобетонного каркаса. Места сопряжений разнотипных элементов сборного каркаса называют узлами (рис. 5.17). Узлы железобетонных каркасов должны удовлетворять требованиям прочности, жесткости, долговечности; неизменяемости сопрягаемых элементов при действии монтажных и эксплуатационных нагрузок; простоты при монтаже и заделке.

Сопряжение колонны с фундаментом. Глубина заделки колонн прямоугольного сечения 0,85 м, двухветвевое – 1,2 м. Стык замоноличивают бетоном класса не ниже В15. Бороздки на гранях колонны способствуют лучшему сцеплению бетона в полости стыка.

Опираание подкрановой балки на выступы колонны. К опорам балки (до ее установки) приваривают стальной лист с вырезами для анкерных болтов. На опорах колонны балку закрепляют к анкерным болтам и приваривают закладные детали. Верхнюю полку подкрановой балки закрепляют стальными планками, приваренными к закладным деталям.

Сопряжение стропильных ферм и балок с колонной. К опорам стропильных конструкций приваривают стальные листы. После установки и выверки опорные листы стропильных конструкций приваривают к закладным деталям на оголовке колонны.

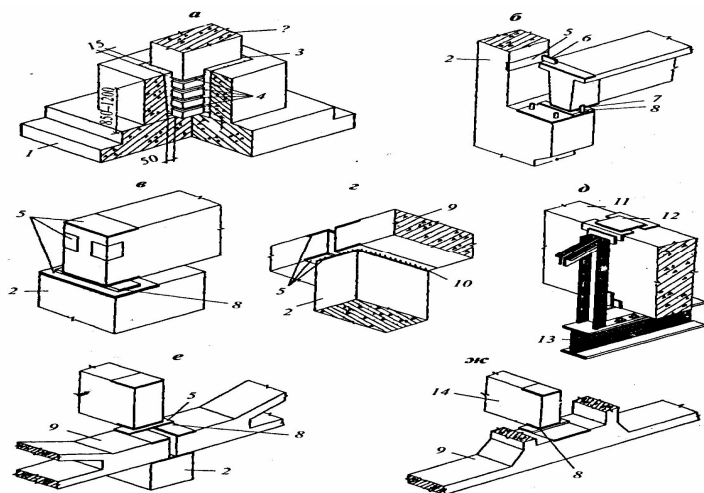


Рис. 5.17. Узлы железобетонного каркаса одноэтажных промышленных зданий:

- а – сопряжение колонны с фундаментом; б – опирание подкрановой балки на колонну; в – сопряжение балок и ферм с колонной; г – опирание подстропильных конструкций на оголовке колонны; д – крепление подвесных кранов к несущим балкам покрытия; е – опирание стропильных и подстропильных балок на оголовки колонны; ж – сопряжение стропильных, подстропильных ферм;
- 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – монолитный бетон; 4 – бороздки; 5 – закладная деталь; 6 – крепежная планка; 7 – болты М20; 8 – опорный лист толщиной 12 мм; 9 – подстропильные балки; 10 – сварной потолочный шов; 11 – стропильная балка; 12 – стальная обойма; 13 – несущая балка подвесного крана; 14 – стропильная ферма

Опирание подстропильных конструкций на оголовке колонны. Закладные детали стыкуемых элементов сваривают потолочным швом.

Крепление подвесных кранов к конструкциям покрытия. Несущие балки кранов закрепляют болтами к стальным обоймам на стропильных конструкциях. Перекидные балки перераспределяют нагрузку от подвесных кранов между узлами стропильных ферм.

Сопряжение стропильных и подстропильных элементов аналогично креплению ферм и балок на оголовке колонн.

Многоэтажный сборный железобетонный каркас. Многоэтажные промышленные здания возводят, как правило, каркасными.

В зависимости от типа перекрытия конструктивная схема здания может быть балочная и безбалочная.

В *балочных* железобетонных каркасах (рис. 5.18) несущими элементами являются фундаменты с фундаментными балками, колонны, ригели, панели перекрытий и покрытия, а также металлические связи.

Фундаменты устраивают столбчатые стаканного типа.

Колонны сечением 400х400, 400х600 мм консольного типа высотой в один этаж (для зданий с высотой этажа 6 м и для верхних этажей трех- и пятиэтажных зданий), в два этажа (для двух нижних, а также для верхних этажей четырехэтажных зданий) и в три этажа (для зданий с высотой этажа 3,6 м). У крайних колонн для опирания ригелей имеются консоли с одной стороны, у средних колонн — консоли с обеих сторон. Колонны изготавливают из бетона класса В15–В40.

На консоли колонн в поперечном направлении укладывают ригели. Их изготавливают из бетона класса В25, В30. Ригели первого типа (с полками для опирания плит) перекрывают пролеты 6 и 9 м. Ригели второго типа имеют прямоугольное сечение, их применяют в перекрытиях при установке провисающего оборудования.

Плиты перекрытий и покрытий изготавливаются с продольными и поперечными ребрами из бетона класса В15–В35. По ширине их подразделяют на основные и доборные, укладываемые у наружных продольных стен. У основных плит, укладываемых по верху ригелей, в торцах имеются вырезы (для пропуска колонн). При нагрузках на перекрытие до 125 кН/м² применяются плоские пустотелые плиты, а вдоль средних рядов колонн укладывают сантехнические панели.

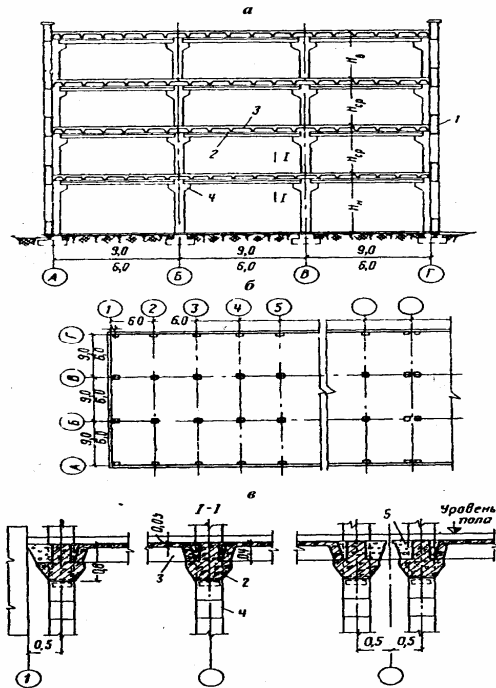


Рис. 5.18. Многоэтажное здание с балочными перекрытиями:
а – поперечный разрез здания с плитами, опертыми на полки ригелей; *б* – план; *в* – детали каркаса; 1 – самонесущая стена; 2 – ригель с полками; 3 – ребристые плиты; 4 – консоль колонны; 5 – железобетонный элемент для заполнения деформационных швов

Связи между колоннами устанавливают поэтажно в середине температурного блока по продольным рядам колонн. Их изготавливают из стальных уголков в виде порталов или треугольников такой же конструкции, как и в одноэтажных зданиях.

Привязка колонн крайних рядов и наружных стен к продольным разбивочным осям нулевая, либо разбивочная ось здания проходит по центру колонны. Привязка колонн торцовых стен принимается 500 мм, а в зданиях с сеткой колонн 6х6 м – осевая. Колонны средних рядов располагаются на пересечении продольных и поперечных осей.

Узлы каркаса (рис. 5.19) – это опорные соединения одно-типных или разнотипных сборных элементов, обеспечивающих пространственную жесткость конструктивных стержней.

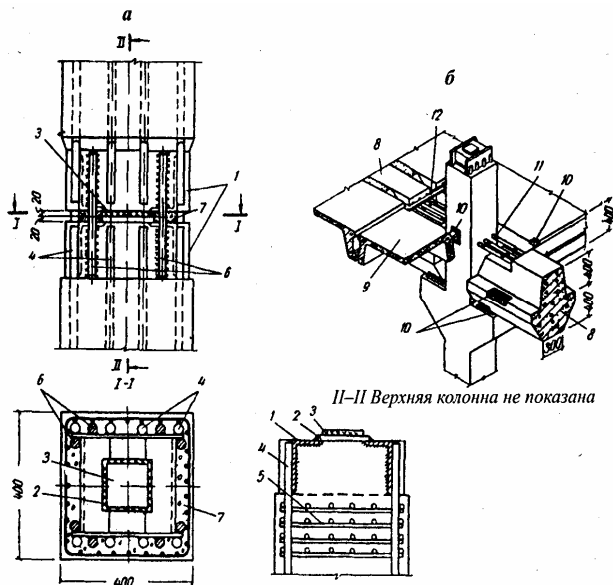


Рис. 5.19. Сопряжение колонн между собой и с ригелями:
 а – конструкция стыка колонн; б – общий вид сопряжения колонны и ригеля; 1 – стыкуемые оголовки колонн;
 2 – центрирующая прокладка; 3 – рихтовочная пластинка;
 4 – арматура колонны рабочая; 5 – то же поперечная;
 6 – стыковые стержни; 7 – зачеканка и замоноличивание бетоном класса В25; 8 – ригель; 9 – плита перекрытия (связевая);
 10 – закладные детали колонны ригеля и плит;
 11 – сварка арматуры, выпущенной из колонны и ригелей;
 12 – накладка для сварки плит

К основным узлам относят:

– *сопряжение ригелей с колоннами* достигается сваркой закладных деталей ригелей и консолей колонн, а также сваркой выпусков верхней арматуры ригелей со стержнями, пропущен-

ными сквозь тело колонны. Зазоры между колоннами и торцами ригелей заполняют бетоном;

– *стыки колонн* многоэтажных зданий для удобства монтажа предусматривают на высоте 0,6 м от уровня пола. Торцы колонн снабжены стальными оголовкам. Стык осуществляется приваркой стыковых стержней к металлическим оголовкам с последующим замоноличиванием;

– *стыки плит перекрытия*. Уложенные плиты соединяют сваркой закладных деталей с ригелями, с колоннами и между собой. Полости стыков между ребрами замоноличивают бетоном. *Безбалочный железобетонный каркас* с сеткой колонн 6х6 м в виде многоярусной и многопролетной рамы с жесткими узлами и нагрузками на перекрытие от 5 до 30 кН/м (рис. 5.20).

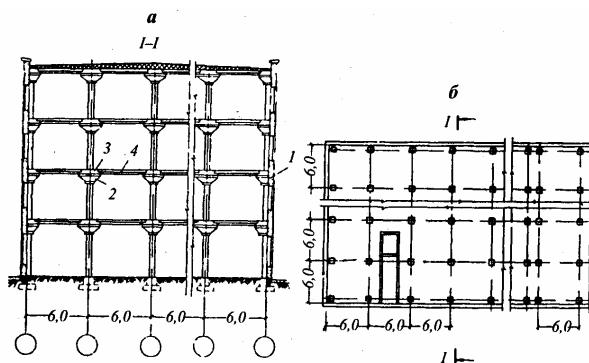


Рис. 5.20. Многоэтажное здание с безбалочными перекрытиями:
а – поперечный разрез; б – план; 1 – самонесущая стена; 2 – капитель колонны; 3 – плиты межколонные; 4 – то же пролетные

Основные элементы каркаса: колонны, капители, межколонные и пролетные плиты – изготавливают из бетона класса В25–В40.

Колонны высотой в один этаж устанавливают по сетке 6х6 м. В верхней части колонны имеется уширение (оголовки) для опирания капителей, которое имеет вид опрокинутой усеченной пирамиды со сквозной полостью для сопряжения с концами колонн.

Капитель надевают на оголовок и крепят сваркой стальных закладных деталей. На капители в двух взаимно-перпендикулярных

направлениях укладывают многопустотные межколонные плиты и приваривают по концам к закладным деталям капителей. После установки колонны следующего этажа стык заливают бетоном. Затем в зону между концами межколонных плит укладывают стальную арматуру, приваривая ее к закладным деталям. После забетонирования плиты работают как неразрезные конструкции.

Участки перекрытия, ограниченные межколонными плитами, заполняют пролетными плитами квадратной формы, опирая их по контуру на четверти, предусмотренные в боковых гранях межколонных плит.

К основным узлам безбалочного каркаса относят (рис. 5.21):

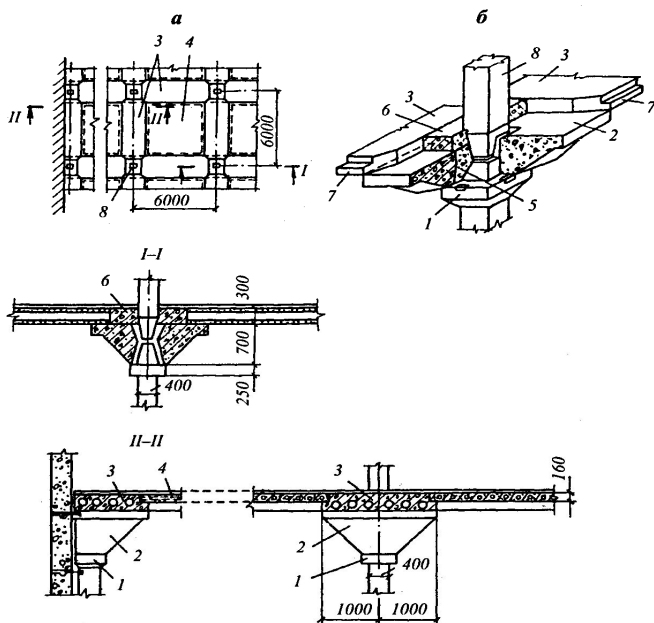


Рис. 5.21. Сборное безбалочное перекрытие:
 а – план и разрезы; б – общий вид; 1 – оголовок колонны;
 2 – капитель; 3 – плита межколонная; 4 – то же пролетная;
 5 – монолитный бетон; 6 – монолитный железобетон;
 7 – полка для опирания пролетной плиты; 8 – колонна

5.4. Стальные конструкции одноэтажных промышленных зданий

Пространственную систему металлических конструкций, образованную колоннами, подкрановыми балками, фермами, прогонами и связями, называют **стальным каркасом** [5]. 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.

Устройство стального каркаса наиболее оправдано для многих цехов металлургической промышленности (мартеновские, прокатные и др.) и в цехах тяжелого машиностроения.

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, сплошнотенчатые 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. 5.22) 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 $H = 6\text{--}8,4$ м – нулевая; при $H = 8,4\text{--}9,6$ м – 250 мм.

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

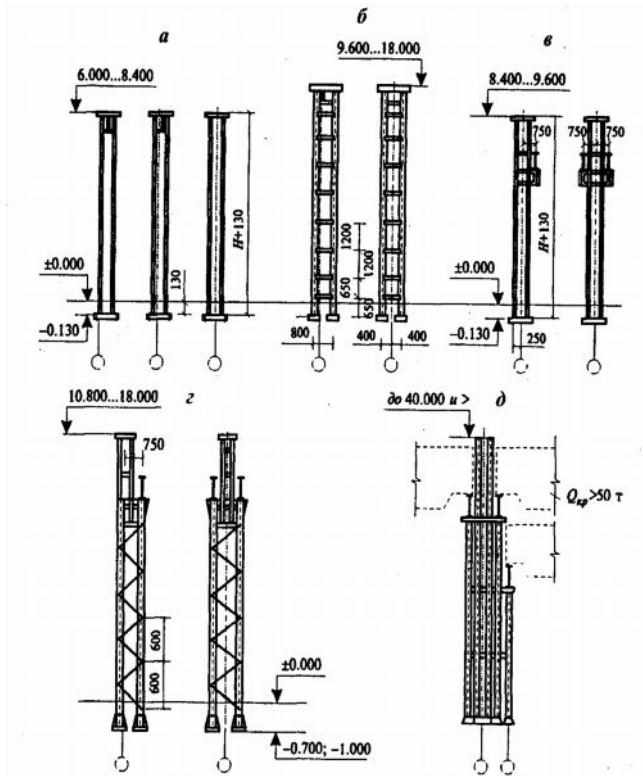


Рис. 5.22. Основные типы стальных колонн:

- а – сплошного постоянного сечения для зданий без мостовых кранов; б – то же двухветвевое сечения; в – сплошного сечения для зданий, оборудованных мостовыми кранами; г – то же, двухветвевое переменного сечения; д – то же, раздельного типа переменного сечения

Башмаки стальных колонн крепят к анкерным болтам, заделанным в железобетонный фундамент. Опирают 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. Двухтавровые 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. 5.23).

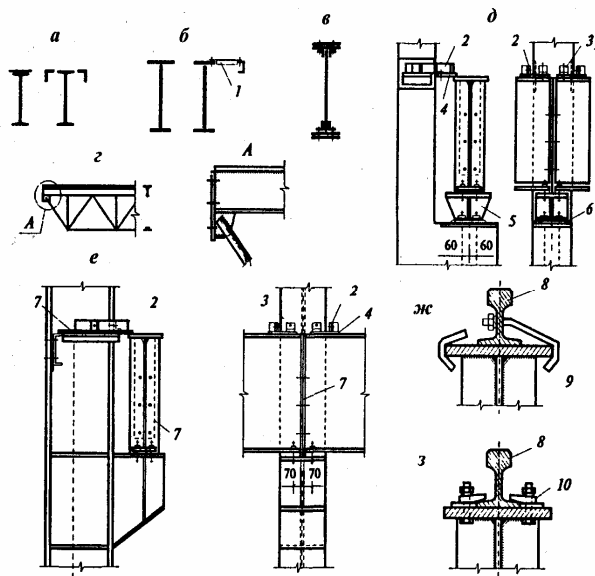


Рис. 5.23. Стальные подкрановые балки:

- а* – сплошного сечения из прокатных двухтавров с усилением верхних полок; *б* – то же сварные; *в* – то же, клепаные; *г* – сквозного сечения; *д* – крепление балок к железобетонной колонне; *е* – то же к стальной; *ж* – крепление рельса к балке крюками; *з* – то же лапками; *1* – тормозная балка; *2* – крепежная планка; *3* – упорный уголок; *4* – стальная фасовка; *5* – подставка; *6* – цементно-песчаный раствор; *7* – опорное ребро; *8* – рельс; *9* – крюк; *10* – стальная лапка

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

Тормозные балки и фермы (рис. 5.24) обеспечивают устойчивость подкрановых балок и воспринимают тормозные усилия мостовых кранов. Их закрепляют к поясам подкрановых балок и сверху приваривают стальной рифленый лист, используемый для прохода вдоль подкрановых путей. При шаге колонн 6 м верхние пояса подкрановых балок связывают тормозными балками только в связевых шагах колонн. При шаге колонн 12 м при устройстве проходов при кранах грузоподъемностью более 75 т по всей длине подкрановых балок устраивают тормозные фермы.

Крановые пути для кранов грузоподъемностью до 20 т устраивают из железнодорожных рельсов, закрепленных крюками или планками с вертикальными ребрами.

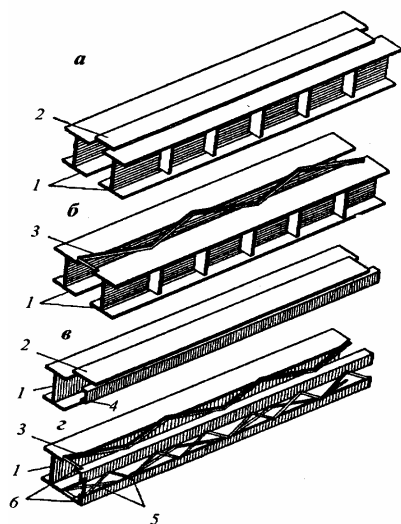


Рис. 5.24. Тормозные элементы подкрановых балок:
а – тормозная балка, соединяющая подкрановые конструкции на средних колоннах; *б* – тормозная ферма, соединяющая подкрановые конструкции на средних колоннах; *в* – тормозная балка для крайних колонн; 1 – двутавровые подкрановые балки; 2 – стальной рифленый лист, усиленный снизу ребрами из уголков; 3 – решетка из уголков; 4 – швеллер; 5 – вертикальная решетка тормозной фермы; 6 – стальные уголки, поддерживающие раскосы тормозной балки

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. Балки изготавливаются средние и крайние. Крайние балки устанавливаются у температурных швов и в торцах пролетов, у этих балок одна из опор отодвинута на 500 мм.

При опирании балок на железобетонные колонны под балки устанавливают специальные подставки (рис. 5.23, д).

Стропильные и подстропильные фермы покрытий. Стальные типовые фермы пролетом 18–36 м применяют в плоских и скатных покрытиях. Их изготавливают из углеродистых и низколегированных сталей.

Стропильные фермы с параллельными поясами (рис. 5.25) предназначены для устройства плоской кровли из железобетонных плит или стального профилированного настила. Шаг ферм 6, 12 м.

Элементы фермы изготавливают из уголков, широкополочных тавров, соединяемых в узлах электросваркой или высокопрочными болтами. Верхний и нижний пояса фермы имеют уклон 1,5 %, что компенсирует провисание конструкции в процессе эксплуатации. При креплении путей подвесных кранов фермы усиливают дополнительными подвесками. У опор ферм на колонны устанавливают опорные стойки двутаврового сечения, поэтому длина ферм, поставляемых заводом-изготовителем, будет на 400 мм меньше за счет укорочения крайних панелей поясов ферм.

В крайних рядах наружная линия стойки служит продолжением наружной грани колонны, что обеспечивает крепление наружных стен к каркасу по всей высоте.

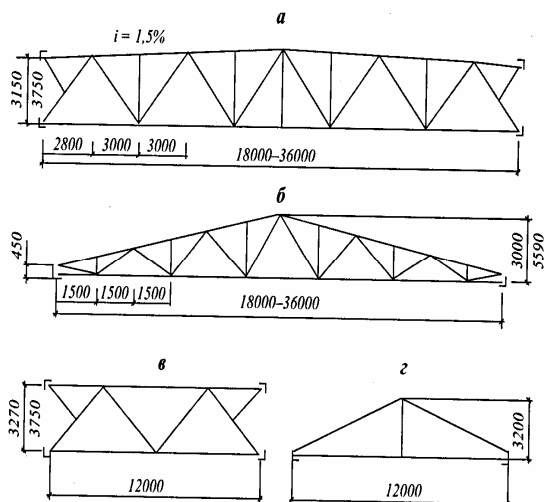


Рис. 5.25. Схемы стальных стропильных и подстропильных ферм:
 а – с параллельными поясами для плоских покрытий;
 б – треугольная для неутепленных покрытий; в – подстропильная с параллельными поясами; г – подстропильная треугольная

Фермы шарнирно опирают на колонны. При шаге колонн крайних рядов 6 м, а средних 12 м и более возникает необходимость установки подстропильных ферм.

Решетка ферм определяется целесообразным распределением усилий между раскосами и стойками. При этом расстояние между углами ферм принимают обычно по верхнему поясу 3 м, по нижнему – 6 м. В фермах пролетом 24, 30, 36 м для удобства устройства монтажного стыка посередине пролета появляется дополнительный вертикальный элемент.

Связи в стальном каркасе. Конструктивные элементы (связи), установленные между стропильными фермами и колоннами, обеспечивают пространственную жесткость каркаса (рис. 5.26, 5.27).

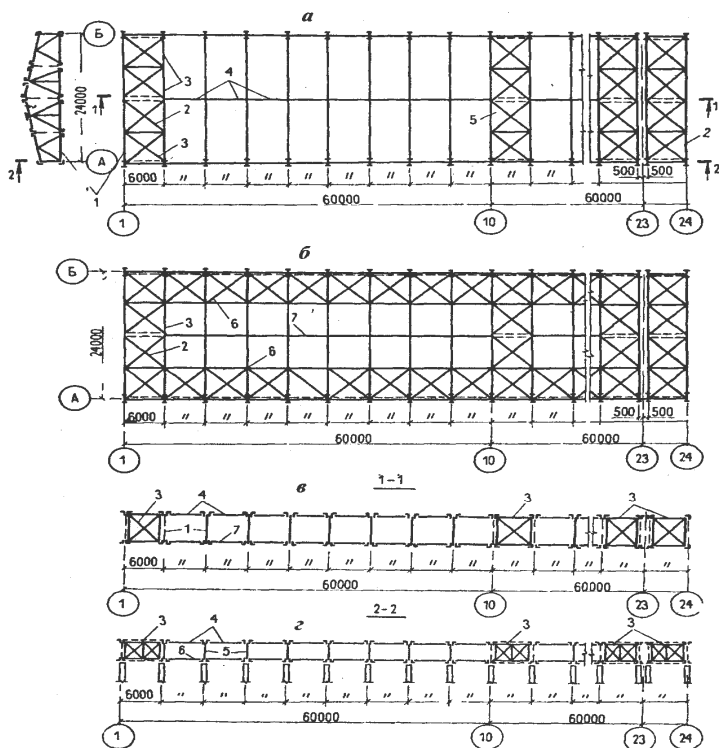


Рис. 5.26. Установка связей в покрытии (шатре) стального каркаса:
а – в уровне верхнего пояса стропильных ферм; *б* – в уровне нижнего пояса стропильных ферм; *в* – продольный разрез (шатра) в коньке;
г – продольный разрез (шатра) по опорам стропильных ферм;
 1 – фермы; 2 – горизонтальные связи; 3 – вертикальные связи;
 в виде фермы с параллельными поясами; 4 – распорки (в коньковых узлах фермы); 5 – поперечная связевая ферма (в середине температурного блока); 6 – продольная связевая ферма;
 7 – растяжки (в уровне нижнего пояса фермы)

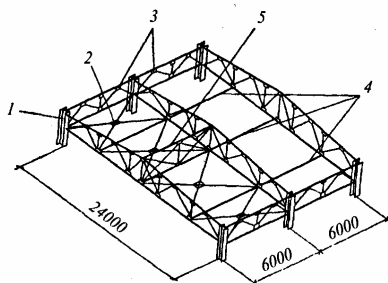


Рис. 5.27. Связи в шатре стального каркаса:

1 – колонны; 2 – связи по нижнему поясу ферм; 3 – связи по верхнему поясу ферм; 4 – распорки; 5 – вертикальные связи в плоскости конька

Вертикальные связи:

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

– 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 много-пролетных – вдоль крайних и через ряд вдоль средних. Если примыкают два пролета, разных по высоте, продольные связи располагают с обеих сторон колонн;

– горизонтальные связи 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.

Узлы стального каркаса:

Опира́ние подкрановых балок на консоли (рис. 5.28) или выступ колонн осуществляется нижней строганой кромкой опорных ребер, которые соединяются между собой болтами. Верхнюю часть балок закрепляют стальными планками, приваренными к колоннам.

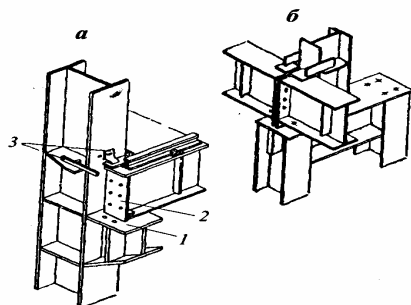


Рис. 5.28. Крепление подкрановых балок:
а – к крайней колонне; *б* – к средней колонне; 1 – консоль колонны;
 2 – подкрановая балка; 3 – крепежные планки

Сопряже́ние стропильных ферм с колоннами выполняют шарнирным (рис. 5.29). К надопорной стойке, закрепленной на оголовке колонны, прикрепляют болтами верхний и нижний пояса ферм.

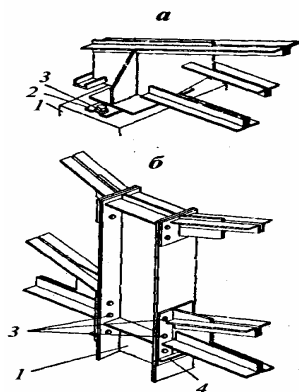


Рис. 5.29. Сопряжение стропильных ферм с колонной:
а – на опоре; *б* – в пролете

Сопряжение подстропильных ферм на оголовке колонны. Нижний пояс фермы примыкает к надопорной стойке из сварного двутавра и крепится к ней болтами.

Сопряжение стропильной фермы с подстропильной осуществляют на опорном столике нижнего пояса (рис. 5.30).

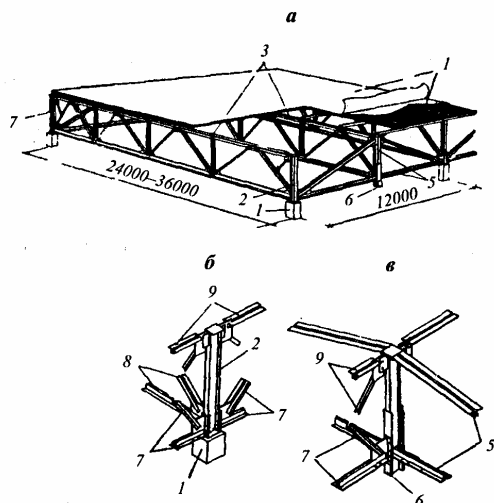


Рис. 5.30. Сопряжение стальных стропильных и подстропильных ферм:

- а* – схема установки ферм; *б* – сопряжение ферм на оголовке колонн;
в – сопряжение ферм в пролете; 1 – колонна; 2 – надопорная стойка;
3 – стропильные фермы; 4 – покрытие; 5 – подстропильная ферма;
6 – столик для опирания стропильной фермы; 7 – нижний узел стропильной фермы;
8 – нижний узел подстропильной фермы;
9 – верхние узлы стропильных ферм

Смешанные каркасы. Каркас, у которого сжатые и изгибаемые элементы выполнены из различного материала, называют смешанным. Для одноэтажных промышленных зданий целесообразны каркасы следующих видов: колонны – железобетонные, подкрановые балки, несущие конструкции покрытия

– стальные; колонны – железобетонные, несущие конструкции покрытия – деревянные; колонны – металлические, конструкции покрытия – деревянные.

За счет рациональной работы элементов каркаса: железобетонных на сжатие, металлических и деревянных на изгиб – снижается материалоемкость здания. Уменьшение массы покрытия позволяет сократить размеры сечения колонн и подошвы фундаментов.

Наиболее распространены каркасы с несущими элементами покрытия из металла. Металлические фермы устанавливают на железобетонные колонны через опорную плиту. Смонтированные конструкции закрепляют анкерными болтами, заделанными в оголовке колонны.

Здания из легких металлических конструкций. Несущие конструкции, прочность которых повышена благодаря применению высоких марок металла или эффективных профилей, а ограждающие элементы выполнены из тонколистового металла с эффективным утеплителем, *называют легкими.*

Из легких металлических конструкций возводят одноэтажные промышленные здания пролетом 18 и 24 м. Шаг колонн в крайних рядах 6 и 12 м, в средних – 12 м.

Получили распространение здания *со структурным покрытием из прокатных профилей или труб* (рис. 5.31). Колонны в таких зданиях – из прокатных или сварных двутавров, из труб диаметром 325–530 мм. Подкрановые балки двутавровые сварные. Покрытие – пространственная структура, собранная из прокатных уголков или труб. Элементы структуры соединяются в узлах с помощью высокопрочных болтов, сварки, полусфер с внутренней резьбой. Фермы из круглых труб разработаны для устройства по ним легкого покрытия из стального профилированного листа.

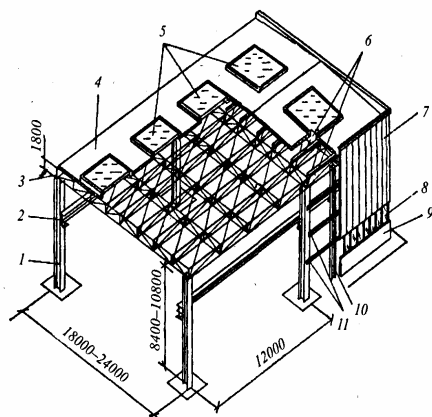


Рис. 5.31. Здания со структурными покрытиями из труб или прокатных профилей:

1 – колонны; 2 – подкрановые балки; 3 – пространственная структура (из труб или прокатных профилей); 4 – покрытие из стального настила; 5 – зенитные фонари; 6 – прогоны покрытия; 7 – панели из металлических листов с эффективным утеплителем; 8 – окно; 9 – цоколь; 10 – стойка стенового факверка; 11 – ригели стенового факверка

Подстропильные конструкции для ферм из круглых труб при шаге колонн 12 м имеют треугольное очертание. Пояса их выполнены из круглых труб, а стойки из усиленного местами прокатного двутавра.

Прогоны выполняют из прокатных швеллеров высотой сечения 200–250 мм в зависимости от расчетной нагрузки. В необходимых случаях, особенно в ендовах, прогоны могут применяться усиленные или состоять из двух швеллеров. При шаге ферм 12 м прогоны устраивают решетчатого типа. Они имеют треугольную форму, верхний пояс – из парных прокатных швеллеров, а решетки – из одиночных холодногнутых.

Здания из легких металлических конструкций предназначены для предприятий машиностроения, легкой, пищевой и деревообрабатывающей промышленности.

5.5. Стены

Стены промышленных зданий должны удовлетворять следующим требованиям:

- прочности и устойчивости;
- необходимой огнестойкости, соблюдению установленно-го температурно-влажностного режима в помещениях;
- долговечности, т. е. стойкости от воздействия внешней и внутренней (производственной) среды; индустриальности воз-ведения;
- архитектурно-художественным;
- экономии, т. е. иметь минимальную массу и наименьшие показатели стоимости и трудоемкости на 1 м² стены.

По характеру статической работы стены подразделяют:

– ненесущие (навесные) — передают свой вес на колонны каркаса, за исключением нижнего подоконного яруса, опирающе-гося на фундаментные балки. Вес ненесущих стен колонны вос-принимают через обвязочные балки в стенах из мелких элементов и через опорные стальные столбики в панельных стенах. Наибо-лее эффективны ненесущие стены при легких крупноразмерных панелях (из асбестоцементных и металлических листов);

– самонесущие стены – несут собственный вес в пределах полной высоты здания и передают его на фундаментные балки. Связь с каркасом осуществляется анкерами. Высота самонесущих стен ограничивается и зависит от прочности материала и толщины стены, шага колонн, величины ветровой нагрузки. Самонесущие панельные стены наиболее эффективны для производств с влаж-ными и мокрыми процессами, с химически агрессивной средой;

– несущие стены – выполняются из кирпича и блоков. Вос-принимают вес покрытия, ветровые усилия, иногда транспорт-ные нагрузки. Повысить устойчивость несущих стен можно уст-ройством пилястр с наружной и внутренней стороны.

По месту расположения стены промышленных зданий под-разделяют на наружные и внутренние, продольные и торцовые.

По конструктивному решению стены бывают: кирпичные, блочные, панельные (бетонные, из тонкого металлического лис-

та с утеплителем), из листовых материалов (асбестоцемента, стеклопластика, металла).

В одноэтажных промышленных зданиях помимо основного каркаса применяют и дополнительный каркас стен – **фахверк**. Он устанавливается в плоскостях торцовых и продольных стен. Фахверк состоит из стоек и ригелей и обеспечивает устойчивость протяженных или высоких стен промышленного здания.

Применяют фахверк в следующих случаях:

- при стенах из асбестоцементных и металлических листов;
- в зданиях высотой более 30 м независимо от конструкции стены;
- в зданиях с тяжелым режимом работы кранов при кирпичных стенах;
- при шаге колонн 12 м и длине наружных панелей 6 м.

В торцовых стенах зданий вследствие больших пролетов всегда устраивается фахверк. В крупнопанельных стенах он состоит из железобетонных или стальных колонн на самостоятельных фундаментах.

Железобетонные колонны фахверка (рис. 5.32) применяются в одноэтажных промышленных зданиях высотой от 3 до 9,6 м. Внутренняя грань панельных стен располагается с зазором 30 мм по отношению к наружной грани колонн. Железобетонные колонны фахверка на 300 мм короче основных; до верха несущих конструкций они наращиваются двутавром № 24, а затем уголком 125х40х4 мм. Нижний конец колонн крепится к фундаменту шарнирно. Для этого поверх фундамента устанавливается при помощи анкерных болтов и цементной подливки стальной лист. Колонна устанавливается на этот лист и приваривается к нему с помощью закладных деталей.

Колонны изготовляют из бетона класса В15–В30. Колонны армируют пространственными сварными каркасами. Рабочая арматура из горячекатаной стали периодического профиля класса А–III.

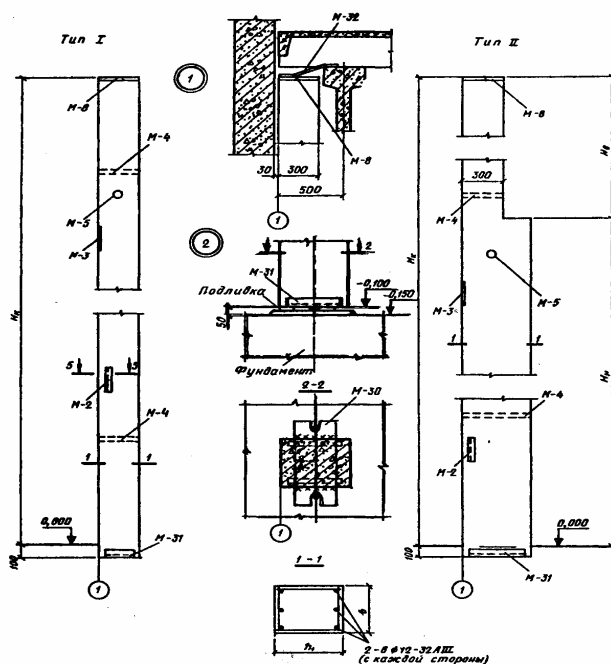
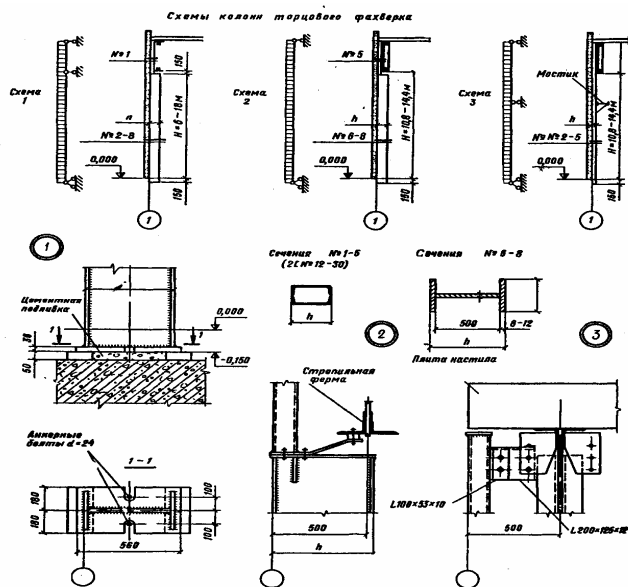


Рис. 5.32. Железобетонные колонны фахверка
В колоннах предусмотрены закладные детали:
лист М-8 – в верхнем торце колонн для крепления их
верхнего конца; уголки М-31 – для крепления колонны к
фундаменту; М-2 – в виде парных уголков для крепления
продольных стен; М-3 – лист, к которому привариваются
стоики (для опирания несущих стен); М-4 – сквозные
трубки для разгрузки и погрузки колонны;
М-5 – для подъема колонны при монтаже

Колонны стального фахверка (рис. 5.33). Привязка колонн
торцового фахверка нулевая, привязка колонн продольного фах-
верка определяется привязкой основных колонн каркаса. Верхняя
часть колонны размещается в зазоре между стенкой и фермой
покрытия и имеет сечение в виде двух швеллеров, полками обра-
щенными вовнутрь. Номер швеллера зависит от материала несую-
180

щих конструкций покрытия: в зданиях с металлическими конструкциями покрытия применяют швеллер № 12, с железобетонными конструкциями покрытия – швеллер № 30. При металлических конструкциях покрытия нижняя часть колонны имеет сечение разного размера и вида (швеллера № 14–30 или сварной двутавр). При железобетонных конструкциях покрытия нижняя часть колонны имеет сечение сварное двутавровое. К фундаменту колонны крепятся шарнирно. Колонны устанавливают на две стальные монтажные прокладки и закрепляют анкерными болтами. Зазор между опорным листом колонны и верхом подколонника (между прокладками) заполняют цементным раствором.



Стены из кирпича. Стены из кирпича (рис. 5.34) устраивают для зданий, имеющих небольшие размеры и большое количество дверей и технологических отверстий, а также связанных с производством, где повышенная влажность и агрессивная среда.

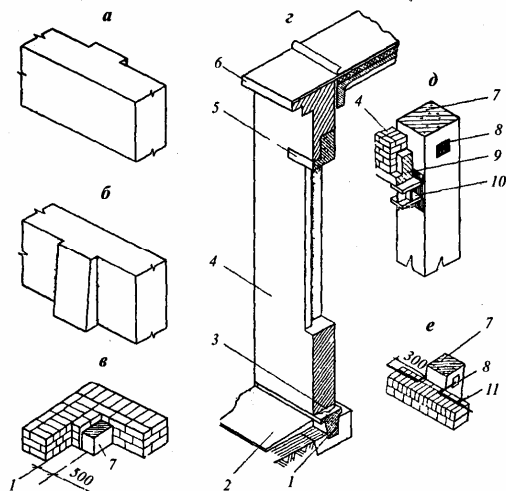


Рис. 5.34. Кирпичные стены промышленных зданий:
а – несущие, усиленные изнутри пило́строй; *б* – несущие, усиленные снаружи контрфорсом; *в* – угол стены; *г* – фрагмент самонесущей стены; *д* – опирание навесных стен на обвязочные балки;
е – крепление самонесущих стен к колоннам каркаса;
 1 – фундаментная балка; 2 – отмостка; 3 – гидроизоляция;
 4 – кирпичная кладка; 5 – железобетонная перемычка; 6 – карниз;
 7 – колонна каркаса; 8 – закладная деталь; 9 – обвязочная балка;
 10 – металлический столик; 11 – стальной анкер диаметром 10–12 мм

Толщина кирпичных стен зависит от теплотехнических требований и составляет 250, 380, 510 мм.

По восприятию нагрузки кирпичные стены бывают:

- *несущие*, образующие остов здания. Их опирают на ленточные фундаменты, в местах укладки балок или ферм усиливают изнутри пило́страми;

- *самонесущие*, примыкающие к колоннам каркаса. Их опирают на фундаментные балки. Для обеспечения устойчивости стен в их тело при кладке закладывают крепежные детали, которые прикрепляют к колоннам каркаса через 1,2 м;

- *навесные*, опертые на обвязочные балки, располагаемые

над оконными проемами. Обвязочные балки, размещаемые над проемами, служат сплошными перемычками.

Кладка может выполняться сплошной и облегченной.

Цоколи кирпичных стен штукатурят или облицовывают керамической плиткой. Перемычки применяют при проемах 3 и 4,5 м. Верх стены завершается карнизом или парапетом.

Крупнопанельные стены. В каркасных зданиях крупнопанельные стены выполняют самонесущими и навесными (рис. 5.35).

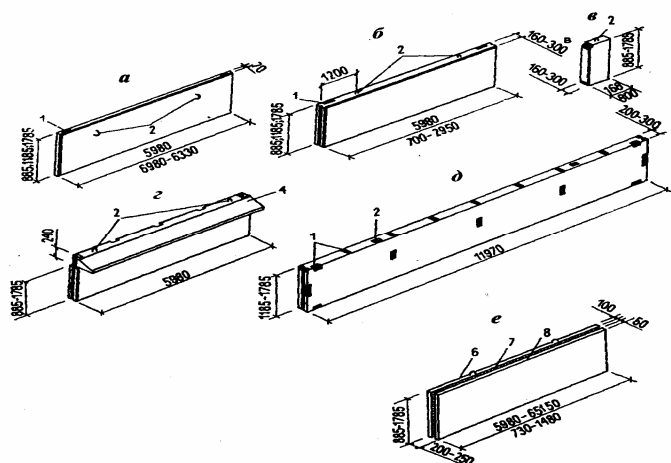


Рис. 5.35. Типы стеновых панелей:

- а* – плоская железобетонная для неотапливаемых зданий;
- б* – однослойная из ячеистых и легких бетонов для отапливаемых зданий;
- в* – доборный угловой блок для отапливаемых зданий;
- г* – карнизный блок;
- д* – однослойная из легких бетонов;
- е* – трехслойная; 1 – закладные детали; 2 – монтажные петли;
- 3 – карниз; 4, 5 – внутренняя и наружная плиты; 6 – утеплитель

Панели разделяют:

- по назначению: цокольные, рядовые, простеночные, перемычечные, угловые, парапетные, карнизные;
- по материалу: из легких и ячеистых бетонов, тяжелого бетона, асбестоцементных и металлических листов;

– по конструкции: бескаркасные (однослойные и трехслойные), с внутренним каркасом (многослойные).

Их устраивают в отапливаемых и неотапливаемых зданиях независимо от материала конструкции каркаса при шаге колонн 6 и 12 м. Высота панелей 1,2 и 1,8 м. При раскладке панелей низ первой (цокольной) панели совмещают с отметкой пола здания, сама панель укладывается на фундаментную балку.

Стена из типовых железобетонных панелей делится по высоте условно на две части: нижнюю, до отметки на 600 мм ниже уровня низа стропильных конструкций покрытия, и верхнюю – выше этой отметки. Верхняя часть стены комплектуется из панелей различной высоты в зависимости от высоты опорной части несущих конструкций покрытия и способа водоотвода. При внутреннем водоотводе стена завершается парапетом, а при наружном – карнизом.

Стены неотапливаемых зданий устраивают:

– из плоских предварительно напряженных железобетонных панелей толщиной 70 мм, класс бетона В22,5. Для углов используют удлинённые панели. Стены из таких панелей устраивают навесными, опирающимися на стальные консоли, приваренные к колоннам каркаса;

– железобетонные ребристые и часторебристые панели, состоящие из полки толщиной 30 мм, продольных и поперечных ребер. Длина таких панелей 6 и 12 м, ширина 1200, 1800 мм, высота главных ребер 100 мм (часторебристых) 120 мм и 300 мм (ребристых) – для шага колонн 6 и 12 м соответственно.

Стены отапливаемых зданий возводят:

– из многослойных сплошных панелей, которые состоят из двух железобетонных ребристых плит и расположенного между ними утеплителя из минераловатных плит. В случае использования панелей для стен зданий с повышенной влажностью внутренняя сторона утеплителя покрывается пароизоляцией. Размеры таких панелей: длина 6 м, ширина 1200, 1800 мм, толщина 280, 300 мм, толщина полки 30 мм;

– панели сплошного сечения изготавливаются из ячеистых бетонов с плотностью $600\text{--}1000\text{ кг/м}^3$ и легких бетонов плотностью $900\text{--}1200\text{ кг/м}^3$, панели имеют длину 6 м, ширину 1,2 и 1,8 м, толщину 200, 240, 300, 400 мм (из легких бетонов), 200, 240, 300 мм (из ячеистых бетонов). Панели с наружной и внутренней стороны покрывают цементно-песчаным раствором толщиной 20 мм. Угловые панели удлиняют привариванием к торцевой панели через металлические накладки доборных угловых блоков, или применяют удлиненные панели (на толщину стен);

– двухслойные стеновые панели применяют для стен зданий с высокой влажностью внутреннего воздуха; они состоят из наружного слоя (легкий или ячеистый бетон) и внутреннего защитно-пароизоляционного (плотный бетон класса В15) толщиной 50–70 мм с обработанной водоотталкивающими составами поверхностью;

– трехслойные железобетонные панели состоят из наружного и внутреннего слоев железобетона толщиной 50, 100 мм и утепляющего слоя между ними из минераловатных плит, ячеистых бетонов плотностью 400 кг/м^3 , пенополиуретана. Соединение железобетонных слоев обеспечивают стальные связи, защищенные слоем цинка.

Все стеновые панели цокольной части устанавливают на фундаментные балки, за исключением железобетонных ребристых, которые ставят на обрезы фундаментов колонн. По фундаментным балкам укладывают цементно-песчаный раствор толщиной 30 мм для выравнивания постели под цокольную панель. Панели, располагаемые над оконными проемами, устанавливаются на опорные стальные столбики. Толщину горизонтальных швов между панелями принимают 15 мм, вертикальных – 20 мм (при длине панелей 6 м) и 30 мм (при длине панелей 12 м). Горизонтальные и вертикальные швы между панелями заполняют эластичными материалами, а с наружной стороны дополнительно мастиками-герметиками типа УМ–40, УМС–50.

Стены из листовых материалов. Стены из металлических листов с эффективным утеплителем (рис. 5.36) 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, прикрепляют к горизонтальным ригелям стенового фахверка.

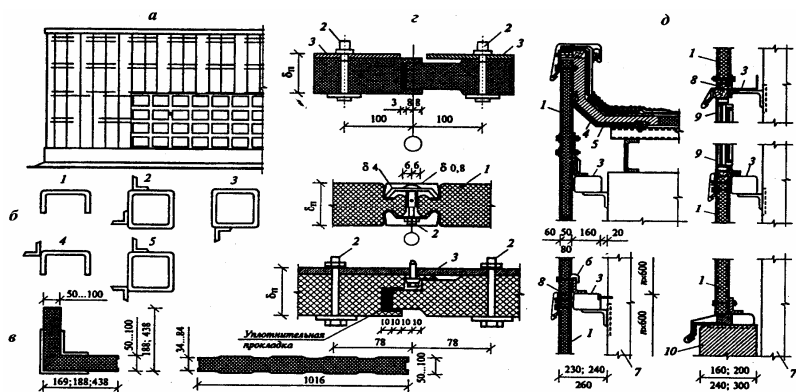


Рис. 5.36. Стены из металлических панелей:

- а* – фрагмент фасада; *б* – сечения ригелей (рядового 1, опорного надоконного 2, опорного подоконного 3, стыкового 4 и цокольного 5); *в* – угловая и рядовая панели; *г* – соединения панелей (в шпунт симметрично по толщине панели; с кромками в виде выступов-кулачков; с соединением в шпунт несимметрично по толщине панели);
д – детали стены; 1 – панель; 2 – болт М8; 3 – ригель; 4 – листовая сталь; 5 – несгораемый утеплитель; 6 – накладки для навески из полосы 40х4 мм; 7 – колонна; 8 – мастика из пенополиуретана; 9 – оконные переплеты; 10 – легкобетонная панель

Стены из узких панелей заводского изготовления. Панель состоит из двух облицовочных слоев рулонной оцинкованной стали

толщиной 0,8 мм (сталь марки МСтЗкп), между которыми помещен утеплитель – жесткий пенополиуретан с плотностью 60 кг/м³.

Рядовые панели имеют ширину 1 м и высоту от 2,4 до 7,2 м с градацией 300 мм. Для углов зданий изготавливают специальные угловые панели. Панели соединяют в шпунт или при помощи специальных вкладышей. Для крепления панелей между колоннами устанавливают стальные горизонтальные ригели, которые по назначению подразделяются на рядовые, опорные, стыковые, цокольные. Расстояние между ригелями по высоте от 1,8 до 3,6 м так, чтобы по длине панели для ее крепления к ригелям их располагалось не меньше трех. Ригели крепят к колоннам через стальные опорные столики сваркой. Панели крепят к ригелям самонарезающими стальными болтами $d=8$ мм. Стыки между панелями заполняются прокладками из эластичного пенополиуретана.

Стены из панелей укрупнительной сборки. Номинальная ширина панелей принимается равной шагу колонн (6 или 3 м), а высота в зависимости от размеров и расположения пролетов в стене. Предельная высота панелей 12 м. Конструктивную основу панели образует каркас из гнутых стальных профилей, соединенных на болтах. С наружной стороны рамы с помощью самонарезающих болтов крепятся листы внутренней обшивки. Между собой листы соединяются заклепками. Через листы внутренней обшивки с помощью болтов к элементам рамы крепятся штыки. Затем укладываются в два слоя плиты утеплителя и на штырях гайками укрепляются прижимные планки из гнутого швеллера 60х30х4 мм. Листы наружной обшивки крепятся к прижимным планкам болтами. Стыки между панелями заполняются брусками плитного утеплителя и перекрываются листами наружной обшивки.

Стены из укрупненных панелей построечного изготовления (каркасные панели) (рис. 5.37).

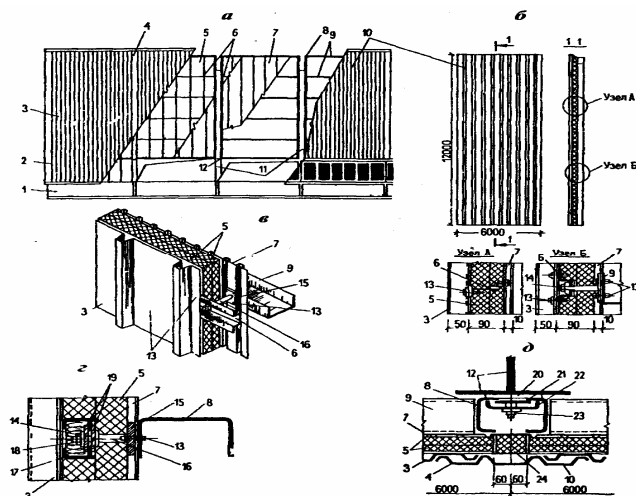


Рис. 5.37. Стена из панелей укрупнительной сборки:
 а – фасад; б – стеновая панель, ее характерные узлы;
 в – крепление внутренней обшивки и утеплителя к раме панели;
 г – вертикальный разрез панели и детали крепления;
 д – крепление панелей к колоннам каркаса и заделка вертикального стыка;
 1 – цокольная панель; 2 – элемент угловой окантовки; 3 – наружная обшивка; 4 – кацельник; 5 – два слоя плит из пенополистирола (1х1,8 м); 6 – обрешетка от смещения плит утеплителя; 7 – внутренняя обшивка; 8 – стойки несущей рамы; 9 – ригели несущей рамы; 10 – стеновая панель; 11 – колонна каркаса; 12 – опорный столик, приваренный к колонне; 13 – самонарезающие болты; 14 – болт М10; 15 – пластинка, приваренная к болту; 16 – трубчатая втулка; 17 – прижимные накладки; 18 – утепление минеральной ватой; 19 – шайбы; 20 – пластина с болтами М6; 21 – затягиваемая пластина; 22 – зажимная скоба; 23 – гайка М16; 24 – брусок из пенополистирола

5.6. Покрытия. Фонари

Покрытия промышленных зданий состоят из несущей и ограждающей частей.

В состав ограждающей части покрытия могут входить:

- несущий настил (железобетонные плиты, стальной профилированный настил);
- пароизоляция (слой битумной мастики или рубероида);
- теплоизоляция (легкие бетоны, минераловатные плиты);
- выравнивающая стяжка из цементного раствора или асфальта;
- кровля из рулонных или листовых материалов;
- защитный слой из крупнозернистого песка или мелкозернистого гравия на битумной мастике.

Различают два конструктивных типа покрытий:

- плоскостные, состоящие из ограждающих элементов, уложенных по балкам или фермам;
- пространственные, представляющие собой тонкостенную конструкцию криволинейной формы и выполняющие несущие и ограждающие функции.

В зависимости от температурно-влажностного режима помещений покрытия могут быть утепленные и холодные. Утепленные покрытия устраивают в отапливаемых помещениях, а также в зданиях с незначительными избыточными тепловыделениями (термические цехи, цехи горячей штамповки и др.), когда тепловыделения не превышают $23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$. Над неотапливаемыми помещениями, а также в горячих цехах со значительными тепловыделениями устраивают холодные покрытия, в которых отсутствуют теплоизоляционный слой и пароизоляция.

Покрытия зданий массового строительства выполняют из **железобетонных ребристых плит** (рис. 5.38) [17]. Используют плиты размерами $6 \times 1,5$; 6×3 ; $12 \times 1,5$; 12×3 м. В местах пропуска вентиляционных шахт, расположения зенитных фонарей и участков легкобрасываемого покрытия укладываются плиты с отверстиями в полке. Плиты шириной 1,5 м предназначены для участков с большими нагрузками (в местах перепада высот, у фонарей), их используют также в качестве доборных элементов. Крайний ряд плит, расположенный по периметру здания, крепится к стропильным конструкциям по четырем углам, остальные – по трем.

Плита имеет два продольных ребра высотой 300 мм при длине 6 м и 450 мм при длине 12 м. Поперечные ребра жесткости высотой до 150 мм располагаются по длине через 1 м при ширине 3 м и через 1,5 м при ширине 1,5 м. Все ребра поверху объединяются сплошным настилом толщиной 30–35 мм. Плиты изготавливают из бетона класса В30, В40, армируют стержневой, проволочной или прядевой напрягаемой арматурой в виде каркасов и сеток, которые расположены в ребрах и в настиле плиты.

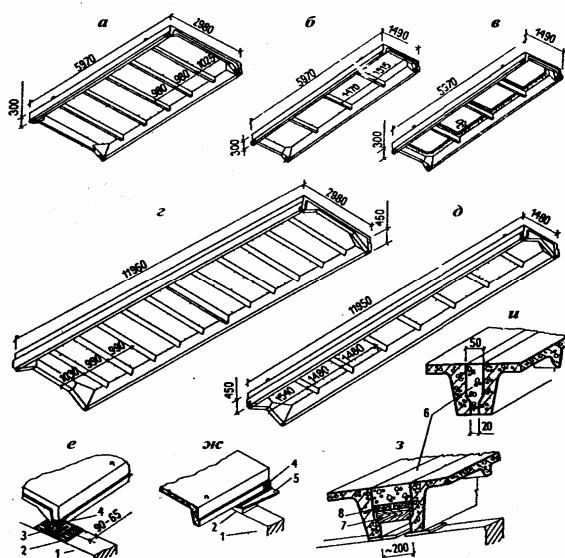


Рис. 5.38. Железобетонные плиты покрытия (вид снизу).
 Детали крепления: а – основные (6 х 3 м); б – доборные (6 х 1,5 м);
 в – с отверстиями в полке; г – основные (12х3м); д – доборные
 (12х1,5м); е – опирание плиты на стропильную конструкцию;
 ж – опирание плит у торцовых стен или деформационных швов;
 з – заделка швов при укладке плит на сегментную ферму; и – заделка
 швов шириной до 60 мм; 1 – стропильная балка или ферма;
 2 – закладная деталь; 3 – стальная подкладка; 4 – закладная деталь
 ребра плиты; 5 – выносная опорная планка; 6 – бетон или раствор
 М 200; 7 – деревянный брусок; 8 – доска

Комплексные плиты покрытия изготавливают в заводских условиях. По железобетонной ребристой плите устраивают пароизоляцию, утеплитель и один-два слоя гидроизоляции. После монтажа заделывают швы, заполняя их керамзитом или гравием, поверху укладывают цементную или асфальтовую стяжку, затем полосу рубероида, после чего по всей поверхности плит – верхний слой гидроизоляции и защитный слой.

Покрывтия из длинномерных настилов опирают на балки, уложенные по колоннам продольных рядов (вдоль пролета).

Плиты-оболочки КЖС (крупноразмерные, железобетонные, сводчатые) (рис. 5.39, а) применяют для покрытий промышленных зданий с пролетами 12, 18 и 24 м. Ширина основных плит 3 м, доборных – 1,5 или 2 м. КЖС представляет собой пологую предварительно напряженную короткую цилиндрическую оболочку с двумя ребрами – диафрагмами сегментного очертания. Диафрагмы – стенки облегченной конструкции, имеющие вертикальные ребра жесткости. В нижней, утолщенной зоне диафрагм располагается напрягаемая арматура плиты, играющая роль затяжек оболочки.

Плиты-оболочки выполняют из бетона класса В25–В45. Опирают плиты-оболочки на продольные несущие конструкции – стены или железобетонные балки прямоугольного сечения при шаге колонн 6 м; на предварительно напряженные двутавровые балки или на фермы при шаге колонн 12 м. Плиты крепят к этим конструкциям с помощью листовых шарниров, обеспечивающих возможность поворота сечения плиты в вертикальной плоскости.

Плиты коробчатого типа (рис. 5.39, б), выполняемые из двух гнутых асбестоцементных листов толщиной 10 мм и соединенных по продольным краям алюминиевыми заклепками, относятся к бескаркасным конструкциям. Жесткость плиты в опорном сечении обеспечивают бобышки из антисептированной древесины. В качестве утеплителя применяют мягкие и полужесткие минераловатные плиты на битумном связующем. Для использования плит в покрытиях над помещениями с относительной влажностью воздуха до 80 % над утеплителем

предусматривают воздушную прослойку, которая сообщается с наружным воздухом. Плиты к прогонам крепят кляммерами, а между собой – стальными накладками. По плитам устраивают рулонную или мастичную кровлю.

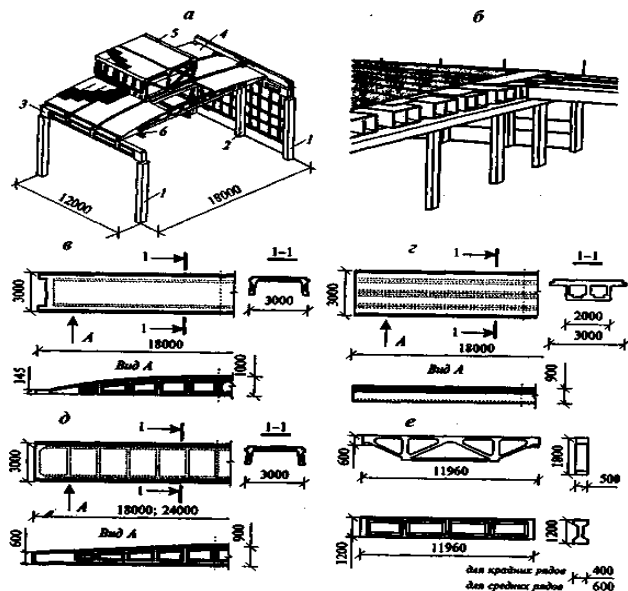


Рис. 5.39. Конструкции покрытия с плитами «пролет»:

- а – общий вид фрагмента здания с плитами типа КЖС;
- б – то же с плитами коробчатого сечения; в – плита типа КЖС;
- г – то же коробчатого типа; д – то же П-образного вида;
- е – подстропильные ферма и балка; 1 – основные колонны каркаса (крайние и средние); 2 – фахверковая колонна; 3 – подстропильная балка; 4 – плита КЖС размером 3х18 с отверстием 2,5х6 м для светоаэрационного фонаря; 5 – светоаэрационный фонарь шириной 6 м и покрытием из ребристых железобетонных плит;
- б – несущая балка подвесного крана

Покрывтия из стального профилированного листа, волнистых асбес-тоцементных листов. Стальной оцинкованный настил (рис. 5.40) изготавливают из рулонной стали толщиной

0,8–1 мм, высотой 40, 60, 80 мм, шириной 680–845 мм. Длина настила может быть от 2 до 12 м.

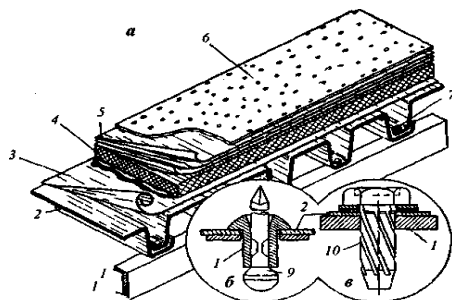


Рис. 5.40. Покрытие из профилированного листа, выполняемое в построечных условиях:

- а* – фрагмент покрытия; *б* – комбинированная заклепка;
в – самонарезающий болт; *1* – стальной прогон;
2 – оцинкованный стальной лист толщиной 1 мм;
3 – пароизоляция; *4* – плитный утеплитель, наклеенный на горячем битуме; *5* – трехслойный кровельный ковер;
6 – защитный слой из гравия; *7* – самонарезающий болт;
8 – заклепка из алюминиевого сплава;
9 – стальной стержень; *10* – болт М6

Стальной оцинкованный настил укладывают по верхним поясам основных несущих конструкций покрытия или по прогонам, которые имеют шаг 3 м, и прикрепляют к ним самонарезающими болтами диаметром 6 мм. Между собой элементы настила соединяют специальными заклепками диаметром 5 мм. По настилу располагают плитный утеплитель (пенопласт, пенополистирол) с приформованными слоями рубероида, играющего роль пароизоляции, и рулонный гидроизоляционный ковер.

Примыкание рулонной кровли к парапету осуществляется в зависимости от его высоты. Если парапет низкий, то гидроизоляционный ковер заводят за парапет; если парапет высокий, то его крепят к стене на высоте 250–300 мм.

Асбестоцементные листы используют в покрытиях неотапливаемых зданий. Их укладывают внахлестку и закрепляют крюками к стальным прогонам, расположенным с шагом 1,5 м. Крепежные детали устанавливают на гребне второй волны, а при большом ветровом отсосе и на гребне пятой волны каждого листа. В коньке покрытие перекрывают переходными и лотковыми деталями.

Крупноразмерные асбестоцементные листы с приформованным слоем пенопласта применяют в покрытиях отапливаемых зданий. Их укладывают внахлестку и прикрепляют к прогонам крюками с винтовой нарезкой. Водонепроницаемость в местах крепления обеспечивается штампованными шайбами с упругими прокладками, плотно прилегающими к листу.

Рулонные и мастичные кровли. Материал и конструкцию кровли назначают в основном в зависимости от уклона покрытия и вида воздействия. По виду материалов кровли подразделяют на рулонные, мастичные, асбестоцементные и металлические.

В рулонных кровлях число слоев материала в гидроизоляционном слое назначают в зависимости от условия покрытия и конкретно: при уклоне не менее 12 % – 2 слоя; не менее 2,5 % – 3 слоя; не менее 1,5 % – 4 слоя.

Рулонные кровли относятся к числу трудоемких конструкций. В целях механизации работ по их устройству применяют наплавляемые материалы, наклеиваемые методами разогрева утолщенного покровного слоя или пластификации их растворителем. Другим средством снижения трудоемкости кровли и расхода материалов является сокращение количества слоев рулонного ковра. Этим требованиям лучше соответствуют полимерные и битумно-полимерные материалы. Такие кровли требуют ровного и жесткого основания и высокого качества выполнения работ. Пленки с основанием соединяют сплошной или полосовой приклейкой бутилкаучуковыми (каучуковыми) мастиками или клеем типа 88-Н. При этом по ковру из битумно-каучуковой мастики устраивают защитный окрасочный слой из приклеивающего состава вулканизирующей бутилкаучуковой мастики с добавлением 10–14% алюминиевой пудры.

Мастичные кровли обладают высокими водоизоляционными свойствами, устойчивы против атмосферных и механических воздействий. Их выполняют из горячих битумных или резинобитумных мастик либо на водных битумных эмульсиях.

Мастичные кровли могут быть армированы стеклотканью, стеклохолстом, рубленным стекловолокном или не армированы совсем.

Мастичные кровли, армированные стеклотканью, устраивают из 3–4 слоев горячей битумной мастики или битумно-латексной эмульсии ЭГИК. Полотнища стеклоткани укладывают на каждый слой мастики с нахлесткой кромок на 100 мм.

Кровли, армированные рубленным стекловолокном, устраивают нанесением пистолетом-распылителем двух-трех слоев ЭГИК вместе с рубленным стекловолокном.

Мастичные неармированные кровли выполняют из ЭГИК, нанесением ее пистолетом в три слоя вместе с 5 %-ным раствором хлористого кальция.

Водоотвод с покрытий промышленных зданий может быть наружным и внутренним (рис. 5.41).

Наружный водоотвод воды с кровли может быть организованный и неорганизованный. *Наружный организованный* водоотвод устраивают в многоэтажных зданиях. Вода удаляется через настенные желоба и водосточные трубы. Стекая по скату кровли, вода попадает в желоба, расположенные у свеса кровли, а затем отводится к воронкам наружных водосточных труб, выполненных из оцинкованной стали и расположенных по периметру здания друг от друга не далее 15–20 м.

Наружный неорганизованный водоотвод устраивают в зданиях со скатными покрытиями. Вода с кровли стекает на землю. Свес карниза закрыт фартуком из оцинкованной стали.

Внутренний организованный водоотвод: вода по скату стекает в ендовы и далее попадает через водоприемные воронки в чугунные, асбестоцементные, пластмассовые водосточные трубы, а затем в ливневую канализацию, расположенную ниже уровня пола.

Расстояние между воронками в ендове принимают не более 48 м, располагая их в одном створе (линии) как в направлении продольных, так и поперечных разбивочных осей. Стояки водоотвода размещают рядом с колоннами, и крепят к ним хомутами.

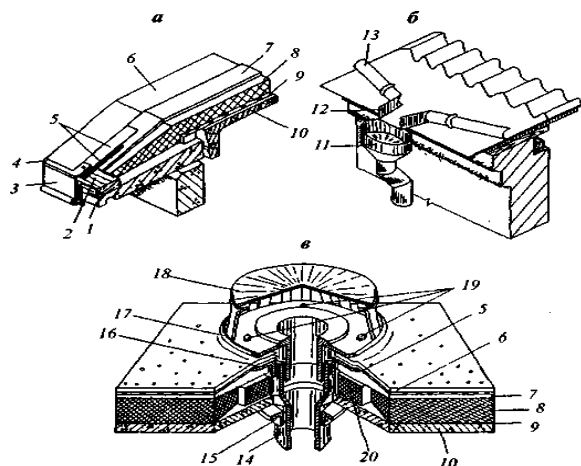


Рис. 5.41. Водоотвод с покрытий промышленных зданий:

- а* – через карниз (при неорганизованном водостоке);
б – через желоба в водосточные трубы (при организованном водостоке); *в* – водоприемная воронка внутреннего водостока;
- 1 – карнизная плита; 2 – антисептированный брус; 3 – фартук из оцинкованной стали; 4 – верх фартука (буртик); 5 – дополнительные слои кровли; 6 – основной рулонный ковер; 7 – цементная стяжка; 8 – утеплитель; 9 – пароизоляция; 10 – железобетонная плита покрытия; 11 – водоприемная воронка водосточной трубы; 12 – лоток; 13 – настенные желоба; 14 – патрубок водосточной трубы; 15 – хомут из полукольца; 16 – воротник (чаша) воронки; 17 – прижимное кольцо; 18 – защитный колпак; 19 – шпильки М12; 20 – керамзитобетонный блок (с отверстиями)

Воронки устанавливают на легкобетонные вкладыши. При покрытии из профилированного стального листа их монтируют на стальных оцинкованных поддонах. По периметру отверстия под поддон несущий настил усиливают рамкой из уголков.

При установке воронок кровельный ковер зажимают между сливным патрубком и прижимным фланцем шпильками и резиновым прокладками. Сливной патрубок крепят к настилу хомутом, а купол воронки к прижимному фланцу крепят болтами. Водонепроницаемость кровли в местах установки воронок обеспечивается наклейкой двух слоев рубероида и стеклоткани. В сторону водоприемных воронок ендовы имеют уклон от 0,2 до 0,5 %.

По конструкции и характеру статической работы покрытия промышленных зданий разделяют на *плоскостные* с несущими балками, фермами и плитами и *пространственные*, которые представляют собой тонкостенную конструкцию криволинейной формы и выполняют несущие и ограждающие функции.

Виды пространственных покрытий (рис. 5.42):

- *сегментные своды*, монтируемые из крупнопанельных сводчатых плит типа КЖС;
- *оболочки двоякой кривизны*, монтируемые из контурных ферм-диафрагм, ребристых цилиндрических плит размером 3х6 м и доборных (контурных) плит. Такие покрытия находят применение в крановых и бескрановых зданиях;
- *монолитные оболочки*, возводимые с применением передвижной опалубки. Такие покрытия применяют в районах с высокой сейсмичностью;
- *складки треугольного или трапециевидного сечения*, изготавливаемые из монолитного или сборного железобетона. Их используют в покрытиях бескрановых зданий.

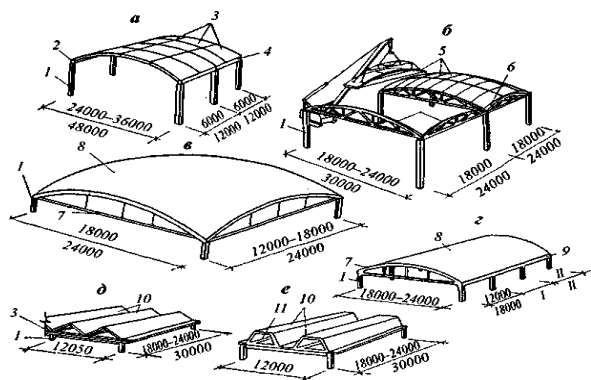


Рис. 5.42. Пространственные покрытия:

а – сегментные своды; *б* – сборные железобетонные оболочки двоякой кривизны; *в* – монолитные оболочки двоякой кривизны; *г* – монолитные цилиндрические оболочки; *д* – треугольная складка; *е* – трапецевидная складка; 1 – колонны; 2 – балки; 3 – сводчатые плиты; 4 – контурные фермы-диафрагмы; 5 – плиты размером 3х6 м; 6 – доборные контурные плиты; 7 – контурная арка с затяжкой; 8 – монолитная оболочка; 9 – бортовой элемент; 10 – складка; 11 – торцовая диафрагма

Фонари. Фонарями называют надстройки над проемами в покрытиях. Их устраивают в зданиях шириной 18 м и более для большего освещения и проветривания производственных помещений.

По назначению фонари различают: световые – с остекленными неоткрывающимися переплетами для естественного освещения; аэрационные (без переплетов) – для вентиляции цехов с избытком тепла, выделением пыли, дыма, газа; свето-аэрационные – с открывающимися остекленными переплетами для освещения и проветривания.

По форме поперечного сечения фонари разделяют на: прямоугольные, трапецевидные с наклонными переплетами; шедовые с остеклением, обращенным на северную сторону; исключаящим освещение помещений прямым солнечным светом; треугольные с глухими, обогреваемыми изнутри переплетами; зенитные с остеклением в виде светопрозрачных панелей, колпаков, сводов.

Ширина фонарей в пролетах 12 и 18 м – 6 м, в пролетах от 24 до 36 м – 12 м. У фонарей шириной 6 м высота остекления 1х1,75 м и 2х1,25 м, а у фонарей шириной 12 м – 1х1,75; 2х1,25; 2х1,5 м. Остекленные переплеты располагают на 300 мм выше уровня кровли. По противопожарным соображениям длина фонарей ограничен 84 м. При большей длине их устраивают с разрывом не менее 6 м, на такое же расстояние они не доходят до торцовых стен здания. Высота фонарей во всех пролетах принимается одинаковой.

Незадуваемые аэрационные фонари (рис. 5.43) устраивают в зданиях с избыточным тепловыделением, они обеспечивают естественный воздухообмен при любом направлении ветра.

В промышленных зданиях применяют следующие системы незадуваемых фонарей:

- *КТИС*. Незадуваемость фонаря обеспечивается ветрозащитными панелями с нижней горизонтальной подвеской. Выход воздуха регулируется поворотом панелей;

- *ПСК-2*. Ветрозащитные панели у таких фонарей имеют среднюю подвеску и поэтому поворачиваются с меньшими усилиями;

- *Гипромега*. Вытяжка нагретого воздуха в таких фонарях регулируется поворотом клапана, состоящего из двух стенок. Щели в основании фонаря отводят атмосферные осадки на крышу фонаря;

- *Батурина-Бранта*. Наружная сторона фонаря имеет глухое остекление, а внутренняя – жалюзи для вытяжки воздуха. При любом направлении ветра в межфонарном пространстве создается разрежение, способствующее увеличению тяги.

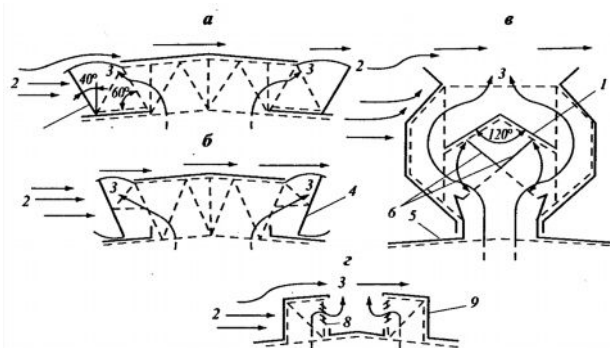


Рис. 5.43. Схемы незадуваемых фонарей:
 а – системы КТИС; б – системы ПСК-2; в – Гипромеза;
 г – Батурина-Бранта; 1 – ветрозащитные панели с нижней
 подвеской; 2 – направление ветра; 3 – отработанный воздух;
 4 – ветрозащитные панели со средней подвеской;
 5 – щель для отвода атмосферных осадков; 6 – поворотный
 клапан; 7 – защитный зонт; 8 – жалюзийная решетка;
 9 – глухие остекленные переплеты

Стальные каркасы незадуваемых фонарей крепят к несущим конструкциям покрытия. Створки ветрозащитных панелей изготовляют из асбестоцементных листов в металлической обвязке из уголков и, шарнирно закрепленных к консолям, поперечных рам. Покрытие фонарей имеет такую же конструкцию, как и основное покрытие здания.

Светоаэрационные фонари (рис. 5.44) состоят из несущих и ограждающих элементов.

Несущий стальной каркас образуют:

- поперечные рамы, прикрепленные к верхнему поясу стропильных ферм;
- фонарные панели, связывающие между собой поперечные рамы;
- распорки, уложенные в плоскости верхнего пояса поперечных рам;
- крестовые связи, установленные в торцах и у деформационных швов между поперечными рамами фонарей.

Ограждающими элементами фонаря являются:

- бортовые панели, прикрепленные к стойке поперечных рам;
- остекленные стальные переплеты, подвешенные к прогонам фонарных панелей и открываемые наружу;
- карнизные панели, располагаемые выше остекленной ленты переплетов;
- торцовые стенки из дощатых трехслойных щитов, обшитых с двух сторон асбестоцементными листами.

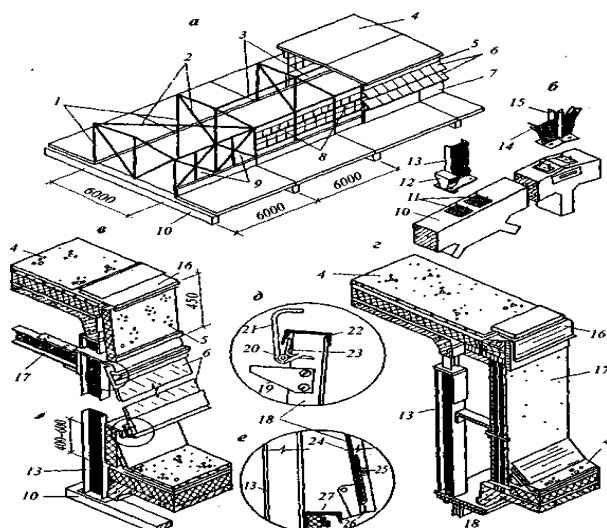


Рис. 5.44. Конструкция прямоугольного светоаэрационного фонаря:

- а – схема размещения несущих и ограждающих элементов; б – опорные узлы поперечной рамы; в – разрез продольной стены; г – разрез торцевой стены;
- д – шарнирная подвеска открывающихся переплетов, е – нижний притвор переплетов; 1 – поперечные рамы фонаря; 2 – горизонтальные крестовые связи; 3 – распорки; 4 – покрытие; 5 – карнизная панель; 6 – остекленные переплеты; 7 – бортовая панель; 8 – фонарные панели; 9 – вертикальные крестовые связи; 10 – стропильная ферма; 11 – анкерные болты; 12 – опора крайней стойки; 13 – стойка поперечной рамы фонаря; 14 – раскос рамы; 15 – средняя стойка; 16 – свес из оцинкованной стали; 17 – ригель поперечной рамы; 18 – обвязка переплета; 19 – планка ограничителя; 20 – ось шарнирной подвески; 21 – прогон фонарной панели; 22 – верхняя обвязка переплета; 23 – монтажная подвеска; 24 – стекло; 25 – кляммера для крепления стекла; 26 – притвор из гнутого профиля; 27 – обвязка бортовой панели

Покрытие такой же конструкции, как и остальной части здания.

Створки переплетов фонаря, объединенных в ленты, открываются механизмами рычажного типа с ручным или электрическим приводом. Управление механизмами осуществляют с пола цеха. Вертикальные стыки у отрывающихся створок перекрываются нащельниками. Ветровые панели устраивают на концах открываемой ленты переплетов, служат для защиты помещения от косого дождя. При двухъярусном остеклении стекла протирают из люльки, подвешенной к монорельсу, проходящему изнутри вдоль светового фронта. Одноярусные переплеты протирают с кровли здания.

Зенитные фонари (рис. 5.45) устанавливают над отверстиями в плитах покрытия или над проемами между плитами. Их используют для естественного освещения производственных помещений с нормальным температурно-влажностным режимом.

Основными элементами зенитного фонаря являются:

- опорный стальной стакан, имеющий форму усеченной пирамиды. Его устанавливают на подкладку и приваривают к крепежным деталям плит покрытия. Стенки стакана изнутри окрашивают белой эмалью, а снаружи утепляют и защищают от коррозии;

- деревянная рама прижимает рулонный ковер к оголовку стального стакана и одновременно служит опорой для светопрозрачного ограждения. По периметру рамы устанавливают фартук из оцинкованной стали;

- светопрозрачное заполнение в форме куполов или сводов прикреплено шурупами к деревянной раме.

Прокладки из морозостойкой резины обеспечивают герметизацию ограждения.

Зенитные фонари бывают глухие и открывающиеся, размером 1,5х3; 1,5х6; 3х3; 3х6 м. Зенитные фонари с шириной светового проема 1,5 м выполняются односкатными, шириной 3 м – двускатными. Угол наклона 11°.

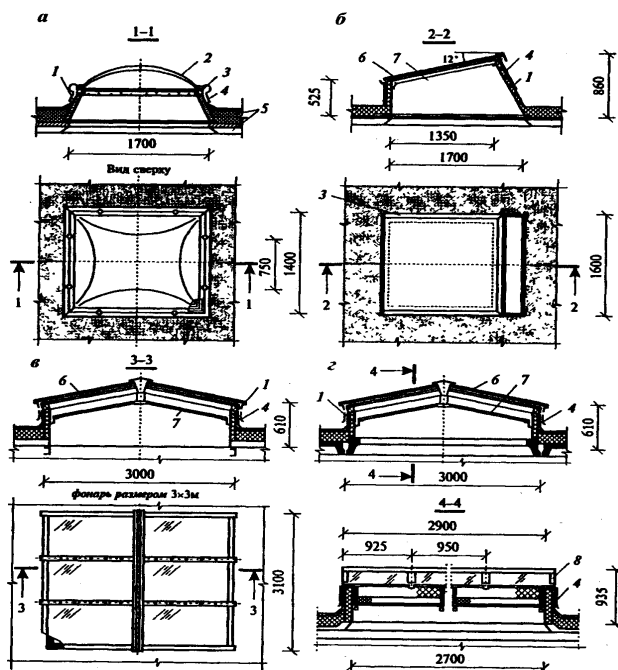


Рис. 5.45. Зенитные фонари:

а – купольный (разрез и вид сверху); б – односкатный по железобетонным плитам; в – двускатный с покрытием по профилированному настилу; г – то же по железобетонным плитам (поперечный и продольный разрезы); 1 – стальной стакан; 2 – купол 1,6х1,4 м; 3 – элемент рамы; 4 – элементы фартука; 5 – утепленное покрытие здания; 6 – стеклопакет; 7 – сетка оцинкованная; 8 – нащельник боковой

Светопрозрачное ограждение зенитных фонарей выполняют из листового и профильного стекла, а также из стеклопакетов. Фонари ограждают изнутри проволоочной сеткой.

В табл. 5.1 приведены технико-экономические показатели фонарей различных типов.

Таблица 5.1

Технико-экономические показатели фонарей 1 м площади
(при одинаковом коэффициенте естественного освещения)

Тип фонаря	Трудоемкость, чел.-дн.	Расход древесины, м ³
Прямоугольный с двусторонним одноярусным остеклением	2,67	8,3
Зенитный панельного типа из органического стекла	1,6	2,8
Зенитный односкатный из профильного стекла	1,78	4,1
Зенитный двускатный из стеклопакетов	1,66	3,9

5.7. Окна, двери, ворота

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: металлические, деревянные, пластмассовые;

– 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.

Размеры оконных проемов принимают кратными: по ширине 600 и 300 мм; по высоте 600 мм.

Стальные оконные панели. Стальные оконные панели 6х1,2; 6х1,8 м (рис. 5.46); при высоте проема до 20 м их устанавливают друг на друга и соединяют болтами.

Стальные панели состоят из рамы с глухими или открывающимися створками. Остекление панелей бывает одинарным или двойным. Крепят их болтами к колоннам каркаса в четырех точках.

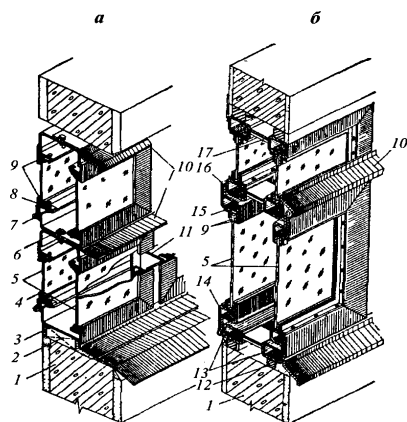


Рис. 5.46. Стальные оконные панели:

- а* – для одноэтажных зданий; *б* – с уплотненным притвором для многоэтажных зданий; 1 – стена; 2 – жесткая прокладка; 3 – несущая рама оконной панели; 4 – обвязка переплетов; 5 – стекло; 6 – болт, соединяющий панели; 7 – петля; 8 – клеммера, закрепляющая стекла; 9 – прокладка из резины; 10 – козырек; 11 – стойка несущей рамы; 12 – прокладка из гернита; 13 – трубчатая рама панели; 14 – обвязка переплета; 15 – штакетик; 16 – упругая прокладка; 17 – соединительная планка

Панели нижнего ряда устанавливают на слой цементно-песчаного раствора.

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 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 гернита.

Деревянные оконные блоки. В зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом устанавливают деревянные оконные блоки или панели. Оконные блоки состоят из коробки и одинарных или спаренных переплетов, открывающихся наружу или внутрь. Их устанавливают в проемах шириной 1,5; 3; 4,5 м в один или несколько ярусов. Между уложенными ярусами блоков (в проемах выше 7,2 м) укладывают деревянные ригели, которые вместе с импостами, установленными через 3 м по ширине проема, воспринимают ветровые нагрузки.

Оконные блоки, установленные в проемах, крепят к откосам, перемычкам, ригелям и импостам гвоздями или ершами. При установке блоков в несколько ярусов их соединяют болтами (через 1,2 м по высоте). Стыки конопатят паклей и закрывают нащельниками. Слив из оцинкованной стали устраивают с наружной стороны проема, подоконную доску ставят изнутри.

Светопрозрачные ограждения из профильного стекла. Профильным стеклом заполняют беспереплетные светопроемы (рис. 5.47).

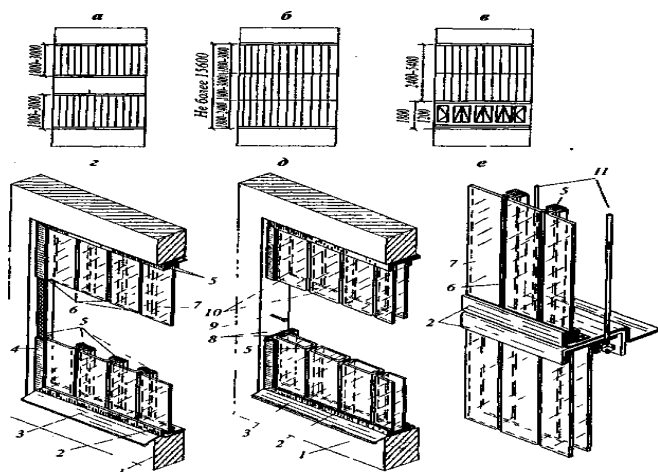


Рис. 5.47. Светопрозрачные ограждения из профильного стекла:

- а* – одноярусное в ленточных проемах; *б* – глухое многоярусное с открывающимися переплетами; *в* – многоярусное с открывающимися переплетами; *г* – заполнение проема элементами швеллерного сечения; *д* – заполнение проема элементами коробчатого сечения; *е* – сплошное остекление с применением стальных тяжей; 1 – стена; 2 – горизонтальный участок обвязки; 3 – водоотлив; 4 – вертикальный уголок обвязки; 5 – прокладка из морозостойкой резины; 6 – герметизирующая мастика; 7 – стекла швеллерного профиля; 8 – парные уголки боковой обвязки; 9 – винт, крепящий обвязку к стене; 10 – стекло коробчатого типа; 11 – стальные тяжи, связывающие смежные ригели

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 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 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.

Ворота. Ворота предназначены для ввода в здание транспортных средств, технологического оборудования и эвакуации работающих. Количество ворот, их размеры и размещение зависят от особенностей технологического оборудования. Для пропуска людей в воротах устраивают калитки. Снаружи здания перед воротами предусматривают пандусы с уклоном 1:10. Во избежание больших тепловпотерь отапливаемых зданий ворота оборудуют тепловыми завесами, включаемыми автоматически при открывании.

Распашные ворота размером 3,6х3; 3,6х3,6; 3,6х4,2 м – для пропуска автомобильного транспорта; 4,8х5,4 м – для ввода железнодорожных составов.

Воротная рама (стойки и ригель) выполняется из стальных прямоугольных труб сечением 200х140х4 мм, стойки – из одиночных труб, ригели – из двойных. Ригель высотой 480 мм заполняют фибролитом, а с наружной стороны обшивают защитным стальным листом.

К стойкам рамы снизу приваривают опорные листы, с помощью которых раму устанавливают на собственный бетонный фундамент и крепят к нему анкерами.

Воротная рама может быть выполнена из железобетона.

Воротные полотна (рис. 5.48) состоят из каркаса, утеплителя и двусторонней обшивки. Каркас – решетка из стальных труб, ячейки решетки заполняются филенками из оргстекла, стали с утеплителем. Обшивка – из шпунтованных досок толщиной 25 мм в один–два слоя. Для повышения жесткости полотна в углах и местах примыкания средников устанавливают металлические накладные, а против провисания устанавливают диагональные тяги из круглой стали. Полотна ворот при помощи двух пар петель – шарниров навешивают на раму.

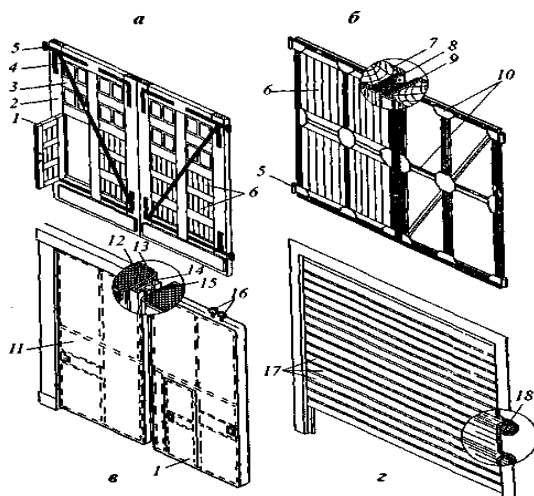


Рис. 5.48. Полотна ворот промышленных зданий:
 а – деревянные; б – деревянные со стальным каркасом;
 в – металлические; г – шторные; 1 – калитка; 2 – бруски
 наружной обвязки; 3 – средники; 4 – диагональные связи;
 5 – петли; 6 – дощатое заполнение; 7 – швеллер; 8 – полоса
 резины; 9 – пеньковые канаты; 10 – стальной каркас рамы;
 11 – раздвижное полотно; 12 – пенопласт; 13 – металлическая
 обшивка; 14 – стальная обойма с губчатой резиной;
 15 – стальной стержень; 16 – ходовые ролики;
 17 – стальные профилированные листы;
 18 – замковое соединение

В отапливаемых зданиях во избежание продувания по контуру воротной рамы к каркасу приваривают нащельники из полосовой стали, а щели между полотнами и под ними закрывают гибкими фартуками из резины или брезента.

Раздвижные ворота размером 3,6х3; 3,6х3,6; 4,2х4,2 м – для автомобильного транспорта; 4,8х5,4 м – для железнодорожного.

Полотна по конструкции те же, что и у распашных ворот. В верхней части ворот укрепляют рельс, по которому при открывании полотна катятся стальные ролики. Над ригелем устроен козырек с фартуком. Для того чтобы полотна не отклонялись от вертикального положения, их устанавливают на направляющую полосу из швеллера № 10.

Железнодорожные подъемно-секционные ворота выполняют размером 4,8х5,4 м с автоматическим управлением с установкой наверху механизма подъема. Рама ворот выполняется из швеллера № 27. Полотно состоит из трех секций высотой 2030, 1667, 1721 мм. Выше отметки 5,4 м в уровне 7,5 м предусматривается устройство с тремя секциями по толщине для установки в каждую секцию отдельных элементов полотна. Это устройство располагается между стеновой панелью и верхней стеновой обвязкой из швеллера.

Раздвижные складчатые ворота – полотна собирают из шарнирно-связанных между собой узких створок, которые при открывании складываются в пакет, благодаря чему занимают мало места.

Двери. 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 проемов по ширине 1–2,4 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-волокнуистыми плитами; однопольные шириной 700, 900 мм, высотой 2000, 2300 мм; двупольные шириной 1490, 1890, 2290 мм и высотой 2000, 2300 мм. У наружных дверей коробка выполняется обязательно с порогом.

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.

5.8. Перегородки, полы и прочие конструкции зданий

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 м);
- *по ограждающим свойствам*: глухие, с проемами, с вставками из светопрозрачного материала или металлической сетки;
- *по виду материала*: железобетонные, каменные (из кирпича, легкого бетона), из профильного стекла, металлических, асбестоцементных листов, древесно-стружечных плит, водостойкой фанеры;
- *по структуре*: однородные (сплошные), неоднородные со звукоизоляционной прослойкой;
- *по способу возведения*: промышленные (из крупно-размерных элементов), неиндустриальные (из мелко-размерных элементов).

Перегородки промышленных зданий должны быть проч-

ными, устойчивыми, долговечными, удовлетворять требованиям производственного процесса и быть индустриальными и экономичными.

Кирпичные перегородки (рис. 5.49) 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.

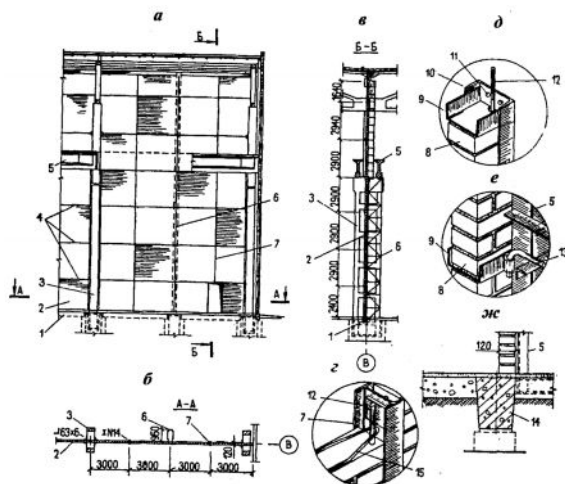


Рис. 5.49. Кирпичная перегородка:

- а – фасад; б – план; в – разрез; г – примыкание к импосту фахверка; д – примыкание к колонне каркаса; е – крепление к фахверковой колонне; ж – опирание на фундаментную балку;*
 1 – фундаментная балка; 2 – перегородка; 3 – колонна каркаса;
 4 – стальные горизонтальные пояса; 5 – подкрановая балка;
 6 – стальная фахверковая колонна; 7 – импост из двутавра;
 8 – кирпичная кладка; 9 – швеллер № 14; 10 – обойма из уголков;
 11 – дюбели; 12 – стержень диаметром 16 мм; 13 – крепежная деталь; 14 – фундаментная балка; 15 – арматура

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 (рис. 5.50) 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.

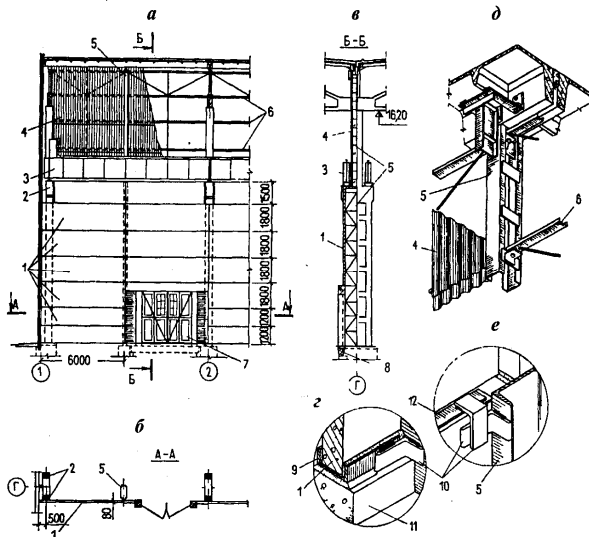


Рис. 5.50. Крупнопанельные перегородки:

- а* – фасад; *б* – план; *в* – разрез; *г* – опирание на бетонные столбики (подбетонку); *д* – примыкание к покрытию; *е* – крепление к колоннам фахверка или каркаса; 1 – панели; 2 – колонны каркаса; 3 – подкрановые балки; 4 – асбестоцементные листы; 5 – фахверковая колонна; 6 – ригели фахверка; 7 – ворота; 8 – фундаментная балка; 9 – обойма из швеллера № 12; 10 – крепежный уголок; 11 – подбетонка толщиной 120 мм; 12 – закладная деталь

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 (рис. 5.51) 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.

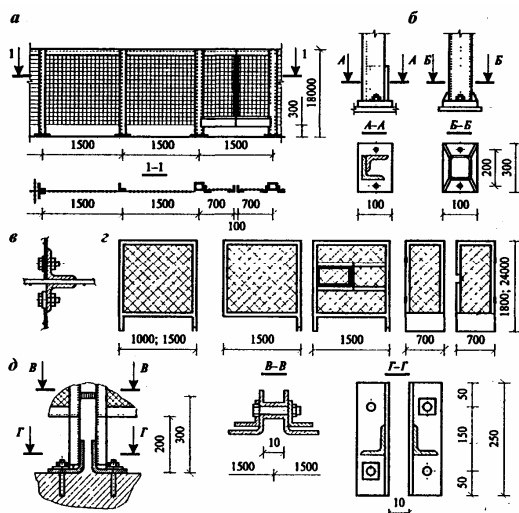


Рис. 5.51. Выгораживающие перегородки из стальной сетки:
 а – консольные сетчатые (общий вид и план); б – стойки из гнутых
 уголков и прямоугольных труб; в – крепление сетки к стойкам;
 г – виды щитов консольных сетчатых перегородок (рядовой,
 поворотный, с раздаточным окном, дверной); д – крепление щитов
 к полу и между собой

Полы промышленных зданий. В одноэтажных промышленных зданиях полы укладывают на фундаменте, в многоэтажных – на перекрытии.

Полы промышленных зданий в зависимости от особенностей технологического оборудования должны обладать следующими свойствами: химической стойкостью, неискримостью при ударах, повышенной механической прочностью и беспыльностью и т. д. [11].

Уровень пола 1 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 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 чугунной 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 – 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.

Брусчатые полы 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, диабазы размером 150х200 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). 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.

Торцовые полы – 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, что бы 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 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 248х248 мм, 298х298 мм, толщиной 6 мм с отверстиями с высотой ребер по периметру 42 и 30 мм, стальные плиты штампованные 300х300 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, торцовой шашки). Если железнодорожный путь возвышается над полом, устраивают пандусы с уклоном не более 1:2. Если примыкает пол с жестким подстилающим слоем, устраивают деформационный швов. 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.

Внутренние конструкции. Для эксплуатации и ремонта технологического оборудования в производственных цехах устраивают:

- *обслуживающие площадки*, которые предназначены для

осмотра, ремонта оборудования, установленного в цехе в месте складирования топлива, сырья, материалов. Они опираются на основные конструкции здания, на самостоятельные опоры, на технологическое оборудование. Такие площадки устраивают в один или несколько ярусов;

– *антресоли*, используемые для установки оборудования, размещения вспомогательных помещений и для других целей. Они представляют собой встроенный полуэтаж, увеличивающий производственную площадь цеха;

– *этажерки* – отдельно стоящие одно-, двух- и многоярусные сооружения. Они предназначены для установки большого габаритного и провисающего оборудования. Высота этажерок и расстояние между ярусами зависят от условий производственного процесса.

Для сообщения между перекрытиями этажерки имеют металлические лестницы. Каждое перекрытие по контуру ограждается стальными перилами высотой 1 м.

Обслуживающие площадки, антресоли, этажерки выполняют в виде железобетонных или металлических каркасов с настилами из сборных железобетонных плит или из листовой стали. Пространственная жесткость таких сооружений обеспечивается установкой стальных связей в продольном и поперечном направлениях.

Лестницы промышленных зданий в зависимости от назначения классифицируют:

– на *основные*, предназначенные для сообщения между этажами в многоэтажных зданиях, – аналогичны лестницам гражданских зданий. Ширина маршей 1350, 1500, 1750 мм, высота подъема маршей от 1,2 до 2,1 м, размеры ступеней 300 x 150 мм;

– *служебные* (рис. 5.52) для сообщения с рабочими площадками:

а) для интенсивного движения – марши, состоящие из двух тетив, выполненных из полосовой или угловой стали (65x5 мм), к которым прикрепляются ступени, имеющие только проступи с шагом 200 и 300 мм, выполненные из металлических стержней диаметром 18 мм. Уклон маршей 45 и 60°, ширина от 0,6 до 1 м,

высота до 6 м с переходными площадками. Марши снабжаются ограждениями с поручнями;

б) для индивидуального пользования – для подъема крановщика на посадочную площадку – вертикальная стремянка шириной 600 мм с шагом проступи 300 мм. С высоты подъема 4,2 м стремянка делается с ограждением. При высоте колонн свыше 12 м стремянка наклонная под углом не больше 60° с маршами и площадками. Косоуры маршей и тетивы стремянок выполняют из гнутых швеллеров и уголков 75х6, а проступи и площадки – из рифленой стали и из стальных стержней диаметром 18 мм;

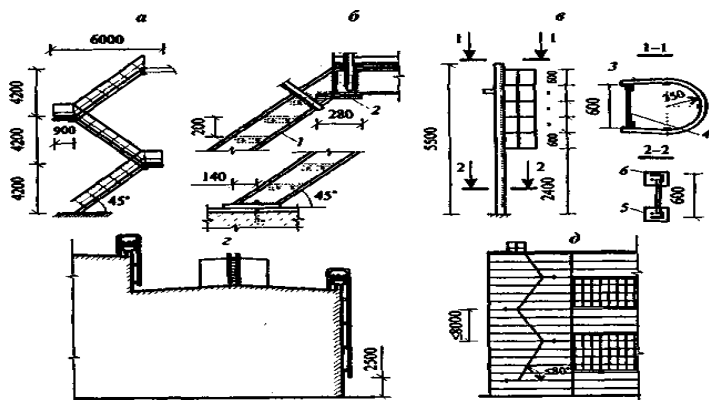


Рис. 5.52. Служебные и пожарные лестницы:

- а – служебная маршевая; б – верхний и нижний узлы
опирания марша; в – лестница-стремянка; г – пожарная
лестница 1-го типа; д – то же 2-го типа; 1 – швеллер
№ 18; 2 – уголок 50х5 мм; 3 – полоса 40х4 мм;
4 – стержень диаметром 18 мм; 5 – пластина 100х100х6 мм;
б – уголок 80х80 мм*

– пожарные лестницы устраивают в зданиях высотой от 10 до 30 м вертикальными, высотой более 30 м – наклонными с уклоном не более 80° и с промежуточными площадками через 8 м.

Вертикальные лестницы шириной 0,6 м крепят к стенам

анкерами из уголков или швеллеров, располагаемых по высоте лестницы через 2,4–3,6 м. Тетивы – из уголкового или полосового стали. Ступени – из одного или двух стержней диаметром 16–19 мм через 300, 400 мм. Отстает лестница от наружной грани стены на 250–300 мм. Низ лестницы не доходит до уровня земли на 1,5 – 1,8 м, верх на 1 м возвышается над парапетом. Расстояние между пожарными лестницами должно быть не больше 200 м, и их располагают в торцах пролетов или зданий.

Откидная пожарная лестница-стремянка устраивается в торцах фонарей и состоит из поручня (стержень диаметром 30 мм, длиной до 5 м), который является тетивой лестницы, и ступеней (стержень диаметром 20 мм, длиной 580 мм). Кронштейн выполняется из пластины 110 х 8 мм, длиной 300 мм.

Противопожарные преграды предотвращают распространение огня по зданию. Такими преградами служат несгораемые перекрытия многоэтажных зданий и несгораемые стены (брандмауэры), разделяющие здания на отдельные отсеки.

Брандмауэры возводят на всю высоту здания (на 300–600 мм выше кровли) из материалов, имеющих предел огнестойкости не менее 2,5 ч. Ворота и двери в брандмауэрах несгораемые или трудносгораемые с пределом огнестойкости не менее 1,5 ч. При этом площадь проемов не должна превышать 25 % площади брандмауэра.

Промышленные здания I и II степени огнестойкости, как правило, не требуют устройства брандмауэров.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. СНиП РК 2.04-01-2001* Строительная климатология. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
2. СНиП 31-06-2009 Общественные здания и сооружения. – М.: 2009.
3. СНиП РК 5.01-01-2002 Основания зданий и сооружений. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
4. СНиП РК 2.04-03-2002 Строительная теплотехника. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
5. СНиП РК 5.04-23-2002 Стальные конструкции. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
6. СНиП РК 3.01-01-2002* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
7. СНиП РК 2.04-05-2002* Естественное и искусственное освещения. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
8. ГОСТ 21.501-93. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. – М.: Изд-во стандартов, 1993.
9. ГОСТ 21.508-93. Правила выполнения рабочей документации генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов. – М.: Изд-во стандартов, 1995.
10. ГОСТ 21.508-93. Правила выполнения рабочих чертежей генеральных планов предприятий, сооружений и жилищно-гражданских объектов.
11. СНиП РК В.6-3-2000 Полы. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2000.
12. СНиП РК 2.02-05-2002 Пожарная безопасность зданий и сооружений. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
13. СНиП РК 3.02-06-2002 Крыши и кровли. / Комитет по делам строительства МЭиТ РК. – Астана, 2002.
14. Лисициан М.В., Пашковский В.Л., Петунина З.В. и др. Архитектурное проектирование жилых зданий: Учеб.пособие для вузов / - М.: Стройиздат, 2006. 488 с.

15. Казбек–Казиев З.А., Беспалов В.В., Дыховичный Ю.А. и др. Архитектурные конструкции: Учеб. для вузов / - М.: Архитектура, 2006. – 344 с.

16. Байнатов Ж.Б. Архитектурные конструкции малоэтажных зданий: учеб. пособие / - Алматы, КазНТУ, 2006. – 115 с.

17. Благовещенский Ф.А. Архитектурные конструкции: учеб. / - М.: Архитектура, 2007. – 232 с.

18. Туполев М.С., Попов А.Н., Попов А.А. и др. Конструкции гражданских зданий: Учеб. пособие / - М.: Архитектура, 2007. 240 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ О ЗДАНИЯХ.....	9
1.1. Здания и требования к ним, нагрузки и воздействия.....	9
1.2. Основы строительной физики.....	15
1.3. Основные сведения о модульной координации размеров в строительстве.....	18
2. ПОНЯТИЕ О ПРОЕКТИРОВАНИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....	23
2.1. Основные положения проектирования жилых и общественных зданий.....	23
3. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.....	32
3.1. Основные конструктивные элементы зданий.....	32
3.2. Несущий остов и конструктивные системы зданий.....	34
3.3. Основания и фундаменты.....	39
3.4. Стены и отдельные опоры.....	56
3.5. Перекрытия и полы.....	72
3.6. Перегородки.....	84
3.7. Окна и двери.....	93
3.8. Крыши.....	99
3.9. Лестницы.....	117
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	125
4.1. Основные положения проектирования промышленных зданий.....	125
4.2. Общие сведения о генеральном плане промышленного предприятия.....	131
5. КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....	135
5.1. Классификация и конструктивные системы промышленных зданий.....	135
5.2. Фундаменты и фундаментные балки.....	140
5.3. Железобетонные конструкции промышленных зданий....	145
5.4. Стальные конструкции одноэтажных промышленных зданий.....	165
5.5. Стены.....	178

5.6. Покрытия. Фонари.....	188
5.7. Окна, двери, ворота.....	204
5.8. Перегородки, полы и прочие конструкции зданий.....	211
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	222

Учебное издание

Гульшат Бухарбаевна Мурзалина

Архитектура гражданских и
промышленных зданий

Учебное пособие

(для студентов специальности 5В072900 – Строительство)

Нач. РО

З.А. Губайдулина

Редактор

Г.М. Дюсенбаева

Компьютерная верстка

Л.П. Умирбекова

Подписано в печать2012 г.

Тираж 300 экз. Формат 60х84 1/16. Бумага типогр. №1.

Уч. изд. л. 14,1. Усл. п. л.13,1. Заказ № ... Цена договорная

Издание Казахского национального технического
университета им. К.И. Сатпаева

Информационно-издательский центр КазНТУ
г. Алматы, Сатпаева, 22.

ISBN 978-601-228-375-4



9 786012 283754