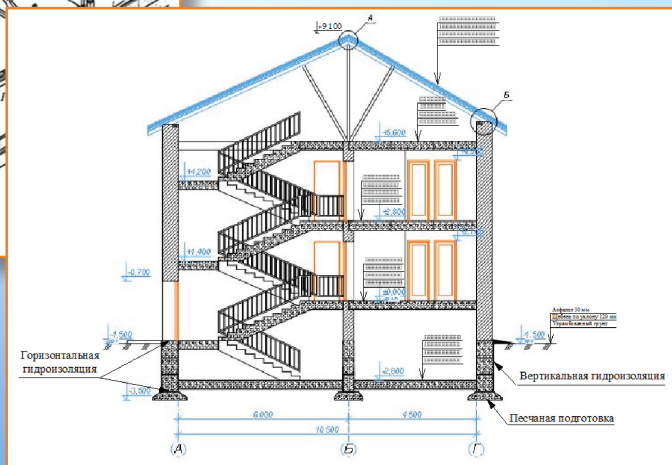
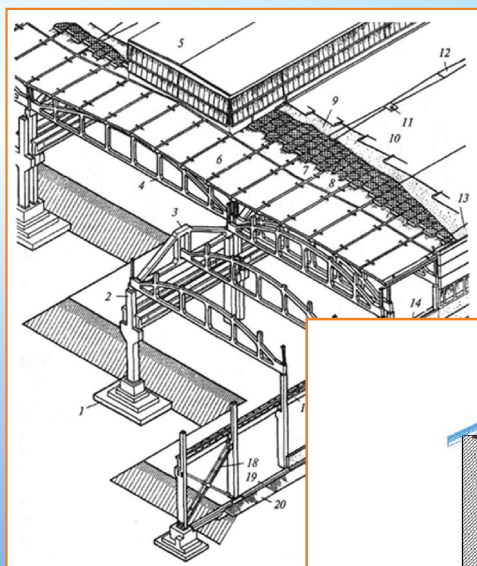


Е.М. Третьякова

КОНСТРУКЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Электронное
учебно-методическое пособие



УДК 692(072.8)

ББК 38.4я73

Рецензенты:

канд. техн. наук, директор ООО «Экспертный центр Кузнецова» *А.В. Кузнецов*;
канд. техн. наук, доцент Тольяттинского государственного университета
И.К. Родионов.

Третьякова, Е.М. Конструкция промышленных и гражданских зданий : электронное учеб.-метод. пособие / Е.М. Третьякова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2016. – 1 оптический диск.

Учебно-методическое пособие содержит цели и задачи дисциплины, перечень знаний, умений и навыков, методические рекомендации по изучению каждой темы, теоретический материал, список литературы и интернет-ресурсов для освоения дисциплины, глоссарий. Оно знакомит студентов с правилами и нормами проектирования жилых, общественных и промышленных зданий массового строительства, их функционально-технологическими особенностями, объемно-планировочными структурами и конструктивными схемами, а также видами и решениями отдельных конструкций зданий.

Предназначено для студентов направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» всех форм обучения.

Текстовое электронное издание.

Рекомендовано к изданию научно-методическим советом Тольяттинского государственного университета.

Минимальные системные требования: IBM PC-совместимый компьютер: Windows XP/Vista/7/8; PIII 500 МГц или эквивалент; 128 Мб ОЗУ; SVGA; Adobe Acrobat Reader.

Редактор *О.И. Елисеева*
Технический редактор *Н.П. Крюкова*
Компьютерная верстка: *Л.В. Сызганцева*
Художественное оформление,
компьютерное проектирование: *И.И. Шишкина*

Дата подписания к использованию 19.11.2015.
Объем издания 23,4 Мб
Комплектация издания: компакт-диск, первичная упаковка.
Заказ № 1-06-15.

Издательство Тольяттинского государственного университета
445020, г. Тольятти, ул. Белорусская, 14
тел. 8(8482) 53-91-47, www.tltsu.ru

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	5
Раздел 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ	7
Тема 1. Конструктивные элементы и конструктивные системы зданий	7
Тема 2. Модульная система, унификация, типизация и стандартизация в строительстве	32
Тема 3. Объемно-планировочные решения зданий	39
Раздел 2. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	50
Тема 4. Основания и фундаменты	50
Тема 5. Несущие конструкции гражданских зданий	60
Тема 6. Ограждающие конструкции и элементы гражданских зданий	86
Тема 7. Конструкции промышленных зданий	100
ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ	130
Практическая работа 1. Гражданское здание	131
Практическая работа 2. Промышленное здание	136
ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ	144
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	146
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	147
ГЛОССАРИЙ	148

ВВЕДЕНИЕ

Цель дисциплины «Конструкция промышленных и гражданских зданий» — изучение студентами, обучающимися по профилю «Безопасность технологических процессов и производств», строительных конструкций, их сочетания в зданиях, назначения, применения.

Задачи:

- 1) ознакомиться с видами промышленных и гражданских зданий, их основными конструктивными и объемно-планировочными схемами, конструкциями зданий, различных по назначению (основания и фундаменты, колонны и ригели, бетонные и каменные стены, плиты перекрытий и покрытий), с составом и содержанием проектной документации, требованиями к ее оформлению;
- 2) понимать особенности работы конструкций под действием нагрузок;
- 3) научиться пользоваться нормативно-технической литературой, типовыми сериями проектной документации.

«Конструкция промышленных и гражданских зданий» — дисциплина, изучающая практические и художественные задачи в проектировании зданий, порядок, методику и действующие нормы проектирования жилых, общественных и промышленных зданий массового строительства, их функционально-технологические особенности, объемно-планировочные структуры и конструктивные схемы, вопросы проектирования конструктивных элементов, технико-экономические показатели проектных решений.

Дисциплина обеспечивает не только необходимый минимум знаний в области эстетических и функционально-технологических проблем проектирования, но и способствует формированию у студентов, обучающихся по направлению «Техносферная безопасность», комплексного представления о зданиях, знакомит их с проектированием несущих и ограждающих конструкций, конструктивных узлов зданий, способами создания требуемых физических параметров среды обитания человека.

В результате изучения дисциплины студенты должны:

знать: функционально-технологические, физико-технические и эстетические основы архитектурно-строительного проектирования, особенности современных несущих и ограждающих конструкций, приемы создания объемно-планировочных решений;

уметь: пользоваться нормативной и технической документацией по проектированию зданий, на ее основании разрабатывать конструктивные решения промышленных и гражданских зданий как единого целого, состоящего из связанных между собой несущих и ограждающих конструкций;

владеть основами архитектурно-строительного проектирования.

Раздел 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ И ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ

Тема 1. Конструктивные элементы и конструктивные системы зданий

Учебные вопросы

1. Здания и их основные элементы.
2. Несущие конструкции.
3. Ограждающие конструкции.
4. Конструктивные системы зданий.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать* внимание на сравнении понятий «конструктивная система» и «конструктивная схема» здания;
- *ответить* на контрольные вопросы по теме.

Здания и их основные элементы

Основной областью архитектурно-конструктивного проектирования являются здания и сооружения. Главным отличием зданий от сооружений является наличие в здании внутренних пространств, предназначенных для различных видов жизнедеятельности общества (жилище, отдых, обучение, труд и пр.), в то время как инженерное сооружение либо не содержит внутренних пространств (мост, эстакада, мачта электропередачи), либо это внутреннее пространство используется в качестве складской или технологической емкости (бункера, силосы, водонапорные башни, нефтехранилища и т. п.). В порядке исключения в состав инженерного сооружения могут входить видовые или торговые площадки, рестораны.

Внутреннее пространство зданий чаще всего бывает расчленено по вертикали на этажи и в плане — на отдельные помещения. Различают подземное пространство здания (подвальный этаж или техническое подполье), большая часть которого размещена ниже уровня земли; цокольный этаж, заглубленный в землю не более чем на половину своей высоты; надземные этажи, расположенные выше

уровня земли; чердак – пространство между перекрытием верхнего этажа (чердачным перекрытием) и крышей. Кроме того, в здании могут быть предусмотрены мансарда – часть чердачного пространства, выгороженная утепленными ограждающими конструкциями для размещения жилых, общественных или вспомогательных отопливаемых помещений, и технический этаж, в пространстве которого размещены инженерное оборудование и коммуникации.

Объемно-планировочная структура здания формируется расчленением его пространства не только на этажи, но и на помещения в этих этажах. Помещения по назначению разделяют на группы – *рабочие, обслуживающие, вспомогательные и коммуникационные*. К *рабочим* относятся помещения, предназначенные для основной функции здания, например обучения (классы, кабинеты в школе), к *обслуживающим* – помещения, способствующие полноценному осуществлению основной функции (в той же школе – библиотека, буфеты, столовые, лаборантские при кабинетах, санитарные помещения и пр.), к *вспомогательным* – бойлерные, электрощитовые, вентиляционные камеры, к *коммуникационным* – вестибюли, холлы, коридоры, лестничные клетки и т. п. Материальную оболочку здания и преграды между его этажами и помещениями образуют конструкции здания, являющиеся комплексом различных, но взаимосвязанных элементов, имеющих различные – несущие или ограждающие – функции либо их совмещающих.

Назначение конструкций – восприятие *силовых и несилowych воздействий* на здание. К *силовым* относят следующие виды нагрузок и воздействий:

- постоянные нагрузки – от собственной массы конструкций здания и давления грунта основания на его подземную часть;
- длительно действующие временные нагрузки – от технологического оборудования, перегородок, длительно хранимых грузов (книгохранилища и т. п.), воздействия неравномерных деформаций грунтов основания и т. п.;
- кратковременные нагрузки и воздействия – от массы подвижного оборудования, людей, мебели, снега, ветра и т. п.;
- особые воздействия – от сейсмических явлений, просадочности грунта, воздействия деформаций земной поверхности в районах влияния горных выработок и т. п.;

- воздействия, возникающие при чрезвычайных ситуациях, – взрывы, пожары.

К *несиловым* относят воздействия:

- переменных температур наружного воздуха;
- атмосферной и грунтовой влаги на материал конструкций;
- солнечной радиации.

В соответствии с характером воспринимаемых воздействий конструкции зданий разделяют на несущие (воспринимающие силовые воздействия) – фундаменты, несущие стены, каркас, перекрытия, и ограждающие – изолирующие пространство здания от неблагоприятных (атмосферные осадки, отрицательные температуры воздуха, шум и пр.) воздействий внешней или внутренней среды – наружные стены, крыши, перегородки и пр.

Рассмотрим основные элементы здания (рис. 1.1).

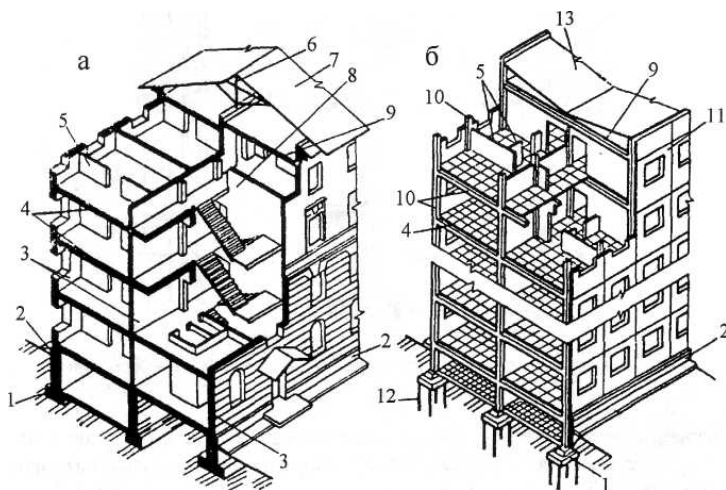


Рис. 1.1. Основные элементы зданий: *а* – с несущими наружными и внутренними стенами; *б* – с каркасом; 1 – фундамент; 2 – цоколь; 3 – несущие продольные стены; 4 – междуэтажные перекрытия; 5 – перегородки; 6 – стропила крыши; 7 – кровля; 8 – лестничная клетка; 9 – чердачное перекрытие; 10 – ригели и колонны каркаса; 11 – навесная наружная стена; 12 – сваи; 13 – кровельная панель

Основание – толща грунта, воспринимающая непосредственно все нагрузки и воздействия от здания.

Фундаменты — подземная часть вертикальных несущих конструкций здания (стен, колонн), воспринимающая все приходящиеся на здание силовые нагрузки и воздействия и передающая их основанию.

Стены разделяют по их положению в здании на наружные и внутренние, а по статической функции — на несущие, самонесущие и ненесущие (навесные). Несущие наружные стены воспринимают и передают на фундамент все вертикальные и горизонтальные нагрузки, самонесущие — только нагрузки от собственной массы, ненесущие — передают нагрузку от собственной массы и ветра поэтажно на внутренние несущие конструкции (рис. 1.2).

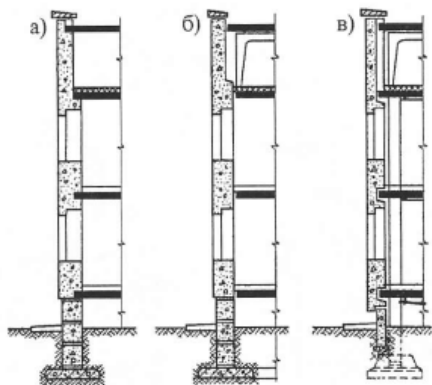


Рис. 1.2. Наружные стены: *а* — несущие; *б* — самонесущие; *в* — ненесущие

Перекрытия — горизонтальные несущие и ограждающие конструкции. Они разделяют здания на этажи, воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки и воздействия и передают их поэтажно на вертикальные несущие конструкции. Различают междуэтажные, покольные и чердачные перекрытия.

Крыши — верхняя часть здания, предназначенная для защиты от атмосферных воздействий, образованная несущими (стропила, кровельные панели) и ограждающими гидроизоляционными элементами (рис. 1.1).

Перегородки — ненесущие вертикальные конструкции. Они разделяют помещения здания, защищают их от шума и опираются на перекрытия.

Несущие конструкции

Основные типы несущих конструкций таковы: стоечно-балочные, арочно-сводчатые, стеновые, оболочки одинарной и двойной кривизны, складки, висячие, перекрестно-стержневые (структуры) и пневматические.

Для несущих конструкций применяют две группы материалов:

- 1) жесткие (камень, бетон, железобетон, армоцемент, металлические стержни, дерево);
- 2) нежесткие: гибкие (металлические тросы и листы) и мягкие (ткани и синтетические пленки).

По характеру статической работы все несущие конструкции подразделяются на плоскостные и пространственные. В *плоскостных* – все элементы работают под нагрузкой автономно и не участвуют в работе конструкций, к которым они примыкают. В *пространственных* – большинство элементов работают в двух направлениях и участвуют в работе сопрягаемых с ними конструкций. Благодаря этому повышаются жесткость и несущая способность пространственных конструкций и снижается расход материалов на их изготовление. Плоскостные и стержневые конструкции применяют при малых пролетах, при больших пролетах используются более сложные – пространственные, экономическая эффективность которых возрастает с увеличением пролета.

Стоечно-балочная конструкция (рис. 1.3) является наиболее простой и распространенной среди плоскостных. В ней вертикальный несущий элемент – стойка (колонна) – представляет собой прямолинейный стержень, который воспринимает все вертикальные нагрузки от горизонтального элемента (балки), горизонтальные нагрузки и передает усилия от этих воздействий на фундамент. При этом сама стойка работает на сжатие и изгиб. Горизонтальный несущий элемент стоечно-балочной системы – балка (брус) – прямолинейный стержень, работающий на поперечный изгиб под действием вертикальных нагрузок.

Сопряжения вертикальных и горизонтальных элементов могут иметь различную жесткость, что отражается на характере их совместной работы. При шарнирном опирании балки обладают свободой горизонтальных перемещений и поворота на опоре. В связи с этим они

передают на стойки только вертикальные усилия. При жестком сопряжении балки со стойкой обеспечиваются совместность их деформаций и перемещений в узле сопряжения и возможность передачи изгибающего момента от балки на стойку. Такой вариант стоечно-балочной системы носит название рамы или рамной конструкции, а жесткий узел сопряжения балки со стойкой – рамного узла.

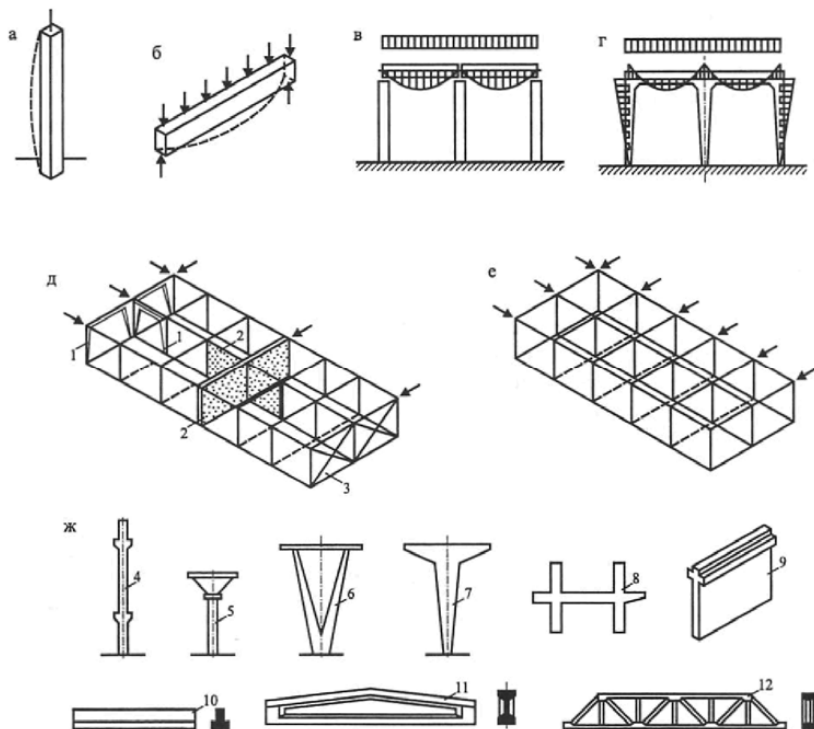


Рис. 1.3. Стоечно-балочные несущие конструкции: *а* – стойка; *б* – балка; *в* – стоечно-балочная конструкция с шарнирным сопряжением элементов; *г* – то же, с рамным; *д* – рамно-связевая схема каркаса со связями в виде рам (*1*), стен жесткости (*2*), раскосов (*3*); *е* – схема пространственного рамного каркаса; *ж* – сборные железобетонные элементы стоечно-балочной системы (*4* – двухэтажная колонна; *5* – колонна безбалочного перекрытия; *6, 7* – V- и T-образные колонны; *8* – совмещенный стоечно-ригельный фрагмент рамы; *9* – совмещенная конструкция ригеля и стенки жесткости; *10* – ригель; *11* – двускатная балка покрытия; *12* – ферма)

Система несущих конструкций здания в виде многопролетной и многоэтажной стоечно-балочной конструкции называется каркасной системой. Каркас, состоящий из поперечных и продольных рам (рамный каркас), обладает пространственной жесткостью: его деформации под влиянием силовых воздействий минимальны. Каркас из стоечно-балочных конструкций с шарнирными сопряжениями пространственной жесткостью не обладает. Для ее обеспечения вводятся специальные конструкции вертикальных связей, и вся система несущих конструкций здания называется каркасно-связевой или связевым каркасом.

В качестве связей используются отдельные стены (диафрагмы жесткости), рамы, раскосы и др. В рамных и связевых каркасах горизонтальными диафрагмами жесткости служат перекрытия. Каркасные конструкции применяют в общественных или промышленных зданиях при необходимости организации открытых внутренних пространств большой площади.

В современном строительстве стоечно-балочные конструкции выполняют преимущественно из железобетона, реже — из стали, дерева, в сочетании железобетона и стали (например, железобетонные колонны и стальные фермы).

Конструктивное решение здания может характеризоваться двумя понятиями:

- 1) конструктивная система, когда рассматривается принципиальная, общая основа несущего остова здания, например, каркасный тип здания;
- 2) конструктивная схема, когда рассматривается уточненная, детальная основа несущего остова здания, например, здание с полным или неполным каркасом.

Перекрестные стержневые системы образуются из линейных, взаимно пересекающихся под углом 90° или 60° элементов, формирующих прямоугольную, диагональную или треугольную сетку (рис. 1.4). Применение перекрестно-стержневой системы наиболее целесообразно для перекрытия квадратных, круглых и многоугольных в плане помещений с пропорциями в пределах 1:1 до 1:1,25.

Различают две разновидности перекрестных систем: перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые. Первые (рис. 1.4, А) вы-

полняют из металла (из балок или ферм), железобетона (из сборных элементов) и дерева.

Перекрестно-стержневую конструкцию (структуру) выполняют главным образом из металла. Обычно она представляет собой систему из двух (четырех) плоских решетчатых дисков, раскрепленных в двух направлениях наклонными стержнями, которые образуют серию одинаковых пирамид с обращенными вниз вершинами, раскрепленными стержнями нижнего решетчатого диска (рис. 1.4, Б).

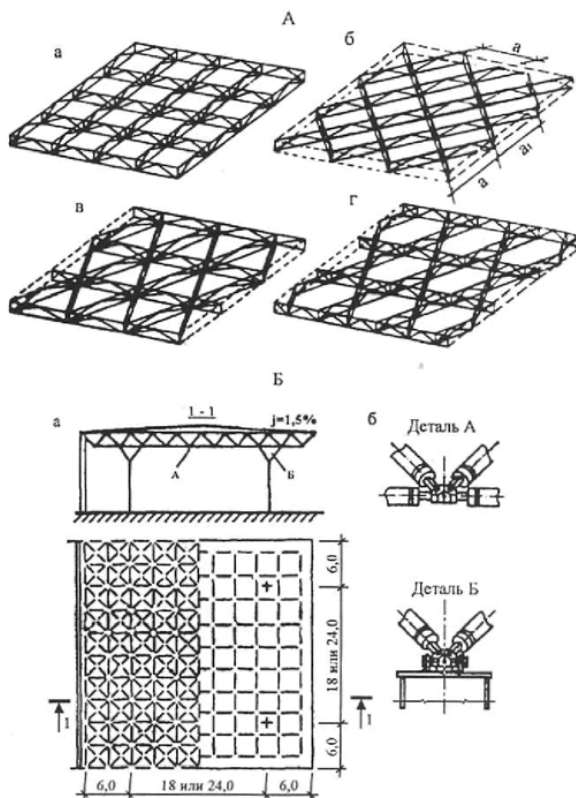


Рис. 1.4. Перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые перекрытия: А — из вертикальных перекрестных ферм (*а, б* — при расположении ферм в двух направлениях; *в, г* — при расположении ферм в трех направлениях); Б — из стержневых дисков (поясных сеток) и пространственной решетки между ними (*а* — разрез и план квадратного перекрытия с консолями; *б* — схема узлов)

Плоскостные несущие конструкции зданий – стены, различно размещенные в здании и жестко связанные между собой: в деревянном срубе – врубками, в каменном доме – взаимной перевязкой кладочных камней, в панельном здании – сваркой и замоноличиванием стыков панелей, в монолитном – арматурой и бетоном.

Необходимую жесткость системе зданий с плоскостными несущими конструкциями придают горизонтальные диафрагмы жесткости – междуэтажные перекрытия, которые в зданиях выше двух этажей выполняют из железобетона.

Изобретение железобетона позволило в зданиях стеновой (бескаркасной) системы выполнять и перекрытия из плоскостных элементов – железобетонных плит. Хотя бескаркасная система является древнейшей, подлинный расцвет в капитальном многоэтажном (30–35 этажей) строительстве она получила в конце XX – начале XXI века с применением железобетона в полносборных и сборно-монолитных конструкциях несущих стен и перекрытий (рис. 1.5).

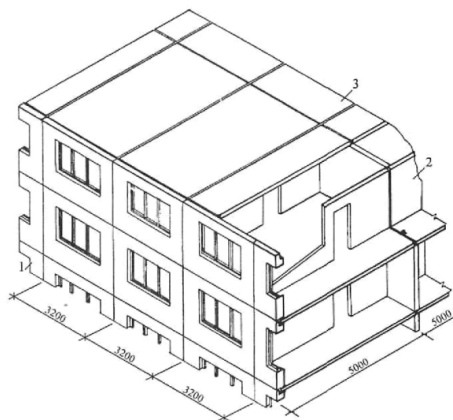


Рис. 1.5. Плоскостные несущие конструкции. Схема бескаркасного панельного здания из плоскостных несущих элементов: 1 – панель наружной стены; 2 – то же, внутренней; 3 – панель перекрытия

Преимуществом бескаркасных конструкций является совмещение их элементами несущих и ограждающих функций. Однако совмещение несущих и ограждающих функций в одном конструктивном элементе позволяет применять бескаркасную систему только

в зданиях со стабильной планировочной структурой при ограниченных размерах помещений. Поэтому она применяется преимущественно в жилищном строительстве из кирпича, сборного и монолитного железобетона.

Арочные конструкции. Арка представляет собой брус криволинейного очертания. Кривизна арки обеспечивает возможность ее статической работы преимущественно на сжимающие усилия, но вызывает не только вертикальные, но и горизонтальные реакции опор, так называемый распор (рис. 1.6). Это обстоятельство требует соответствующего усиления опор или применения затяжки-связи, стягивающей пяты арки и работающей на растяжение. В последнем случае в опорах арки возникают только вертикальные реакции. Работа арок преимущественно на осевые усилия позволяет перекрывать ими значительно большие пролеты, чем балками.

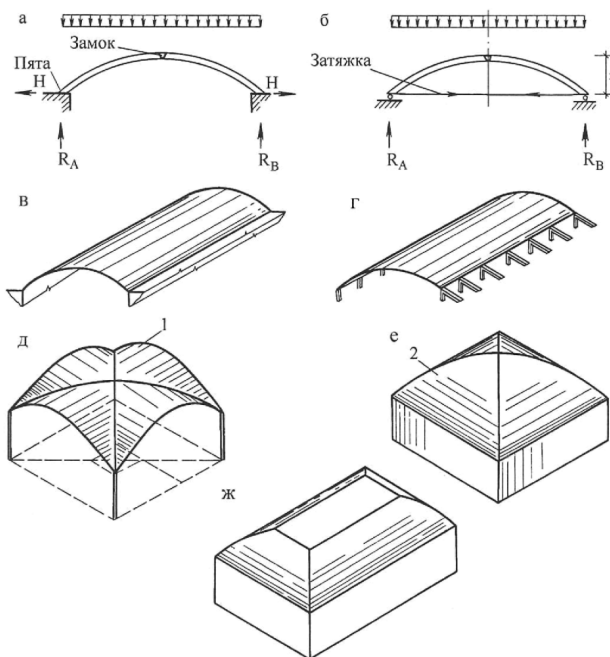


Рис. 1.6. Арочно-сводчатые конструкции: *а* — арка с затяжкой; *б* — цилиндрический свод; *в* — цилиндрический свод на стоечно-подкосных опорах; *д* — крестовый свод; *е* — сомкнутый (монастырский) свод; *ж* — зеркальный свод

При увеличении ширины арки в направлении, перпендикулярном ее пролету, образуется конструкция пространственной формы, называемая **цилиндрическим сводом**. В этой конструкции арочная кривая служит направляющей, а горизонтальная прямая – образующей поверхности свода. Поверхность цилиндрического свода относится к числу линейчатых поверхностей, т. е. поверхностей, образованных перемещением по направляющим одной или группы прямых линий.

Разнообразные модификации цилиндрических арок и сводов были разработаны и широко применялись в эпоху Древнего Рима (I в. до н. э. – IV в. н. э.). Возводились эти конструкции из кирпича, тесаного камня и бетона. Дальнейшее развитие каменные сводчатые конструкции получили в эпоху романики и готики (XI–XV вв.) на базе цилиндрических, а затем более сложных по форме, стрельчатых сводов (рис. 1.7), возникших в зодчестве Арабского халифата (VII–IX вв. н. э.) и занесенных в Европу в эпоху крестовых походов.

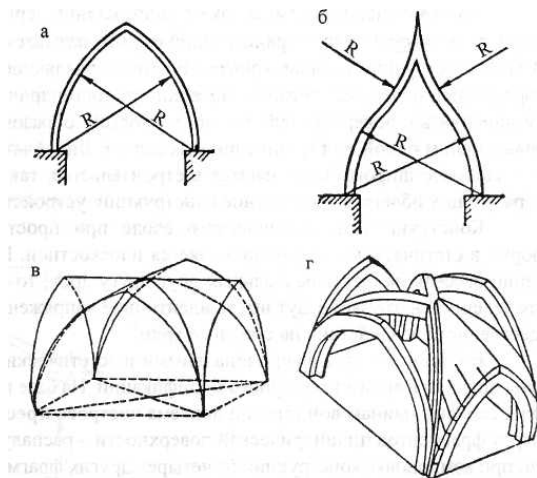


Рис. 1.7. Стрельчатые арки и своды: *а, б* – двухцентровая и четырехцентровая арки; *в* – стрельчатый крестовый свод (построение); *г* – ребристый стрельчатый крестовый свод

Оболочки представляют собой тонкостенные жесткие конструкции с криволинейной поверхностью. Толщина оболочек мала по

сравнению с другими ее размерами. Тонкостенность конструкции исключает возможность работы оболочки на поперечный изгиб и обеспечивает ее работу на осевые усилия.

Геометрию поверхности оболочек характеризует их кривизна относительно двух взаимно перпендикулярных плоскостей, пересекающих оболочку по нормали к ней. В общем случае поверхности оболочек имеют кривизну в двух направлениях. Такие конструкции называют оболочками двойкой кривизны. Полной характеристикой кривизны поверхностей является гауссова кривизна K – величина, обратная произведению радиусов кривых, образуемых пересечением оболочки двумя взаимно перпендикулярными плоскостями, проходящими через нормаль к ее поверхности:

$$K = \frac{1}{R_1 \cdot R_2}.$$

Знак кривизны зависит от расположения центров радиусов кривизны по отношению к поверхности. При расположении центров по одну ее сторону K имеет положительное значение, по обе стороны – отрицательное (рис. 1.8). К поверхностям положительной гауссовой кривизны относятся все купольные оболочки (сфероид или эллипсоид вращения и т. п.), оболочки переноса, бочарные своды и т. п. Характерным примером поверхности отрицательной кривизны является гиперболический параболоид, формируемый перемещением параболы с ветвями вверх по параболе с ветвями вниз (рис. 1.9).

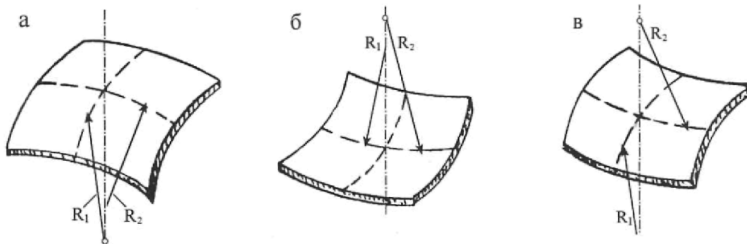


Рис. 1.8. Поверхности двойкой положительной (а, б) и отрицательной (в) кривизны

Оболочки являются пространственными конструкциями как по форме, так и по статической работе. Их большая по сравнению

с плоскостными конструкциями несущая способность определяется не дополнительным расходом материалов, а только изменением формы конструкции, способствующим повышению ее жесткости.

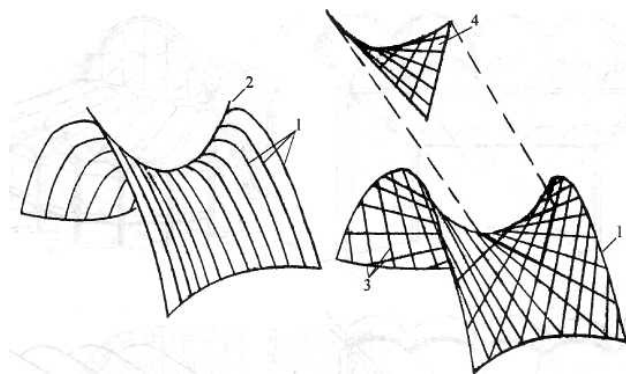


Рис. 1.9. Гиперболический параболоид: 1 – парабола с вершиной вверх; 2 – парабола с вершиной вниз; 3 – прямолинейные образующие; 4 – пространственный четырехугольник – гипар

Это становится очевидным при сопоставлении конструкций плоской плиты с пространственной конструкцией длинного цилиндрического свода-оболочки нулевой кривизны, примененных в условиях равенства пролетов и нагрузок (рис. 1.10). Стабильность формы цилиндрической оболочки обеспечивается торцовыми диафрагмами жесткости. Статическая работа, геометрическая форма и размещение в пространстве цилиндрического свода-оболочки существенно отличаются от работы свода. Цилиндрический свод-оболочка – безраспорная конструкция, работающая на поперечный изгиб как балка пространственной формы, свод – распорная конструкция, работающая преимущественно на осевые усилия. Для обеспечения последнего условия кривая свода принимается пологой, в то время как для повышения жесткости свода-оболочки целесообразна бóльшая кривизна формы, наконец, продольная ось длинного цилиндрического свода-оболочки размещается параллельно перекрываемому пролету, а продольная ось свода – перпендикулярно ему.

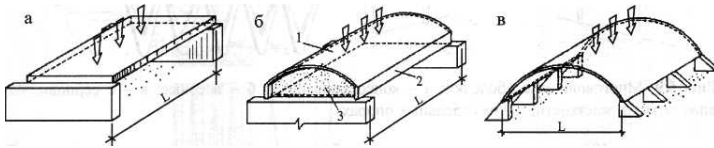


Рис. 1.10. Схемы конструкций: *a* – плоской плиты; *б* – цилиндрического свода-оболочки (1 – оболочка; 2 – бортовой элемент оболочки; 3 – диафрагма жесткости); *в* – цилиндрического свода

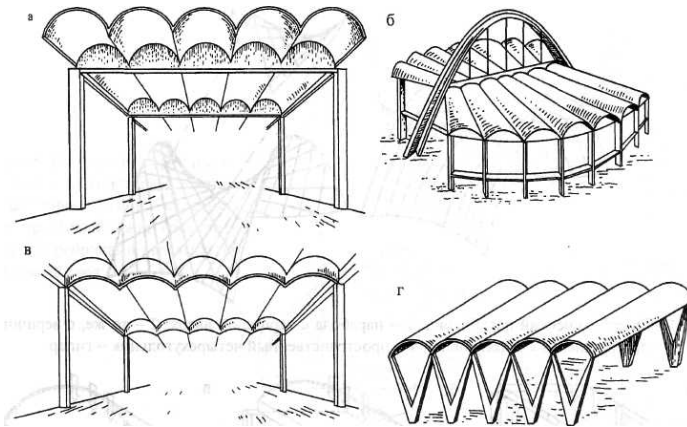


Рис. 1.11. Многоволновые оболочки: *a* – консолированные; *б* – веерные; *в* – с серповидными диафрагмами жесткости; *г* – на отдельных опорах

Цилиндрические и коноидальные своды-оболочки используются по большей части в многоволновых одно- и многопролетных сочетаниях; применяют консольные и бесконсольные, параллельные и веерные оболочки, разнообразные формы жесткостных элементов (рис. 1.11).

Складки – пространственная конструкция, образуемая сочетанием под углом отдельных плоскостей (складок) и диафрагм жесткости. Эта конструкция, как и цилиндрические своды-оболочки, изобретена в XX в. и имеет аналогичную схему статической работы. Геометрические формы складчатых конструкций различны: отдельные складки могут иметь треугольное и трапециевидное се-

чение и иметь друг с другом параллельные, веерные или встречные сочетания (рис. 1.12). Складки применяются в покрытиях пролетом до 40 м и в высоких стенах при необходимости повышения их жесткости. Получило распространение сочетание складчатых стен и покрытий с жесткими сопряжениями между ними в виде пространственной рамной конструкции. Складки используют в арочных и шатровых покрытиях для помещений с прямоугольным, трапециевидным, многоугольным или криволинейным планом.

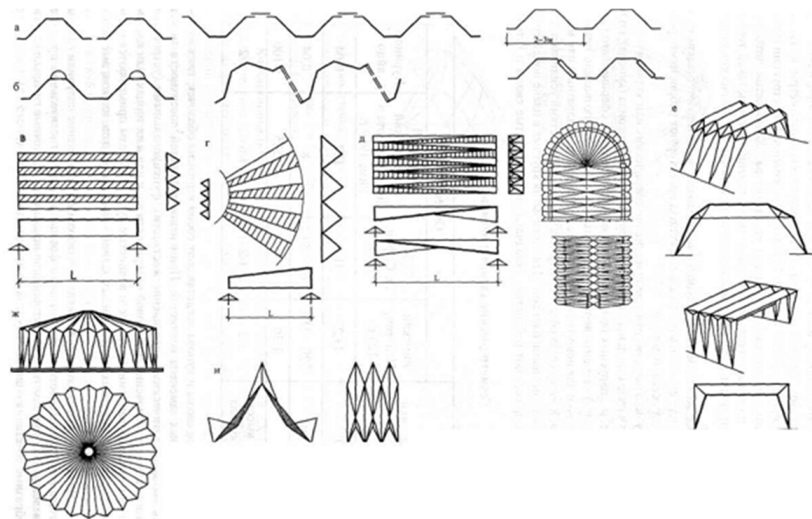


Рис. 1.12. Складчатые конструкции: *а* – формы и габариты сечений монолитных и сборных складок; *б* – схемы размещения устройств верхнего света; формы покрытий; *в* – параллельными складками; *г* – то же, веерными; *д* – то же, встречными; *е* – складчатые рамы; примеры фрагментов покрытий; *ж* – встречными складками; *и* – сочетанием веерных и встречных складок

Оболочки двоякой кривизны являются распорными конструкциями. В связи с разнообразием геометрических форм оболочек горизонтальная составляющая опорной реакции (распор) может иметь различную направленность: наружу – в куполах и волнистых сводах, внутрь – в гипарах и лотковых сводах. Тонкостенные конструкции оболочек нулевой и двоякой кривизны в целом являются изобретением XX в. (инженеры Франц Дишингер и Вальтер Бауэрфельд). Тонкостенные железобетонные купольные оболочки

проектируют гладкими, а также волнистыми или складчатыми. Стальные купола проектируют ребристыми, ребристо-кольцевыми или сетчатыми (рис. 1.13).

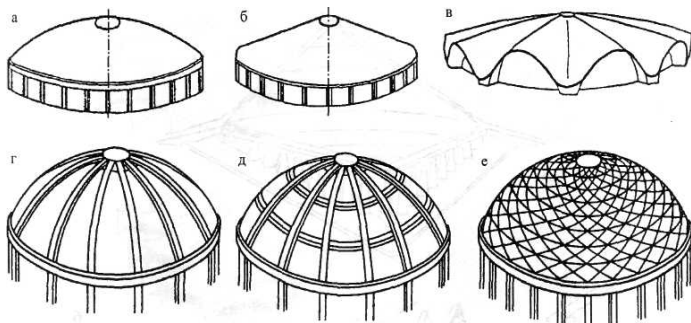


Рис. 1.13. Современные купольные конструкции: *а, б* – тонкостенные гладкие; *в* – волнистый купол из железобетона; *г* – ребристый; *д* – ребристо-кольцевой; *е* – сетчатый купол из стали

В XX в. получило распространение применение сферических или эллиптических оболочек не только в виде отдельного сегмента сфероида или эллипсоида (купола), но и в виде так называемых парусных оболочек, образованных сечением сферического (эллипсоидного, торового) сегмента вертикальными плоскостями. Это позволило применять парусные оболочки для покрытия помещений с треугольным, квадратным или многоугольным планом. Контур среза оболочки вертикальными плоскостями усиливают диафрагмами или криволинейными балками.

Для перекрытия круглых в плане помещений наряду с гладкими применяют ребристые, складчатые или волнистые своды и купола (рис. 1.14).

Волнистые своды и купола представляют собой варианты оболочек, гладкая поверхность которых заменена волнистой. Из оболочек отрицательной кривизны наибольшее применение получили гипары благодаря выразительности и вариантности формы, а также относительной простоте возведения. В строительстве и проектировании используют одиночные гипары и их разнообразные сочетания – шатры и купола из нескольких гипаров (рис. 1.15).

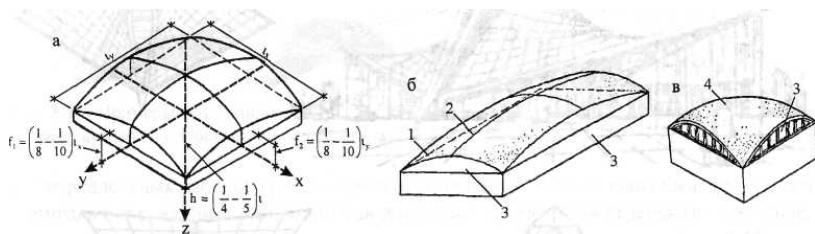


Рис. 1.14. Тонкостенные оболочки положительной гауссовой кривизны:
а, б – оболочки переноса на прямоугольном и квадратном плане;
в – сферическая парусная оболочка покрытия на треугольном плане;
1 и 2 – образующая и направляющая оболочки переноса;
3 – диафрагма жесткости; *4* – оболочка

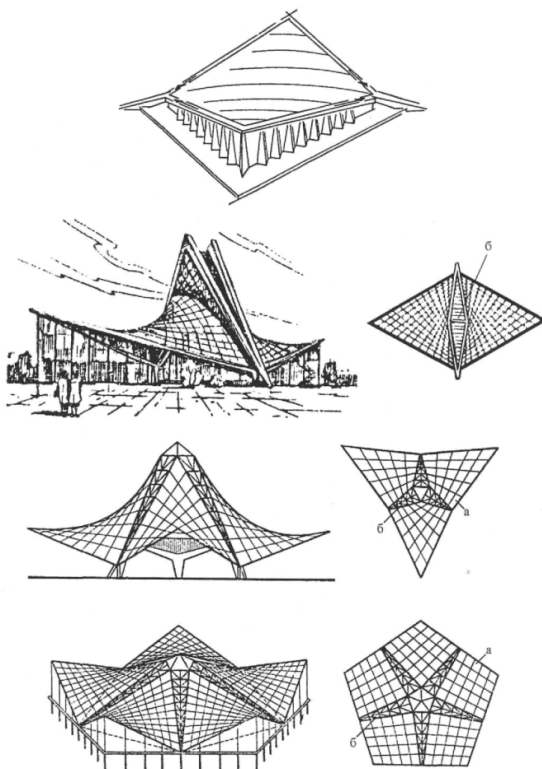


Рис. 1.15. Тонкостенные жесткие оболочки покрытий одиночными или несколькими гипарами: *а* – оболочка; *б* – светопроем

Комбинированные оболочки. С последней трети XX в. получили широкое применение конструкции, скомбинированные из фрагментов оболочек с одинаковыми или разными знаками кривизны. Такие комбинации позволяют не только добиться уменьшения конструктивной высоты покрытия, но и получить индивидуальную выразительную форму для покрытий залов с различной формой плана (рис. 1.16).

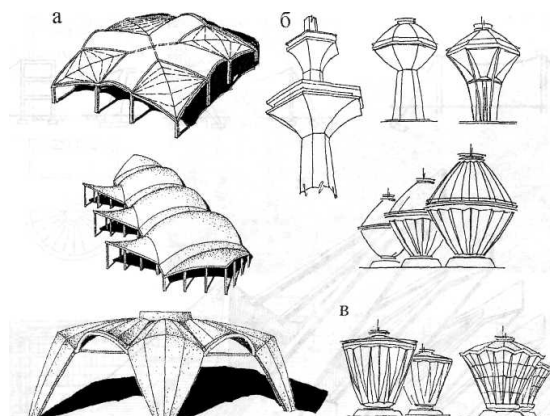


Рис. 1.16. Примеры комбинированных тонкостенных оболочек для:
a – покрытий; *б* – башен; *в* – резервуаров

Висячие конструкции изобретены выдающимся ученым и инженером В.Г. Шуховым в 1896 г., но стали широко использоваться только с середины XX в. Основными несущими элементами висячих конструкций являются гибкие тросы, ванты, цепи или кабели. Они работают только на растяжение и несут подвешенные к ним ограждающие горизонтальные, а иногда и вертикальные конструкции. Висячие конструкции проектируют плоскостными или пространственными. В плоскостных системах опорные реакции параллельных рабочих тросов передают на опорные пилоны, способные воспринять вертикальные реакции и распор, иногда последний передают на перекрытия обстраивающих зал помещений либо на оттяжки, заанкерованные в фундаментах (рис. 1.17).

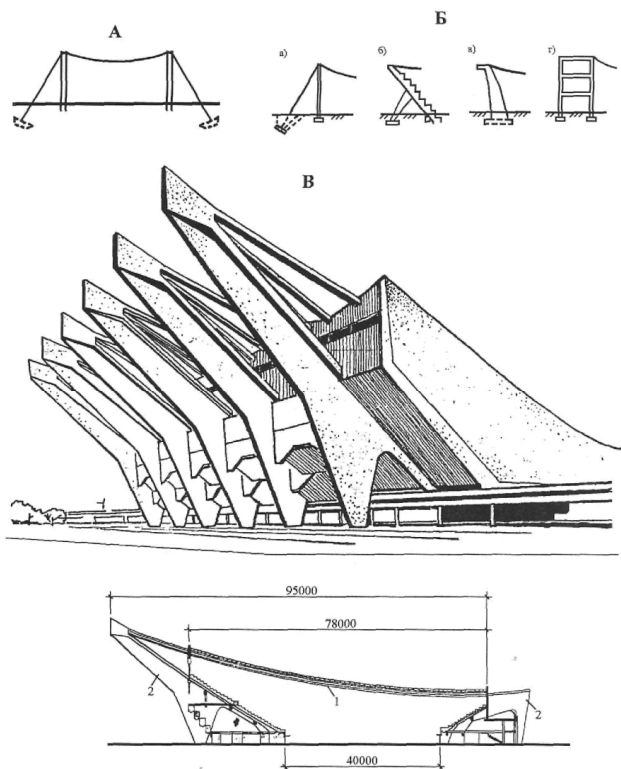


Рис. 1.17. Однопоясные висячие покрытия: А – схема конструкции; Б – варианты передачи распора (*a* – на оттяжки; *b* – на конструкции трибун; *c* – на устои; *d* – на конструкции обстраиваемых помещений); В – пример применения системы: общий вид и разрез спортивного зала в Берлине (*1* – ванты, *2* – поперечные рамы трибун)

В пространственных системах помимо рабочих тросов обязательным конструктивным элементом является жесткий плоский или пространственный опорный контур (железобетонный или стальной), воспринимающий распор от системы тросов, которые образуют криволинейную поверхность для укладки покрытия. Вертикальные реакции покрытия передаются на стойки, поддерживающие опорный контур, или другие вертикальные конструкции.

Для стабилизации пространственных висячих конструкций часто применяют две системы тросов – рабочих и стабилизирующих (двухпоясная конструкция).

Наиболее легкими и экономичными типами висячих конструкций являются мембранные и тентовые покрытия. Мембранные покрытия чаще всего имеют в качестве основного несущего элемента тонкий металлический лист, работающий на растяжение и закрепленный в опорном контуре. Конструкция мембраны может быть различной — плетенка из алюминиевых лент, сварная из отдельных стальных лепестков и т. п. Тентовые или висячие конструкции из мягких оболочек изобретены в середине XX века и получили применение наряду с временными сооружениями (склады, ангары, цирки-шапито) в уникальных, но также ориентированных на недолгий срок эксплуатации объектах, например в олимпийских спортивных сооружениях в Мюнхене (рис. 1.18) или выставочном павильоне «Миллениум» в Лондоне.

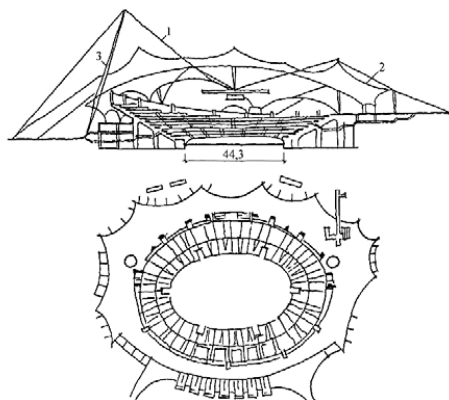


Рис. 1.18. Мюнхен. Олимпийский дворец спорта.
Висячие покрытия с мягкой оболочкой. Разрез и план:
1 — рабочий трос; 2 — трос-подбор; 3 — стойка

Пневматические конструкции изобретены в XX в. и применяются в строительстве с 40-х годов. Конструкция выполняется из воздухо- непроницаемой прорезиненной ткани, синтетической пленки или другого мягкого материала. Конструкция занимает проектное положение благодаря избыточному давлению заполняющего ее воздуха. Различают два типа пневматических конструкций — воздухоопорные и пневмокаркасные (рис. 1.19).

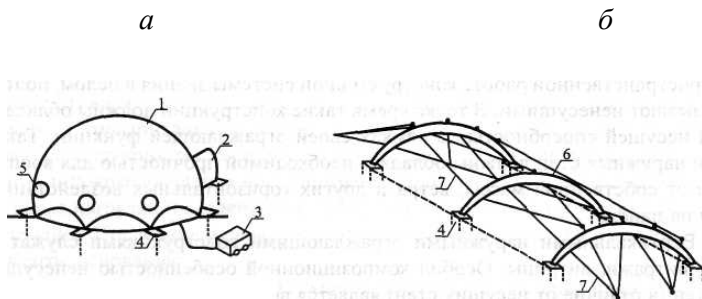


Рис. 1.19. Пневматические конструкции. Принцип действия и схемы:
 а – воздухоопорная; б – пневмокаркасная; 1 – воздухоопорная оболочка;
 2 – шлюз; 3 – компрессор; 4 – анкер для крепления к земле; 5 – окон-
 иллюминатор из светопрозрачного пластика; 6 – пневматическая арка;
 7 – продольные связи-растяжки

При проектировании зданий выбор типа несущих конструкций осуществляют с учетом назначения здания, его капитальности, величины перекрываемого пролета и технико-экономических показателей. При относительно малых величинах пролетов (9...12 м) применяют преимущественно стоечно-балочные и стеновые конструкции. С ростом величины пролета (≥ 24 м) возрастает экономическая эффективность применения пространственных конструкций. В уникальных сооружениях при выборе несущих конструкций наряду с техническими большое значение приобретают художественные задачи. Основным материалом служит долговечный и огнестойкий железобетон, позволяющий сократить расход металла. Металлические конструкции применяют при особо значительных величинах пролетов либо при больших динамических нагрузках.

Ограждающие конструкции

Согласно их наименованию конструкции несут в здании ограждающие функции и в зависимости от их расположения могут быть наружными или внутренними, вертикальными, горизонтальными или наклонными. Они, как правило, не участвуют в пространственной работе конструктивной системы здания, поэтому их часто называют ненесущими. В то же время такие конструкции должны обладать необходимой несущей способностью в рамках своей огра-

ждающей функции. Так, навесные панели наружных стен должны обладать необходимой прочностью для восприятия нагрузки от собственной массы, ветра и других горизонтальных воздействий, приходящихся на панель.

Вертикальными наружными ограждающими конструкциями служат фасадные стены, витражи, витрины.

Своеобразными наружными ограждающими конструкциями служат стационарные солнцезащитные элементы: перпендикулярные наружной стене внешние стенки-солнцеломы, солнцезащитные ажурные решетки, горизонтальные козырьки — сплошные или решетчатые. Материал стационарных солнцезащитных элементов — железобетон. Основная функция солнцезащитных ограждающих конструкций — защита внутреннего пространства помещений от избыточной солнечной радиации. Дополнительная — служить активным выразительным средством в общей архитектурной композиции здания.

Вертикальными внутренними ограждающими конструкциями служат перегородки всех видов (стационарные, складные, раздвижные), а также конструктивные элементы, совмещенные с инженерными системами, — вентиляционные шахты и блоки, шахты лифтов, стенки санитарно-технических кабин.

К горизонтальным (и наклонным) наружным ограждающим конструкциям относят светопрозрачные ограждения крытых атриумов, световых фонарей, к внутренним — элементы подвесных потолков и покрытий.

Конструктивные системы зданий

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 воздействия, передавая их поэтажно на вертикальные несущие конструкции.

Горизонтальные несущие конструкции массовых капитальных гражданских зданий, как правило, однотипны и обычно представ-

ляют собой железобетонный диск (сборный, монолитный или сборно-монолитный).

Вертикальные несущие конструкции разнообразны. Различают стержневые (стойки каркаса) несущие конструкции, плоскостные (стены, диафрагмы), внутренние объемно-пространственные стержни полого сечения на высоту здания (стволы жесткости), объемно-пространственные наружные конструкции на высоту здания в виде тонкостенной оболочки замкнутого сечения. Соответственно примененному виду вертикальных несущих конструкций различают четыре основные конструктивные системы гражданских зданий – *каркасную* (рамную), *стенную* (бескаркасную), *ствольную* и *оболочковую* (рис. 1.20). Наряду с основными широко применяют и комбинированные конструктивные системы. В этих системах вертикальные несущие конструкции комбинируют, сочетая разные виды несущих элементов. К их числу относятся системы: каркасно-связевая со связями в виде стен – диафрагм жесткости (каркасно-диафрагмовая), с неполным каркасом (несущие наружные стены и внутренний каркас), каркасно-ствольная, ствольно-стенная, ствольно-оболочковая и др.

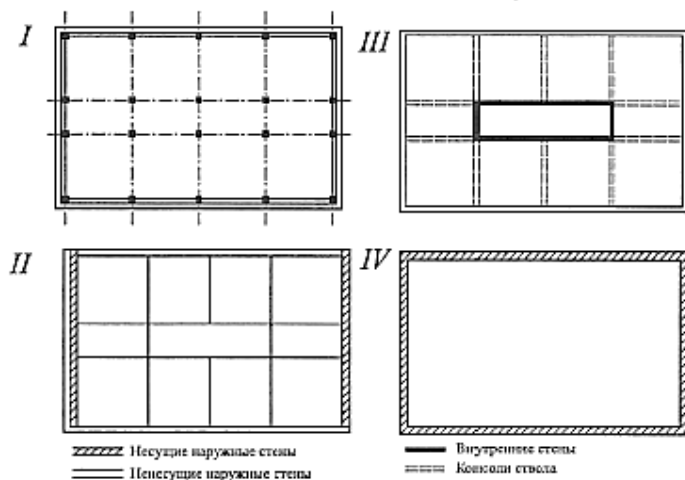


Рис. 1.20. Конструктивные системы зданий: I – каркасная; II – бескаркасная (стенная); III – ствольная; IV – оболочковая

Бескаркасная система является основной в массовом жилищном строительстве домов различной этажности, каркасная и каркасно-диафрагмовая – в строительстве жилых и массовых общественных зданий. Ствольную, ствольно-стеновую, каркасно-ствольную применяют для жилых и общественных зданий высотой более 20 этажей, оболочковую, ствольно-оболочковую, оболочково-диафрагмовую – для многофункциональных зданий выше 40 этажей.

Конструкции семейств ствольных и ствольно-оболочковых систем применяют главным образом в уникальных высотных зданиях. Массовые объекты строительства проектируют преимущественно на базе разнообразных вариантов каркасных и бескаркасных систем. Варианты бескаркасных систем различают по признаку размещения вертикальных несущих конструкций в здании и расстояния между ними. Например, в зависимости от расположения несущих стен в бескаркасном здании различают перекрестно-стенной, поперечно-стенной и продольно-стенной варианты конструктивной системы (рис. 1.21). Конструкции перекрытий, применяемые в массовом строительстве, в зависимости от величины перекрываемого пролета условно делят на перекрытия малого (2,4...4,5 м) и большого (6...7,2 м) пролета.

Соответственно, для перекрестно- и поперечно-стенного вариантов бескаркасной системы в технической литературе получили широкое распространение термины – бескаркасная система с малым, смешанным и большим шагом поперечных стен, которые будут использованы в дальнейшем изложении.

Системы малого и смешанного шага получили массовое применение в жилищном строительстве, системы продольно-стенная и поперечно-стенная большого шага – в массовых общественных зданиях школ, поликлиник и т. п.

Каркасные здания различают в первую очередь по расчетной схеме каркаса – рамной или связевой. Несмотря на то что рамный каркас (благодаря отсутствию вертикальных связевых конструкций) обеспечивает максимальную свободу планировочных решений, преимущественное применение в практике массового строительства получил связевой каркас. Здесь решающую роль сыграли его производственные достоинства (максимальная унификация конструкций и простота узловых сопряжений).

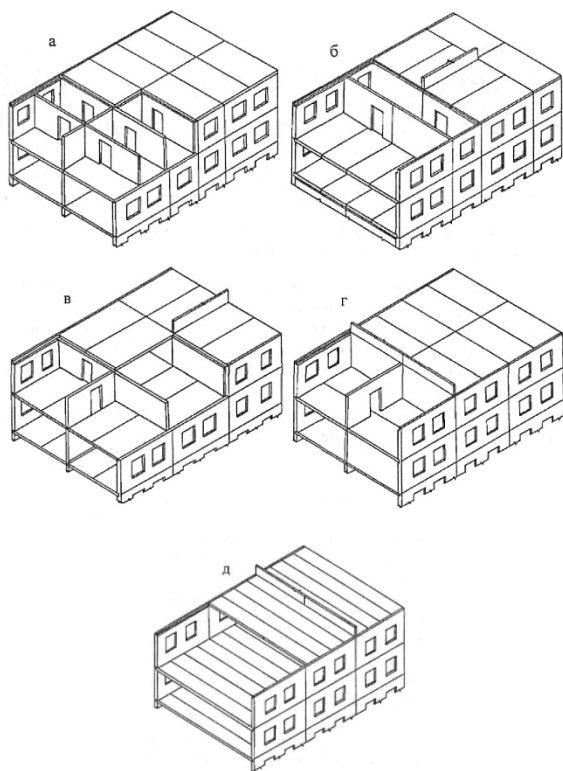


Рис. 1.21. Варианты бескаркасной системы

В семействе каркасных конструктивных систем в зависимости от расположения и наличия ригелей различают варианты системы с поперечным, продольным расположением ригелей, неполным и безригельным каркасом (рис. 1.22).

Основная область применения каркасных систем — проектирование общественных и промышленных зданий. Каркас с поперечным расположением ригелей применяют преимущественно в зданиях с регулярной планировочной структурой (гостиницы, общежития, пансионаты и т. п.), совмещая шаг поперечных перегородок с шагом ригелей. Каркас с продольным расположением ригелей применяют, проектируя общественные здания сложной планировочной структуры (школы, лечебно-профилактические учреждения и др.).

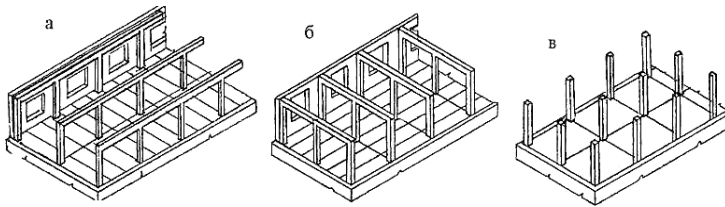


Рис. 1.22. Варианты каркасной конструктивной системы:
а – с продольным расположением ригелей; *б* – то же, с поперечным;
в – безригельный каркас

Вопросы для самоконтроля

1. В чем различие между плоскостными и пространственными конструкциями?
2. Что такое конструктивная система и какие разновидности конструктивных систем вы знаете?
3. Перечислите ограждающие конструкции здания.
4. Перечислите несущие конструкции каркасного здания.
5. Что такое несущий остов здания?

Тема 2. Модульная система, унификация, типизация и стандартизация в строительстве

Учебные вопросы

1. Унификация.
2. Единая модульная система.
3. Привязка конструкций.
4. Основные параметры зданий.
5. Виды размеров.
6. Типизация в строительстве.
7. Нормализация и стандартизация в строительстве.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать внимание* на терминах: унификация, единая модульная система в строительстве, пролет здания, шаг здания, высота этажа, нормализация, стандартизация;
- *ответить на контрольные вопросы* по теме.

Унификация

Индустриализация строительства может осуществляться двумя путями: перенесением максимального объема производственных операций в заводские условия (изготовление укрупненных сборных элементов с высоким уровнем заводской готовности и механизированный монтаж элементов здания на строительной площадке) или сохранением всех или большинства производственных операций на стройплощадке (трудоемкость можно снизить за счет применения механизированного оборудования, машин и инструментов: скользящей, объемной или плоскостной инвентарной переставной опалубки, бетононасосов, бетоноукладчиков и т. д.). В отечественной практике первый путь являлся преобладающим до последнего времени. Он обеспечивает наибольшую экономичность строительства и открывает перспективы дальнейшего совершенствования строительных конструкций. Однако заводское производство сборных изделий ставит перед проектированием специфические требования унификации.

Унификация – научно обоснованное сокращение числа общих параметров зданий и их элементов путем устранения функционально неоправданных различий между ними. Унификация обеспечивает приведение к единообразию и сокращению числа основных объемно-планировочных размеров здания (высот этажей, пролетов перекрытий, размеров оконных и дверных проемов и т. д.) и, как следствие, к единообразию размеров и форм конструктивных элементов заводского изготовления. Унификация позволяет применять однотипные изделия в зданиях различного назначения, т. е. обеспечивает универсальность изделий, массовость конструктивных элементов, что способствует рентабельности их изготовления на заводе, взаимозаменяемость – вместо двух фундаментных блоков длиной 1200 мм можно предусмотреть один длиной 2400 мм без изменения объемно-планировочных параметров здания.

Возможность сокращения числа типов несущих конструкций достигается унификацией расчетных нагрузок. Например, для конструкций перекрытий зданий различного назначения обобщенный унифицированный ряд нагрузок (без собственного веса) включает всего 9 величин: 200, 300, 450, 600, 800, 1000, 1250, 1600 и 2100 кгс/м². При этом размеры сечения железобетонного элемента перекрытия

остаются постоянными для нагрузок от 200 до 1000 кгс/м², изменяются только армирование и марка бетона. Унификация наружных ограждений связана с их теплоизолирующей способностью: для бетонных панелей наружных стен толщины составляют 300, 350 и 400 мм.

Единая модульная система

Основой для унификации геометрических размеров изделий является Единая модульная система в строительстве (ЕМС). Единая модульная система – это совокупность правил взаимосвязки объемно-планировочных и конструктивных размеров зданий, которые формируются на основе кратности единой величине – модулю. Модуль (лат. – «мера») – исходная мера, принятая для выражения кратных соотношений размеров частей здания или сооружения. Имеется три разновидности модуля: основной, укрупненный и дробный.

1. В России и большинстве европейских стран используют основной модуль (М), $M = 100$ мм.

2. Укрупненный модуль равен основному, увеличенному в целое число раз, – (2, 3, 6, 12, 15, 18, 24, 30, 36, 60)М. Служит для назначения размеров по горизонтали (пролета, шага, ширины проемов), по вертикали (высоты этажей, проемов), типоразмеров крупных сборных изделий.

Понятие «типоразмер» совмещает в себе вид изделия и его размеры. Типоразмер обычно содержит ряд марок – вариаций внутри типоразмера по каким-либо признакам – марке бетона, количеству арматуры, размещению отверстий, закладных деталей.

3. Дробный модуль равен (1/2, 1/5, 1/10, 1/20, 1/50, 1/100)М. По дробным модулям назначают размеры сечений сборных элементов.

Взаимное расположение элементов здания в пространстве устанавливают с помощью трехмерной условной пространственной системы взаимно пересекающихся модульных плоскостей (рис. 2.1).

Замкнутый объем разделяется вертикальными и горизонтальными плоскостями на меньшие объемы с линейными параметрами, равными основному или производному модулю. Основные конструкции здания при проектировании размещают в пространстве, совмещая с модульными плоскостями.

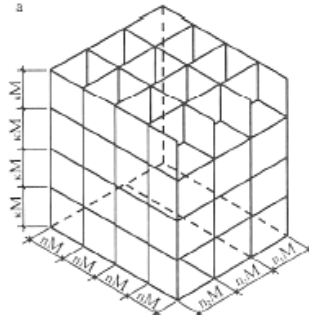


Рис. 2.1. Пространственная система модульных плоскостей

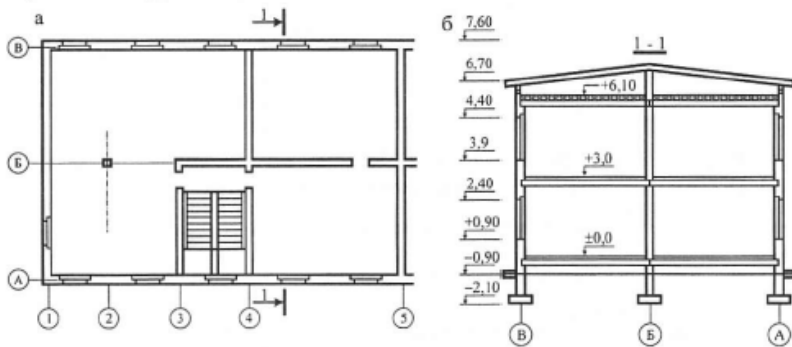


Рис. 2.2. Маркировка разбивочных осей на чертежах:
a – плана; *б* – разреза здания

Линии пересечения модульных плоскостей, совмещенных с несущими конструкциями здания, образуют линии модульных разбивочных осей в плане и разрезе. Оси обозначают цифрами вдоль стороны плана с бóльшим числом разбивочных осей, слева направо и буквами снизу вверх. На чертежах разрезов вместе с расстояниями между разбивочными осями выносятся отметки – расстояния в метрах от условного нулевого уровня, т. е. уровня чистого пола первого этажа (рис. 2.2).

Привязка конструкций

В начале строительства здания осуществляется размещение его осей на местности, называемое разбивкой здания или разбивкой его осей. Разбивочные оси используются для привязки конструкций, т. е. для определения их положения в здании.

Правила привязки конструкций различны.

1. В крупнопанельных зданиях разбивочные оси внутренних несущих стен совпадают с их геометрической осью, оси наружных стен из бетонных однослойных и двухслойных панелей размещают на расстоянии 80 мм, трехслойных — 110 мм, из панелей, сделанных из небетонных материалов, — 50 мм от внутренней грани стены.

2. В зданиях со стенами из кирпича и мелких блоков привязка внутренней плоскости наружных стен к модульным осям составляет 100 мм, а плоскости внутренних стен — 120 мм.

3. В зданиях из объемных блоков предусматривают симметричное расположение блоков между модульными разбивочными осями. Суммарная толщина двух стенок смежных блоков в сумме с толщиной зазора между ними должна быть кратна M или $2M$.

4. В каркасных зданиях разбивочные оси внутренних колонн размещают по их геометрической оси. Привязка крайних рядов колонн осуществляется по-разному:

- а) внутренняя грань колонны смещается от модульной разбивочной оси внутрь здания на половину ширины сечения внутренней колонны; при одинаковом сечении наружных и внутренних колонн геометрическая и модульная разбивочная оси крайних колонн совмещаются;
- б) внешние грани колонн совмещаются с модульными разбивочными осями.

Для одноэтажных каркасных промышленных зданий существуют дополнительные правила привязки:

- привязка колонн к средним осям — центральная;
- привязка колонн к крайним поперечным осям составляет 500 мм;
- привязка колонн к крайним продольным осям зависит от высоты, шага колонн и грузоподъемности кранового оборудования.

Основные параметры зданий

Основные параметры зданий – это пролет, шаг и высота. Размеры этих параметров зависят от функционального назначения здания, конструктивной схемы, материала стен.

Пролет (L) – расстояние между разбивочными осями несущих стен или колонн в направлении несущих конструкций перекрытия или покрытия (балок, ферм, ригелей), как правило, в поперечном направлении здания. Для жилых гражданских зданий $L = 2,7...6,3$ м (кратно 3М), пролет определяется длиной панели перекрытия. Для общественных и промышленных зданий длина унифицированных пролетов кратна 6М: 3; 4,5; 6; 9 м.

Шаг (B) – расстояние между разбивочными осями в перпендикулярном пролету направлении. Для жилых зданий $B = 2,4; 2,7... м$, для общественных и промзданий $B = 3; 6; 7,2 м$.

Высота этажа (H) – расстояние по вертикали от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего (смежного) этажа. Для жилых зданий $H = 2,8; 3 м$, для массовых общественных зданий $H = 3; 3,3; 3,6; 4,2... м$.

Виды размеров

Номинальный размер – проектное расстояние между разбивочными осями конструкции, кратное единому или укрупненному модулю (B_n).

Конструктивный размер – проектный размер изделия B_k , отличающийся от номинального на величину конструктивного зазора между изделиями ($\pm \delta$):

$$B_k = B_n \pm \delta.$$

Натурный размер – фактический размер изделия B_ϕ , отличающийся от конструктивного на половину величины допуска ($\pm c/2$). Допуски определяются установленным классом точности формования изделий.

В проектных материалах и каталогах используются номинальные размеры, а в чертежах – конструктивные:

$$B_\phi = B_k + \frac{c}{2}.$$

Типизация в строительстве

Типовое проектирование — это система разработки строительных проектов, основанная на типизации зданий или их фрагментов с целью многократного повторения в строительстве. Она применяется в строительстве жилых, промышленных зданий и массовых типов общественных зданий. Широкое внедрение получил серийный метод типового проектирования: разработка взаимоувязанного комплекса типовых проектов для определенных природно-климатических условий.

Нормализация и стандартизация в строительстве

Нормализация — установление оптимальных размеров помещения в соответствии с его функциональным назначением и технологическим оборудованием и оптимальное размещение этого оборудования для осуществления процессов жизнедеятельности человека.

Методика типового проектирования непосредственно связана со стандартизацией. Под стандартизацией понимается установление (на уровне закона) на длительные сроки общих обязательных требований к проектным решениям и конструкциям, а также утверждение в качестве обязательных к применению стандартных строительных изделий и конструкций. Высшей формой стандартизации являются ГОСТы — государственные стандарты. Наряду с ними используются стандарты меньших категорий — отраслевые, заводские. ГОСТы устанавливают требования, обязательные для проектирования, строительства, изготовления изделий, их форм и габаритов. ГОСТ имеет свой номер и дополнительный индекс, обозначающий год его утверждения. Типовые конструкции, обязательные к применению в определенном районе или ведомстве, группируют в каталоги. В каталогах приведены схемы и расчетные нагрузки конструкций, основные размеры, масса, показатели расхода и марки материалов. В качестве рабочих чертежей применяют альбомы конструкций и изделий заводского изготовления. Также в качестве нормативных документов используются строительные нормы и правила (СНиПы), своды правил (СП), инструкции, указания, технические условия (ТУ), планировочные нормалы.

Вопросы для самоконтроля

1. С какой целью применяется унификация?
2. Чему равен основной модуль в строительстве?
3. Чем различаются понятия «высота этажа» и «высота помещения»?
4. Какие здания строятся по типовым проектам, а какие по индивидуальным?
5. Какие нормативные документы применяются в строительстве?

Тема 3. Объемно-планировочные решения зданий

Учебные вопросы

1. Виды объемно-планировочных схем.
2. Объемно-планировочные решения жилых домов.
3. Объемно-планировочные решения общественных зданий.
4. Объемно-планировочные решения промышленных зданий.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать* внимание на классификации объемно-планировочных схем;
- *ответить* на контрольные вопросы по теме.

Виды объемно-планировочных схем

Объемно-планировочной схемой здания называют тип объединения рабочих, обслуживающих, вспомогательных и коммуникационных помещений в единую композицию. По признаку расположения и взаимосвязи помещений различают следующие типы объемно-планировочных схем зданий: анфиладную, с горизонтальными коммуникациями, с вертикальными коммуникациями (секционную), зальную, комбинированную атриумную (рис. 3.1).

Анфиладная система предусматривает непосредственный переход из одного помещения в другое через проемы в их стенах или перегородках (музеи, выставки, детские сады).

Система с горизонтальными коммуникациями предусматривает связи между основными помещениями через коммуникационные (коридоры, галереи), благодаря чему основные помещения

становятся непроходными. Основные помещения по отношению к горизонтальной коммуникации могут располагаться с одной или двух сторон (общежития, гостиницы, школы, больницы, административные здания).

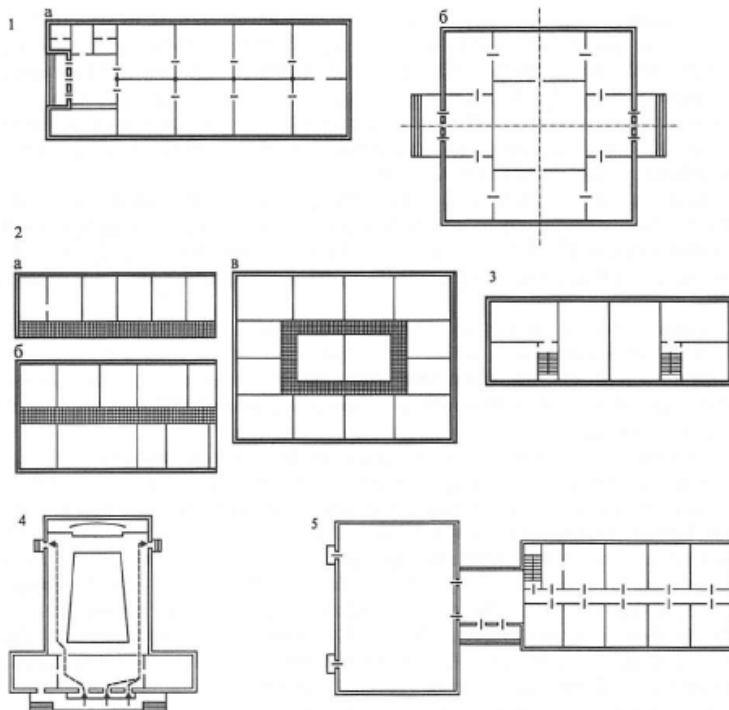


Рис. 3.1. Объемно-планировочные схемы зданий: 1 – анфиладная (а – протяженная; б – центрическая); 2 – с горизонтальными коммуникациями (а – галерейная; б – коридорная; в – коридорно-кольцевая); 3 – секционная; 4 – зальная; 5 – комбинированная

Секционная система предусматривает компоновку здания из одного или нескольких однохарактерных фрагментов (секций) с повторяющимися поэтажными планами. При этом помещения всех этажей каждой секции связаны общими вертикальными коммуникациями – лестницей или лестницей и лифтами. Секционная система является основной в проектировании городских квартирных жилых домов средней и большой этажности, а также фрагментарно

включается в объемно-планировочную структуру зданий общежитий, больниц, школ и др.

Зальная система строится на подчинении относительно небольшого числа подсобных помещений главному зальному, которое определяет функциональное назначение зданий в целом. Наибольшее распространение зальная система получила в проектировании промышленных и общественных, зрелищных, спортивных, выставочных зданий.

Атриумная система — с открытым или крытым двором, вокруг которого размещены основные помещения, связанные с ним непосредственно либо через открытые (галереи) или закрытые (боковые коридоры) коммуникационные помещения, имеет разнообразное применение. Помимо традиционного использования в южном жилище, она в последние десятилетия получила применение в проектировании малоэтажных зданий с крупными залами — крытых рынков, музеев, выставок, а также зданий многоэтажных гостиниц и офисов.

Комбинированная (смешанная) система, сочетающая в себе элементы различных систем, применяется преимущественно в многофункциональных зданиях. Например, в молодежном клубе зальная система зрелищных и спортивных залов сочетается с коридорной планировкой помещений для клубных кабинетов.

Объемно-планировочные решения жилых домов

Классификация жилых зданий по назначению

1. Квартирные дома для постоянного проживания семей различного состава. В зависимости от характера застройки они подразделяются:

- на усадебные малоэтажные с индивидуальным входом с участка;
- многоквартирные городского типа со входом в квартиры из общего коммунального узла (дома секционного, коридорного и галерейного типов).

Основной планировочный элемент жилого дома — квартира.

2. Гостиницы. Планировочные решения гостиниц включают жилую часть и блок обслуживания. Основной планировочный элемент жилой части — номер на 1–3 человек.

3. Общежития – здания секционного и коридорного типов. Основной планировочный элемент – жилая комната.

4. Дома-интернаты.

В городском массовом строительстве наиболее распространены секционные жилые дома (одно- и многосекционные), коридорные и галерейные. Планировочное решение квартиры должно удовлетворять многофункциональному назначению: в ней осуществляются процессы отдыха, сна, индивидуальной работы, ведения домашнего хозяйства, поддержания личной гигиены. Благоустроенная квартира должна содержать:

а) жилые помещения (общая комната и спальни);

б) подсобные помещения (кухня, передняя, санузел, кладовая, встроенные шкафы);

в) летние помещения (балконы, лоджии, веранды, террасы). Они обязательно входят в состав квартир домов, расположенных в жарком климате.

Для повышения комфорта проживания в квартире отдельные группы помещений зонируют, т. е. выделяют зону общей комнаты с кухней и передней и зону спален с санитарным узлом. Удобство жилых комнат зависит от соотношения ширины a к глубине b . Наиболее удобные соотношения a к b – 1:1; 1:1,25; 1:1,5; допустимые: 1:1,75; 1:2, а также 1,25:1; 2:1. Глубина жилых комнат – не менее 3 м и не более 6 м. Основные помещения квартиры соединяются коридорами. При устройстве антресолей высоту коридоров допускается принимать 2,1 м.

Общая комната проектируется в виде единого помещения или в виде двух зон: гостиной и столовой. При этом столовая должна быть связана окошком с кухней. Площадь общей комнаты: в 1–2-комнатных квартирах – 17 м², в 3-комнатных – 19...20 м², в 4–5-комнатных – 22 м². Если в общей комнате предусматривается спальное место, то площадь ее увеличивается на 4 %. Удобное размещение мебели достигается при шаге поперечных стен 3,3; 3,6; 4,2 м.

Спальни в квартирах различают по назначению:

- одна – площадью 12...14 м² для родителей, а иногда и для ребенка в возрасте до 3 лет;

- вторая – 10...12 м² для двух членов семьи;
- третья – 8...10 м² на одного человека.

Все спальни проектируют непроходными, располагают в глубине квартиры, с удалением от кухни и входа в квартиру, с удобным расположением санузла. Оптимальные габариты при размещении в шаге поперечных стен – 3 и 3,3 м. В них могут быть встроенные шкафы глубиной 30 и 60 см и антресоли.

Кухни. В них размещают инженерное оборудование и мебель: кухонную плиту, мойку, холодильник, рабочий стол, столы-шкафы, навесные шкафы, полки. Протяженность оборудования кухни (плита, мойка, рабочий стол, холодильник) – 2,7 м. Площадь кухни в 1-комнатных квартирах – 5...7 м², в 2–3-комнатных – 7...9 м², в 4–5-комнатных – 9...10 м², в индивидуальных домах – 10...12 м². Расположение мебели и оборудования может быть рядовым, угловым или двухсторонним.

Санузлы проектируют совмещенными (оборудованными ванной или душем, умывальником и унитазом) или раздельными. Совмещенные санузлы устраивают в однокомнатных квартирах. В квартирах с количеством комнат от 4 до 6 может предусматриваться два санузла: один при спальнях рядом с ванной, второй – при кухне и общей комнате (с унитазом и умывальником). Размеры санитарных помещений в чистоте составляют не менее: ванной – 1,53×1,5; 1,73×1,5 м, туалета – 0,8×1,2 м при открывании двери наружу и 0,8×1,5 м при открывании внутрь. Двери из ваннных и совмещенных санузлов должны открываться наружу. Обязательно устройство естественной вытяжной вентиляции. Санитарные помещения проектируют с искусственным и естественным освещением первым или вторым светом (через фрамуги в перегородках).

Прихожие обеспечивают комфорт входного узла и связь с помещениями квартиры. Минимальная площадь 3 м², ширина – 1,4 м. В состав передней входят: прихожая для снятия одежды, кладовые, встроенные шкафы. Ширина коридоров, ведущих в жилые комнаты, – 1,1 м, в подсобные помещения – 0,85 м.

Объемно-планировочные решения общественных зданий

Общественные здания различают по нескольким классификационным признакам: функциональному назначению, повторяемости (уникальные и массовые), градостроительной роли (общегородские, районные, микрорайонные), этажности (мало- и многоэтажные), вместимости и конструктивному решению. В объемно-планировочном решении здания определяющую роль играет его функциональное назначение. По функциональному назначению и особенностям эксплуатации выделяют здания специализированные (однофункциональные), которые имеют определенное, не изменяющееся в течение всего срока эксплуатации назначение: школа, музей, больница, театр и т. п., и универсальные (многофункциональные).

По назначению общественные здания делят на девять основных групп:

- 1) учреждения образования, воспитания и подготовки кадров (школы, вузы);
- 2) научно-исследовательские учреждения, проектные и общественные организации и организации управления (НИИ, проектные организации, информационные центры, архивы);
- 3) учреждения здравоохранения и отдыха (больницы, санатории);
- 4) физкультурно-оздоровительные и спортивные учреждения;
- 5) культурно-просветительные и зрелищные учреждения (библиотеки, музеи, театры, цирки);
- 6) предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания;
- 7) предприятия транспорта;
- 8) предприятия коммунального хозяйства (пожарные депо, жилищно-эксплуатационные здания);
- 9) многофункциональные здания.

Небольшие специализированные общественные учреждения нецелесообразно размещать в отдельных зданиях. Поэтому применяются принципы блокирования общественных учреждений – размещения нескольких небольших общественных учреждений в одном здании – и кооперирования – использования одной и той же части помещений в разное время суток каждым из сблокированных учреждений. Так, блокировка детского сада с яслями позволяет

объединить воспитательное, медицинское и бытовое обслуживание детей разного возраста. А, например, кооперированное здание общественного центра поселка может включать клуб, школу, пансионат и столовую. Клубный зал в дневное время служит спортивным и актовым залом для школьников, вечером используется взрослыми для собраний, концертов, киносеансов. Классы используются после занятий для работы клубных кружков. Столовая обслуживает взрослых и школьников.

Особенность общественных зданий — в массовом одновременном пребывании в них людей и в разнообразии функций зданий. Они имеют, как правило, общие планировочные элементы — коммуникационные помещения (занимают до 30 % общей площади): коридоры, вестибюли, холлы, лестницы, служащие для обеспечения связи между помещениями и путями эвакуации.

Требования унификации в объемно-планировочном решении зданий реализуются путем группировки помещений по функциональному признаку. Например, в здании школы классы обособлены от зальных помещений. Это позволяет использовать однотипные конструкции и приемы строительства. Противоречие между планировочными требованиями к разнообразию геометрических параметров и требованиями индустриализации (сокращение номенклатуры сборных изделий) разрешается за счет применения укрупненных модулей — не менее 15М.

Основной конструктивно-планировочной сеткой осей общественных зданий является сетка 6×6 м, построенная на укрупненном модуле 60М, дополнительной — 6×3 (30М и 60М) или 6×4,5 м для зданий, имеющих небольшую глубину помещений, например для больниц. В зданиях универсального назначения применяют сетки 6×9, 9×9, 12×6 и 12×12 м. Для средне- и большепролетных зальных помещений пролеты принимаются 18...30 м с градацией в 6 м, допускаются пролеты в 15 м. Шаг перегородок назначается кратным укрупненному модулю 15М. Модуль 15М и меньшие величины укрупненных модулей (3М, 6М и 12М) применяются в проектировании небольших общественных зданий.

Высоты этажей в многоэтажных общественных зданиях 3,3; 3,6 и 4,2 м, для помещений большой площади — 4,8; 5,4 и 6 м.

В большепролетных помещениях высоты могут приниматься и более значительные с учетом особенностей функциональных процессов, габаритов оборудования, архитектурных решений интерьера, как правило, с градацией в 0,6 м.

В отличие от жилых зданий, в которых пролеты, высоты и модульные сетки разбивочных осей однотипны, в общественных зданиях могут сочетаться помещения с малыми, средними и большими пролетами и с различными высотами.

Типизация общественных зданий целесообразна для объектов массового строительства, например сооружаемых в комплексе с жилыми зданиями (школы, детские сады, торговые центры). Другие виды общественных зданий (высшие учебные заведения, театры, спортивные сооружения) возводятся по индивидуальным проектам, которые позволяют наиболее полно воплотить требования функционального процесса и придать надлежащие архитектурно-художественные качества. Но и в этих проектах широко используются унифицированные сетки осей и типовые конструкции.

Общественные здания содержат три группы помещений:

- 1) рабочие (классы, аудитории, больничные палаты), предназначенные для основного функционального процесса;
- 2) обслуживающие (вестибюли, буфеты, холлы, склады) — для обслуживания людей, участвующих в функциональном процессе;
- 3) вспомогательные: а) коммуникационные — для обеспечения взаимосвязи между помещениями; б) инженерно-технические — для размещения насосных, венткамер.

В объемно-планировочных решениях общественных зданий находит применение большинство объемно-планировочных систем: анфиладная, коридорная, секционная, зальная и комбинированная.

Объемно-планировочные решения промышленных зданий

Промышленным предприятием называют совокупность орудий труда и средств производства, зданий, сооружений и других материальных фондов, используемых для производства какой-либо продукции. Производственные здания принадлежат к основным фондам соответствующей промышленности и предназначены

для размещения в них производств. Промышленное производство делится по отраслям:

- предприятия горно-добывающей и горно-обогатительной промышленности;
- предприятия металлургической промышленности;
- предприятия нефтехимической и химической промышленности;
- предприятия машиностроения;
- предприятия приборостроения и радиоэлектроники;
- деревообрабатывающие и целлюлозно-бумажные предприятия;
- предприятия строительной индустрии;
- предприятия текстильной и легкой промышленности;
- предприятия пищевой промышленности;
- предприятия энергетической промышленности.

В каждую из этих групп входит множество предприятий с родственными технологическими процессами и конечными продуктами производства. Это предопределяет общие конструктивные приемы при планировке и застройке (рис. 3.2).

Промышленные здания и сооружения по назначению делят на следующие основные группы:

- 1) производственные, в которых размещают основные технологические процессы предприятия (мартеновские, прокатные, сборочные, ткацкие, кондитерские цеха и др.);
- 2) подсобно-производственные — для размещения вспомогательных процессов производства (ремонтные, инструментальные, тарные цеха);
- 3) энергетические — для установок, снабжающих предприятия электроэнергией, сжатым воздухом, паром и газом (ТЭЦ, компрессорные, газогенераторные и воздуходувные станции и др.);
- 4) транспортные — для размещения и обслуживания средств транспорта предприятия (гаражи, электровозные депо);
- 5) складские — для сырья, заготовок, полуфабрикатов, готовой продукции, горюче-смазочных материалов;
- 6) санитарно-технические — для обслуживания сетей водоснабжения и канализации, для защиты окружающей среды от загрязнения (насосные и очистные станции, водонапорные башни);
- 7) административные и бытовые здания.

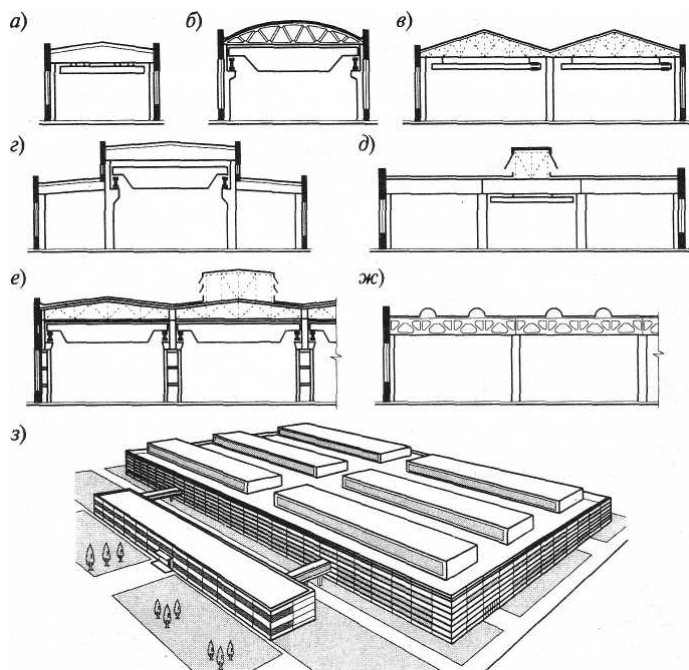


Рис. 3.2. Одноэтажные промышленные здания: *а* – однопролетное без фонарей; *б* – то же, с мостовым краном; *в* – двухпролетное без фонарей; *г* – трехпролетное с повышенным средним пролетом; *д* – трехпролетное с фонарем; *е, ж* – многопролетные с фонарями; *з* – общий вид одноэтажного промышленного здания с административно-бытовым корпусом

К специальным сооружениям промышленных предприятий относят резервуары, газгольдеры, градирни, силосы, дымовые трубы, эстакады, опоры, мачты и пр.

Объемно-планировочная структура промышленных зданий обуславливается технологическим процессом и типом подъемно-транспортного оборудования. По характеру объемно-планировочного решения одноэтажные промздания разделяют на ячейковые, пролетные и зальные.

В зданиях ячейкового типа квадратная сетка опор с небольшими размерами между ними. Применяют для зданий с подвесным или

напольным транспортом, когда требуется транспортировать грузы в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

В зданиях пролетного типа ширина пролета больше шага опор. Они наиболее распространены в практике строительства.

Здания зального типа характерны для производств, требующих значительной площади без внутренних промежуточных опор. Это большепролетные здания с пролетами 100 м и более.

Вопросы для самоконтроля

1. Какие объемно-планировочные схемы применяют при проектировании многоквартирных жилых домов?
2. Какие объемно-планировочные схемы применяют при проектировании различных общественных зданий?
3. Какие объемно-планировочные схемы применяют при проектировании цехов?

Раздел 2. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Тема 4. Основания и фундаменты

Учебные вопросы

1. Основания.
2. Типы фундаментов.
3. Фундаментные балки.
4. Гидроизоляция подземной части здания.
5. Силовые воздействия на фундаменты.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать* внимание на понятиях: основание, фундамент, глубина заложения фундамента, цоколь, отмостка;
- *ответить* на контрольные вопросы по теме.

Основания

Грунты в строительстве называют основаниями. Основания играют большую роль в сохранности зданий, их деформативности и экономичности строительства. Поэтому проектированию и строительству предшествуют инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания. Они заключаются в выявлении типов грунтов, их прочностных и деформативных характеристик, уровня грунтовых вод, их химического состава. По результатам изысканий устанавливается возможность использования основания в его естественном виде (естественное основание) или необходимость его усиления (искусственное основание).

Естественное основание — это основание, сложенное хорошими грунтами, не требующими их улучшения. Требования к естественным основаниям:

- 1) несущая способность, плотность и равномерность строения должны обеспечивать допустимые относительные деформации основания и нормативную величину его осадки под зданием (в зависимости от назначения здания $S = 80–150$ мм);
- 2) устойчивость к воздействию грунтовых вод;

- 3) неподверженность «пучению» — увеличению в объеме при переходе воды, содержащейся в порах грунта, в лед;
- 4) неподверженность грунтов оползням.

Если основание не удовлетворяет хотя бы одному из требований, необходимо его улучшать различными способами:

- 1) закрепление: цементация грунта цементной суспензией, силикатизация жидким стеклом с хлористым кальцием, битуминизация битумным раствором. Эти вещества связывают частицы грунта;
- 2) уплотнение поверхностным трамбованием, предварительным замачиванием, глубинными взрывами;
- 3) замена грунта другим, более плотным. Например, экскавация заторфованного грунта и замена его песчаным или щебеночным.

Полученный в результате грунт называют искусственным основанием.

Классификация грунтов. Все грунты оснований делятся на скальные (естественные основания) и нескальные (естественные и искусственные основания).

Скальные грунты представляют собой изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами. К ним относятся песчаники, граниты, известняки, базальты. Скальные основания высокопрочные и практически несжимаемы под нагрузкой от здания.

Нескальные грунты представляют собой рыхлые горные породы, состоящие из нецементированных минеральных частиц, прочность которых во много раз превосходит прочность связей между ними. К ним относятся крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты.

Типы фундаментов

Фундамент — подземная часть здания, предназначенная для передачи нагрузки от вышележащих конструкций на грунт. Они должны быть прочными, устойчивыми, долговечными, экономичными, индустриальными.

Классификация фундаментов:

- 1) по материалу: железобетонные, бутовые, бутобетонные;
- 2) по конструкции: ленточные, столбчатые, плитные (сплошные) и свайные;

- 3) по технологии возведения: сборные, монолитные, сборно-монолитные;
- 4) по способу заложения: мелкого (условно до 6 м) и глубокого заложения.

Выбор типа фундамента зависит от конструктивной системы здания, величины действующей нагрузки и несущей способности грунтов.

Важнейшим параметром является глубина заложения фундамента, т. е. расстояние от его подошвы до уровня земли. Глубина заложения фундамента определяется расчетом и зависит от многих факторов: глубины сезонного промерзания грунтов, назначения здания, величины нагрузки, наличия подвала и т. д. В случаях, когда перечисленные факторы не влияют на глубину заложения фундамента, ее величина принимается минимальной.

Конструктивно глубина заложения фундамента определяется по следующей формуле:

$$H_{\text{залож}} = H_{\text{пром}} + (0,1 \dots 0,5),$$

где $H_{\text{залож}}$ – глубина заложения фундамента, м; $H_{\text{пром}}$ – глубина промерзания грунта, м.

Ленточные фундамента представляют собой непрерывную подземную ленту, устраиваемую под все капитальные стены. Они передают нагрузку от стен грунту через уширенную нижнюю часть – подушку (рис. 4.1, б).

Фундаментные стеновые блоки (сплошные или пустотелые) укладываются на цементный раствор с перевязкой швов и армированием стальными сварными сетками горизонтальных швов в местах пересечения стен. Монолитные ленточные фундамента выполняют из каменной кладки, бетона или железобетона (рис. 4.2).

Столбчатые фундамента применяют:

- а) под стены. Представляют собой отдельные столбы, перекрытые железобетонными фундаментными балками, на которых возводят стены. Применяются при маленьких нагрузках от здания, когда слой грунта, служащий основанием, залегает на значительной глубине (3...5 м) и применение ленточных фундамента становится нецелесообразным (рис. 4.1, а);
- б) под колонны. Применяются для зданий каркасного типа (рис. 4.3).

Сплошные (плитные) фундаменты представляют собой железобетонную плиту под всё здание. Применяются при больших нагрузках (при строительстве многоэтажных зданий) и слабых грунтах. Плиты могут быть плоскими и ребристыми (рис. 4.1, в).

Свайные фундаменты применяются при слабых грунтах. Позволяют сократить объем земляных работ, расход бетона, снизить стоимость фундаментов по сравнению с ленточными. Но они менее экономичны по расходу стали (рис. 4.1, г). Сваи по способу изготовления и погружения бывают забивные, набивные, винтовые.

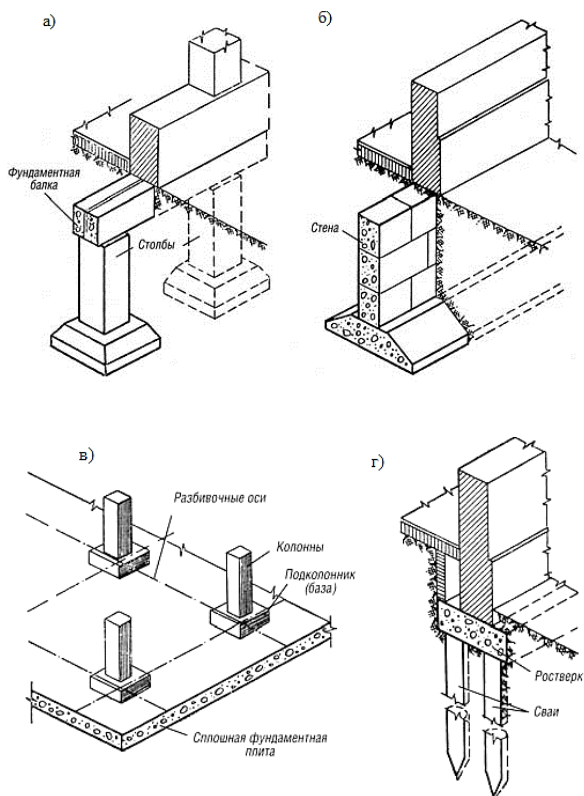


Рис. 4.1. Фундаменты: а – столбчатый; б – ленточный; в – сплошной; г – свайный

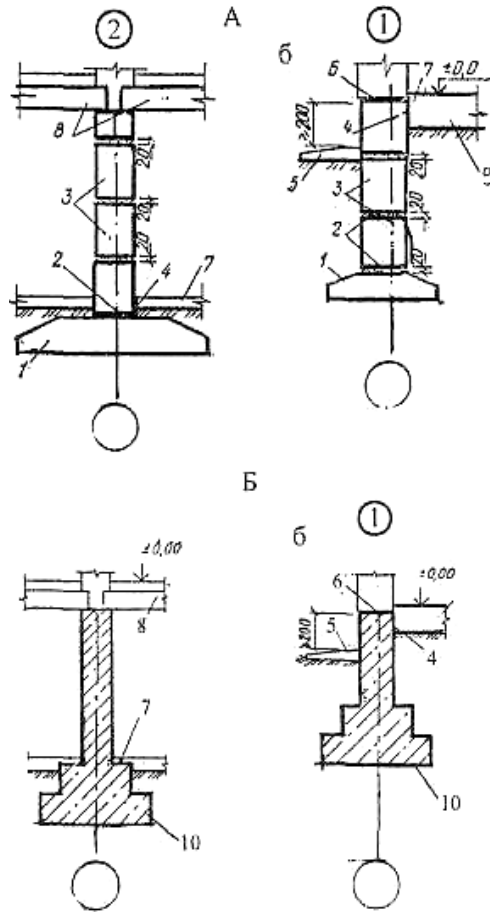


Рис. 4.2. Ленточные фундаменты: А – из сборных бетонных блоков; Б – монолитные фундаменты; 1 – фундаментная плита; 2 – цементно-песчаный раствор; 3 – бетонные стеновые блоки; 4 – обмазка горячим битумом за два раза; 5 – отсыпка; 6 – два слоя толя или гидроизола на битумной мастике; 7 – конструкция пола подвала; 8 – цокольное перекрытие; 9 – конструкция перекрытия первого этажа по грунту; 10 – монолитная фундаментная подушка

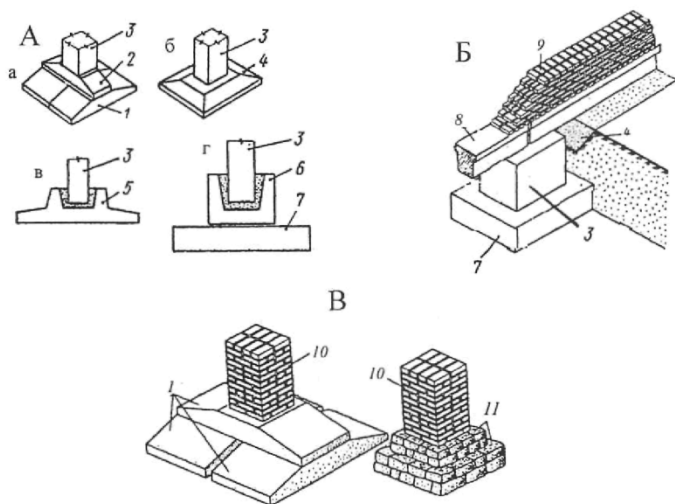


Рис. 4.3. Столбчатые фундаменты малоэтажных зданий: А – сборные фундаменты под отдельные опоры; Б – под несущие стены; В – установка кирпичного столба; а – фундамент из ленточных железобетонных блоков; б – специальные железобетонные плиты; в – железобетонный блок стаканного типа; г – комбинированный вариант из блока-стакана и опорной плиты; 1 – блок-подушка; 2 – распределительный блок; 3 – столб; 4 – фундаментная плита; 5 – железобетонный блок стаканного типа; 6 – блок-стакан; 7 – железобетонная опорная плита; 8 – фундаментная балка; 9 – кирпичная стена; 10 – кирпичный столб; 11 – кладка из бутового камня

Фундаментные балки

Фундаментные балки из сборного железобетона разработаны под кирпичные, блочные, панельные самонесущие и панельные навесные варианты исполнения наружных стен.

В зависимости от веса наружных стен и шага колонн фундаментные балки имеют тавровое и трапециевидное сечение. Балки таврового сечения (рис. 4.4, а) применяют при кирпичных стенах толщиной 380 и 510 мм, также при блочных толщиной до 500 мм и панельных самонесущих стенах толщиной до 300 мм при шаге колонн 6 м. Балки трапециевидного сечения (рис. 4.4, б), применяют при шаге колонн 6 и 12 м. Их выполняют при кирпичных

стенах толщиной 250 мм, панельных самонесущих стенах – 200 и 240 мм и панельных навесных – 160, 200, 240 и 300 мм.

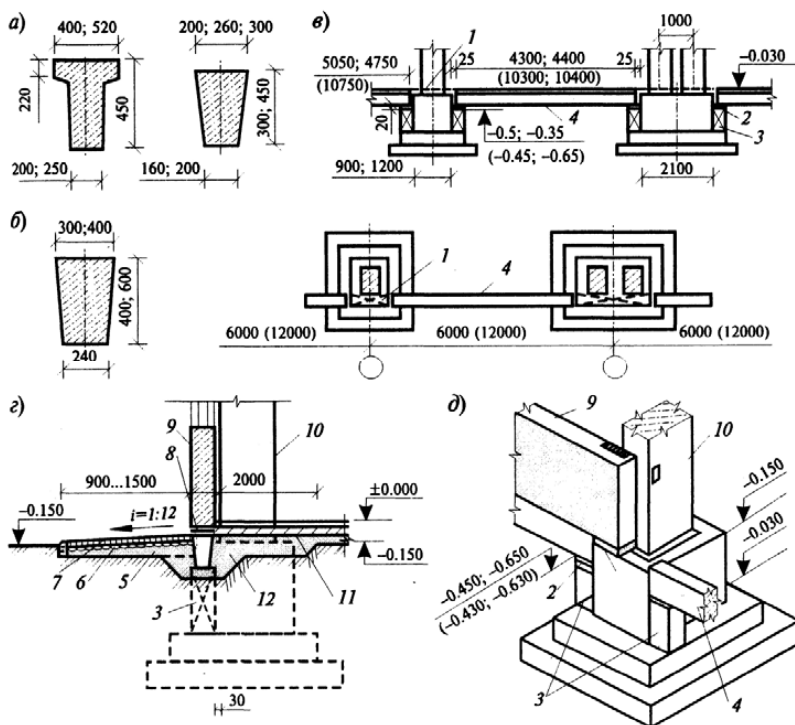


Рис. 4.4. Фундаментные балки: *а* – таврового сечения при шаге колонн 6 м; *б* – трапециевидного сечения при шаге колонн 6 м; *в* – фундаментные балки (вид сбоку); *г* – опирание балок; *д* – детали фундамента наружного ряда колонн; 1 – набетонка толщиной 12 см; 2 – слой раствора толщиной 20 мм; 3 – опорный столбик; 4 – фундаментная балка; 5 – песок; 6 – щебеночная подготовка (13...15 см); 7 – асфальт (1,5...2 см); 8 – гидроизоляция; 9 – стеновая панель; 10 – колонна; 11 – подстилающий слой; 12 – шлак

Фундаментные балки опирают на бетонные столбики (приливы), устраиваемые сечением 300×600 мм (рис. 4.4, г, д). Длина фундаментных балок согласуется с шагом колонн, размерами подколоники и местом укладки. Так, при шаге колонн 6 м длина балок может быть 5950, 5050, 4750, 4400 и 4300 мм, а при шаге 12 м – 11950, 10750,

10 400 и 10 300 мм. Верх фундаментных балок располагают на 30 мм ниже уровня чистого пола (отметка – 0.030). На этом уровне устраивают гидроизоляцию из одного-двух слоев рулонного материала на мастике или из цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм.

Для предохранения балок от деформации при пучении грунтов снизу или с их боков делают подсыпку из шлака, крупнозернистого песка или кирпичного щебня (рис. 4.4, *д*). В отапливаемых зданиях в целях утепления пристенной рабочей зоны ширина подсыпки из утеплителя может составлять 1...2 м.

Гидроизоляция подземной части здания

Цель гидроизоляции – защитить подземные фундаментные конструкции и подвальные помещения от грунтовой и атмосферной влаги. Увлажнение фундаментов может снизить их долговечность, вызвать отсыревание стен подвала и повысить влажность стен наземной части здания. В зависимости от материала гидроизоляция бывает битумная, рубероидная, цементная, асфальтовая, асфальто-бетонная (отмостка).

Существует три типа подземной части здания: с подвалом $h_{\text{подв}} \geq 1,9$ м, с техподпольем $h_{\text{тп}} = 1,6...1,9$ м, без подвала (полы по грунтам).

Для зданий с подвалом и техподпольем от капиллярной влаги предусматривают гидроизоляцию горизонтальную, устраиваемую выше тротуара, но ниже подвального перекрытия и ниже пола подвала и вертикальную со стороны грунта. Для зданий без подвала предусматривается только горизонтальная гидроизоляция (рис. 4.5).

Цоколь – нижняя часть стены, расположенная непосредственно над фундаментом между уровнем пола первого этажа и уровнем земли. Цоколи выполняют из водо- и морозостойких природных камней (или облицовывают ими), керамического кирпича, бетона, бутобетона или бетонных блоков. Конструкция цоколя определяется его материалом и назначением здания.

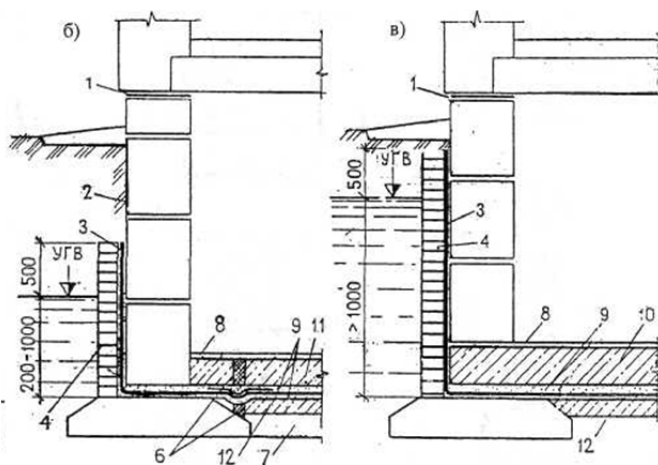


Рис. 4.5. Гидроизоляция фундаментов: 1 – рулонная гидроизоляция; 2 – окрасочная гидроизоляция (промазка горячим битумом за два раза); 3 – оклеечная гидроизоляция; 4 – защитная стенка из кирпича; 5 – стеклоткань; 6 – деформационный шов; 7 – глина; 8 – пол подвала; 9 – стяжка; 10 – железобетонная плита; 11 – пригрузочный слой бетона; 12 – бетонная подготовка

Силовые воздействия на фундаменты

Фундаменты не только передают силовые воздействия от здания на основание, но и сами подвергаются силовым и несиловым воздействиям. Силовые воздействия могут быть статические: собственный вес конструкций с приходящимися на них вертикальными нагрузками, боковое давление грунта, упругий отпор грунта, неравномерные деформации основания – и динамические: ветровые, сейсмические, вибрационные воздействия. При высоком уровне грунтовых вод фундамент подвергается гидростатическому давлению по боковой поверхности и подошве, при пучинистых грунтах – воздействию сил пучения. Несиловыми называются воздействия грунтовых вод, растворенных в них химически агрессивных примесей, переменных температур по высоте фундамента и его толщине (при наличии теплого подвала).

Для уменьшения силовых воздействий применяются различные меры: пучение устраняют выбором глубины заложения фундамента,

миграцию влаги — гидроизоляцией, неравномерную осадку заторфованного грунта — его заменой. Неустраняемые силовые воздействия определяют работу фундамента на сжатие и изгиб (рис. 4.6).

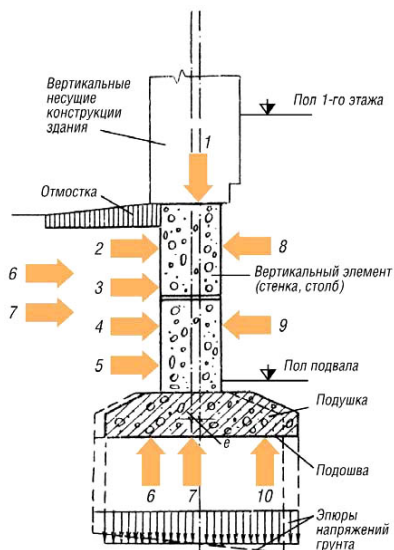


Рис. 4.6. Силовые воздействия на фундаменты: 1 — нагрузка от вышележащих элементов здания; 2 — температура грунта; 3 — боковое давление грунта; 4 — грунтовая влага; 5 — агрессивные химические вещества; 6 — силы пучения грунта; 7 — вибрации; 8 и 9 — температура и влажность воздуха помещения подвала; 10 — упругий отпор грунта

Вопросы для самоконтроля

1. Что такое основания и как они классифицируются?
2. Что такое фундаменты и как они классифицируются?
3. Для чего нужна гидроизоляция? Как определяется тип гидроизоляции для подземной части здания?
4. Что такое отмостка?
5. Что такое цоколь здания?

Тема 5. Несущие конструкции гражданских зданий

Учебные вопросы

1. Элементы каркаса.
2. Стены и их элементы.
3. Перекрытия.
4. Крыши.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать* внимание на понятии «несущие конструкции гражданского здания»;
- *ответить* на контрольные вопросы по теме.

Элементы каркаса

Каркас представляет собой систему, состоящую из стержневых несущих элементов – вертикальных (колонн) и горизонтальных балок (ригелей), объединенных жесткими горизонтальными дисками перекрытий и системой вертикальных связей.

Основное компоновочное преимущество каркасных систем состоит в свободе планировочных решений, возникающей из-за редко расставленных колонн, имеющих укрупненные шаги в продольном и поперечном направлениях. Системе присуще четкое разделение на несущие и ограждающие конструкции. Несущий остов (колонны, ригели и диски перекрытий) воспринимает все нагрузки, а наружные стены выполняют роль ограждающих конструкций, иногда воспринимая только собственный вес (самонесущие стены). Это дает возможность применять прочные и жесткие материалы для несущих элементов каркаса и тепло- и звукоизоляционные материалы – для ограждающих. Использование высокоэффективных материалов позволяет добиться снижения веса здания, что положительно сказывается на его статических свойствах.

Каркасы, применяемые в гражданском строительстве, можно классифицировать по следующим признакам:

1) по характеру статической работы:

- *рамные* – с жестким соединением несущих элементов (колонны, ригели) в узлах в ортогональных направлениях плана здания. Каркас воспринимает все вертикальные и горизонтальные нагрузки;
- *рамно-связевые* – с жестким соединением в узлах колонн и ригелей в одном направлении плана здания и вертикальными связями, расставленными в направлении, перпендикулярном рамам каркаса. Связями служат стержневые элементы (крестовые, портальные) или стеновые диафрагмы;
- *связевые* – отличаются простотой конструктивного решения соединений колонн с ригелями путём подвижного (шарнирного) закрепления. Каркас (колонны, ригели) воспринимает только вертикальные нагрузки. Горизонтальные усилия передаются на связи жесткости – ядра жесткости, вертикальные пилоны, стержневые элементы;

2) по материалам:

- *железобетонный каркас*, выполняемый в сборном, монолитном или сборно-монолитном вариантах;
- *металлический каркас*, часто применяемый при строительстве общественных и многоэтажных гражданских зданий, возводимых по индивидуальным проектам;
- *деревянный каркас* в зданиях не выше двух этажей;

3) по составу и расположению ригелей в плане здания: с продольным, поперечным, перекрестным или безригельным решением.

Разработана номенклатура индустриальных железобетонных изделий серии 1.020-1 (рис. 5.1), позволяющая возводить как гражданские, так и промышленные каркасно-панельные здания. В состав номенклатуры серии помимо колонн и ригелей включены панели перекрытий, диафрагм жесткости и наружных стен. Из унифицированных элементов могут быть запроектированы каркасы с продольными и поперечными ригелями.

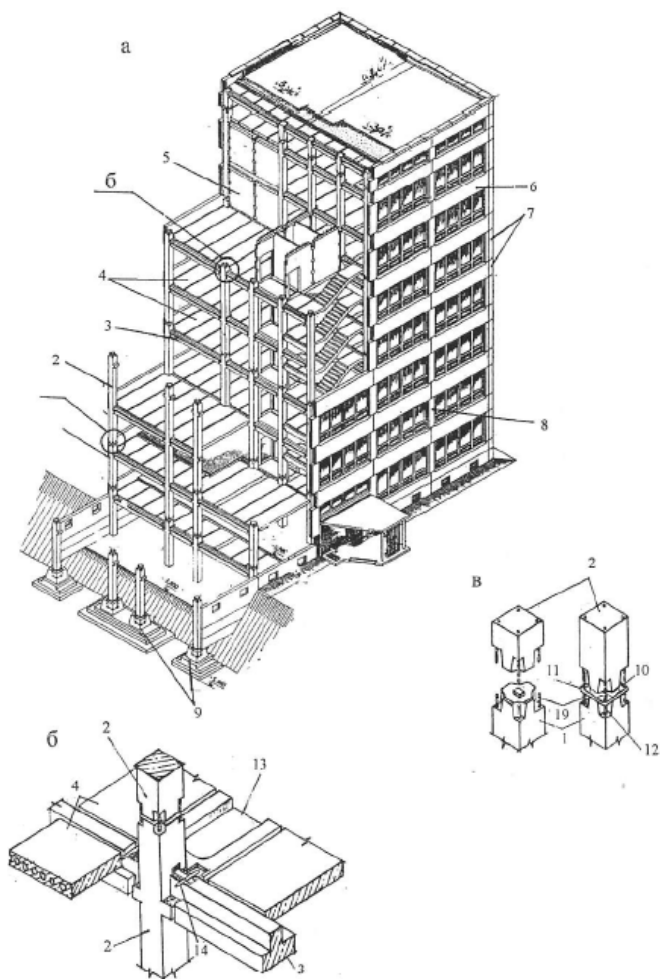


Рис. 5.1. Каркасное здание: *а* – аксонометрическая схема конструкций здания; *б* – узел сборки перекрытия у колонны; *в* – узел стыковки колонн; *1* – колонна одноэтажная; *2* – колонна двухэтажная; *3* – ригель; *4* – плиты перекрытия; *5* – стены – диафрагмы жесткости; *6* – стеновая панель поясная; *7* – стеновая панель угловая; *8* – стеновая панель простеночная; *9* – фундаменты; *10* – выпуски арматуры колонны; *11* – стальной хомут; *12* – бетон замоноличивания; *13* – панель-распорка перекрытия; *14* – стальные соединительные детали

Габаритные схемы компонуются на следующих условиях:

- оси колонн, ригелей и панелей диафрагм жесткости совмещены с модульными осями здания;
- шаг колонн в направлении пролета плит перекрытий равен 3; 6; 7,2; 9 и 12 м;
- шаг колонн в направлении пролета ригелей соответствует 3; 6; 7,2 и 9 м;
- высота этажей в соответствии с назначением и укрупненным модулем 3М составляет 3,3; 3,6; 4,2; 6 и 7,2 м.

Кроме того, для квартирных и специализированных жилых домов (пансионаты, гостиницы, общежития и т. п.) предусматривается высота этажей 2,8 м.

Компоновка *диафрагм жесткости* может быть разнообразной, но предпочтительнее устройство пространственных связевых систем открытого или замкнутого сечений.

Колонны имеют высоту в 2–4 этажа, что позволяет в зданиях с соответствующей этажностью применять бесстыковые колонны. Наряду с бесстыковыми в номенклатуру включены следующие типы колонн: нижние высотой в два этажа и расположением низа колонны ниже нулевой отметки на 1,1 м, средние – высотой в три-четыре и верхние – в один-три этажа. Предусмотрены колонны сечением 30×30 см для зданий высотой до пяти этажей и колонны сечением 40×40 см для всех остальных. Колонны выпускаются двухконсольными и одноконсольными.

Ригель используют таврового сечения с полкой понизу для опирания плит перекрытия, что уменьшает его конструктивную высоту. Стык ригеля с колонной выполняется со скрытой консолью и приваркой к закладным деталям консоли и колонны (частичное защемление).

Перекрытия – многпустотные плиты высотой 220 мм и пролетом до 9 м. Плиты типа 2Т применяют для пролетов 9 и 12 м. Элементы перекрытий разделяют на рядовые, пристенные и связевые (плиты-распорки). Связевые плиты перекрытия устанавливают между колоннами в направлении, перпендикулярном ригелям, обеспечивая их устойчивость.

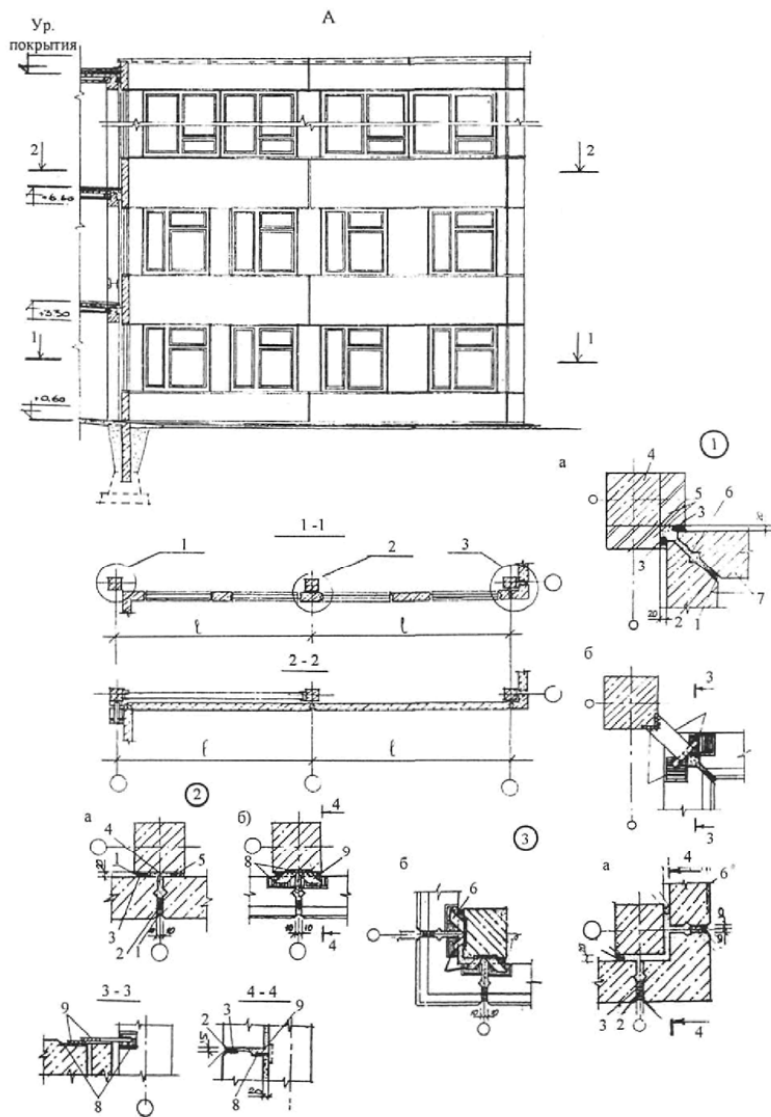


Рис. 5.2. Фрагмент фасада каркасного здания серии 1.020-1: А – схема разрезки наружной стены на панели; а – герметизация вертикальных стыков; б – крепление верха панели к колонне; 1 – защитный слой; 2 – эластичная мастика; 3 – упругий шнур (гернит); 4 – колонна; 5 – кирпичная кладка; 6 – цементный раствор; 7 – наружная стеновая панель; 8 – стальные закладные детали; 9 – стальные соединительные элементы

Стены – диафрагмы жесткости монтируют из бетонных панелей высотой в этаж, толщиной 140 мм и длиной, соответствующей расстоянию между колоннами, в пределах которых они установлены. При шаге колонн 7,2 и 9 м стены-диафрагмы проектируют составными из двух-трех панелей с координационными размерами по ширине 1,2; 3 и 6 м. Они могут быть глухими или с одним дверным проемом. Элементы диафрагм жесткости между собой и элементами каркаса соединяют сваркой закладных деталей не менее чем в двух местах по каждой стороне панели с последующим замоноличиванием. Шаг диафрагм определяется расчетом, но не превышает 36 м.

Панели наружных стен могут быть запроектированы самонесущими или ненесущими (навесными) конструкциями (рис. 5.2). Разрезка стен на панели двухрядная. В номенклатуру входят поясные, простеночные, подкарнизные, парапетные, цокольные панели.

Безригельный каркас. Основным архитектурным недостатком каркасных систем при применении их в гражданском строительстве являются выступающие в интерьер из плоскости перекрытий балки-ригели. Существуют конструктивные схемы каркасов, позволяющие исключить этот недостаток:

- система, формирующаяся из сборных плит сплошного сечения, опираемых на колонны в угловых точках сетки колонн (система КУБ);
- каркасная система с предварительно напряженной арматурой в скрытых ригелях, образуемых в построечных условиях (система КПНС).

Система безригельного каркаса КУБ (рис. 5.3) – сборный бескапитальный каркас, состоящий из колонн квадратного сечения и плоских плит перекрытий.

Сетки колонн 6×3 и 6×6 м при необходимости могут увеличиваться до размеров 6×9 и 9×12 м. Сечение колонн 30×30 см и 40×40 см высотой в один или несколько этажей с максимальной высотой до 15,3 м.

Плиты перекрытия в плане размером 2,8×2,8 м толщиной 16...20 см. В зависимости от расположения подразделяются на над-колонные, межколонные и плиты-вставки.

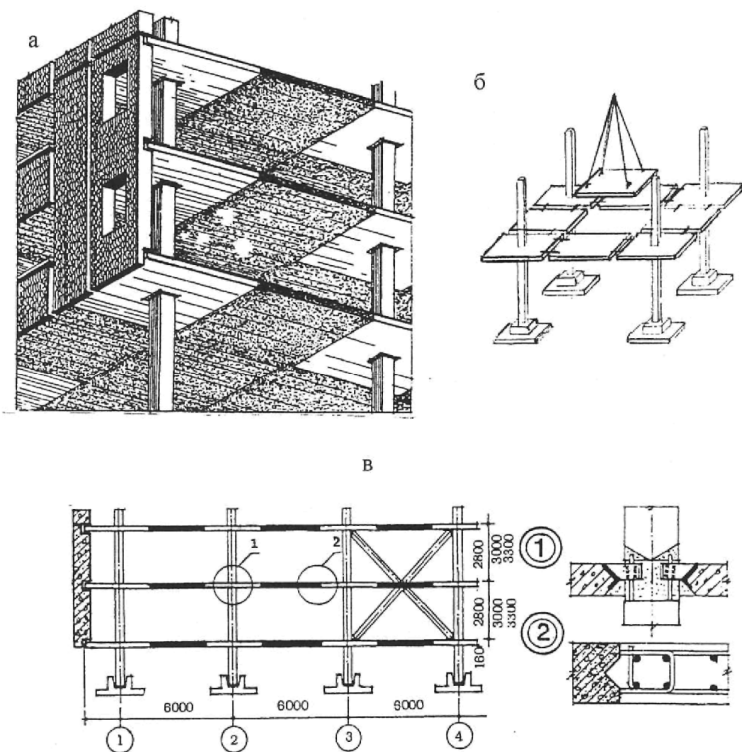


Рис. 5.3. Система безригельного каркаса (КУБ): *а* – общий вид; *б* – схема последовательности монтажа; *в* – схема разреза здания

Безригельная рамная или рамно-связевая каркасная система гражданских зданий высотой до 16 этажей рассчитана на вертикальные нагрузки на перекрытие в 1250 кг/м^2 . При больших нагрузках (2000 кг/м^2) ограничивают этажность здания девятью этажами.

Система обладает архитектурно-планировочными и конструктивными достоинствами. Гладкий потолок дает возможность гибко решать планировку внутреннего пространства, создавать трансформируемые помещения. Консольные вылеты перекрытий обеспечивают варианты пластических решений фасадов.

Безригельный каркас универсален, он с успехом применим как в жилых, так и общественных зданиях (детские сады, школы, торговые предприятия, спортивные и зрелищные сооружения и пр.).

Система со скрытыми ригелями в плоскости перекрытия (КПНС) проектируется по связевой схеме из сборных элементов: колонн, плит, перекрытий и стен – диафрагм жесткости. Связь между сборными элементами перекрытия осуществляется в результате устройства в построечных условиях монолитного ригеля с канатной напряженной арматурой, пропущенной через сквозные отверстия в колонне в ортогональных направлениях. Предварительное напряжение арматуры осуществляется на уровне этажных перекрытий, создавая двухосное обжатие плит перекрытия (рис. 5.4).

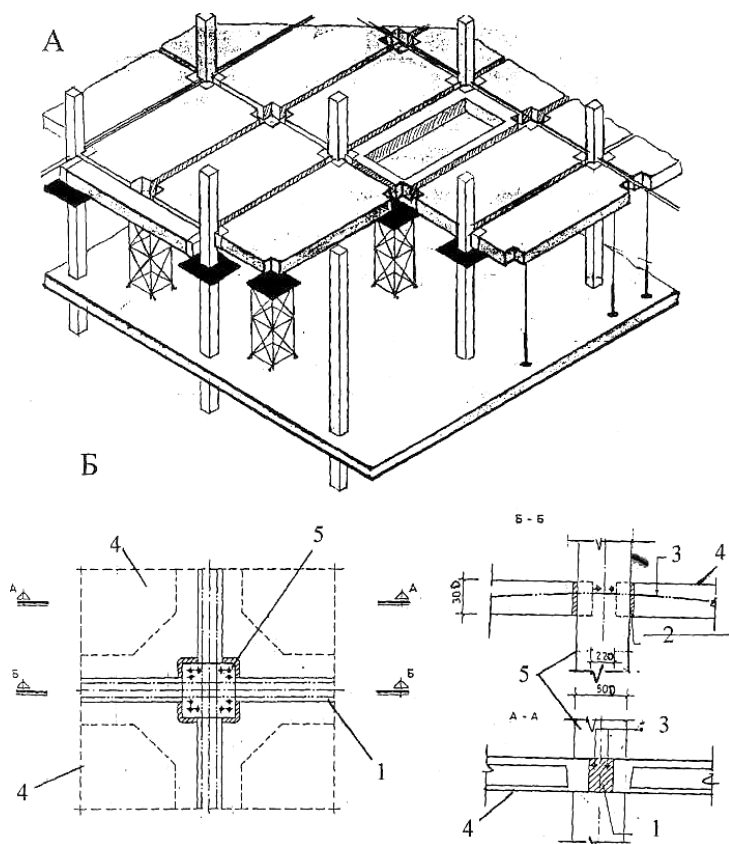


Рис. 5.4. Каркас со скрытыми ригелями: А – схема сборки; Б – узел плана перекрытия у колонны; 1 – монолитный ригель; 2 – шов омоноличивания; 3 – канатная натяжная арматура; 4 – плита перекрытия; 5 – колонна

Стены и их элементы

Наружные несущие стены воспринимают собственный вес, нагрузки от опертых на стены перекрытий и крыш, воздействия от ветра, неравномерных деформаций основания, сейсмическую нагрузку и др. С внешней стороны наружные стены подвергаются солнечной радиации, атмосферным осадкам, переменам температур и влажности воздуха, а с внутренней – воздействию теплового потока и потока водяного пара (рис. 5.5).

Стены выполняют функции ограждения, основного конструктивного и композиционного элемента фасадов и – часто – несущей конструкции. Поэтому к ним предъявляются следующие требования: прочность, долговечность и огнестойкость, соответствующие классу капитальности здания, обеспечение благоприятного температурно-влажностного режима помещений, декоративные качества, защита от неблагоприятных внешних воздействий, минимальная материалоемкость, экономичность. Наружные стены являются наиболее дорогой конструкцией (20...25 % стоимости конструкций здания).

Стены по способу восприятия нагрузки делятся на несущие, самонесущие и ненесущие.

Несущие стены помимо вертикальной нагрузки от собственной массы воспринимают нагрузки от всех опирающихся на стены конструкций (крыш, перекрытий, балконов, эркеров, парапетов и пр.) и передают ее через фундаменты на основание.

Самонесущие стены воспринимают нагрузку только от собственной массы, включая нагрузку от балконов, эркеров, парапетов и других элементов самой стены, и передают ее на фундаменты непосредственно или через цокольные панели, рандбалки, ростверк или другие конструкции.

Ненесущие конструкции стен поэтажно (или через несколько этажей) опирают на смежные внутренние конструкции здания (перекрытия, внутренние стены, каркас).

По материалу стены делятся на два основных вида: деревянные и каменные (монолитные, из каменной кладки, крупноблочные и крупнопанельные).

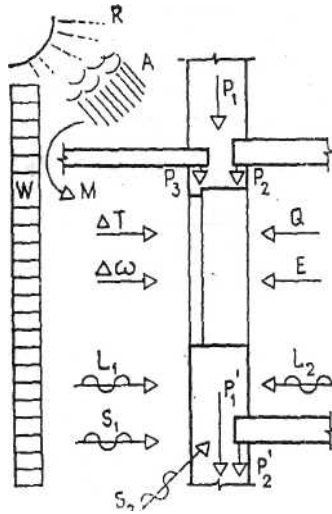


Рис. 5.5. Нагрузки и воздействия на конструкцию наружной стены:
 P_1 – собственная масса стены; P_2 – вертикальная нагрузка от перекрытия;
 P_3 и M – вертикальная нагрузка и изгибающий момент от балконной плиты; W – давление от ветра; R – солнечная радиация; A – атмосферные осадки; ΔT и $\Delta \omega$ – переменные температура и влажность воздуха;
 L_1, L_2 – внешний и внутренний шум; S_1, S_2 – сейсмические воздействия;
 Q – тепловой поток; E – поток пара

Наружные стены могут быть однослойными (без отделочных слоев) или слоистыми. Однослойные конструкции возводят из камня, кирпича, бетонных или каменных блоков, панелей монолитного бетона, деревянных бревен или брусьев. В слоистых стенах каждый материал выполняет определенную функцию: несущую – камень, дерево или бетон, теплоизоляционную – утеплители, пароизоляционную – рулонные материалы или мастики, декоративную – камень, бетон, дерево, листовые материалы или окраска. Конструкция слоистой стены может быть выполнена в ручной кладке из кирпича или мелких блоков с теплоизоляционными вкладышами, из слоистых бетонных панелей или из панелей с листовыми обшивками на деревянном или металлическом каркасе и др.

Толщина наружных стен назначается по результатам статического и теплотехнического расчетов. В строительстве из кирпича

или камня толщина согласуется с размерами материала. Например, толщина кирпичных стен в 1; 1,5; 2; 2,5 или 3 кирпича с учетом вертикальных швов 10 мм составляет 250, 380, 510, 640, 770 мм. Горизонтальный шов — 12 мм. Размеры кирпича 250×120×65 и 250×120×80 мм (модульный кирпич). Основные виды кирпича — керамический (цельный или с пустотами) и силикатный.

Порядок чередования ложковых или тычковых рядов в кладке из кирпича или мелких блоков, взаимно перекрывающих вертикальные швы, называют системой перевязки кладки. При возведении стен современных зданий применяют многорядную (ложковую) и цепную (двухрядную) системы перевязки вертикальных швов. Многорядная перевязка проще в исполнении (рис. 5.6).

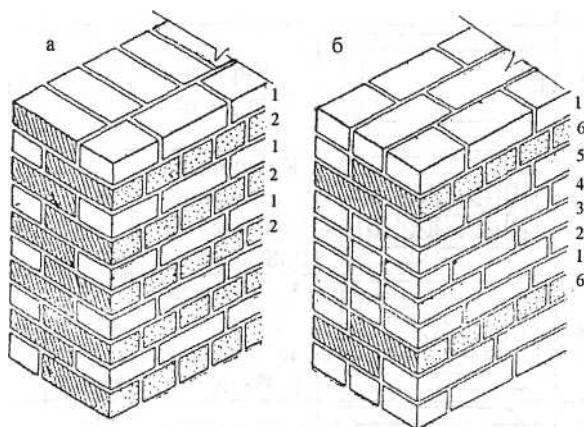


Рис 5.6. Сплошная кирпичная кладка. Системы перевязок кладки:
a — цепная; *б* — шестирядная

Толщина наружных стен определяется назначением здания, климатическими условиями, теплотехническими качествами стены, а высокая прочность кирпичной кладки часто остается неиспользованной. В настоящее время сплошная кладка из полнотелого кирпича допускается только при полном использовании ее прочности. Исключение составляют стены влажных помещений (бань), которые возводят из полнотелого керамического кирпича, обладающего малой паропроницаемостью и большими влаго- и морозостойкостью. В остальных случаях применяется кладка из дырчатого,

пустотелого, пористого кирпича или облегченная. Пористый кирпич наименее теплопроводен и стены из него тоньше.

Облегченные стены:

- 1) системы Н.С. Попова и Н.И. Орлянкина – пространство между стенками в 1/2 кирпича засыпается шлаком. Шлак дает осадку, поэтому в дальнейшем было предложено использовать легкий бетон (ЛБ);
- 2) системы В.П. Некрасова – легкобетонные вкладыши на растворе, до четырёх этажей;
- 3) колодезные стены системы Л.А. Серка и С.А. Власова – шлак в двухэтажных зданиях, ЛБ или вкладыши в зданиях до пяти этажей;
- 4) с внутренним слоем утеплителя.

Стены из мелких блоков. Для их возведения применялись мелкие шлакобетонные, силикатные, а позднее и керамические блоки. Для улучшения теплотехнических качеств и уменьшения массы мелкие шлакобетонные и керамические блоки выполняют с пустотами. До 50-х гг. в состав силикатных блоков могли включаться органические добавки (опилки и др.). В современном строительстве достаточно широко применяются стены из мелких керамических блоков или облицованные ими кирпичные стены.

Стены из местных материалов возводятся из рваного камня, туфов, ракушечника, мелких грунтоблоков и самана.

Монолитные стены отливают в специальной форме (опалубке). К ним относятся: бетонные, бутобетонные, шлакобетонные, глинобитные и стены из крупнопористого бетона.

Перемычки – балки или арки, перекрывающие проемы в стенах из мелких блоков и кирпича. Перемычки из досок или пластин выполняют в глинобитных и саманных стенах, а иногда в кирпичных и бутовых стенах сельскохозяйственных зданий.

В кирпичных стенах могут быть арочные, клинчатые, стальные, рядовые, армокирпичные, монолитные и сборные железобетонные перемычки (рис. 5.7).

По несущей способности перемычки выделяют двух видов:

- 1) ненесущие – несут только собственную массу и вес вышележащей кладки. Их глубина заделки на опоре 125 мм;
- 2) несущие – кроме перечисленных несут нагрузку от перекрытий. Глубина заделки на опоре 250 мм.

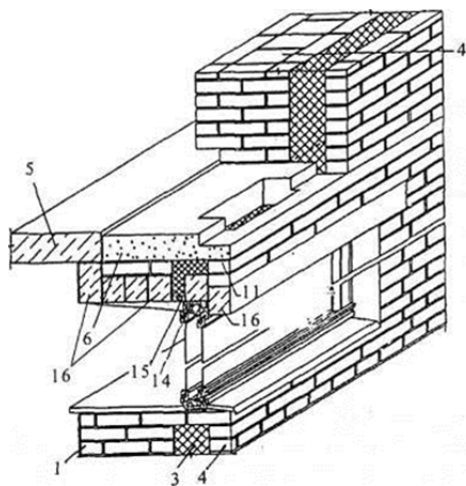


Рис. 5.7. Слоистая кирпичная стена с перемычками: 1 – внутренний слой кладки; 2 – пароизоляция; 3 – утеплитель; 4 – наружный слой кладки; 5 – плита перекрытия; 6 – керамзитобетонная фасадная балка; 11 – упругая прокладка; 14 – оконный блок; 15 – доска; 16 – железобетонная перемычка

Дымовые и вентиляционные каналы устраивают во внутренних несгораемых стенах и выводят в дымовых трубах выше уровня крыши. Для образования каналов применяют асбоцементные трубы или непосредственно кирпичную кладку. Если необходимо устройство каналов в наружных стенах, то предусматриваются местные утолщения. Сечения дымовых каналов $\frac{1}{2} \times 1$ кирпич (120×250 мм), сечения дымовых каналов малых печей (колонки) и вентиляционных каналов $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2}$ кирпича (120×120 мм). На каждый этаж приходится один дымоходный канал из кухни и два (один) вентиляционных из ванной и туалета.

Деформационные швы. При повышении температуры частицы материала стены, расширяясь, давят друг на друга, и при большой ее протяженности в ней накапливаются значительные внутренние усилия, которые могут привести к образованию трещин. Чтобы исключить образование трещин, от обреза фундамента до карниза здания в стенах устраивают температурные швы. За счет изменения толщины этих швов (сжатие, расширение) гасятся линейные температурные изменения размеров стен (рис. 5.8).

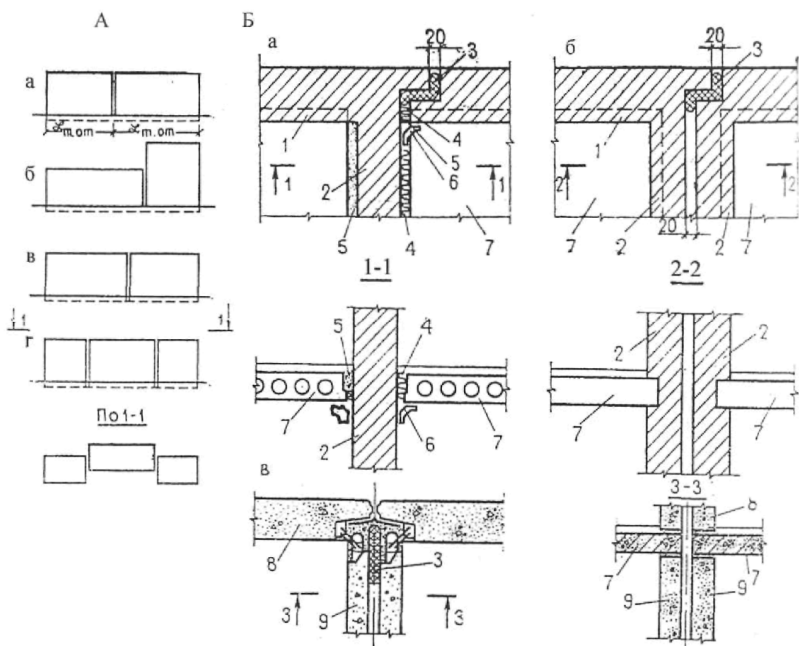


Рис. 5.8. Деформационные швы в зданиях и их наружных стенах:
 А – схемы швов: а – температурно-усадочного, б – осадочного I типа, в – то же, II типа, г – антисейсмического; Б – детали устройства температурно-усадочных швов в кирпичных и панельных зданиях: а – с продольными несущими стенами (в зоне поперечной диафрагмы жесткости); б – с поперечными стенами при парных стенах; 1 – наружная стена; 2 – внутренняя стена; 3 – утепляющий вкладыш; 4 – конопатка; 5 – раствор; 6 – нагельник; 7 – плита перекрытия; 8 – панель наружной стены; 9 – то же, внутренней

Трещины в стенах могут появиться и в случае, когда осадка стен за счет уплотнения грунта под подошвой фундамента неодинакова, а также если неодинакова усадка материала самих стен по периметру здания. При неоднородных грунтах, при строительстве здания по очередям, при пристройке здания к существующему, а также в местах перепада высот более чем на 10 м устраивают *осадочные* швы. В таких швах прокладывают два слоя толя, облегчающих взаимное скольжение двух стен при неравномерной осадке. В отличие от температурного, осадочный шов разрезает весь фундамент до подошвы. Осадочный шов может выполнять функции температурного и в этом случае называется *температурно-усадочным*.

Антисейсмические швы устраивают в зданиях, строящихся в сейсмоопасных районах.

В монолитных бетонных и глинобитных стенах большой протяженности устраивают *усадочные швы*, так как при твердении монолитные стены уменьшаются в объеме. После усадки ширина шва увеличивается и его заделывают раствором.

Расстояние между температурными швами 40...100 м для кирпичных стен и 75...150 м — для панельных.

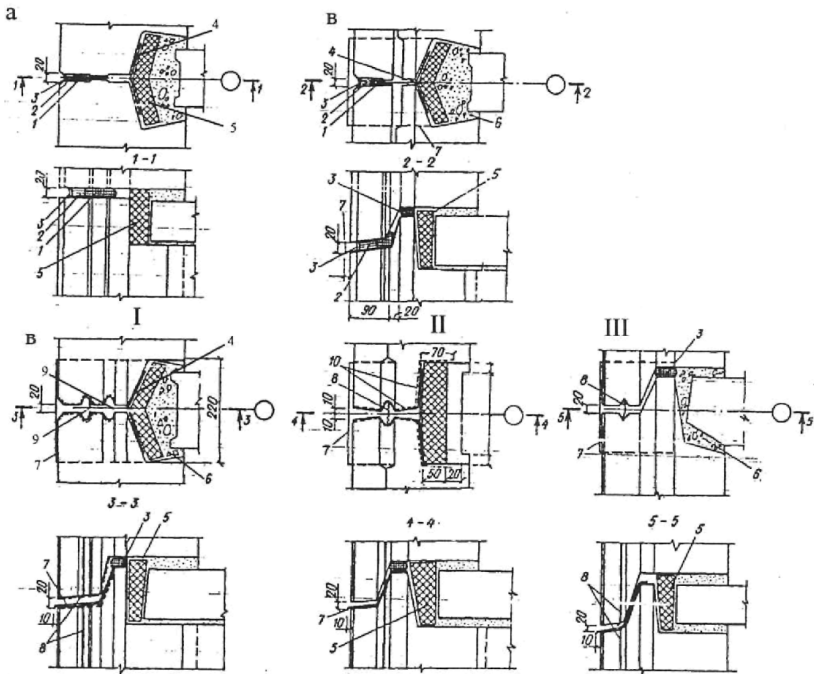


Рис. 5.9. Системы изоляции стыков панелей наружных стен:
а — закрытый стык; *б* — дренажный; *в* — открытый стык в вариантах:
 I — с декомпрессионным каналом, II — с рифленой алюминиевой водоотводящей лентой, III — с лабиринтной формой вертикального стыка;
 1 — упругая прокладка; 2 — герметизирующая мастика; 3 — защитное покрытие; 4 — воздушозащитная прокладка; 5 — утепляющий вкладыш;
 6 — бетон замоноличивания; 7 — водоотводящий фартук; 8 — водоотводная лента; 9 — декомпрессионный канал; 10 — гидроизоляционная обмазка

Панельные стены выполняют трехслойными, применяют в стенах любой статической функции (несущей, самонесущей или ненесущей), при этом назначение статической функции при проектировании непосредственно связано с принятой системой разрезки стены в ее плоскости на сборные элементы. Из всего разнообразия разрезов наиболее распространена однорядная («бубличная»), пригодная для стен любой статической функции и наименее трудоемкая в строительстве. Остальные пригодны для несущих стен домов только малой и средней этажности либо только для ненесущих стен с разрезкой на панели типа «плетенка» или ленточной (рис. 5.9).

Деревянные стены. Древесина хвойных пород является эффективным строительным материалом. Древесина имеет хорошие механические и теплотехнические свойства. Современные технологии обработки позволяют устранить такие ее недостатки, как возгораемость и подверженность гниению. Поэтому в районах, имеющих лесные массивы, применение древесины оправдано.

По своему конструктивному решению деревянные стены подразделяются на бревенчатые, брусчатые, каркасные и щитовые.

Бревенчатые стены (рис. 5.10) выполняются укладкой горизонтальных рядов (венцов) с устройством связевых соединений в местах пересечений. Ряды венцов, уложенные один на другой, образуют сруб (коробку дома). Самый нижний венец называется окладным. Брёвна укладывают в венцы комлями попеременно в разные стороны, чтобы выравнять горизонтальные ряды сруба. Соединение бревен в углах производится с *остатком* или *без остатка*.

Брусчатые стены (рис. 5.11) возводятся из заранее заготовленных на заводе брусьев, исключаяющих ручную обработку бревен и вязку углов. Брусья, так же как и бревна, укладываются венцами с прокладкой уплотняющего материала между рядами для исключения продуваемости. Для сплачивания рядов служат нагели и шипы, которые вставляют в просверленные отверстия и высоту которых, как и в бревенчатых стенах, делают с запасом на осадку.

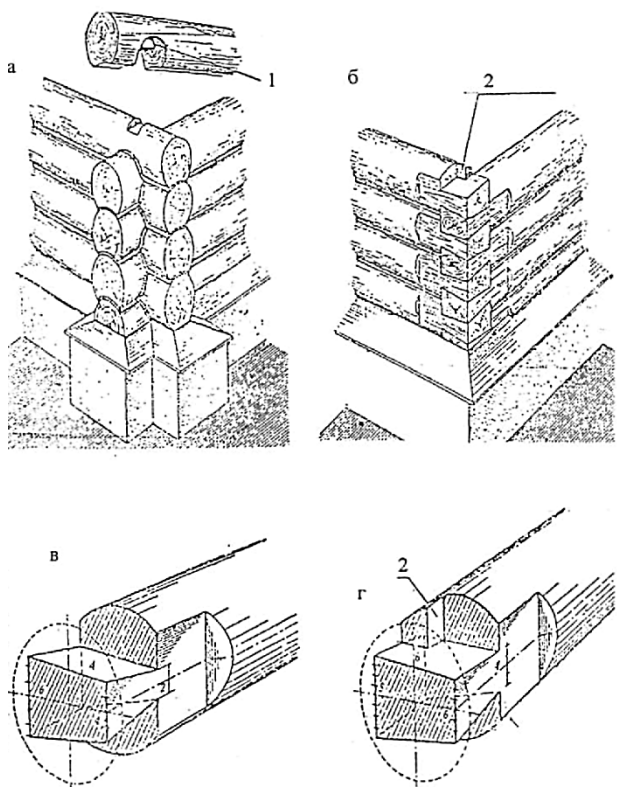


Рис. 5.10. Угловые соединения бревен сруба:
a, б — общий вид сруба с врубкой с остатком (*a*) и без остатка (*б*);
в, г — детали углов стен рубленых без остатка: простая лапа (*в*)
 и лапа с коренным шипом (*г*); *1* — потайной шип; *2* — коренной шип

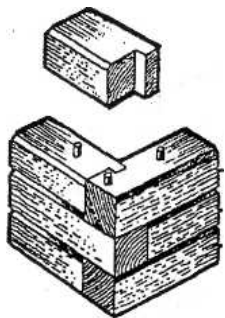


Рис. 5.11. Соединение брусчатых стен

Каркасные деревянные стены по материалоемкости и трудоемкости значительно экономичнее брусчатых и бревенчатых стен. Такие стены могут устраиваться непосредственно на месте или собираться из элементов заводского изготовления.

Первый вариант представляет собой конструкцию из расставленных с определенным шагом стоек, имеющих верхнюю и нижнюю обвязки, связующие подкосы по углам здания. Каркас обшивается с двух сторон, а внутренняя полость заполняется утепляющим материалом (плитным, рулонным или сыпучим).

Каркасно-обшивные дома обеспечивают любую степень теплозащиты. Недостатки – многодетальность, возможность замачивания в период сборки утеплителя и его осадки в процессе эксплуатации. Эти недостатки гасятся в конструкциях с каркасно-обшивными стенами *под сруб* с облицовкой из пластин под брус или бревно.

Каркасно-обшивные стены – трехслойная конструкция деревянных стен, сохраняющая внешний облик бревенчатой или брусчатой стены, но имеющая высокие теплозащитные и прочностные характеристики. Конструкция – сэндвичного типа (рис. 5.12) с утеплителем из стекловолна, обладающим малой плотностью и малым коэффициентом теплопроводности. Это легкий, мягкий эластичный, негорючий материал. С наружной стороны обшивка состоит из полубрусьев или полубревен толщиной в 75 мм. С внутренней стороны обшивка может быть выполнена из досок или имитировать брусчатую (бревенчатую) структуру.

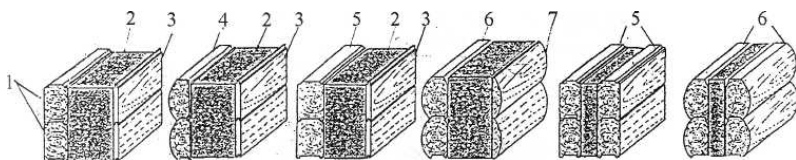


Рис. 5.12. Конструкции деревянных стен сэндвичного типа:
 1 – деревянный брус; 2 – утеплитель; 3 – доска внутренней обшивки;
 4 – полубревно; 5 – оцилиндрованный брус; 6 – полубревно

Щитовые стены собираются из укрупненных элементов заводского изготовления – стеновых утепленных щитов.

Деревянные панельные стены (рис. 5.13) проектируют с одно-рядной одно- или двухмодульной разрезкой на основе модуля 12М. Конструкция панели представляет собой деревянный каркас, обшитый с наружной и внутренней стороны отделочными материалами. Во внутренней полости расположен эффективный утеплитель.

Перекрытия

Перекрытия – один из наиболее трудоемких конструктивных элементов здания: затраты труда на их устройство достигают 25 %, стоимость – 20 % от общих затрат по зданию.

Конструкции перекрытий подвергаются силовым воздействиям от постоянных, временных и особых нагрузок, акустическим воздействиям, воздействиям теплового потока на чердачные перекрытия и на перекрытия над подпольями и проездами.

Требования: прочность, жесткость (допустимый прогиб перекрытий $1/200\dots 1/400$ пролета в зависимости от его величины), огнестойкость (несущую часть перекрытий гражданских зданий выполняют, как правило, из железобетона), звукоизоляция (для междуэтажных перекрытий), теплоизоляция (для чердачных, над подпольями и проездами), экономичность.

Сборные железобетонные перекрытия монтируют из панелей (рис. 5.14).

Панели сплошного сечения изготавливают из тяжелого или легкого бетонов марки М150 и выше. Многопустотные панели имеют высоту 220 мм (для пролетов до 9 м) и 300 мм (для пролета 12 м). Марка бетона не ниже М200.

Ребристые панели применяются в общественных зданиях. Для пролетов 9 м используют настил высотой 400 мм, для 12 и 15 м – настил 2Т высотой 600 мм. Ребристые настилы – из тяжелого бетона М300 и М400 с предварительным напряжением арматуры.

В стыковых гранях панелей устраивают вырезы и арматурные выпуски. После монтажа, сварки выпусков и заполнения цементным раствором зазоров между панелями образуются шпоночные связи. Они обеспечивают совместную работу панелей на попереч-

ный изгиб, как единого диска в плоскости перекрытий, в качестве горизонтальной диафрагмы жесткости (рис. 5.15).

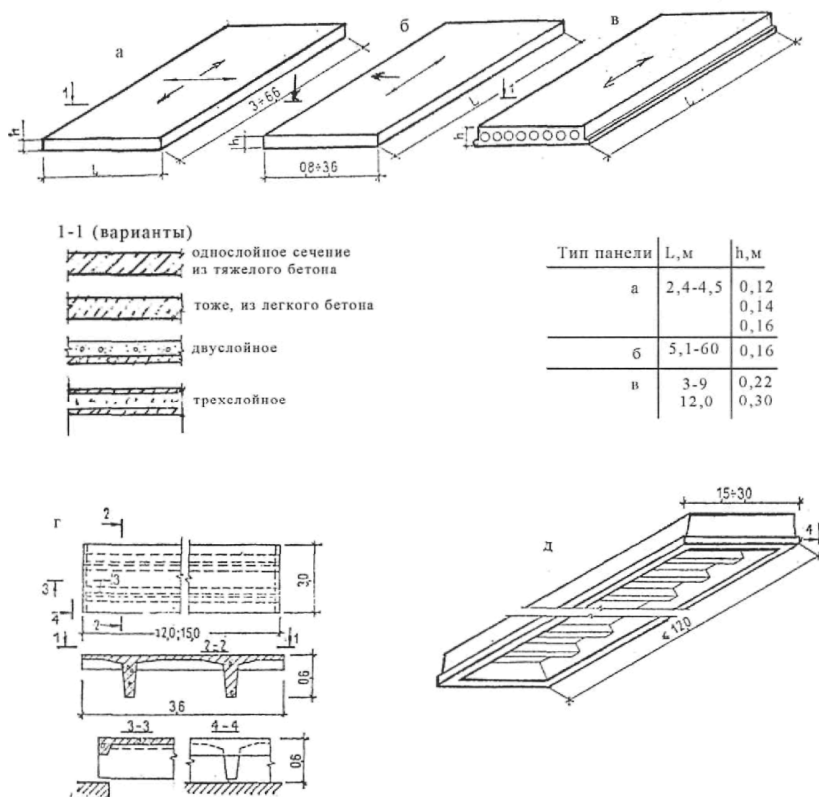


Рис. 5.14. Сборные элементы перекрытий:
а, б – панели сплошного сечения; *в* – многопустотные панели;
г – настил типа 2Т; *д* – ребристый настил

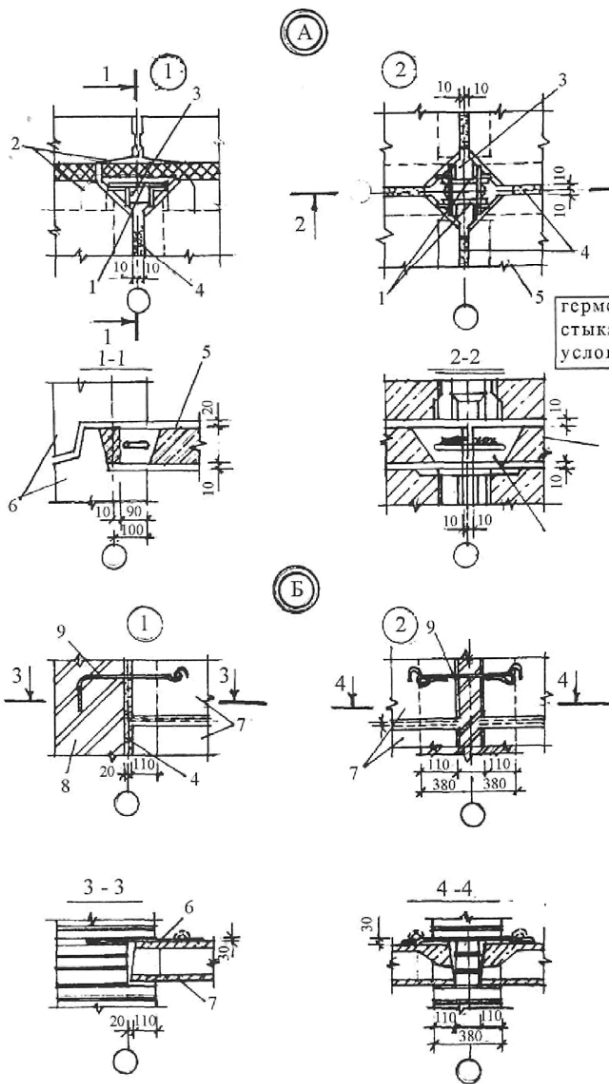


Рис. 5.15. Конструктивные узлы панелей и настилов перекрытий:
 А – опирание панелей перекрытий в конструктивной панельной системе с малым шагом поперечных стен; Б – опирание на кирпичные стены; узлы под № 1 – опирание на наружные стены; узлы под № 2 – опирание на внутренние стены; 1 – соединительный стержень; 2 – термовкладыш; 3 – бетон замоноличивания; 4 – цементный раствор; 5 – настил перекрытия; 6 – панель наружной стены; 7 – плиты перекрытия; 8 – кирпичная наружная стена; 9 – соединительная арматура

Конструкции ограждающих перекрытий содержат дополнительно утепляющий и пароизоляционный слои. Пароизоляцию располагают так, чтобы она была перед утеплителем при прохождении через ограждение теплового потока. Пароизоляционный слой выполняют из рулонных материалов: рубероида, алюминиевой фольги.

Крыши

Крыша (покрытие) — наружная несущая и ограждающая конструкция, воспринимающая нагрузки от собственного веса, ветра, снега, из-за эксплуатации (кратковременные нагрузки) и защищающая здание от атмосферных воздействий (рис. 5.16).

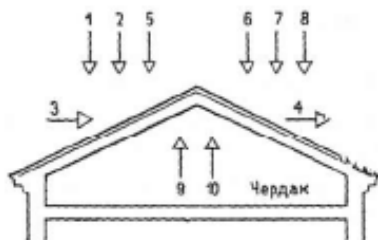


Рис. 5.16. Основные воздействия на конструкцию крыши:

- 1 — постоянная вертикальная нагрузка; 2 — временная вертикальная нагрузка; 3 — ветер; 4 — отсос; 5 — атмосферные осадки; 6 — переменная температура и влажность наружного воздуха; 7 — солнечная радиация;
- 8 — химические примеси воздушной среды; 9 — тепловой поток;
- 10 — диффузия водяного пара

Требования: прочность, устойчивость, гидро-, тепло- и пароизоляция. Наружное покрытие (кровля) должно обладать морозостойкостью, химической и радиационной стойкостью. Если поверхность крыши используется для размещения игровых и прогулочных площадок, открытых кафе (эксплуатируемая крыша), крыша должна быть не только прочной, но и архитектурно выразительной.

Конструкция крыши должна содержать несущие элементы, тепло-, паро-, гидроизоляцию и основание под нее. Несущие конструкции выполняют из железобетона, дерева или металла; теплоизоляцию — из плитных или засыпных материалов (плиты пенополистирольные, минераловатные на синтетическом связующем,

фибrolит, ячеистый и легкий бетон, керамзитовый гравий и др.); пароизоляцию – из рулонных материалов (рубероид, пергамин, фольга); гидроизоляцию – из кровельных плиток (черепица, асбестоцементные плоские плитки, шифер), листовых материалов (кровельная сталь, волнистый асбестоцемент), рулонных материалов (рубероид, стеклорубероид, гидроизол, фольгоизол) либо из мастик. Основанием под кровлю служат деревянные доски или бруски (обрешетка), цементный раствор или асфальтобетон (стяжка) либо бетон несущей конструкции крыши.

Практикой строительства выработаны целесообразные взаимосвязи использования перечисленных материалов элементов крыши: при деревянных несущих конструкциях применяют деревянное основание и плитные или листовые кровельные материалы, при железобетонных – рулонные или мастичные.

Все элементы конструкций могут быть совмещены (совмещенные крыши, совмещенное покрытие) или разъединены пространством чердака (чердачные крыши). В зависимости от размещения теплоизоляции – по верху или по низу чердачного пространства – различают чердачные крыши с холодным или теплым чердаком (рис. 5.17).



Рис. 5.17. Основные типы крыш:
 а – чердачная; б – мансардная; в – бесчердачная

Крыша с холодным чердаком является более распространенной. В ней могут быть использованы несущие элементы из дерева или железобетона и любые кровельные материалы. Наличие вентилируемого чердачного пространства облегчает борьбу с перегревом помещений верхних этажей в жарком климате и осушение конструкций над помещениями с влажным и мокрым режимом.

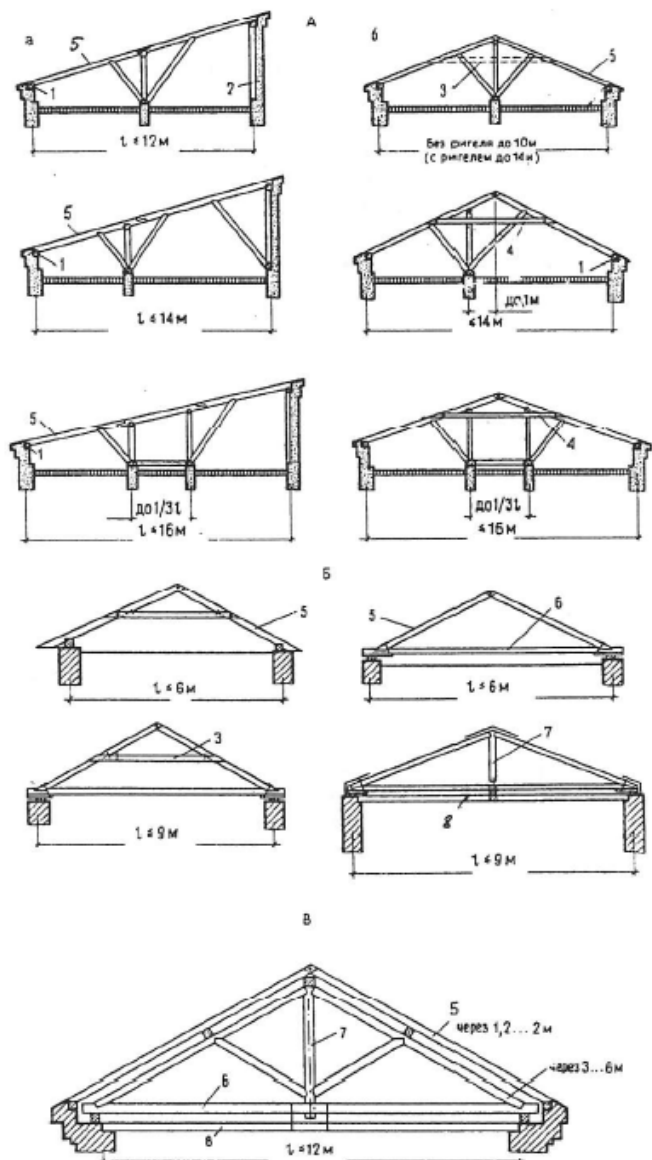


Рис. 5.18. Схемы и элементы деревянных несущих конструкций скатных крыш: А – наслонные стропила; Б – то же, висячие; В – то же, комбинированные; а – для односкатных крыш; б – для двускатных крыш; 1 – мауэрлат; 2 – пилястра; 3 – ригель; 4 – схватка; 5 – стропильная нога; 6 – затяжка; 7 – подвеска; 8 – балка подвесного чердачного перекрытия

Крыши с теплым чердаком выполняют с несущими конструкциями только из железобетона и применяют в многоэтажных жилых домах при использовании чердачного пространства в качестве воздухозаборной камеры вентиляционной системы здания (рис. 5.18).

Совмещенные крыши применяют в общественных зданиях, в жилых домах высотой до четырех этажей во II и III климатических районах.

Для отвода воды с крыши ее плоскости – скаты – делают наклонными. По величине угла наклона ската к горизонту – уклону – различают 3 группы крыш: скатные (с уклоном более 15 %), пологие (от 4 до 15 %), плоские (2–3 %).

Величина уклона назначается в зависимости от изоляционных свойств кровельного материала. Например, крышам из черепицы придают максимальный уклон, чтобы ускорить отвод воды из-за недостаточного примыкания черепиц друг к другу, а крышам из приклеенных рулонных материалов – минимальный.

Ребра пересечения скатов имеют следующие названия: горизонтальное – конек, выступающее наклонное ребро – наконное ребро, западающее – ендова. Ребро западающего угла иногда бывает среzano узкой плоскостью – лотком. Ендовы и лотки используют для отвода воды с крыши (рис. 5.19).

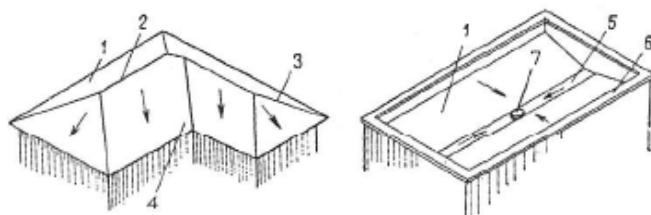


Рис. 5.19. Схемы водоотвода с крыши:

a – наружный; *б* – внутренний; 1 – скат; 2 – конек; 3 – наконное ребро; 4 – ендова; 5 – лоток внутреннего водоотвода; 6 – парапет; 7 – воронка

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите конструкции, которые в каркасных зданиях являются несущими. Каково их назначение?
2. Какие виды стен применяются в гражданском строительстве? Какие материалы используются для каждого из этих видов?

3. Каково назначение деформационных швов?
4. Как перекрытия участвуют в обеспечении жесткости здания?
5. Перечислите состав покрытия здания.

Тема 6. Ограждающие конструкции и элементы гражданских зданий

Учебные вопросы

1. Светопрозрачные ограждения зданий.
2. Перегородки.
3. Полы.
4. Лестницы.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать* внимание на понятии «ограждающие конструкции гражданского здания»;
- *ответить* на контрольные вопросы по теме;
- *выполнить* практическую работу 1.

Светопрозрачные ограждения зданий

Существуют четыре типа светопрозрачных ограждений: окна, витражи (стеклянные стены), витрины (предназначаемые для осмотра экспозиции) и светопрозрачные покрытия (крыши). Основные требования, предъявляемые к этим конструкциям, – обеспечение нормируемой освещенности, теплотехнические и звукоизоляционные качества, обеспечивающие комфортность внутренней среды помещений, а также жесткость и прочность конструкций на силовые воздействия, кроме того, они должны легко поддаваться уборке. В южных районах во избежание перегрева внутренней среды помещений требуется устройство солнцезащитных конструкций.

Окна – светопрозрачные ограждения, обеспечивающие комфортность внутренней среды зданий и непосредственно связанные с формированием его фасада. Различные приемы размещения окон и выбор их габаритов зависят от функционального назначения здания и композиции интерьера.

Сопротивление теплопередаче окон существенно ниже сопротивления участков стены, что ведет к увеличению затрат на отопление. Вследствие этого размеры окон не должны превышать требований по естественной освещенности, нормируемой в жилых зданиях как $1/8...1/10$ площади освещаемого помещения.

Для жилых и общественных зданий массового строительства разработаны государственные стандарты, в которых габариты окон подчинены основному модулю 3М и дополнительному 1,5М, то есть 300 или 150 мм. Но эти ограничения не препятствуют созданию вариантности дизайна окон и систем их открывания – распашные, поворотные, раздвижные (рис. 6.1).

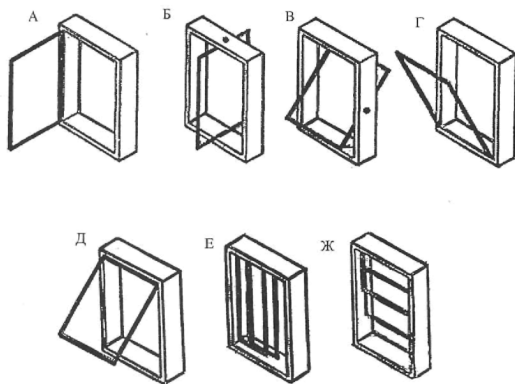


Рис. 6.1. Схемы открывания створок: А – распашные; Б, В – поворотные на вертикальной (Б) и горизонтальной (В) осях; Г, Д – с нижним (Г) и верхним (Д) подвесом; Е, Ж – раздвижные по горизонтали (Е) и вертикали (Ж)

Конструкция заполнения проема состоит из оконной коробки и подоконной доски. Оконная коробка (оконный блок) собирают из рамы и укрепленных в ней переплетов стекольных полотен. Переплеты стекольных полотен собирают из вертикальных элементов (створок) и горизонтальных – фрагуг. И те, и другие могут быть глухими или открывающимися. По числу створок окна бывают одностворные, двустворные, трехстворные и т. д. Створки и фрагуги открываются внутрь помещения, это обеспечивает удобство и безопасность их эксплуатации.

Основным материалом для светопрозрачных конструкций является стекло, назначение которого – пропускать свет в помещения. Обычное стекло пропускает до 88 % падающего на него солнечного света. Кроме того, стекло должно обеспечивать и такие функции, как теплоизоляция зимой, теплозащита летом, звукоизоляция, а также удовлетворять эстетическим требованиям.

На рис. 6.2 представлены решения окон с двойным, тройным остеклением и с применением стеклопакетов. Для конструкции рам и обвязок служит дерево, металл и пластмасса.

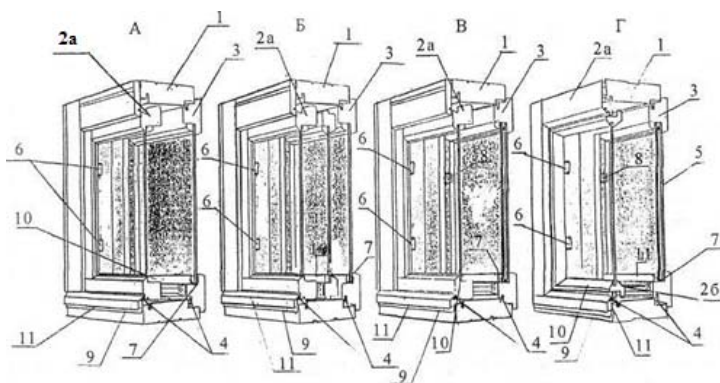


Рис. 6.2. Типы деревянных и деревоалюминиевых окон: А, Б – раздельное двойное (А) и тройное (Б) остекление; В, Г – тройное остекление; Г – алюминиевый оклад наружной рамы; 1 – коробка, ламинированная доска; 2а, 2б – внешняя рама деревянная (а) и алюминиевая (б); 3 – фигурная внутренняя рама с наклонным скосом кромки; 4 – двойной уплотнитель; 5 – однокамерный стеклопакет; 6 – регулируемые болтовые петли; 7 – силиконовая изоляция; 8 – алюминиевая пластина стеклопакета; 9 – алюминиевая защитная планка; 10 – двойная силиконовая изоляция; 11 – система стока; 12 – алюминиевый обклад по уличной поверхности коробки

Деревянные оконные блоки для гражданских зданий изготавливают в соответствии со стандартом в двух сериях (рис. 6.3):

- 1) серия Р – с внутренними и наружными переплетами, устанавливаемыми раздельно;
- 2) серия С – со спаренными переплетами, скрепленными для их совместного открывания и закрывания.

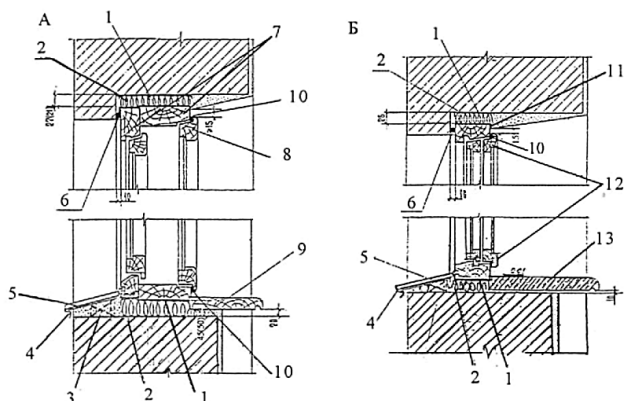


Рис. 6.3. Конструкция деревянных окон: А – раздельная конструкция переплетов (серия Р); Б – спаренная конструкция переплетов (серия С); 1 – рубероид; 2 – конопатка; 3 – бобышка-нагель; 4 – металлический слив; 5 – костыль; 6 – герметик; 7 – бруски оконной коробки; 8 – переплеты; 9 – деревянная подоконная доска; 10 – уплотнитель; 11 – оконная коробка; 12 – спаренные переплеты с наплавом; 13 – железобетонная подоконная доска

В спаренных переплетах внутренние створки навешивают на оконную коробку, а наружные створки – на внутренние. Спаренные переплеты по отношению к раздельным более экономичны по расходу древесины, дешевле в изготовлении и обладают большей световой площадью. Створки соединяют между собой с помощью винтов.

Алюминиевые окна выполняют с коробками и переплетами из полых замкнутых профилей, создающих многокамерное поперечное сечение оконного блока, обеспечивающих высокую прочность, статическую надежность и хорошую теплоизоляцию.

На рис. 6.4 приведено решение нижнего узла оконного блока, выполненного из алюминиевых профилей. Глубина обвязки рамной коробки составляет 77 мм, а створки – 88 мм. Между алюминиевыми профилями створок и коробки устанавливают в заводских условиях изолирующие термомостики из полимерного материала, повышающие теплотехнические качества оконного блока. Воздухонепроницаемость достигается с помощью трех контуров резиновых уплотнителей, устанавливаемых в нахлесте переплета на оконную коробку со стороны помещения и с наружной стороны в виде уплотнительного упора.

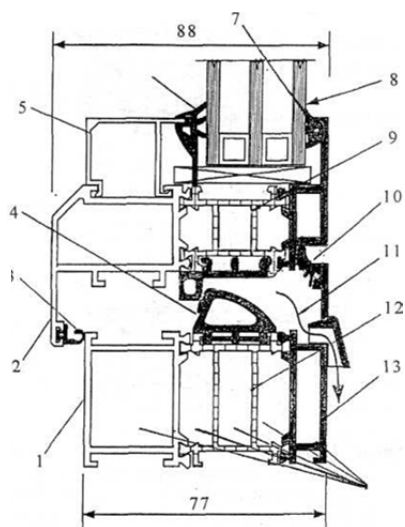


Рис. 6.4. Нижний узел алюминиевого окна: 1, 2 – внутренняя обвязка оконной коробки (1) и створки (2); 3 – внутренний уплотнительный контур; 4 – упорный элемент; 5 – штапик; 6, 7 – резиновые уплотнители стекла; 8 – двойной стеклопакет; 9 – термомост створки; 10 – наружный уплотнитель; 11 – отверстие для удаления влаги; 12 – термомост оконной коробки; 13 – наружная обвязка оконной коробки; 14 – пятикамерное сечение коробки

Оконные блоки, изготовленные из тонкостенных алюминиевых профилей, могут решаться по традиционной схеме: спаренной или раздельной конструкции, – иметь открывающиеся створки, форточки или фрамуги.

Пластмассовые окна котируются наравне с изделиями из дерева и алюминия. В условиях колебания температур, характерных для средней полосы России, полимерные материалы достаточно эффективны. Выпускаемая широкая гамма профилей (как по форме, так и по цвету) позволяет создавать разнообразные формы и конструкции окон. Остекление также многовариантное: одинарное, двойное или тройное. Собираемые из пластиковых профилей створки и рамы для придания им жесткости армируют стальными антикоррозийными профилями. От инфильтрации холодного наружного воздуха окна защищает трехконтурная система упругих прокладок.

Витражи и витрины являются элементом обогащения фасадных плоскостей, а также способствуют увеличению освещенности

внутреннего пространства здания. Витрины несут функцию рекламно-информационную. Поэтому их применяют чаще всего в торговых зданиях.

Конструкции витражей и витрин собирают из горизонтальных и вертикальных импостов (стальных или алюминиевых) с заполнением стеклопакетами или витринным стеклом. Обычно витринная конструкция имеет две стеклянные плоскости с толщиной стекла не менее 6 мм. При применении стеклопакетов наружную плоскость заполняют стеклопакетами, а внутреннюю плоскость – стеклом (рис. 6.5).

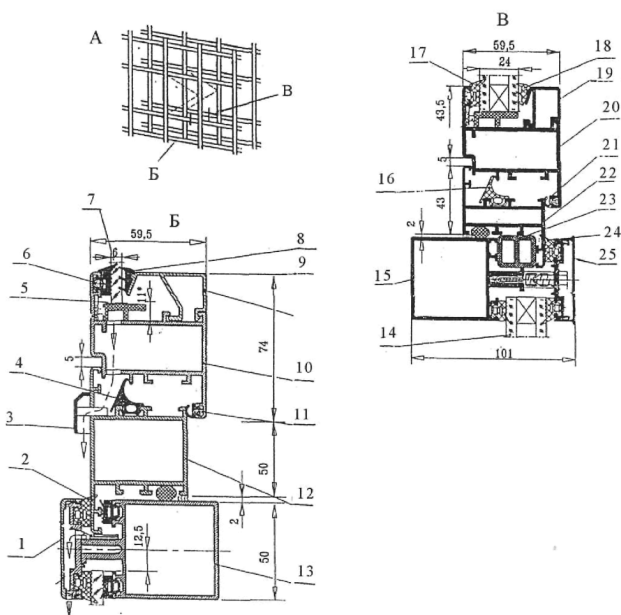


Рис. 6.5. Витраж из алюминиевых профилей: А – монтажная схема плоскостей витража; Б, В – узлы витража с установкой створок в наружной плоскости (Б) с одинарным остеклением и внутренней (В) с установкой стеклопакета; 1 – декоративная накладка; 2, 8, 11, 17, 18, 21, 24 – резиновые уплотнительные профили; 3 – слив; 4, 16 – упорный элемент; 5 – пленка под стекло; 7 – витринное стекло; 9, 19 – штапики; 10, 12 – горизонтальные обвязки наружной створки; 13 – наружный горизонтальный импост; 14 – однокамерный стеклопакет; 15 – внутренний горизонтальный импост; 20, 22 – горизонтальные элементы обвязки внутренней створки; 23 – термомост; 25 – внутренняя отделочная накладка

Наружную плоскость заполняют глухим (нестворным) остеклением, а во внутренней – возможно устройство поворотных, откидных створок и фрамуг, обеспечивающих вентиляцию между стеклянными плоскостями во избежание замерзания стекол, а также доступ из помещения, например, для смены экспозиции в витрине.

Навесные стеклянные плоскости фасадов представляют собой структурную систему вертикальных и горизонтальных импостов, выполняемых из металла (сталь, алюминий). Сетку структуры заполняют стеклопакетами или стеклом с различной цветовой гаммой и степенью прозрачности.

Стеклянные плоскости покрытий применяют в перекрытиях атриумов, в конструкциях второго света, в сложных формах покрытий и др. Конструкции таких покрытий выполняют из несущих металлических элементов с заполнением стеклом или стеклопакетами (одно-, двухкамерными). При этом криволинейные поверхности решаются прямолинейными сегментами или с использованием изогнутого стекла, получаемого по шаблонной технологии или по гибкой бесшаблонной комплексной системе. Современные методы производства гнутого стекла не ограничивают радиус изгиба и длину изделия.

Перегородки

Ненесущие внутренние стены, разделяющие смежные помещения, называют перегородками. Они должны быть прочными, устойчивыми и индустриальными в изготовлении, обладать звукоизоляционными качествами в зависимости от функций разделяемых помещений. По своей конструкции они могут иметь монолитное сечение или каркасное с обшивкой листовыми материалами, выполняться из прокатных панелей или мелкоштучных строительных изделий (кирпич, гипсобетонные плиты, пенобетонные блоки).

Чаще всего они являются стационарными конструкциями, но могут быть и трансформируемыми – раздвигающимися, складывающимися.

Перегородки из штучных строительных изделий выполняют из кирпича, гипсобетонных плит, керамических блоков или камней из легкого или ячеистого бетона (рис. 6.6). Их устанавливают в помеще-

ниях с нестандартными размерами или при отсутствии индустриальных изделий.

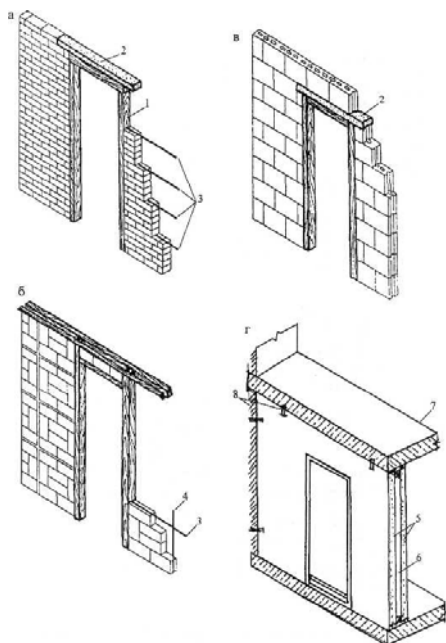


Рис. 6.6. Перегородки из мелкогабаритных элементов:
а – кирпичная толщиной 120 мм; *б* – из кирпича на ребро (65мм);
в – из легкогобетонных камней; *г* – из гипсобетонных плит; 1 – деревянная стойка; 2 – поперечный ригель; 3 – горизонтальная арматура; 4 – вертикальная арматура; 5 – гипсобетонная панель; 6 – воздушный зазор; 7 – панель перекрытия; 8 – анкерная связь

Панельные перегородки формируют из тяжелого и легкого бетона толщиной не менее 60 мм. Перегородки выполняют из одинарных или спаренных гипсобетонных панелей со звукоизоляционным зазором между ними в 60 мм.

Каркасные перегородки состоят из каркаса (деревянные бруски или металлические профили), обшивки и заполнения, повышающего звукоизоляционные качества ограждения. Наибольшее распространение получили перегородки с каркасом из стальных гнутых профилей швеллерообразного сечения из тонколистовой стали толщиной 0,5...0,7 мм. Такой каркас собирается из верхней и ниж-

ней направляющих и раскрепленных ими стоек, устанавливаемых с шагом 600 мм.

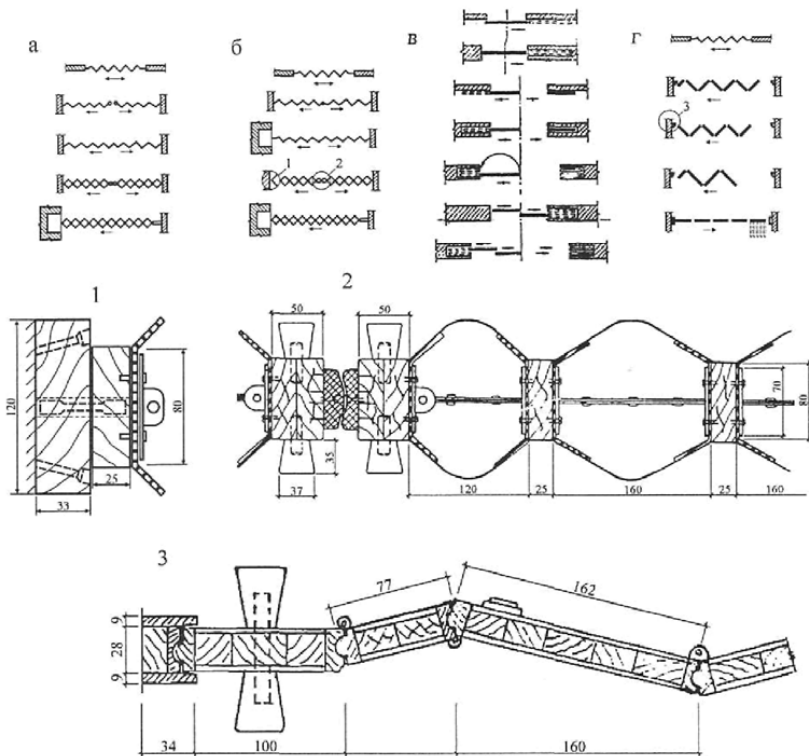


Рис. 6.7. Трансформируемые перегородки:

a – гармончатые жесткие; *б* – гармончатые мягкие; *в* – прямораздвижные; *г* – шарнирно-складывающиеся

Заполнение каркасных перегородок производят минераловатными звукоизоляционными материалами плитного или рулонного типа. Для их закрепления в конструкции перегородки используют самоклеющиеся скобы.

Раздвижные перегородки применяют в целях возможной трансформации помещений жилых и общественных зданий. Они дают возможность маневрировать пространствами помещений, объединять или разъединять их.

По конструктивному решению их можно подразделить на *гармончатые* (жесткие и мягкие), *складывающиеся* и *прямопередвижные* (рис. 6.7).

Полы

К полам предъявляют звукоизоляционные, архитектурно-декоративные, гигиенические требования. Цвет и фактура пола должны отвечать композиционному решению интерьера, покрытие пола должно позволять удобную очистку. В соответствии с назначением отдельных помещений к конструкциям полов предъявляются специфические требования:

- влагостойкость и водонепроницаемость – для санитарных помещений;
- малая истираемость – для помещений с интенсивным движением людей (вестибюли, холлы);
- эластичность и бесшумность – для помещений лечебных зданий и др.

Конструкция пола состоит из покрытия (одежды) и основания. Для покрытия полов гражданских зданий применяют изделия из древесины, тонкие и легкие рулонные и плитные синтетические материалы (линолеум, поливинилхлоридные плитки), двухслойные рулонные материалы (теплозвукоизоляционный линолеум на мягкой пористой основе, ковровые покрытия), керамическую плитку, керамическую мозаику или плиты естественного камня (рис. 6.8).

Основанием полов служит ровная и жесткая поверхность. В акустически однородных перекрытиях это верхняя поверхность панелей или настилов. Если есть необходимость, по ним устраивают выравнивающую стяжку толщиной 15...20 мм из полимерцементного раствора или поливинилцементной дисперсии. Для погашения ударного шума применяют ковровые покрытия или теплозвукоизоляционный линолеум. Покрытия приклеивают к основанию.

Основанием полов в акустически неоднородных перекрытиях служит тонкая (40...60 мм) бетонная плита (легкий бетон или гипсошлакобетон), полностью отделенная от несущей части перекрытия звукоизоляцией. Наиболее индустриальным решением является

ся трехслойная комплексная панель, состоящая из несущей части, звукоизоляционного слоя и основания под полы. При применении полов из древесины (дощатые полы, паркетные доски, паркетные и дощатые щиты, древесно-стружечные плиты) основание под пол и его покрытие совмещаются в одной конструкции. Такие полы настилают по деревянным брускам – лагам. Лаги располагают через 400...600 мм и укладывают на перекрытие по ленточным звукоизоляционным прокладкам.

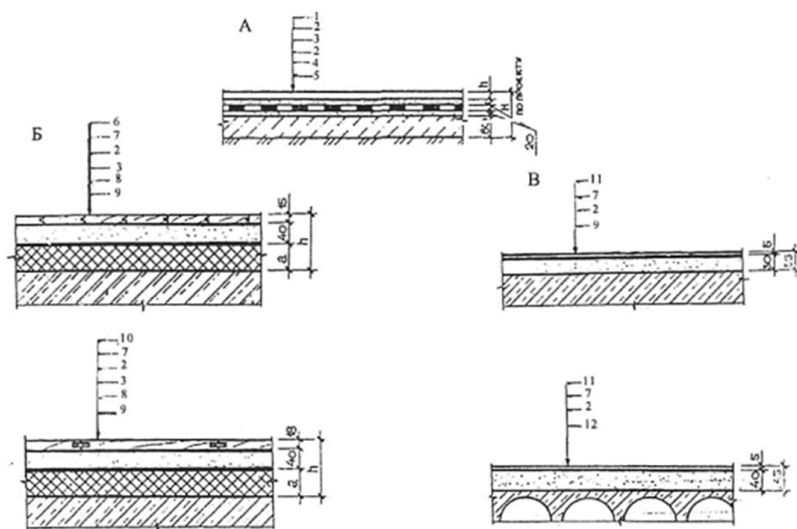


Рис. 6.8. Схемы конструкций полов: А – наливные; Б – штучные; В – рулонные; 1 – асфальт; 2 – цементно-песчаная стяжка; 3 – гидроизоляция; 4 – подстилающий слой бетона; 5 – грунт основания с втрамбованным щебнем или гравием крупностью 40...60 мм; 6 – паркет штучный; 7 – мастика клеящая; 8 – звукоизоляционный слой; 9 – панель междуэтажного перекрытия; 10 – щит паркетный однослойный; 11 – линолеум на теплозвукоизоляционной основе; 12 – панель перекрытия пустотная

Полы из каменных или керамических плиток устраивают в коммуникационных и подсобных помещениях, где требования звукоизоляции не играют существенной роли и звукоизоляция не предусматривается. Керамические плитки или мозаика укладываются на цементный раствор по бетонному основанию.

В перекрытиях санитарных помещений устраивают гидроизоляцию. Мастичные наливные полы толщиной 2...3 см выполняют на вяжущем из поливинилацетатной эмульсии с наполнителем из мелкого молотого песка. При устройстве мастичного пола в жилых и рабочих помещениях его устраивают по основанию из древесно-стружечной плиты, в санитарных помещениях — по цементной стяжке.

При устройстве полов по грунту грунт предварительно уплотняется и устраивается подготовка из бетона М75 толщиной до 200 мм.

При размещении на первом этаже отапливаемых помещений с полами по грунту предусматривают утепленную конструкцию цоколя, подготовку под пол из конструктивно-теплоизоляционного бетона или слой утепляющей подсыпки под подготовкой из шлака или керамзитового гравия. Бетонная подготовка служит основанием, по которому на цементной или асфальтовой стяжке, битумной мастике или другом вяжущем устраивают пол любого типа, кроме полов из древесины. Полы из древесины настилают по деревянным лагам, уложенным на кирпичные или бетонные столбики, размещенные на бетонной подготовке с шагом 600...1000 мм.

Лестницы

Сообщение между этажами и процесс эвакуации из зданий при аварийных ситуациях осуществляется при помощи лестниц.

Лестницы по назначению подразделяют:

- *на основные* (главные), располагаемые в лестничных клетках и служащие для постоянного пользования и эвакуации;
- *вспомогательные*, предназначенные для сообщения с подвалами, чердаками и другими служебными помещениями;
- *аварийные, пожарные* — наружные эвакуационные лестницы;
- *внутриквартирные*, применяемые в домах коттеджного типа или в двухуровневых квартирах многоэтажных зданий;
- *входные*, ведущие в здание.

Лестницы состоят из наклонных ступенчатых элементов (маршей) и горизонтальных плоскостных конструкций (площадок). Чередующиеся площадки и марши размещены внутри объема, ограждаемого несгораемыми стенами и чердачным перекрытием, — в лестничной клетке.

Лестничные площадки подразделяют на этажные (в уровне этажа) и междуэтажные (промежуточные). По числу маршей в пределах этажа различают одно-, двух- и трехмаршевые лестницы (рис. 6.9).

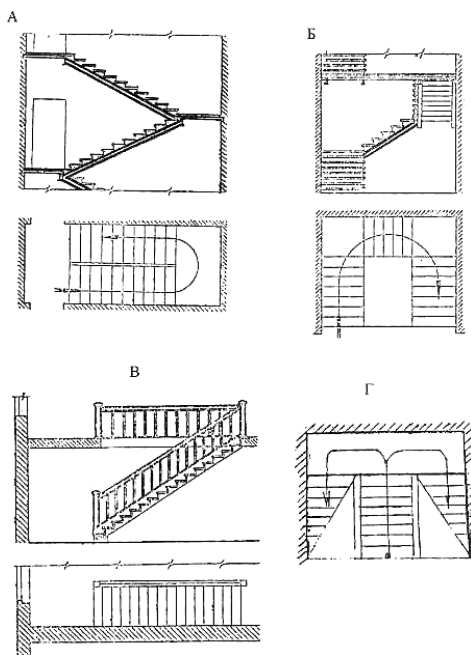


Рис. 6.9. Основные схемы планировки лестниц: А – двухмаршевая; Б – трехмаршевая; В – одномаршевая; Г – двухмаршевая распашная

Наиболее распространенный вариант – двухмаршевая лестница. Распашная двухмаршевая лестница может нести функцию парадной лестницы в общественных зданиях. Одномаршевую лестницу применяют в жилых домах не выше двух этажей или в коттеджах и двухуровневых квартирах.

Марши опирают на несущие рёбра площадок. Они состоят из ряда ступеней, поддерживающих их элементы и ограждения, обеспечивающего безопасность движения. Ограждение должно иметь высоту не менее 0,9 м.

Верхняя и нижняя ступени маршей, совпадающие с плоскостью площадок, называются фризовыми и имеют отличную от других ступеней форму.

Марши подразделяют на междуэтажные, соединяющие этажные лестничные площадки; чердачные, предназначенные для выхода на чердак; подвальные, ведущие в подвальные помещения; цокольные, служащие для подъема от уровня входа в здание до пола первого этажа.

Минимальная ширина лестничных маршей в многоквартирных жилых домах – 105 (120) см, при уклоне 1:2; 1:1,75. При этом число подъемов в одном марше должно быть не менее 3 и не более 18. Ширину маршей общественного здания принимают от 1,2 (1,35) до 1,5 м в зависимости от его функционального назначения.

Для внутриквартирной лестницы минимальная ширина марша – 80 (90) см, при уклоне 1:1,25 до 1:1.

Ширина этажных лестничных площадок в секционных жилых зданиях должна быть не менее 1,2 м, а при наличии лифтов с выходами на площадку – 1,6 (1,8) м. В больничных зданиях – не менее 2,2 м (для прохода с носилками). Габариты ширины междуэтажных лестничных площадок назначают в следующих пределах: 1,05; 1,2; 1,35; 1,5 м.

В пятиэтажных зданиях выход на чердак осуществляют по металлической лестнице-стремянке, наглухо закрепленной к этажной площадке последнего этажа и в люке чердачного перекрытия. В зданиях выше пяти этажей чердачные лестницы являются продолжением основных. Дверь на чердак, высотой в 1,6 м, устанавливают в боковых стенах или наружной торцевой стене лестничной клетки.

Все главные лестницы в жилых домах выше четырёх этажей проектируют с естественным освещением, обеспечивающим безопасность эвакуации. Параметры лестничной клетки определяют на основании расчета.

Вопросы для самоконтроля

1. Каково назначение окон, витражей и витрин в здании?
2. Какова толщина перегородок из различных материалов?
3. Какие типы полов применяются в жилых домах?
4. Как называются основные части лестницы?

Тема 7. Конструкции промышленных зданий

Учебные вопросы

1. Выбор конструктивной схемы и материала каркаса.
2. Железобетонные каркасы одноэтажных промышленных зданий.
3. Металлические каркасы одноэтажных промышленных зданий.
4. Покрытия промышленных зданий.
5. Фонари.
6. Стены промышленных зданий.
7. Рабочие площадки и этажерки.

При освоении темы необходимо:

- *изучить* учебный материал;
- *акцентировать* внимание на понятиях «несущие и ограждающие конструкции промышленного здания»;
- *ответить* на контрольные вопросы по теме;
- *выполнить* практическую работу 2.

Выбор конструктивной схемы и материала каркаса

Для большинства одноэтажных промышленных зданий характерны два варианта каркасной конструктивной схемы – с поперечными и продольными рамами.

Конструктивная схема с поперечными рамами является наиболее распространенной. По такой схеме поперечная рама каркаса, образуемая жестко заделанными в фундаменте колоннами и поперечными ригелями, обеспечивает жесткость и устойчивость. В продольном направлении жесткость и устойчивость здания обеспечиваются совместной работой колонн, вертикальных связей между ними и диском покрытия.

Конструктивная схема с продольными рамами состоит из колонн и продольных элементов (подстропильные конструкции, подкрановые балки, вертикальные связи и др.), которые вместе обеспечивают устойчивость и жесткость здания в продольном направлении. В поперечном направлении жесткость и устойчивость здания обеспечиваются совместной работой колонн и элементов покрытия, например панелями покрытия «на пролет».

Сопряжения элементов каркаса могут быть шарнирные, жесткие и комбинированные.

Шарнирные сопряжения упрощают форму горизонтальных элементов (ригели, подстропильные конструкции и др.) и их стык с колоннами.

Жесткие сопряжения применяют, если нельзя обеспечить достаточную общую жесткость рамы или когда их применение дает заметное снижение расходов материала. Жесткие сопряжения рекомендуется также применять при пролетах более 36 м и отношении высоты к размеру пролета более 1,5 независимо от наличия или отсутствия кранов.

Конструктивные схемы, допускающие сопряжения части элементов шарнирно, а других жестко, применяют в зданиях, имеющих сложную конструкцию с различными в отдельных пролетах нагрузками, высотами и сечениями колонн.

Железобетон обладает хорошими физико-механическими свойствами, высокой несущей способностью на сжатие и изгиб, долговечностью, огнестойкостью, стойкостью против атмосферных воздействий, сопротивляемостью против динамических нагрузок, малыми эксплуатационными расходами. Железобетон доступен практически во всех районах строительства в связи с повсеместным наличием заполнителей для него. На изготовление железобетона расходуется в 2–3 раза меньше металла, чем на стальные конструкции. Наиболее эффективен железобетон, предварительно напряженный в целях предотвращения образования трещин.

Недостаток – большая масса. Например, большая масса ферм и плит ведет к увеличению размеров сечения колонн, подошвы фундаментов.

Строительство из сборного железобетона можно вести круглый год без существенного удорожания зимой (по сравнению с монолитным).

Применяются сборные железобетонные конструкции ограниченно: при высоте зданий $H \leq 18$ м, при пролетах $L \leq 24$ (30) м, грузоподъемности кранового оборудования $Q \leq 50$ т.

Стальные конструкции высокотехнологичны, весят меньше железобетонных. Они могут быть разнообразными по форме и раз-

мерам: высота $H > 18$ м, пролеты $L \geq 30$ м. Используются в неотапливаемых зданиях, при грузоподъемности кранов $Q \geq 50$ т, при строительстве на Крайнем Севере.

Недостатки: подверженность коррозии, потеря несущей способности под воздействием высоких и низких температур, высокая стоимость.

Железобетонные каркасы одноэтажных промышленных зданий

Сборные железобетонные каркасы одноэтажных промышленных зданий состоят из поперечных рам, объединенных в пространственную систему продольными конструктивными элементами (плитами, прогонами, подкрановыми и обвязочными балками, подстропильными конструкциями и др.) и связями (рис. 7.1). Поперечную раму образуют колонны, жестко заделанные в фундаменты, и ригели, шарнирно соединенные с колоннами. В качестве ригелей могут выступать балки, фермы и другие несущие конструкции.

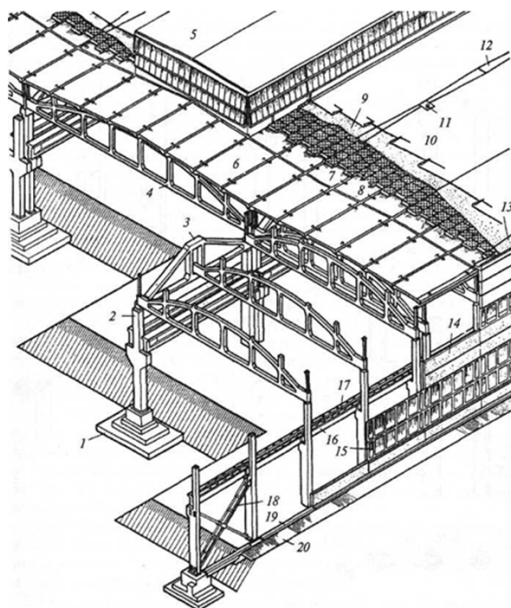


Рис. 7.1. Конструкции одноэтажного здания с железобетонным каркасом

Колонны в системе каркаса воспринимают постоянные и временные вертикальные и горизонтальные нагрузки. В силу этого конструкции колонн должны отвечать повышенным требованиям прочности, жесткости и устойчивости. Для массового промышленного строительства разработаны колонны прямоугольного и круглого сечения, одно- и двухветвевые, с консолями и без них (рис. 7.2).

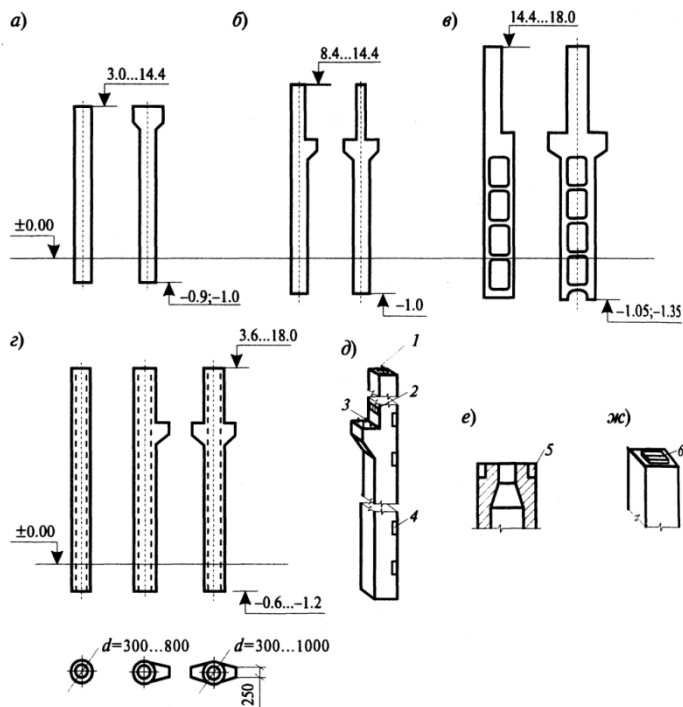


Рис. 7.2. Сборные железобетонные колонны: а – для зданий высотой 3...14,4 м без опорных мостовых кранов; б – с опорными мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 т и при высоте здания от 8,4 до 14,4 м; в – то же, с кранами до 50 т при высоте здания 14,4...18 м; г – колонны кольцевого сечения; д – основные закладные элементы колонн; е – оголовок колонны кольцевого сечения; ж – оголовок колонны при безанкерном креплении стропильных конструкций; з – закладная деталь для крепления стальной фермы (анкеры); 2, 3 – то же, для крепления подкрановой балки; 4 – то же, для стеновых панелей; 5 – кольцо из полосовой стали; б – стальная пластина для крепления (сварки) стропильных конструкций из железобетона

Колонны фахверка служат для навески стеновых панелей. Устанавливаются в торцах пролетов с нулевой привязкой и шагом 6 м. Существует фахверк и по продольным осям, в случае если шаг основных колонн больше 6 м. К своему фундаменту и конструкциям каркаса фахверк крепится шарнирно (рис. 7.3).

Сборные железобетонные колонны выполняют сплошными и ступенчатыми, квадратного или прямоугольного сечения. Колонны фахверка крепят к стропильным конструкциям гибкими шарнирами, что обеспечивает передачу только горизонтальных усилий от стоек фахверка на основной каркас.

Стальные колонны фахверка в зависимости от высоты выполняются из прокатных или сварных двутавров, из двух швеллеров или двух уголков, образующих замкнутое сечение. В уровне стропильных конструкций к колоннам крепятся надставки, с помощью которых через гибкие шарниры передаются горизонтальные усилия на несущие конструкции покрытия.

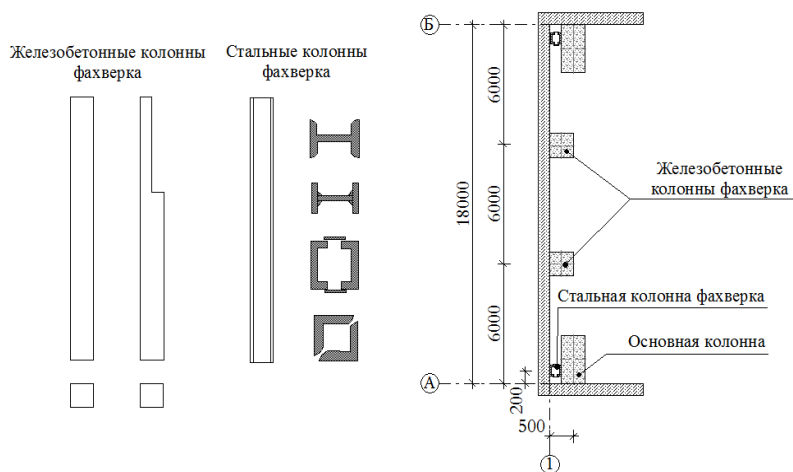


Рис. 7.3. Колонны фахверка

Подкрановые балки с уложенными по ним рельсами образуют пути движения мостовых кранов и придают зданию дополнительную пространственную жесткость.

Железобетонные подкрановые балки имеют тавровое сечение при шаге колонн 6 м или двутавровое – при шаге 12 м (рис. 7.4, а, б). Железобетонные подкрановые балки устанавливают под краны грузоподъемностью до 32 т.

Высота балок 800, 1000 и 1400 мм, ширина полок 550, 600 и 650 мм.

К колоннам балки крепят сваркой закладных элементов и анкерными болтами (рис. 7.4, в). Рельсы с балками соединяют парными стальными лапками через 750 мм (рис. 7.4, з). Для уменьшения динамических воздействий на балки и снижения шума от кранов под рельсы укладывают упругие прокладки из резины толщиной 8...10 мм.

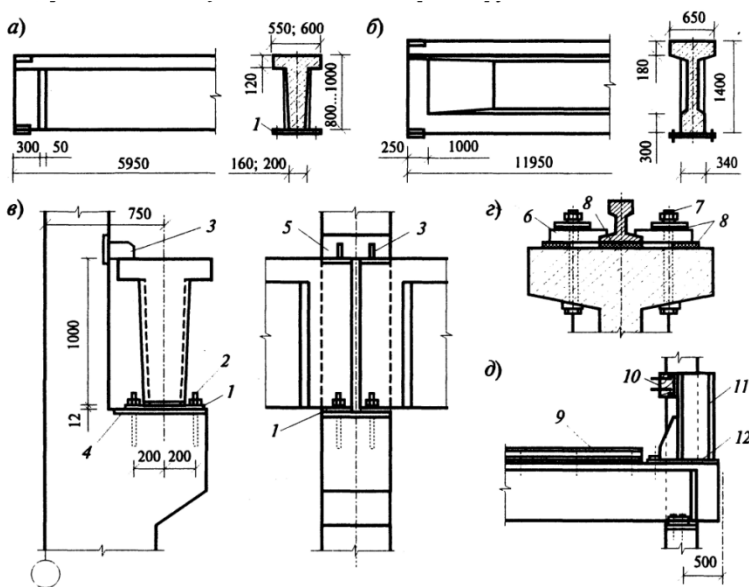


Рис. 7.4. Железобетонные подкрановые балки: а – при шаге колонн 6 м; б – то же, 12 м; в – крепление балок к колоннам; з – крепление кранового рельса к балке; д – устройство упора для мостового крана; 1 – опорный стальной лист; 2 – анкерный болт; 3 – стальная пластинка; 4, 5 – закладные элементы колонны; 6 – стальная лапка; 7 – болт; 8 – упругие прокладки $\delta = 8$ мм; 9 – крановый рельс; 10 – деревянный брус $200 \times 280 \times 360$ мм; 11 – швеллер № 45 длиной 1228 мм; 12 – стальная пластина $12 \times 300 \times 970$ мм

Во избежание ударов мостовых кранов о колонны торцового фахверка на концах подкрановых путей устраивают стальные упоры с амортизаторами из деревянного бруса.

Применение железобетонных подкрановых балок ограничено из-за их недостатков: большой массы, небольшого срока службы, сложности рихтовки подкрановых путей.

Обвязочные балки служат для опирания кирпичных и мелкоблочных стен в местах перепада высот смежных пролетов, а также для повышения прочности и устойчивости высоких самонесущих стен. Если обвязочные балки располагают над оконными проемами, они выполняют функции перемычек. Балки укладывают на стальные опорные столики со скрытым ребром жесткости и крепят к колоннам стальными планками (рис. 7.5).

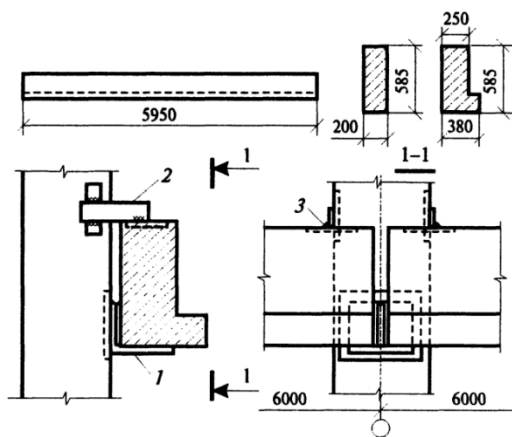


Рис. 7.5. Обвязочные балки: 1 – стальной опорный столик; 2 – стальная планка; 3 – сварка

Стропильные конструкции чаще всего выполняют в виде балок и ферм, реже в виде арок и рам. Тип несущих конструкций покрытия определяется в зависимости от величины перекрываемых пролетов, нагрузок на покрытия и особенностей технологического процесса. Для пролетов до 24 м возможно применение стропильных балок (рис. 7.6, а–г).

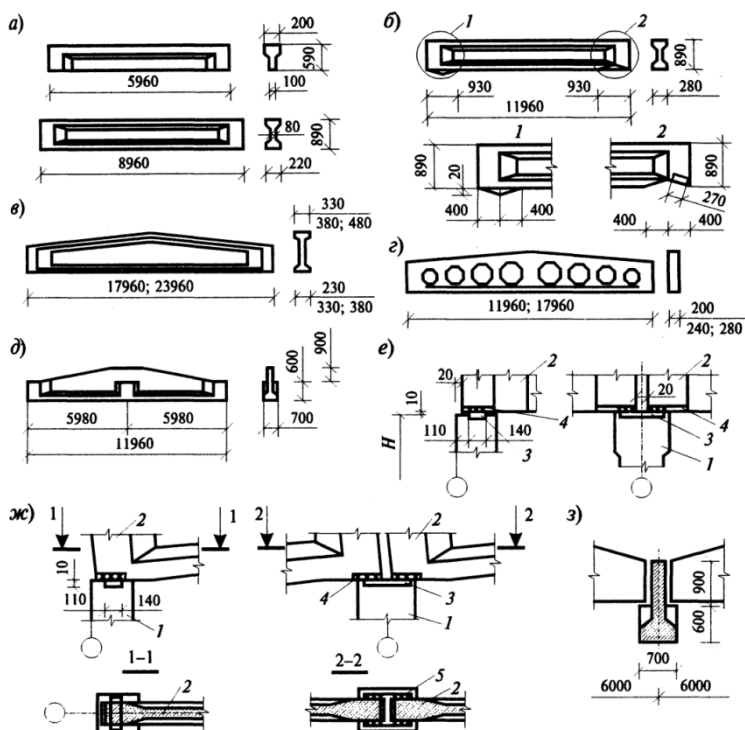


Рис. 7.6. Железобетонные балки покрытий: *а* – стропильные пролетом 6 и 9 м для покрытий с плоской кровлей; *б* – то же, пролетом 12 м для покрытий с плоской и скатной кровлей; *в* – то же, пролетом 18 и 24 м для скатных кровель; *г* – то же, решетчатого типа пролетом 12 и 18 м; *д* – подстропильная балка длиной 12 м для скатной и плоской кровель; *е* – крепление к колоннам стропильных балок пролетом 6, 9 и 12 м при плоской кровле; *ж* – то же, при скатной кровле; *з* – опирание стропильных балок на подстропильную; 1 – колонна; 2 – стропильная балка; 3 – стальная пластина в колонне; 4 – то же, в стропильной балке; 5 – монтажная сварка

По очертанию поясов существуют балки одно- и двухскатные и с параллельными поясами. По типу сечения – сплошные и решетчатые. Решетчатые балки имеют меньший вес, а через их отверстия можно пропускать коммуникации: электрические кабели, трубопроводы, воздухопроводы.

При несовпадении шага колонн по наружным и средним рядам при скатных и плоских кровлях применяют подстропильные балки (рис. 7.6, *д*).

Фермы по сравнению с балками обладают меньшей массой, возможностями использования межферменного пространства. Фермы из сборного железобетона эффективны для перекрытия пролетов 18 и 24 м. Однако они используются и для пролетов 12, 18, 24, 30 м. По очертанию верхнего пояса различают стропильные фермы: сегментные, безраскосные, с параллельными поясами, полигональные, треугольные (рис. 7.7, а, е).

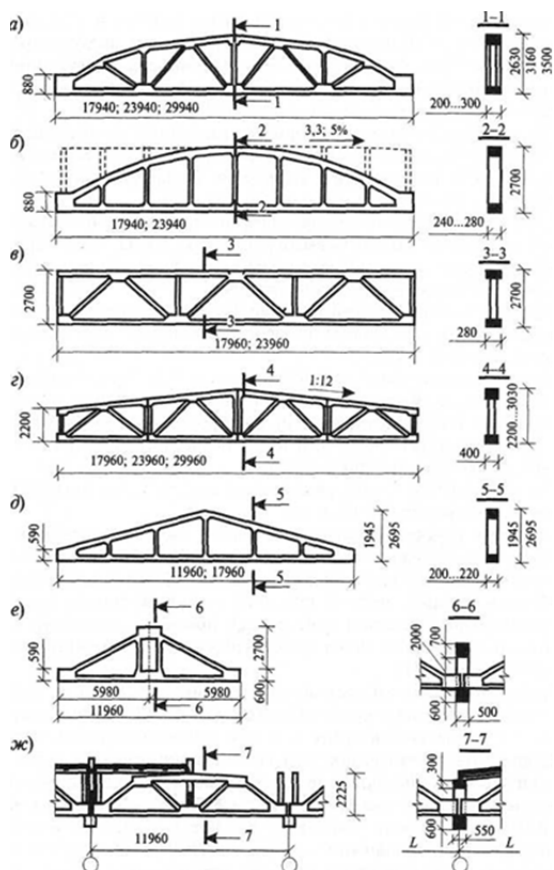


Рис. 7.7. Железобетонные фермы:

а – сегментные; б – безраскосные; в – с параллельными поясами; г – полигональные; д – треугольные; е – подстропильные для малоуклонных кровель; ж – то же, для скатных кровель

В скатных покрытиях рулонный ковер быстро теряет свою несущую и ограждающую способность. Поэтому в отапливаемых зданиях проектируют малоуклонные покрытия. Подстропильные фермы разработаны для малоуклонных и скатных кровель (рис. 7.7, е, ж).

Арки целесообразно применять при больших пролетах (≥ 40 м). Арки подразделяют на трех-, двухшарнирные и бесшарнирные. Арки работают на сжатие. Опираются на колонны или специальные фундаменты. Сечение арки может быть прямоугольным, тавровым, коробчатым или др. (рис. 7.8).

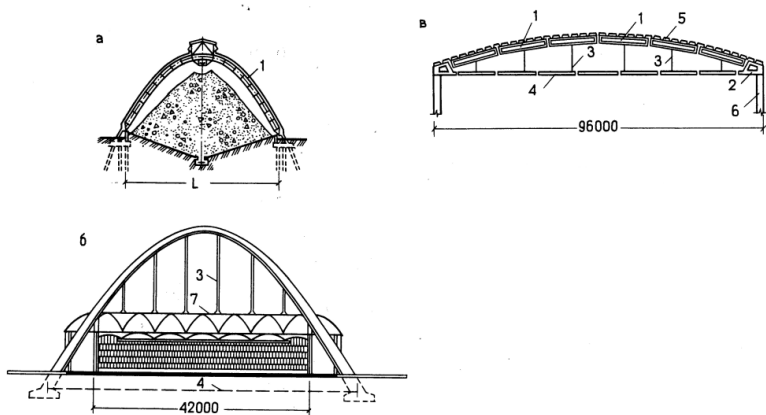


Рис. 7.8. Железобетонные арки: *а* – двухшарнирная; *б* – бесшарнирная, опертая на фундаменты; *в* – бесшарнирная, опертая на колонны; 1 – звено арки; 2 – опорная бортовая балка; 3 – подвеска; 4 – затяжка; 5 – плита покрытия; 6 – колонна; 7 – подвешенное покрытие

Рама могут быть одно- и многопролетными, монолитными или сборными. Рама представляет собой стержневую конструкцию, геометрическую неизменяемость которой обеспечивают жесткие соединения элементов в узлах. Очертание ригелей может быть прямолинейным, ломаным или криволинейным. Жесткие узлы позволяют увеличивать размер перекрываемого пролета (рис. 7.9).

Складки состоят из бортовых балок, арок-диафрагм и трех типов ребристых плит. В направлении волны складку собирают из четырех плит (при шаге колонн 12 м) 3×6 м, которые имеют продольные и поперечные ребра высотой 200 мм. Складки из плоских элементов могут быть одно- и многопролетными, одно- и многоволновыми. Не-

обходимая жесткость складки достигается путем сварки между собой закладных деталей смежных плит и плит с бортовыми балками и диафрагмами с последующим замоноличиванием швов. Монолитные складки трудоемки в изготовлении, а сборные мало разработаны, поэтому складки применяются редко (рис. 7.9).

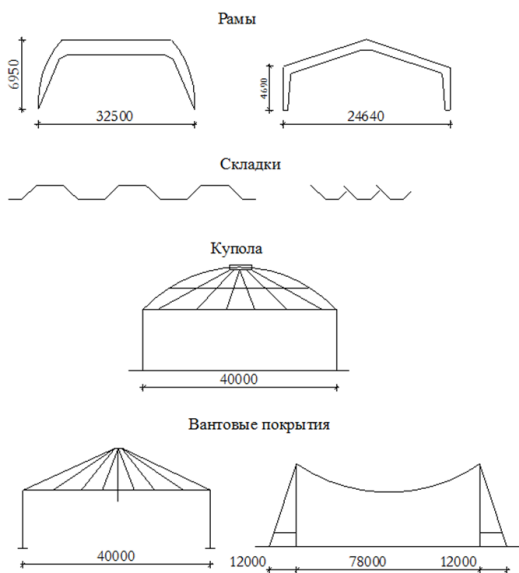


Рис. 7.9. Большепролетные железобетонные конструкции

Купола применяют для устройства покрытий над круглыми в плане зданиями. Они могут быть сборными с ребристой структурой или монолитными – с гладкой. Сборные железобетонные купола имеют радиальную или радиально-кольцевую разрезку на сборные элементы. Купольное покрытие состоит из оболочки, нижнего и верхнего опорных колец. Нижнее кольцо воспринимает растягивающие усилия, а верхнее – сжимающие (рис. 7.9).

Висячие покрытия применяют при строительстве промышленных зданий с большими пролетами и любой формы в плане. Несущая конструкция – ванты (стальные тросы) – работает только на растяжение, благодаря чему сечение вантов подбирают только из условий прочности. Висячие конструкции просты в монтаже, имеют небольшую строительную высоту, транспортабельны. По конструк-

тивной схеме покрытия могут быть висячими (одно- и двухтросовыми) или подвесными, плоскими или пространственными, одно- и многопролетными (рис. 7.9).

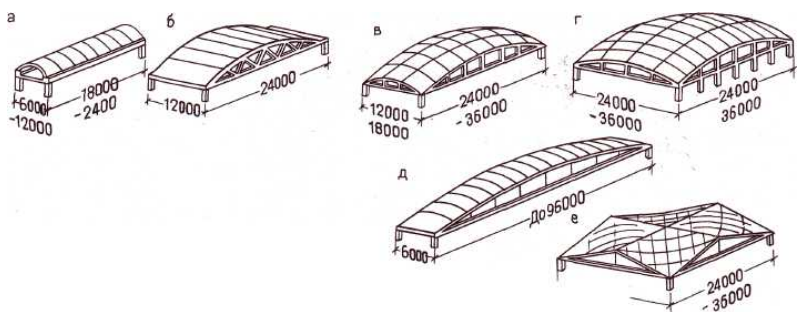


Рис. 7.10. Тонкостенные пространственные конструкции: *a* — длинная цилиндрическая оболочка; *б* — короткая цилиндрическая оболочка; *в* — оболочка двоякой положительной кривизны; *г* — пологая на квадратном плане оболочка положительной гауссовой кривизны; *д* — волнистый свод; *е* — оболочка в виде гиперболического параболоида

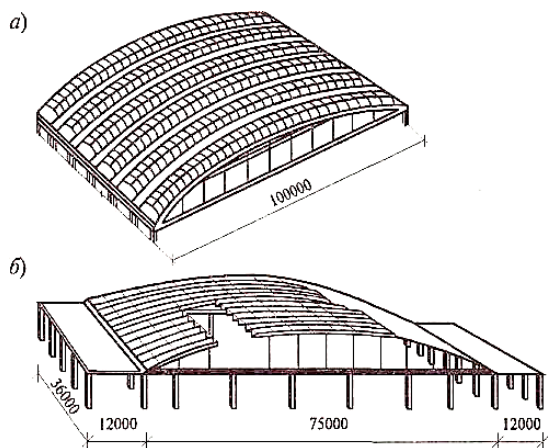


Рис. 7.11. Своды: *a* — бочарный; *б* — складчатый

Оболочки представляют собой пространственные тонкостенные конструкции с криволинейными поверхностями. В отличие от плоских стержневых систем в оболочках создается пространственное

напряженное состояние, поэтому оболочки во многих случаях получаются экономичнее. Преимущества оболочек: совмещение несущих и ограждающих функций, экономия стройматериалов, повышенная жесткость и прочность, позволяющая перекрывать большие пролеты. Недостаток – большая трудоемкость изготовления (рис. 7.10).

Своды применяют для устройства покрытий при пролетах зданий до 100 м и более. Распор тонкостенных сводов передается на опоры или воспринимается затяжками. Своды могут опираться на колонны, стены или на фундаменты (рис. 7.11).

Металлические каркасы одноэтажных промышленных зданий

Стальные каркасы применяют при строительстве предприятий металлургии, машиностроения и др. при больших пролетах ($L = 30$ м и более), при высоких динамических или сейсмических нагрузках, в неотапливаемых зданиях, в зданиях с «легким каркасом», а также в труднодоступных для строительства и отдаленных районах нашей страны (Дальний Восток, Крайний Север, Сибирь).

Стальные одноэтажные здания просты в изготовлении и монтаже, а значит, обеспечивают высокие темпы строительства.

Недостатки:

- 1) потеря несущей способности при высокой температуре. Сталь теряет устойчивость при $t = 450$ °С, алюминий – при $t = 200$ °С;
- 2) хрупкость при низких температурах. Для стали и алюминия критическая температура хрупкости $t = -50$ °С;
- 3) большая подверженность металла коррозии, что приводит к большим эксплуатационным затратам: необходима окраска или грунтовка металлических конструкций специальными составами.

По конструктивной схеме стальной каркас подобен железобетонному и представляет собой основную несущую конструкцию промышленного здания, поддерживающую покрытие, стены и подкрановые балки. Основными элементами каркаса, воспринимающими все действующие на здание нагрузки, являются плоские поперечные рамы, образованные колоннами и стропильными фермами. На поперечные рамы, расставленные согласно принятому шагу колонн, опирают продольные элементы каркаса – подкрано-

вые балки, ригели стенового каркаса (фахверка), прогоны покрытия и фонари. Пространственная жесткость каркаса достигается устройством связей в продольном и поперечном направлениях, а также при необходимости жестким закреплением ригеля рамы в колоннах.

Колонны. В зависимости от размеров здания и вида подъемно-транспортного оборудования применяют колонны сплошного и сквозного типов с постоянным или переменным по высоте сечением (рис. 7.12).

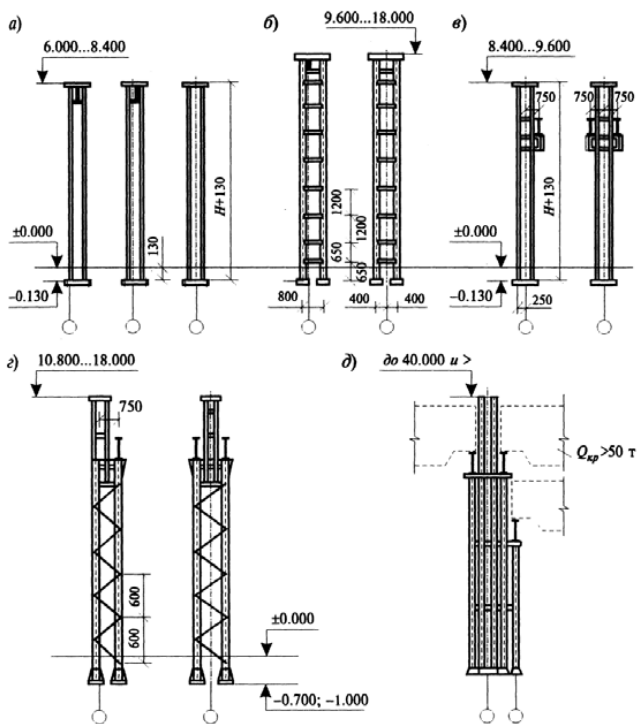


Рис. 7.12. Типы стальных колонн: а – сплошного постоянного сечения для зданий без мостовых кранов; б – то же, двухветвевое сечения; в – сплошного сечения для зданий с мостовыми кранами; г – то же, двухветвевое переменного сечения; д – то же, раздельного типа переменного сечения

Обвязочные балки состоят из одного профиля (швеллера или двутавра) или имеют составное сечение.

Подкрановые балки по статической схеме подразделяют на разрезные и неразрезные. Больше распространены разрезные балки, так как они просты по конструкции, менее чувствительны к осадкам опор, несложны в монтаже, но больше по высоте и расходу металла по сравнению с неразрезными.

По сечению подкрановые балки подразделяют на сплошные и решетчатые. Балки сплошного сечения, устанавливаемые при шаге колонн 6 м и небольшой грузоподъемности кранов, изготавливают из прокатного двутавра с усилением верхнего пояса стальным листом или уголками (рис. 7.13, а).

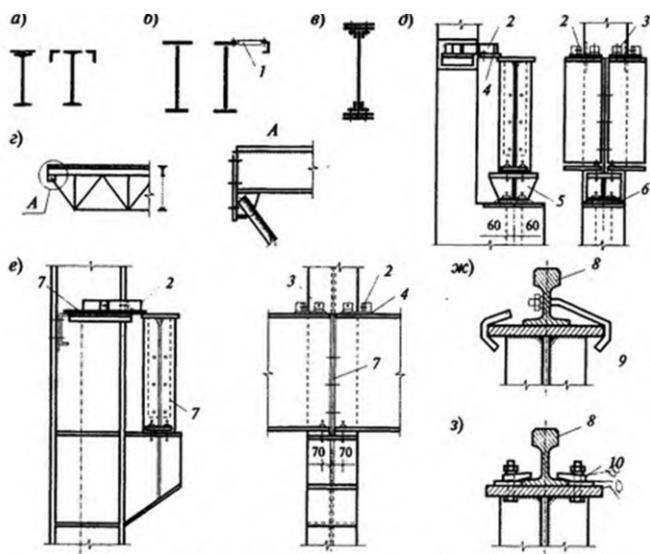


Рис. 7.13. Стальные подкрановые балки: а — сплошного сечения из прокатных двутавров с усилением верхних полок; б — то же, сварные; в — то же, клепаные; г — сквозного сечения; д — крепление балок к железобетонной колонне; е — то же, к стальной; ж — крепление рельса к балке крюками; з — то же, лапками; 1 — тормозная планка; 2 — крепежная планка; 3 — упорный уголок; 4 — стальная фасонка; 5 — подставка; 6 — цементно-песчаный раствор; 7 — опорное ребро; 8 — рельс; 9 — крюк; 10 — стальная лапка

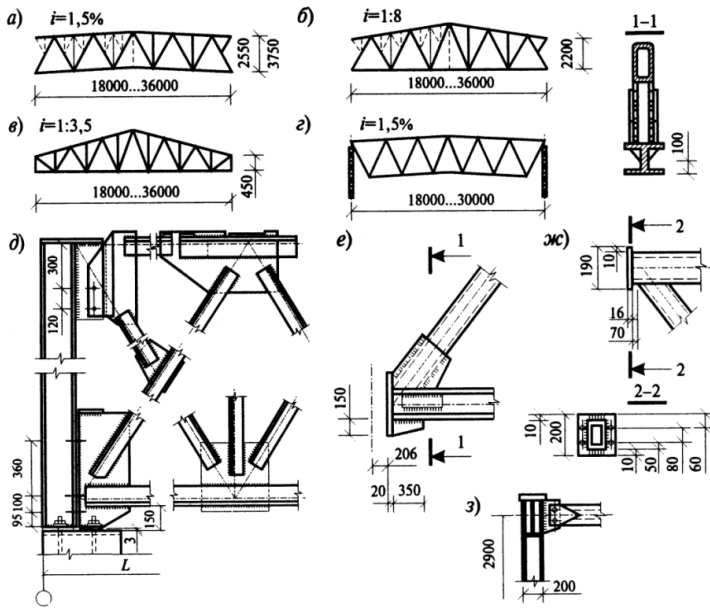


Рис. 7.14. Стальные стропильные фермы: *а* – ферма с параллельными поясами; *б* – полигональная; *в* – треугольная; *г* – с параллельными поясами из круглых труб; *д* – узлы ферм с параллельными поясами из уголков; *е* – то же, с поясами из широкополочных двутавров; *ж* – то же, из гнутосварных профилей прямоугольного сечения; *з* – то же, из круглых труб

Для зданий с $L = 18...36$ м и с шагом колонн 6 и 12 м, оборудованных мостовыми электрическими кранами $Q = 5...50$ т, применяют балки сплошного сечения в виде сварных двутавров (рис. 7.13, б). Стенки балок усиливают поперечными ребрами жесткости через 1,2 и 1,5 м. Подкрановые балки для кранов $Q \geq 50$ т выполняют клепаными, из низколегированной стали (рис. 7.13, в). Для восприятия горизонтальных усилий от торможения кранов предусматривают тормозные балки или фермы.

Решетчатые подкрановые балки в виде шпренгельных систем экономичнее сплошных, так как стали требуется на 20 % меньше. Их можно устанавливать при шаге колонн более 6 м под краны среднего и легкого режимов работы (рис. 7.13, г).

Стальные рельсы крепят к балкам парными крюками или лапками (рис. 7.13, ж, з). На концах подкрановых путей устраивают упоры-амортизаторы во избежание ударов крана о торцевые стены здания.

Стропильные фермы.

1. Фермы с параллельными поясами применяют для плоских и малоуклонных кровель (1,5 %) в отапливаемых зданиях.
2. Полигональные фермы с уклоном верхнего пояса 1 : 8 применяют для скатных покрытий из рулонной кровли.
3. Треугольные с уклоном верхнего пояса 1 : 3,5 — для однопролетных, неотапливаемых зданий с наружным водостоком под кровлю из асбестоцементных или стальных листов (рис. 7.14).

Унифицированные стальные фермы изготавливают пролетами 18...36 м. Фермы длиной 18 м изготавливают цельными, а более 18 м — из двух или трех отправочных единиц. Покрытия по стальным фермам можно применять в зданиях с мостовыми кранами $Q \leq 50$ т или с подвесными $Q \leq 5$ т. Шаг ферм 3...12 м.

Пояса и решетки ферм выполняют из спаренных прокатных уголков, широкополочных тавров и двутавров, замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения и из круглых труб. Два последних варианта ферм наиболее эффективны для пролетов 18...30 м.

Подстропильные фермы. Для стропильных ферм из прокатных уголков проектируют подстропильные с параллельными поясами длиной 12...24 м. Высота 3130 мм. Они имеют опорную стойку из двутавра, в нижней части которой предусмотрен столик для опирания стропильных ферм (рис. 7.15).

Для стропильных ферм из труб и широкополочных двутавров применяют треугольные подстропильные фермы длиной 12 м. Высота ферм из труб 2830 мм, из двутавров — 3000 мм. Подстропильные фермы из гнутых профилей выполняют с параллельными поясами высотой 1700 мм. Крепятся стропильные и подстропильные фермы к оголовкам колонн на болтах.

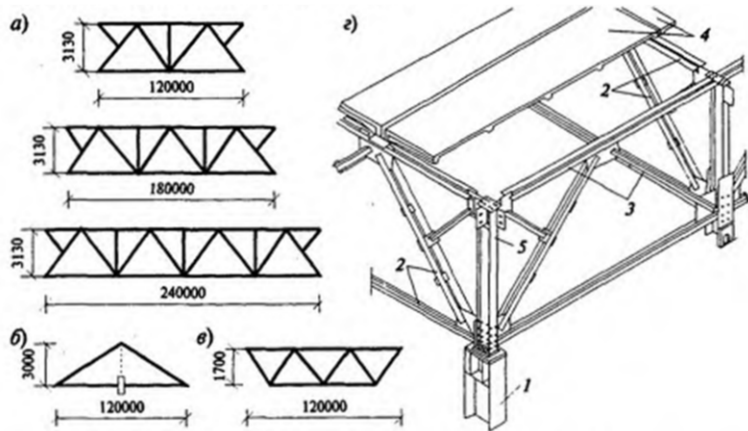


Рис. 7.15. Стальные подстропильные фермы: *а* – для стропильных ферм из горячекатаных уголков; *б* – для ферм из широкополочных двутавров и труб; *в* – то же, из гнутосварных профилей прямоугольного сечения; *г* – конструкция покрытия с применением стропильной и подстропильной ферм и железобетонных плит покрытия (фрагмент); *1* – колонна; *2* – стропильная ферма; *3* – подстропильная ферма; *4* – плита покрытия; *5* – надопорная стойка (двутавр № 40)

Балки изготавливают из горячекатаных швеллеров и двутавров и используют для покрытий небольших пролетов (3...6 м) с шагом 1...3 м. Для покрытий пролетов от 6 до 18 м применяют балки облегченного типа. В таких балках имеются пустотелые пояса и гладкие или гофрированные стенки из листа толщиной 3...4 мм. Гофры высотой 35...40 мм имеют шаг 1,5 м (рис. 7.16, *а*). Другой тип облегченных балок (из широкополочных двутавров со сквозными стенками) выполняют путем их продольной зигзагообразной резки и последующей сварки образующихся частей (рис. 7.16, *б*).

Рамы облегченного типа выполняют из двух стоек и двух полуригелей, сечения которых имеют коробчатый вид (рис. 7.16, *в*). Коробчатые сечения образуют из двух прокатных швеллеров с приваренными к ним листами с продольными гофрами. Пролет рам 18 и 24 м. Материал – низколегированные и углеродистые стали.

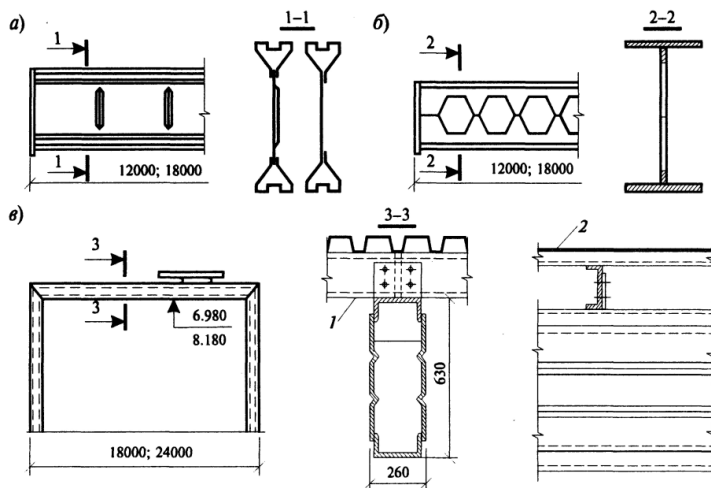


Рис. 7.16. Стальные облегченные конструкции покрытий:
а – тонкостенные балки; *б* – балка со сквозной стенкой; *в* – рама
коробчатого сечения; 1 – прогон; 2 – профилированный настил

Арки применяют при больших размерах пролетов. Распор арок передают через фундаменты на грунт, а при слабых грунтах – затяжке, которую размещают ниже уровня пола цеха. Статическая схема: бесшарнирная, двух- и трехшарнирная. Арочные покрытия по конструкции могут быть плоскостные и блочные (спаренные арки). Стрела подъема арок $1/2 \dots 1/15$ пролета (рис. 7.17).

Купола по конструкции могут быть ребристые, ребристо-кольцевые и сетчатые. Металлические купола устраивают над бассейнами обогатительных фабрик, круглыми в плане производственными зданиями, складами, транспортными зданиями и др.

В висячих покрытиях для восприятия распора требуется устройство опорных конструкций, стоимость которых составляет значительную часть стоимости самих покрытий. Это вызывает необходимость применять висячие конструкции для зданий круглой, овальной или другой непрямоугольной формы в плане.

В круглых и эллиптических в плане зданиях распор передают на наружное опорное сжатое кольцо из железобетона. Предусматриваются несущие и стабилизирующие тросы, которые располагаются радиально или взаимно перпендикулярно (рис. 7.18, *а*, *б*).

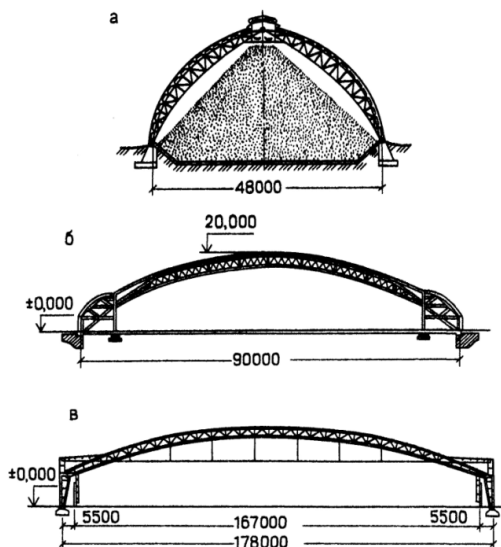


Рис. 7.17. Стальные арки: *а* – трехшарнирная; *б* – двухшарнирная; *в* – с приподнятой затяжкой

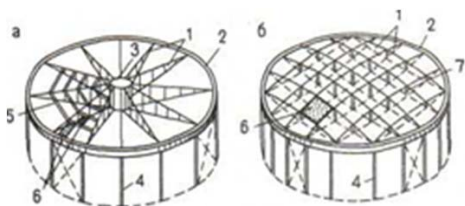


Рис. 7.18. Висячие покрытия на круглых планах:
а – покрытие с радиальными тросами; *б* – с перекрестными; 1 – тросы; 2 – опорное кольцо; 3 – центральное кольцо; 4 – колонны; 5 – распорки; 6 – плиты покрытий; 7 – стойки

Складки состоят из стальных листов, которые укрепляют промежуточными и торцевыми жесткими контурными диафрагмами. Каждую грань или волну складки заготавливают заранее и затем монтируют в непрерывную пространственную систему. По конфигурации складки могут быть треугольными, цилиндрическими и двойкой кривизны. По статической схеме – балочными, арочными и рамными (рис. 7.19).

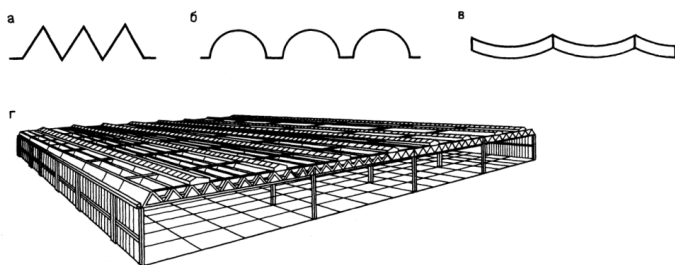


Рис. 7.19. Стальные складки: *а* – треугольные; *б* – цилиндрические; *в* – двойкой кривизны; *г* – общий вид покрытия с треугольными складками

Покрытия промышленных зданий

Покрытие состоит из несущих и ограждающих конструкций. Ограждающая часть покрытия подвергается атмосферным (солнечная радиация, дождь, снег, ветер, перепад температур) и эксплуатационным воздействиям (высокие или низкие температуры внутри здания, влажность, агрессивность среды). От теплотехнических качеств ограждающих конструкций и их массы во многом зависит экономичность эксплуатации здания, так как это связано с затратами на отопление, вентиляцию, расходом материалов на другие элементы здания. Поэтому ограждение обязательно включает слои паро-, тепло- и гидроизоляции. Конструкции ограждения должны предусматривать возможность устройства фонарей и быть огнестойкими.

В зависимости от технологического режима покрытия устраивают утепленными и неутепленными. Неутепленные или холодные покрытия устраивают в зданиях с избыточным тепловыделением и в неотапливаемых.

В случае необходимости в утепленные конструкции вводят воздушные прослойки или отверстия для вентиляции ограждения. Невентилируемые ограждения устраивают в помещениях с сухим и нормальным влажностным режимом. Вентилируемые – над помещениями с влажным и мокрым режимом, а также в зданиях, возводимых на юге.

В районах с жарким климатом могут быть эффективны водонаполненные кровли. Водяной слой толщиной 25...60 мм находится

на кровле только летом. Благодаря ему достигается снижение амплитуды колебаний температуры под покрытием. Водонаполненные кровли выполняют из четырехслойных рулонных материалов с двойным защитным слоем из гравия.

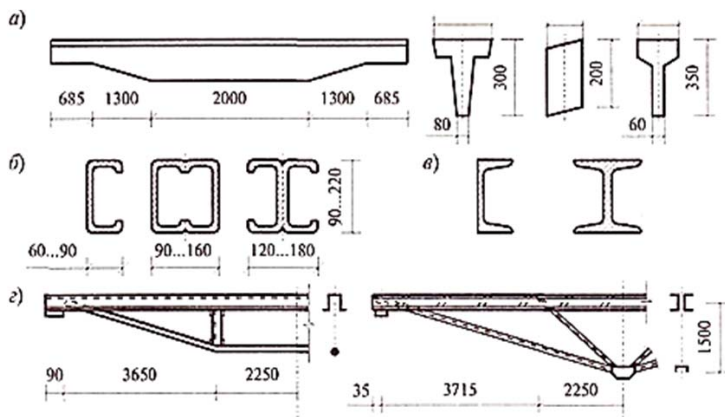


Рис. 7.20. Типы прогонов: *а* – железобетонные; *б* – стальные гнутого профиля; *в* – то же, прокатного; *г* – решетчатые длиной 12 м

Покрытия решаются по прогонной и беспрогонной схемам.

Покрытия по прогонам устраивают, когда пролет плит или настилов (3...4 м) меньше шага стропильных конструкций (6 или 12 м). Прогоны выполняют из железобетона и стали. Железобетон из-за большой массы применяют редко. Прогоны длиной 6 м имеют сплошное сечение, длиной 12 м – решетчатое (рис. 7.20). К стропильным конструкциям прогоны крепят уголками и болтами.

На устройство покрытий без прогонов расходуется меньше металла, и они менее трудоемки. Для устройства беспрогонных покрытий используют крупноразмерные панели, которые опирают непосредственно на несущие конструкции покрытия. Длина панелей равна шагу стропильных конструкций 6 и 12 м, ширина 3 или 1,5 м.

Чаще всего применяют железобетонные панели (рис. 7.21, *а*, *б*). Поскольку они имеют большую массу и требуют устройства изоляционных слоев в построечных условиях, им на смену приходят плиты, совмещающие несущие и ограждающие функции. Это плиты из легких бетонов и комбинированные, в которых несущие продоль-

ные ребра выполнены из тяжелого бетона, а полка плиты — из легких бетонов (рис. 7.21, в, д).

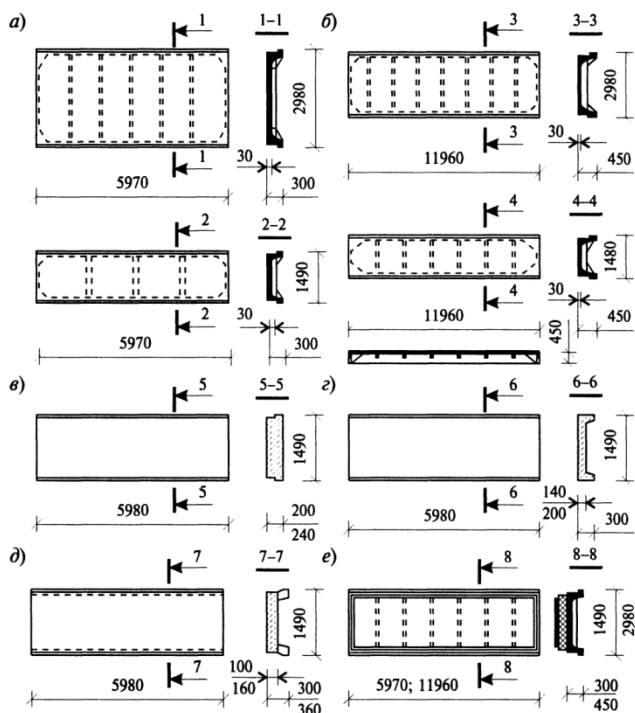


Рис. 7.21. Железобетонные плиты: *а* — размером 3×6 и 1,5×6, 3×12 и 1,5×12 м; *б* — сечение плиты; *в* — плоская из ячеистого бетона; *г* — ребристая из легких бетонов; *д* — то же, комбинированная из тяжелого и легкого бетонов; *е* — комплексная панель покрытия

Сократить затраты труда на устройство покрытий позволяют комплексные плиты с наклеенными на заводе слоями пароизоляции, утеплителя и водоизоляционного ковра. Устройство покрытия сводится к заделке стыков (рис. 7.21, *е*).

Плиты «на пролет» укладываются вдоль пролета, они опираются на подстропильные балки или фермы. Эти плиты также совмещают в себе функции несущих и ограждающих элементов (рис. 7.22, *а, б*).

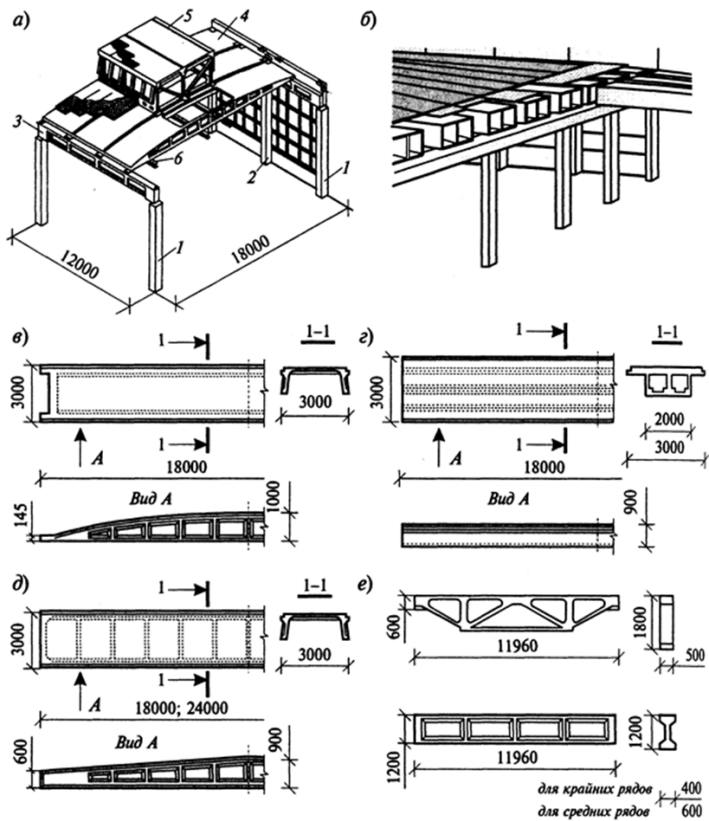


Рис. 7.22. Конструкции покрытия с плитами «на пролет»: а – общий вид фрагмента здания с плитами типа КЖС; б – то же, с плитами коробчатого сечения; в – плита типа КЖС; г – то же, коробчатого типа; д – то же, П-образного вида; е – подстропильные ферма и балка; 1 – основные колонны каркаса (крайние и средние); 2 – фахверковая колонна; 3 – подстропильная балка; 4 – плита КЖС размером 3×18 с отверстием $2,5 \times 6$ м для светоаэрационного фонаря; 5 – светоаэрационный фонарь шириной 6 м с покрытием из ребристых железобетонных плит; б – несущая балка подвесного крана

Плита крупноразмерная железобетонная сводчатая (КЖС) размером 3×18 м имеет профиль, очерченный по квадратной параболе. С продольных сторон плита усилена ребрами. Плиты выпускаются сплошными или с отверстиями для пропуска коммуникаций и устройства фонарей. К ним можно крепить крановые пути (рис. 7.22, в).

Коробчатые настилы имеют двухпустотное сечение 2000×900 мм с консольными свесами верхней полки по 500 мм. Отверстия служат для пропуска коммуникаций. Длина 18 м, к ним можно крепить подвесное оборудование $Q \leq 1$ т (рис. 7.22, з).

Плиты П-образного сечения имеют длину 18 и 24 м (рис. 7.22, д). Их крепят, как и коробчатые настилы, к подстропильным конструкциям сваркой. Перспективными, особенно для больших пролетов, являются крупноразмерные асбестопенопластовые (1,5×6×0,3 м), асбестоцементные (1,5×6×0,3 м) и металлические (1,5×12 м) панели с небольшой массой и высокой эксплуатационной надежностью.

Водоотвод с покрытий может быть наружным (организованным или неорганизованным) и внутренним. При неорганизованном водоотводе сброс воды происходит по свесам карниза, при организованном – по желобам и водосточным трубам. Наружный водоотвод предусматривают редко из-за его недостатков (увлажнение стен, образование наледей на карнизах, при организованном водоотводе – замерзание воды в трубах).

Наружный неорганизованный водоотвод устраивают в неотапливаемых зданиях, а в отапливаемых – как правило, внутренний.

Система внутреннего водоотвода состоит из водоприемных воронок, водосточных труб, стояков, трубопроводов и выпусков. По трубопроводам и выпускам вода из стояков поступает в сеть ливневой или общесплавной канализации.

На одном стояке стремятся разместить минимальное количество воронок, в идеале – одну. Площадь водосбора на одну воронку на плоской кровле – 1200 м². На скатных покрытиях воронки размещают в ендовах. Расстояние между воронками на скатных покрытиях не должно превышать 24 м, на плоских – 48 м. Привязка воронок к продольной и поперечной осям – 500 мм.

Для ремонта и на случай пожара предусматривают металлические вертикальные лестницы для подъема на крышу. Расстояние между ними по периметру здания 200 м, количество лестниц – не менее двух. Также лестницы устанавливаются в местах перепада высот и для подъема на крыши фонарей.

Фонари

Фонари — специальные конструкции в покрытии зданий, предназначенные для естественного освещения и аэрации.

Фонари классифицируют по назначению:

- световые служат для обеспечения естественного освещения помещений в соответствии с требованиями производственно-технологического процесса и условиями зрительной работы людей;
- аэрационные обеспечивают воздухообмен в соответствии с требованиями к микроклимату помещений;
- светоаэрационные — световые фонари с открывающимися переплетами.

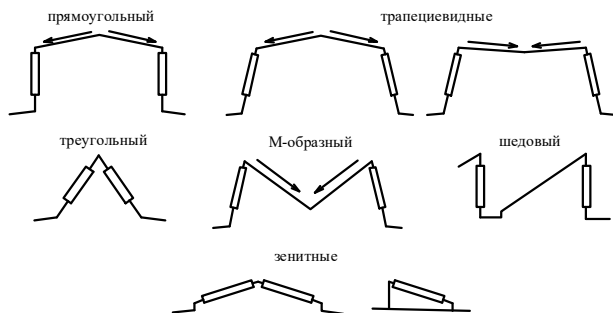


Рис. 7.23. Основные типы световых и светоаэрационных фонарей

По форме профиля и конструктивной схеме световые и светоаэрационные фонари могут быть прямоугольные, трапециевидные, треугольные, М-образные, шедовые и зенитные (рис. 7.23).

Трапециевидные, треугольные и зенитные фонари обладают высокой светоактивностью, но допускают значительную инсоляцию в них сложно устраивать открывающиеся переплеты, а также они подвержены загрязняемости. М-образные фонари имеют хорошие аэрационные качества. Шедовые при ориентации на север защищают помещения от инсоляции. Прямоугольные, благодаря вертикальному остеклению отличаются незначительной инсоляцией и загрязняемостью. По сравнению с фонарями с наклонным остеклением они более просты по конструкции, надежны в эксплуатации, в них сложно устройство открывающихся переплетов. Зенитные по сравнению

с прямоугольными обладают большей световой активностью, обеспечивают равномерное освещение цехов, они легкие, обеспечивают более надежную теплозащиту. Они более удобны в эксплуатации: не образуются снеговые мешки зимой. Зенитные фонари могут выполнять и аэрационные функции.

Выбор типа фонаря зависит от требований к естественному освещению и воздухообмену, особенностей объемно-планировочного и конструктивного решений, климата. Одноэтажные промышленные здания с фонарями на 8...11 % дороже бесфонарных. Применение фонарей должно быть строго обосновано.

Стены промышленных зданий

Требования к стенам: обеспечение в помещениях требуемого температурно-влажностного режима, прочность, устойчивость, долговечность, огнестойкость, надежность, соответствие теплотехническим требованиям, индустриальность, небольшая масса, экономичность.

По конструкции стены могут быть монолитными и сборными из кирпича, блоков, панелей, листов; по теплотехническим качествам — утепленные и холодные. По характеру статической работы различают:

- 1) несущие стены. Их возводят из кирпича, мелких и крупных блоков в бескаркасных зданиях и зданиях с неполным каркасом. Такие стены воспринимают массу покрытия, перекрытий, ветровые усилия, нагрузки от подъемно-транспортного оборудования;
- 2) самонесущие стены, которые несут собственную массу в пределах всей высоты здания и передают ее на фундаментные балки. Ветровые нагрузки воспринимает каркас или фахверк. Стены связывают с каркасом гибкими анкерами, не препятствующими осадке стен. Высоту самонесущих стен ограничивают в зависимости от прочности материала, толщины, величины ветровой нагрузки и др. Стены возводят из кирпича, блоков или панелей;
- 3) ненесущие (навесные) стены. Они выполняют ограждающие функции и передают свой вес на колонны каркаса.

Стены промышленных зданий имеют большую протяженность и высоту при относительно небольшой толщине. Поэтому для обе-

спечения их устойчивости применяют фахверк. Фахверк представляет собой легкий вспомогательный каркас, воспринимающий массу стен и ветровую нагрузку и передающий их на элементы основного каркаса. Фахверк может состоять только из колонн — в зданиях с панельными стенами ограниченной высоты — или из колонн и ригелей — в зданиях с высокими и протяженными самонесущими стенами из кирпича и мелких блоков, в зданиях со стенами из легких навесных панелей и из листовых материалов.

Ригели фахверка разделяют на несущие (воспринимают нагрузку от стен и ветра) и ветровые (только от ветра). Ветровые выполняют из одиночных прокатных или гнутых швеллеров и двутавров, несущие — составными из двутавров, усиленных швеллерами или в виде ферм.

По материалу сборные стены бывают:

- 1) кирпичные, $\delta_{\text{ст}} = 250...510$ мм;
- 2) из мелких блоков, $\delta_{\text{блока}} = 200...500$ мм (туф, ракушечник, легкие бетоны);
- 3) из крупных блоков, $\delta_{\text{блока}} = 300; 400$ и 500 мм (легкие бетоны: керамзитобетон, аглопорито-, перлито-, шлакопемзобетон и др., $\rho = 800...1200$ кг/м³).

Стеновые панели. Высоту бетонных и железобетонных панелей согласно унификации подчиняют модулю 3М и принимают 1,2 и 1,8 м, подкарнизных и парапетных — 0,9 и 1,5 м. Цокольную панель в основном принимают высотой 1,2 м, но по технологическим соображениям она может быть и выше. В целях удобства монтажа горизонтальный шов в верхней части стены делают на 0,6 м ниже отметки низа несущих конструкций покрытия.

Длина панелей может составлять 12; 6; 3; 1,2 м и др. в зависимости от шага колонн и ширины проемов. По конструкции панели делятся на одно- и трехслойные.

Крепление панелей. При навесных стенах панели опирают на столики из уголков, привариваемые к закладным деталям колонн. Фиксация панели в нужном положении достигается гибким или жестким креплением ее в верхней части к колонне. Чаще используют гибкое крепление — при помощи гибких анкеров или уголков.

Рабочие площадки и этажерки

Рабочие или технологические площадки устраивают для обслуживания надземного транспорта (подвесные и мостовые краны), инженерного оборудования (вентиляторы, камеры кондиционирования) и технологического оборудования (домны, котлы). По назначению их разделяют на переходные, посадочные, ремонтные и смотровые.

Рабочие площадки используют и для размещения на них технологического оборудования. В химической, нефтяной и других отраслях промышленности получили большое распространение рабочие площадки, устраиваемые в виде этажерок, а в металлургической промышленности — в виде одноярусных эстакад (например, в сталеплавильных цехах).

Этажерки располагают вне или внутри производственных зданий. Последние часто используются в зданиях павильонного типа химической промышленности. Этажерки подразделяют на низкие (высотой до 4—5 этажей) и высокие, на сборно-разборные и стационарные, из железобетона и стали. Для подъема рабочих на ярусы устраивают лестницы и лифты.

Рабочие площадки состоят из балочной несущей конструкции, настила и ограждения. Несущие конструкции площадок опираются либо на основные конструкции здания, либо на технологическое оборудование, либо на специальные опоры. Ремонтные площадки размещают на уровне верхней отметки подкрановых балок, а посадочную — на уровне кабины крана. Площадки прикрепляются к подкрановым балкам и колоннам. Настил площадок может быть стальным (сплошным или решетчатым) или деревянным (за исключением горячих цехов).

Высота стальных открытых этажерок 100 м и более. Площадки таких этажерок опирают на технологические аппараты или на самостоятельный каркас, воспринимающий все вертикальные и горизонтальные нагрузки.

Высокие железобетонные этажерки устраивают, если железобетонный каркас дает снижение стоимости строительства. Они тяжелые, возникает сложность сопряжений узлов и крепления технологического оборудования к этажерке.

Вопросы для самоконтроля

1. Достоинства и недостатки стальных и железобетонных конструкций.
2. В каких случаях применяются колонны сплошного сечения, а в каких двухветвевые?
3. Чем различаются стропильные и подстропильные фермы?
4. Для чего используются фонари?
5. Какие материалы используют для возведения стен промышленных зданий?

ПРИМЕРЫ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЙ

Цель – формирование у студентов навыков проектирования и черчения основных схем зданий, принятия инженерных решений.

Рекомендации. Практикум включает задания, выполнение которых позволит обучающемуся закрепить пройденный материал. Ознакомьтесь с алгоритмом и примерами выполнения заданий и самостоятельно выполните предложенные задания:

- практическая работа 1 «Гражданское здание»;
- практическая работа 2 «Промышленное здание».

Чертежи рекомендуется выполнять на листах формата А3. Обязательно вычерчивание рамки и основной надписи (рис. 1, 2).

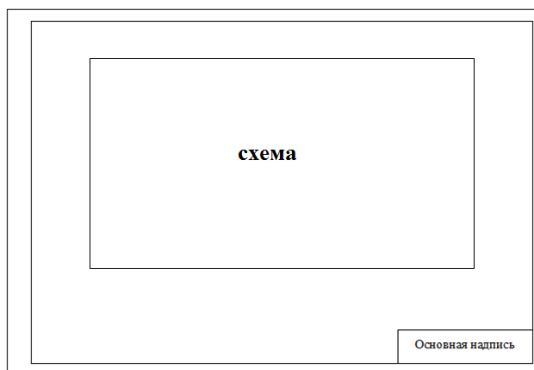


Рис. 1. Пример оформления чертежа

				ПР КПГЗ БТП 280700.62 ТГУ БТПз-1101			
				Практическая работа			
Должность	Фамилия	Подпись	Дата	Гражданское здание	Стадия	Лист	Листов
				У	1	1	
Формат документа	Фамилия И.О.			Совмещенный план этажей жилого дома	Кафедра ГСХ		
Студент	Фамилия И.О.	Подпись	Дата				

Рис. 2. Пример заполнения основной надписи

Практическая работа 1. Гражданское здание

Задание. По заданной схеме объемно-планировочного решения (рис. 3) для многоквартирного секционного жилого дома нужно вычертить:

- совмещенный план первого и второго этажей М 1:100,
- поперечный разрез М 1:50,
- главный фасад М 1:100.

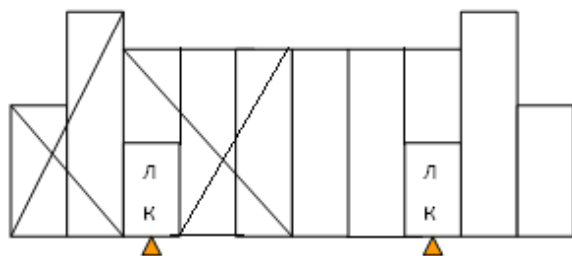


Рис. 3. Схема объемно-планировочного решения жилого дома:
ЛК – лестничная клетка

Здание бескаркасное.

Количество этажей – 2.

Количество секций – 2. В каждой секции необходимо запроектировать по две трехкомнатных квартиры.

Стены и перегородки кирпичные.

Перекрытия сборные железобетонные.

Крыша скатная чердачная.

Высота этажа 2,8 м.

Фундаменты ленточные сборные. Подземная часть с подвалом.

Совмещенный план первого и второго этажей жилого дома

В здании в качестве несущих принимаем поперечные стены. Размеры между ними назначаем равными длине сборных железобетонных панелей перекрытия (см. табл. 1).

Таблица 1

Номенклатура панелей перекрытия по серии 1.141-1

Марка панели	Длина L , мм	Ширина b , мм	Расчетная нагрузка, кгс/м ²	Масса ед., кг
ПК24.12-8та	2380	1190	800	905
ПК24.15-8та		1490		1190
ПК27.12-8та	2680	1190		1010
ПК27.15-8та		1490		1335
ПК30.12-8та	2980	1190		1110
ПК30.15-8та		1490		1470
ПК36.12-8та	3580	1190		1320
ПК36.15-8та		1490		1745
ПК42.12-8та	4180	1190		1525
ПК42.15-8та		1490		2020
ПК48.12-8АIVТ	4780	1190		1700
ПК48.15-8АIVТ		1490		2250
ПК51.12-8АIVТ	5080	1190		1800
ПК51.15-8АIVТ		1490		2400
ПК54.12-8АIVТ	5380	1190		1900
ПК54.15-8АIVТ		1490		2525
ПК57.12-8АтVТ	5680	1190		2000
ПК57.15-8АтVТ		1490		2675
ПК60.12-8АIVТ	5980	1190		2100
ПК60.15-8АIVТ		1490		2800
ПК63.12-8АIVТ	6300	1190	2200	
ПК63.15-8АIVТ		1490	2950	

Толщину наружных стен принимаем равной 510 мм для несущих стен с привязкой 120 мм, для самонесущих – с нулевой. Толщину внутренних стен принимаем равной 380 мм, чтобы была возможность опирания панелей перекрытия и устройства вентиляционных и дымоходных каналов. Привязка центральная. Толщину межкомнатных перегородок принимаем 120 мм, для санузлов – 65 мм.

Размеры помещений принимаем не менее допустимых по нормам проектирования (см. тему 3).

Левую секцию показываем как план первого этажа, правую – как план второго (рис. 5).

Поперечный разрез жилого дома

Линию сечения проводим по лестничной клетке и по входу в подъезд (рис. 4, 6).

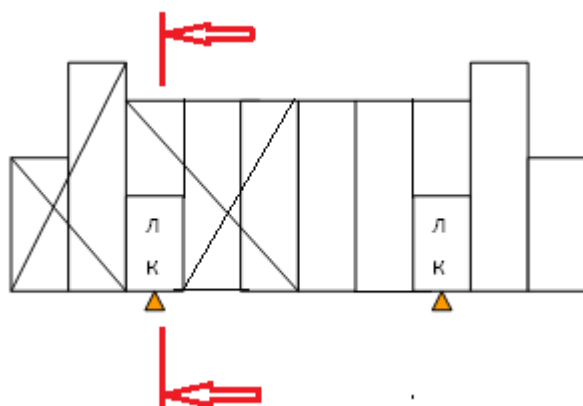


Рис. 4. Схема объемно-планировочного решения жилого дома с линиями сечения

Совместный план первого и второго этажей на отм. 0,000 и +2,800

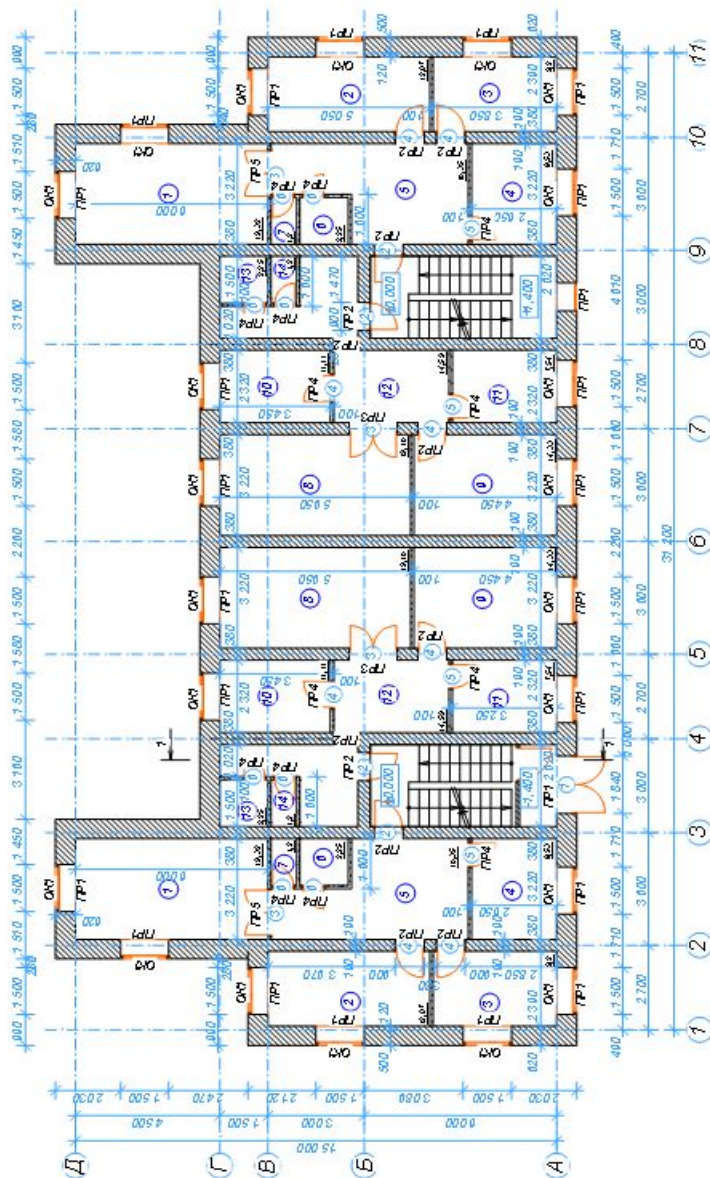


Рис. 5. Пример совмещенного плана этажей двухэтажного жилого дома

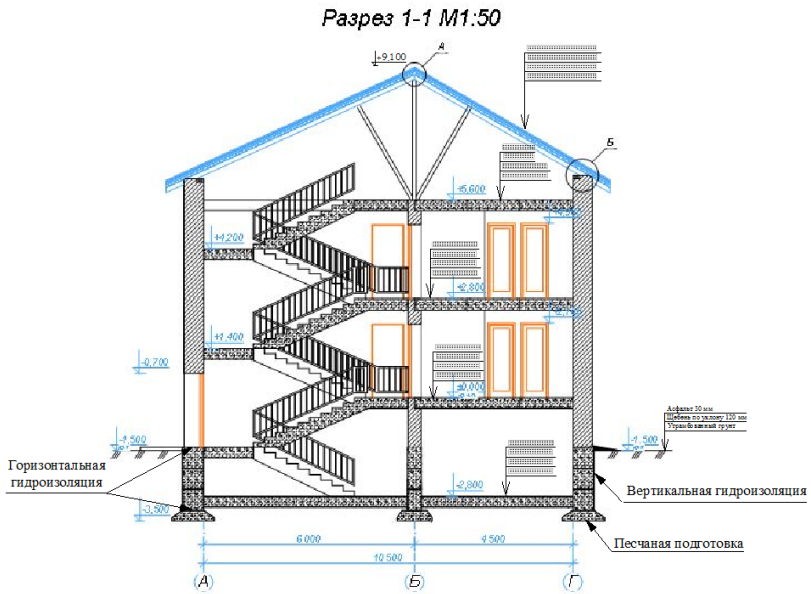


Рис. 6. Пример поперечного разреза двухэтажного жилого дома

Главный фасад жилого дома

Вычерчиваем вид сбоку здания в цифровых осях (рис. 7).

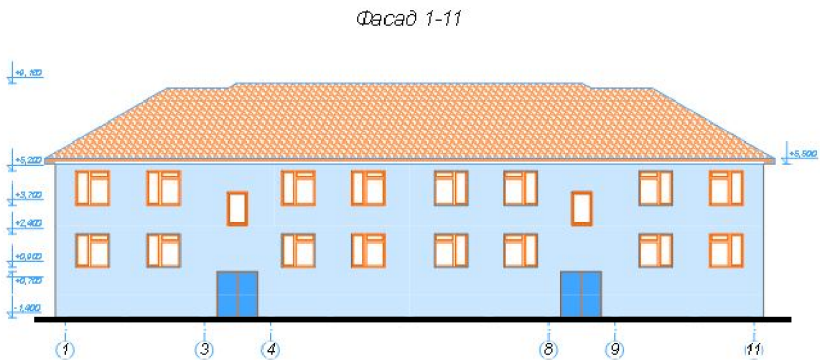


Рис. 7. Пример фасада двухэтажного жилого дома

Задание для самостоятельной работы. По заданной схеме объемно-планировочного решения (рис. 8) для многоквартирного секционного жилого дома нужно вычертить:

- совмещенный план первого и второго этажей М 1:100,
- поперечный разрез М 1:50,
- главный фасад М 1:100.

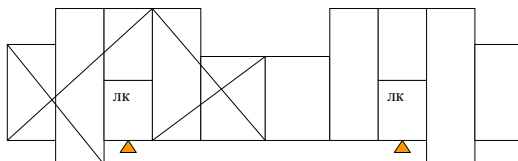


Рис. 8. Схема объемно-планировочного решения жилого дома:
ЛК – лестничная клетка

Здание бескаркасное.

Количество этажей – 2.

Количество секций – 2. В каждой секции необходимо запроектировать две квартиры: одну – четырехкомнатную, вторую – трехкомнатную.

Стены и перегородки кирпичные.

Перекрытия сборные железобетонные.

Крыша скатная чердачная.

Высота этажа 3 м.

Фундаменты ленточные сборные. Подземная часть с подвалом.

Практическая работа 2. Промышленное здание

Задание. По заданной схеме объемно-планировочного решения (рис. 9) для одноэтажного каркасного промышленного здания вычертить:

- план этажа М 1:400,
- два конструктивных узла с плана М 1:20,
- продольный и поперечный разрезы М 1:200.

Пролет А: ширина 24 м, длина 126 м, грузоподъемность мостового крана 10 т, высота 10,8 м.

Пролет В: ширина 30 м, длина 126 м, грузоподъемность мостового крана 20 т, высота 10,8 м.

Пролет С: ширина 30 м, длина 54 м, грузоподъемность мостового крана 30 т, высота 16,2 м.

Толщина наружной стены $\delta_{\text{стены}} = 300$ мм.

Материал колонн – железобетон.

Шаг крайних колонн 6 м, шаг средних колонн 12 м.

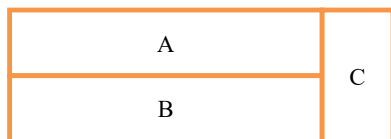


Рис. 9. Схема объемно-планировочного решения промышленного здания

План этажа промышленного здания

1. По заданным габаритам здания определяем, нужно ли предусматривать в нем деформационные швы.

Из-за перепада высот между пролетами необходимо предусмотреть осадочный шов. Ширину шва определяем по формуле

$$C = 250(0) \text{ мм} + \delta_{\text{стены}} + d + 50 \text{ мм} = 250 \text{ мм} + 300 \text{ мм} + 30 \text{ мм} + 50 \text{ мм} = 630 \text{ мм},$$

где 250 мм – привязка железобетонных колонн к крайним продольным осям в пролете С при высоте этих колонн больше 14,4 м и грузоподъемности крана 30 т; δ – толщина наружной стены (по заданию); $\delta_{\text{стены}} = 300$ мм; d – зазор между колонной и стеной (постоянная величина) $d = 30$ мм; 50 мм – конструктивный зазор.

Из условия кратности ширины деформационных швов 50 мм принимаем ширину поперечного осадочного шва $c = 650$ мм.

Предусматриваем в здании температурный шов, так как длина пролетов А и В равна 126 м, что больше допустимой длины 72 м (рис. 10).



Рис. 10. Схема объемно-планировочного решения промышленного здания с деформационными швами

2. По альбому чертежей [5] подбираем размеры колонн, стеновых панелей, окон, дверей, ворот.

Размеры сечения крайних железобетонных колонн при высоте 10,8 м и грузоподъемности мостового крана 10 и 20 т (т. е. в пролетах А и В) 400×600 мм, размеры сечения средних колонн 400×800 мм.

Размеры сечения крайних железобетонных колонн при высоте 16,2 м и грузоподъемности мостового крана 30 т (т. е. в пролете С) 400×1000 мм.

Привязка колонн к средним осям центральная.

Привязка колонн к крайним поперечным осям составляет 500 мм.

Привязка колонн к крайним продольным осям при их высоте до 14,4 м нулевая, при высоте более 14,4 м – 250 мм.

При шаге крайних колонн 6 м длину стеновых панелей принимаем также равной 6 м.

Остекление ленточное.

Ширину эвакуационных выходов принимаем равной не менее 1 м в связи с условиями эвакуации людей из здания.

Ширина ворот 3 м – в соответствии с габаритами транспорта и перевозимых грузов (в данной практической работе допускается принимать любые стандартные размеры).

Пример плана этажа – на рис. 14.

Конструктивные узлы

Выделяем на плане два узла в деформационных швах и вычерчиваем их в М 1:20.

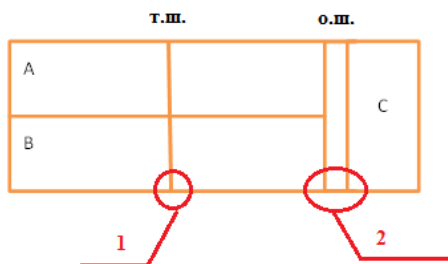


Рис. 11. Схема объемно-планировочного решения промышленного здания с характерными узлами

Примеры конструктивных узлов – на рис. 15.

Продольный и поперечный разрезы

По альбому чертежей [5] подбираем конструкции каркаса: подкрановые балки, стропильные фермы, плиты покрытия, стеновые панели, фундаменты, фонари.

Проводим линии сечения примерно посередине здания в продольном и поперечном направлениях (рис. 12, 16, 17).

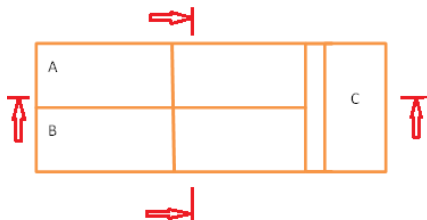


Рис. 12. Схема объемно-планировочного решения промздания с линиями сечения

Задание для самостоятельной работы. По заданной схеме объемно-планировочного решения (рис. 13) для одноэтажного каркасного промышленного здания вычертить:

- план этажа М 1:400,
- два конструктивных узла с плана М 1:20,
- продольный и поперечный разрезы М 1:200.

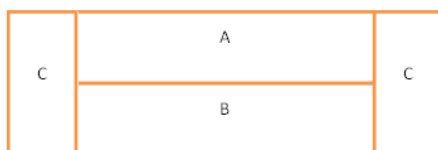


Рис. 13. Схема объемно-планировочного решения промздания

Пролет А: ширина 24 м, длина 78 м, грузоподъемность мостового крана 20 т, высота 14,4 м.

Пролет В: ширина 18 м, длина 78 м, грузоподъемность мостового крана 30 т, высота 14,4 м.

Пролет С: ширина 18 м, длина 42 м, грузоподъемность мостового крана 10 т, высота 9,6 м.

Толщина наружной стены $\delta_{\text{стены}} = 200$ мм.

Материал каркаса – железобетон.

Шаг крайних колонн 6 м, шаг средних колонн 12 м.

План на отм. ± 0.000 М 1:400

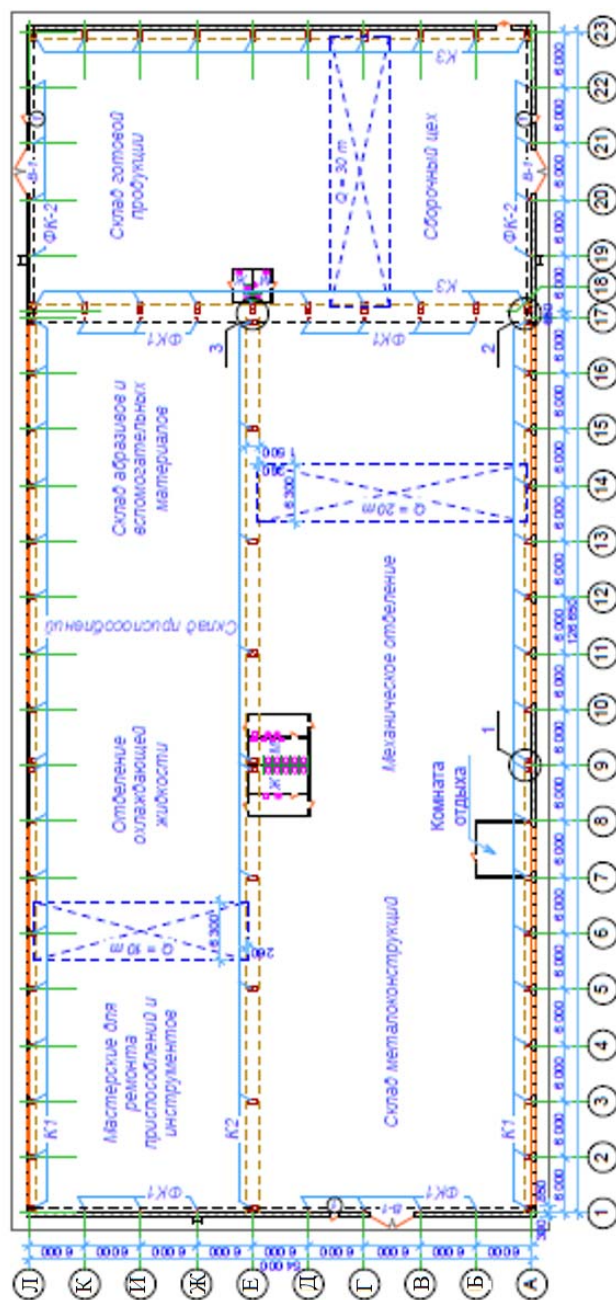


Рис. 14. Пример плана этажа промышленного здания

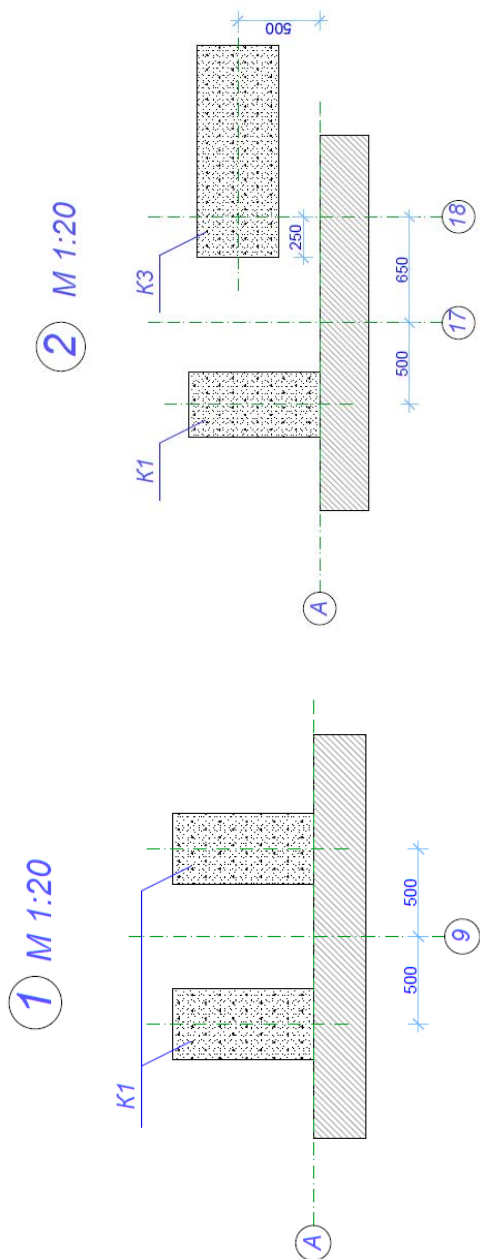


Рис. 15. Примеры узлов по привязкам колонн

Разрез I-I M 1:200

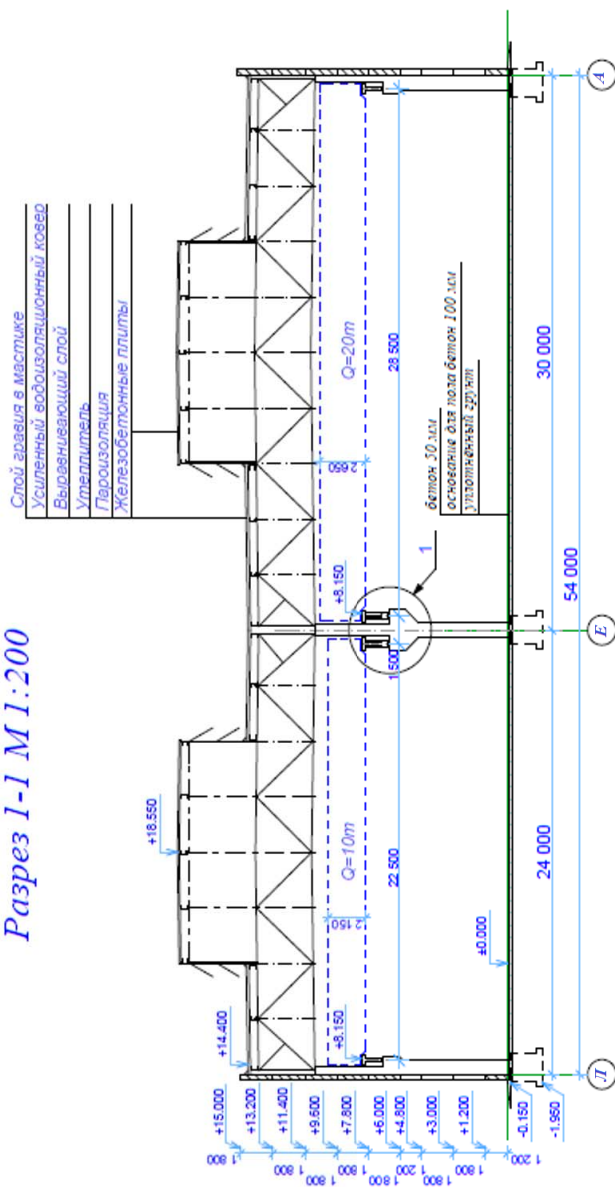


Рис. 16. Пример поперечного разреза промышленного здания

Разрез 2-2 М 1:200

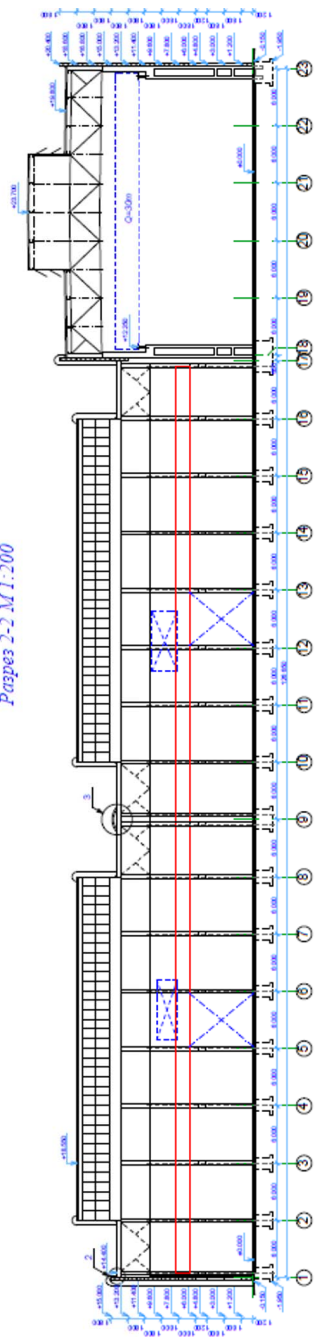


Рис. 17. Пример продольного разреза промышленного здания

ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ

1. Классификация гражданских зданий.
2. Требования, предъявляемые к зданиям.
3. Основные конструктивные элементы гражданских зданий.
4. Основные конструктивные схемы гражданских зданий.
5. Основные положения единой модульной системы.
6. Индустриализация, типизация, унификация, стандартизация в строительстве.
7. Функциональные, санитарно-гигиенические и технические требования к жилым зданиям.
8. Квартира, ее состав и принципы проектирования.
9. Основания и фундаменты.
10. Стены и перегородки гражданских зданий.
11. Перекрытия и покрытия гражданских зданий.
12. Окна и двери гражданских зданий.
13. Полы гражданских зданий.
14. Лестницы. Классификация лестниц. Требования к проектированию лестниц.
15. Деформационные швы. Их назначение.
16. Классификация общественных зданий по функциональному назначению.
17. Функциональные процессы общественных зданий.
18. Физико-технические основы проектирования общественных зданий.
19. Обеспечение пожарной безопасности зданий.
20. Особенности модульной координации, унификации и типизации в общественных зданиях.
21. Объемно-планировочные решения общественных зданий.
22. Конструктивные решения, используемые в общественных зданиях.
23. Диафрагмы жесткости.
24. Покрытия зальных помещений с плоскими несущими конструкциями.
25. Покрытия зальных помещений с пространственными несущими конструкциями.

26. Классификация промышленных зданий.
27. Объемно-планировочные решения промышленных зданий.
28. Требования к производственным зданиям.
29. Физико-технические основы проектирования промышленных зданий.
30. Подъемно-транспортное оборудование промышленных зданий.
31. Модульная координация, унификация и типизация в промышленном строительстве.
32. Основные конструктивные решения промышленных зданий.
33. Фундаменты под железобетонные и металлические колонны, под технологическое оборудование и в деформационных швах, свайные фундаменты.
34. Фундаментные балки.
35. Конструкции железобетонного каркаса промышленных зданий.
36. Конструкции металлического каркаса промышленных зданий.
37. Система связей в железобетонном и металлическом каркасах.
38. Область применения, конструктивные схемы и конструкции многоэтажных промышленных зданий.
39. Покрытия промышленных зданий. Водоотвод.
40. Фонари в промышленных зданиях.
41. Стены промышленных зданий. Обвязочные балки.
42. Полы, рабочие площадки и этажерки промышленных зданий.
43. Перегородки промышленных зданий.
44. Окна, ворота и двери промышленных зданий.
45. Конструктивные и объемно-планировочные решения вспомогательных зданий промышленных предприятий.

Рекомендуемая литература

1. Архитектура, строительство, дизайн : учеб. для вузов / В.И. Бареев [и др.] ; под ред. А.Г. Лазарева. – Изд. 4-е. – Ростов н/Д : Феникс, 2009. – 317 с.
2. Горин, В.А. Гражданские здания массового строительства : учеб. пособие для вузов / В.А. Горин. – М. : АСВ, 2009. – 150 с.
3. Дятков, С.В. Архитектура промышленных зданий : учеб. для студ. вузов, обучающихся по строит. спец. / С.В. Дятков, А.П. Михеев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : АСВ, 2010. – 550 с.
4. Маклакова, Т.Г. Конструкции гражданских зданий : учеб. для студ. вузов, обучающихся по всем строит. спец. / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова ; под ред. Т.Г. Маклаковой. – 3-е доп. и перераб. изд. – М. : АСВ, 2010. – 295 с.
5. Нанасова, С.М. Монолитные жилые здания / С.М. Нанасова, В.М. Михайлин. – М. : АСВ, 2008. – 135 с.
6. Чикота, С.И. Архитектура : учеб. для студ. ВПО, обуч. по направлению 270100 Стр-во / С.И. Чикота. – М. : АСВ, 2010. – 151 с.

ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

7. Инженерно-строительный журнал [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.engstroy.spb.ru>.
8. Информационная система по строительству «НОУ-ХАУС.ру» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.know-house.ru/contentall.html>.
9. Конструкции промышленных и гражданских зданий, элементы промышленных зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: construction.tj.
10. Онлайн-энциклопедия зданий [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.zdanija.ru>.
11. Стройдоктор [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.stroydoctor.ru/normbaza>.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Архитектура : учебник / Т.Г. Маклакова [и др.]. – М. : АСВ, 2004. – 464 с.
2. Гиясов, А. Конструирование гражданских зданий : учеб. пособие для вузов / А. Гиясов ; под общ. ред. И.И. Нигматова. – 2-е изд., стер. – М. : АСВ, 2005. – 432 с.
3. Дятков, С.В. Архитектура промышленных зданий : учеб. для студ. вузов, обучающихся по строит. спец. / С.В. Дятков, А.П. Михеев. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – М. : АСВ, 2008. – 550 с.
4. Маклакова, Т.Г. Конструкции гражданских зданий : учеб. для студ. вузов, обучающихся по всем строит. спец. / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова ; под ред. Т.Г. Маклаковой. – 3-е доп. и перераб. изд. – М. : АСВ, 2008. – 295 с.
5. Трепененков, Р.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий : учеб. пособие для вузов / Р.И. Трепененков. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – Самара : Прогресс, 2006. – 284 с.
6. Шерешевский, И.А. Конструирование гражданских зданий : учеб. пособие для техникумов / И.А. Шерешевский. – М. : Архитектура-С, 2005. – 175 с.
7. Шерешевский, И.А. Конструирование промышленных зданий и сооружений : учеб. пособие для вузов / И.А. Шерешевский. – М. : Архитектура-С, 2007. – 167 с.

ГЛОССАРИЙ

Арматура – совокупность сваренных или связанных стальных стержней, заливаемых бетоном. Арматура в железобетоне предназначена для восприятия растягивающих усилий.

Атриум – центральное, как правило, многосветное распределительное пространство общественного здания, освещаемое через зенитный фонарь или проем в перекрытии.

Балкон – открытая консольная площадка с выносом 90...120 см от плоскости стены, имеющая по трем сторонам ограждение высотой до 1 м. Форма балконов может быть разнообразна – прямоугольные, трапециевидные, криволинейные, треугольные, пилообразные.

Герметик – пастообразный материал, предназначенный для заполнения зазоров, трещин, швов, щелей и соединений, для герметизации различных поверхностей с целью предотвращения проникновения жидкости, пыли, грязи и газов.

Железобетон – искусственный строительный материал, в котором соединены в монолитное целое стальная арматура и бетон. Бетон воспринимает в основном сжимающие усилия, придает жесткость конструкции, защищает арматуру от коррозии.

Закладные детали – металлические элементы (из круглой, полосовой, уголковой стали), устанавливаемые в конструкции до бетонирования для соединений сваркой сборных и сборно-монолитных железобетонных конструкций между собой и с другими конструкциями здания.

Здание – строение для временного или длительного пребывания людей, выполняющее определенные функциональные процессы (жилищные, административные, производственные и т. д.)

Импост – вертикальный элемент (узкий простенок), разделяющий дверной или оконный проём либо два близко расположенных оконных проёма.

Инсоляция – освещение помещения прямыми солнечными лучами.

Инфильтрация – проникновение наружного воздуха в помещение через неплотности в ограждающих конструкциях.

Консоль – опора с одним жёстко закреплённым концом при втором свободном.

Косоур – наклонная балка для опирания ступеней лестницы.

Лестничный марш – наклонная часть лестницы, состоящая из несущих балок и ряда ступеней.

Лоджия – встроенное или вынесенное за плоскость фасада летнее помещение, окруженное с трех сторон наружными стенами и ограждением со стороны улицы.

Опалубка – съемная деревянная или металлическая форма для укладки бетонного раствора и размещения арматуры. Служит для придания конфигурации будущей железобетонной конструкции.

Отмостка – горизонтальная полоса из водонепроницаемых материалов вдоль периметра наружных стен дома, предназначенная для защиты его фундамента от дождевых и паводковых вод. В задачу отмостки входят задержка и отвод воды в ливневую канализацию или «на рельеф» (в придорожную канаву) через желоба. Она не только предупреждает деформации фундаментов из-за морозного пучения грунта, но и является своеобразным декоративным элементом фасада здания, играя роль «тротуара» вокруг него.

Пандус – наклонная плоскость без ступеней, служит средством подъема/спуска.

Подступенок – вертикальная плоскость ступени. Высота подступенка принимается на практике в пределах 140...200 мм.

Проступь – горизонтальная плоскость ступени. Ширина проступи принимается равной 300 (320) мм.

Работы «нулевого цикла» – работы по возведению подземной части здания: расчистка площадки от мусора, вертикальная планировка грунта, инженерная подготовка участка, разработка/подготовка котлованов, прокладка временных дорог и оборудование площадок для хранения материалов, асфальтирование дорог и территории, устройство фундамента, обратная засыпка.

Рандбалка – балка, опирающаяся на отдельные фундаменты и воспринимающая нагрузку от вышележащей стены (фундаментная балка).

Ростверк – верхняя часть свайного фундамента. Служит для объединения свай и изготавливается в виде ленты под стены, сплошной плиты под все здание или подколонника.

Свая – относительно длинный стержень с заостренным концом, как правило, круглого, кольцевого, треугольного или таврового сечения, заглубляемый в грунт и служащий фундаментом здания.

Секция – часть здания, отделенная от других частей глухой стеной, квартиры которой поэтажно объединены лестничной клеткой.

Сооружение – строение специального назначения – мост, мачта, башня, бункер, резервуар, газгольдер, силос и т. д.

Фахверк – каркасная система, состоящая из связанных между собой стоек, балок и раскосов, служащих основой для возведения стен.

Штангик – элемент окна, необходимый для закрепления стеклопакета в створке.

Эркер – вынесенный за плоскость фасада объем внутреннего пространства здания, обеспечивающий увеличение инсоляции помещения и эстетически обогащающий интерьер. В плане эркеры имеют различную конфигурацию: прямоугольную, треугольную, полукруглую, трапециевидную, многогранную.