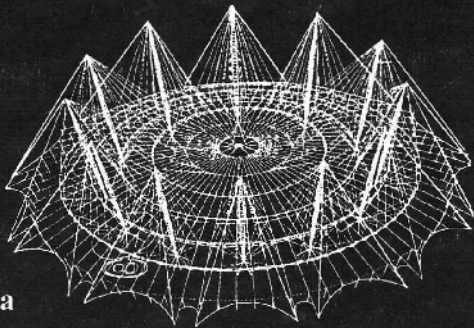
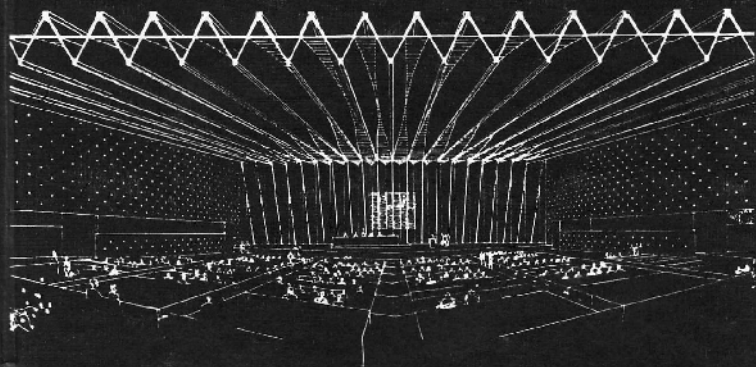


72  
А 878



Т.Г. Маклакова  
С.М. Нанасова  
В.Г. Шарапенко  
А.Е. Балакина

# АРХИТЕКТУРА



72  
А 878

ББК 38.71  
УДК 624.01



**Рецензенты:**

Заведующий кафедрой архитектуры общественных зданий Московской архитектурный институт (академия), кандидат архитектуры, профессор

*Плещкин В.А.*

Доктор архитектуры, профессор

*Лицкевич В.К.*

**Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова, В.Г. Шарапенко, А.Е. Балакина**  
Архитектура: Учебник. - М.: Издательство АСВ, 2004 - 464 с., с илл.

ISBN 5 - 93093 - 287 - 5

336 =

В учебнике рассмотрены основы градостроительства, методика проектирования ведущих объектов капитального строительства - жилых, общественных и промышленных зданий, принципы проектирования конструктивных систем и отдельных конструктивных элементов зданий от фундаментов до крыши, а также теоретические основы обеспечения теплотехнических, акустических и теплоизоляционных параметров среды в проектируемых зданиях.

ISBN 5 - 93093 - 287 - 5

© Т.Г.Маклакова, С.М. Нанасова,  
В. Г. Шарапенко, А. Е. Балакина, 2004  
© Издательство АСВ, 2004

**Учебник**

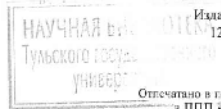
**Т. Г. Маклакова С. М. Нанасова  
В. Г. Шарапенко А. Е. Балакина**

**АРХИТЕКТУРА**

Компьютерная графика и верстка Д.А. Матвеев, А.А. Шмаев  
Дизайн обложки Н.С. Кузнецова  
Редактор Е.А. Хрулёва

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98 Сдано в набор 12.01.2004  
Пошито и пронумеровано 10.07.2004. Формат 70х100/16.  
Бумага офс. Гарнитура тайме. Печать офсетная.  
Усл. печ. л. 29. Заказ № 10507. Тираж 5000 экз.

1254838



Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
127337, Москва, Ярославское шоссе, 26, оф. 511  
тел., факс: 183-57-42  
e-mail: iasv@mgsu.ru

Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных диалогитизов  
в ППП «Типография «Наука» 121099, Москва, Шубинский пер., 6

## Предисловие

Представляемая читателям книга является первым изданием учебника «Архитектура», предназначенным согласно Государственному образовательному стандарту для подготовки инженеров всех специальностей в области «Строительство».

В учебнике рассмотрены и проанализированы основы градостроительства, планировки и застройки селитебной территории, а также территорий промышленных зон и районов в городах.

В книге проанализированы сформировавшиеся на основе результатов научных исследований и современной проектно-строительной практики основы и методы проектирования воздушных объектов капитального строительства – жилых, общественных и промышленных зданий.

Политические, социальные и экономические преобразования в России последних двух десятилетий оказали радикальное влияние на объемы, методику и практику проектирования зданий различного назначения. Новое законодательство «Закон Российской Федерации об основах федеральной жилищной политики» (1994 г.) и «Закон РФ об энергосбережении» (1996 г.) непосредственно отразились на объемно-планировочных и конструктивных решениях зданий.

Формирование в стране многоукладной экономики при существенном сокращении государственных инвестиций привело к временному сокращению объемов строительства социально значимых объектов (школ, детских, лечебных учреждений) в период, когда другие источники инвестиций еще не задействованы в полной мере. В то же время, привлечение частных инвестиций в создание коммерческого жилищного фонда способствует увеличению разнообразия архитектурных решений зданий и сокращению масштабов их типизации.

Закон об энергосбережении привел к существенным изменениям и в объемно-планировочных и в конструктивных решениях зданий.

Круг конструктивных решений зданий и сооружений существенно расширился под влиянием широкого импорта в РФ зарубежных технологий, материалов и изделий в процессе деятельности зарубежных и совместных проектных и строительных предприятий.

Авторы попытались отразить во всех разделах учебника наиболее ценные из проанализированных новаций в архитектурно-строительной практике.

Книга предназначена для изучения теоретического курса дисциплины «Архитектура» и использования при выполнении практических работ, курсовом и дипломном проектировании.

Содержание учебника изложено в семи частях и 26 главах.

Часть I «Основы градостроительства» (гл. 1, 2) освещает принципы планировочного формирования селитебных территорий городов и их фрагментов – жилых районов, микрорайонов, жилых групп, закономерности построения сетей обслуживания населения. Рассмотрены санитарно-гигиенические, природно-климатические, экономические и эстетические требования к формированию застройки.

Часть II «Основы проектирования зданий» (гл. 3-8) знакомит со структурой зданий и их основными элементами, функциональными, конструктивными, архитектурно-композиционными и физико-техническими основами проектирования зданий, а также с приемами технико-экономической оценки проектных решений.

Часть III «Жилые здания» (гл. 9-12) приводит классификацию жилых зданий. Рассмотрен спектр разнообразных требований к объемно-планировочным и конструктивным решениям одно- и многоквартирных зданий и методику проектирования жилых домов, позволяющих удовлетворить всем этим требованиям. Рассмотрены эстетические проблемы архитектуры жилых домов и застройки.

Часть IV «Общественные здания» (гл. 13, 14) посвящена построению классификации исключительно разнообразных общественных зданий и анализу объемно-планировочных решений наиболее массовых типов общественных зданий - учебно-стипендиальных, физкультурно-оздоровительных, спортивных, торговых, лечебно-оздоровительных и др.

Часть V «Конструкции гражданских зданий» (гл. 15-21) содержит рассмотрение и анализ решений всех основных конструкций здания - от конструкций нулевого цикла до крыши. Особое внимание авторы наряду с рассмотрением традиционных уделили анализу новейших конструктивных решений, связанных с внедрением новых технологий (монолитные и сборно-монолитные конструкции различных модификаций) и формированием энергоэкономичных ограждающих конструкций.

Часть VI «Промышленные здания» (гл. 22-24) содержит рассмотрение градостроительных проблем размещения промышленных предприятий в городе, функциональных и физико-технических основ проектирования промышленных зданий и анализ их объемно-планировочных решений в соответствии с разнообразием назначения.

Часть VII «Конструкции промышленных зданий» (гл. 25, 26) посвящена рассмотрению несущих и ограждающих конструкций промышленных зданий и оценке влияний эксплуатационного режима зданий и характера внутризехового транспорта.

Предисловие, введение, главы 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 20, §1 и 2, гл. 17 и заключение написаны докт. техн. наук, проф. Т.Г. Маклаковой, гл.12 - доц., канд. арх. А.Е. Балакиной, главы 15, 16, §3-5 гл.17, 18, 19, 21 - доц. С.М. Панасовой, гл. 1, 2, 13, 14, 22, 23, 24, 25, 26 - доц., канд. арх. В.Г. Шарапенко

Авторы благодарят коллективы ведущих научно-проектных организаций - Моспроект-1, МНИИТЭПа, ОАО ЦНИИЭПжилища за содействие при сборе материалов для этой книги. Авторы благодарят рецензентов: коллектив кафедры архитектуры общественных зданий Московского архитектурного института (академии) под руководством профессора Глищикина В.А. и профессора, доктора архитектуры Лицкевича В. К. за внимательное ознакомление с рукописью и ценные замечания по ее корректировке.

Авторы - преподаватели кафедры Архитектуры гражданских и промышленных зданий МГСУ с признательностью примут замечания и предложения читателей по улучшению структуры и содержания учебника.

## Введение

*Архитектура* - область деятельности, имеющая задачей создание искусственной пространственной среды, в которой протекают все жизненные процессы общества и отдельных людей - труд, быт, культура, общение, отдых и пр. Как сфера материального производства архитектура опирается на достижения строительной техники своего времени, как материальная среда - отражает социальные условия жизни общества, как искусство - способная оказывать глубокое эмоциональное воздействие.

Архитектурное проектирование зданий, сооружений и их комплексов осуществляется в соответствии с функциональными требованиями, физическими и эстетическими законами. Являясь одновременно продуктом художественного и технического творчества, архитектура требует взаимосвязанного решения художественных и инженерных проблем.

Содержание архитектурных произведений многогранно - оно имеет социально-функциональную, эмоциональную и художественную стороны, выраженные в материально-пространственных формах. Средствами архитектуры как искусства являются пространство и архитектурно-конструктивные формы - наружные оболочки внутренних пространств, защищающие их от воздействий внешней среды. Произведениями архитектуры являются здания различного назначения, отдельные фрагменты городской застройки и пространственная организация городов в целом, инженерные сооружения (мосты, радио- и телевизионные башни, трубы и т.п.), а также сооружения, предназначенные для художественного обогащения и благоустройства внешнего пространства (монументы, подпорные стены, террасы, набережные).

Архитектурное искусство воздействует на эмоции и сознание людей. Внешний облик зданий осознается зрителем как легкий или тяжеловесный, монументальный или интимный. Находясь внутри здания, человек воспринимает особенности решения его пространства как подавляющего или возвышающего, уютного или дискомфортного. Знание художественных закономерностей архитектуры предпринимает в процессе проектирования задуманное эмоциональное воздействие здания или комплекса зданий.

Архитектура формирует материальную среду жизнедеятельности в соответствии с материально-техническими и экономическими возможностями общества или индивидуального заказчика и его потребностями. Поскольку в отличие от других искусств архитектура - искусство созидательное, а не изобразительное, для реализации ее произведений требуются большие материальные затраты. Поэтому ее заказчиками обычно является все общество (в лице государственных, региональных, муниципальных органов управления), крупные корпорации или частные инвесторы. Во всех случаях проектное решение должно сопровождаться технико-экономическим обоснованием целесообразного использования инвестиций.

Сформированное проектом пространственное решение зданий и застройки входит в сложное взаимодействие с окружающей природной средой, что требует оценки экологичности проектного решения.

Все перечисленные обстоятельства определяют особенность деятельности на начальном этапе проектирования - разработка возможных вариантов и их всесторонняя оценка по эстетическим, функциональным, техническим, экономическим и экологическим критериям в целях выбора оптимального решения.

Технология архитектурно-конструктивного проектирования интенсивно меняется благодаря компьютеризации. Она существенно снижает трудоемкость проектирования и особенно эффективна при анализе и выборе оптимального из числа многочисленных вариантов проектного решения.

Курс «Архитектура» предназначен для подготовки инженеров в области «Строительство» всех специальностей. Курс синтезирует основные положения, усвоенные студентами при изучении общетехнических и специальных дисциплин (строительная механика, строительные материалы и конструкции, механика грунтов, основания и фундаменты), имеет целью обеспечить системность их применения к основной профессиональной задаче - проектированию, возведению и эксплуатации зданий и сооружений, их элементов и инженерных систем.

# ЧАСТЬ I. ОСНОВЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

## Глава 1. Планировка и застройка селитебной территории

Города и сельские поселения являются элементами системы расселения, разрабатываемой как на ближайший период (в пределах расчетного срока), так и на перспективу. Очередность определяется программами экономического и социального развития данного региона и страны в целом. Одновременно разрабатываются и формируются единые для систем расселения социальная, производственная, инженерно-транспортная и др. инфраструктуры.

Градостроительство осуществляется на основе проектов планировки и застройки городских и сельских поселений. В проектах предусмотрена рациональная очередность их развития: на период расчетного срока (как правило, 20 лет) и прогноз на перспективу (до 30-40 лет). Прогноз содержит принципиальные решения дальнейшего функционально-пространственного развития поселения, его инженерно-транспортной инфраструктуры, рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

В зависимости от проектной численности населения на расчетный срок городские и сельские поселения подразделяются на группы (см. табл. 1.1)

Таблица 1.1.

Группы поселений	Города, тыс. чел	Сельские поселения, тыс. чел
Крупнейшие	Свыше 1000	-
Крупные	От 250 до 1000	От 3 до 5 и выше
Большие	От 100 до 250	От 1 до 3
Средние	От 50 до 100	От 0,2 до 1
Малые	От 10 до 50	От 0,05 до 0,2
Поселки городского типа	До 10	До 0,05

Территория города, как и любого поселения, организуется по принципу функционального зонирования, в соответствии с которым городское пространство разделяется с учетом основных форм жизнедеятельности людей, их труда, быта и отдыха на селитебную, производственную и ландшафтно-рекреационную территории.

Селитебная территория предназначена для размещения основного объема жилищного фонда, внутригородских коммуникаций (магистральных, жилых улиц, проездов) и площадей, участков зеленых насаждений общего пользования (парков, бульваров, скверов и пр.), а также общественных учреждений различного назначения. В пределах селитебной территории допускается размещение отдельных экологически чистых промышленных и коммунальных объектов.

Производственная территория отводится для размещения промышленных и коммунальных объектов, научных комплексов с опытно-экспериментальным производством, сооружений внешнего транспорта.

Ландшафтно-рекреационная территория включает лесопарки, лесозащитные посадки, водоемы, заповедные охраняемые ландшафты, сельскохозяйственные угодья пригорода, зеленые территории общественного пользования.

В исторических городах выделяют районы исторической застройки, заповедные зоны. Проекты планировки и застройки не должны планировать снос, перемещение и др. изменения состояния памятников истории, культуры, архитектуры. В проектах

должно предусматриваться расстояние от наметников до проезжих частей магистралей скоростного и непрерывного движения, линий метрополитена мелкого заложения не менее 100 м в условиях сложного рельефа и 50 м на плоском рельефе.

В крупнейших и крупных городах предусматривается комплексное использование подземного пространства для размещения сооружений частного и городского транспорта, предприятий торговли, общественного питания, отдельных спортивных, зрелищных сооружений и пр.

При разработке проекта планировки и застройки города в качестве резерва его дальнейшего развития рассматриваются прилегающие к городу территории пригорода. В пригороде возводятся хозяйственные объекты, обслуживающие город, организуются зеленые территории для отдыха жителей города. В пределах зеленых территорий размещаются различные спортивно-оздоровительные учреждения, дома-интернаты для инвалидов и престарелых, специализированные школы-интернаты для детей-инвалидов и т.п. Вместе с тем, зеленые территории рассматриваются как естественное средство улучшения санитарно-гигиенического состояния воздушного бассейна города и всех прилегающих поселений. При определенном формировании системы расселения пригородные территории могут быть общими для нескольких городов.

За пределами резервных территорий для перспективного развития города (поселения) размещают дачные участки. При этом должна обеспечиваться их доступность на общественном транспорте от мест проживания не более 1,5 ч, а для крупнейших и крупных городов – не более 2 ч.

#### **Структура селитебной территории.**

Органичное единство всех элементов селитебной территории, а также взаимосвязь всех функциональных зон города обеспечивает проект планировки, планировочная структура. Планировочная структура селитебной территории устанавливает целесообразное и рациональное взаиморасположение составляющих ее элементов: жилой застройки, общественных центров, территорий отдыха населения. Планировочная структура определяется размещением основных функциональных узлов и сетью транспортных магистралей и дорог, соединяющих эти узлы, а также все функциональные территории города. Размещение предприятий и общественных центров предпочтительно на участках, прилегающих к основным транспортным узлам и магистралям, что обеспечивает удобство транспортной доступности для жителей.

Планировка селитебной территории должна обеспечивать параметры окружающей среды, удовлетворяющие санитарно-гигиеническим требованиям, а также способствовать эстетизации среды обитания жителей, созданию архитектурного своеобразия данного города (поселения).

Потребность в размерах селитебной территории определяется предварительно на основе укрупненных показателей в расчете на 1000 чел.: в городах при высоте застройки до 3 этажей - 10 га (дома без земельных участков) и 20 га (дома с участками); при высоте застройки от 4 до 8 этажей - 8 га; при застройке 9 этажей и выше - 7 га.

Планировочная структура селитебной территории строится в зависимости от ряда факторов: масштабов города (поселения), его экономической ориентации, предполагаемых темпов роста и имеющейся строительной базы, природных факторов района строительства и др.

Основным принципом в разработке планировочной структуры селитебной территории является создание максимально комфортных условий для жителей в осуществле-

нии ими всего комплекса жизненных процессов. При этом должны быть обеспечены удобная связь общественным транспортом мест проживания людей с местами приложения труда, отдыха, спорта, а также нормируемая пешеходная доступность объектов общественного назначения, размещенных в жилых комплексах.

Планировочная структура селитебной территории города определяется функционально-пространственными образованиями двух уровней: микрорайоном (кварталом) - элементом жилой застройки площадью 10 - 60 га, но не более 80 га и жилым районом - элементом селитебной территории площадью от 80 до 250 га.

Расчетными характеристиками селитебной территории рекомендуется принять показатели расчетной плотности населения (чел./га) микрорайона и жилого района, приведенные в таблицах 1.2. и 1.3. Эти показатели могут быть весьма различны для разных городов и районов страны, так как тесно связаны с конкретной градостроительной ситуацией, экономическими, демографическими и другими факторами. Основной дифференциацией расчетных показателей служит градостроительная ценность застраиваемой территории, учитывающая комплекс местных условий: стоимость земли, плотность инженерных и транспортных магистральных сетей, насыщенность общественными объектами, размеры капитальных вложений в инженерную подготовку данной территории, наличие исторических, культурных, архитектурных и ландшафтных достопримечательностей. Расчетный показатель устанавливается специалистами и органами власти на местах.

#### Расчетная плотность населения территории микрорайонов

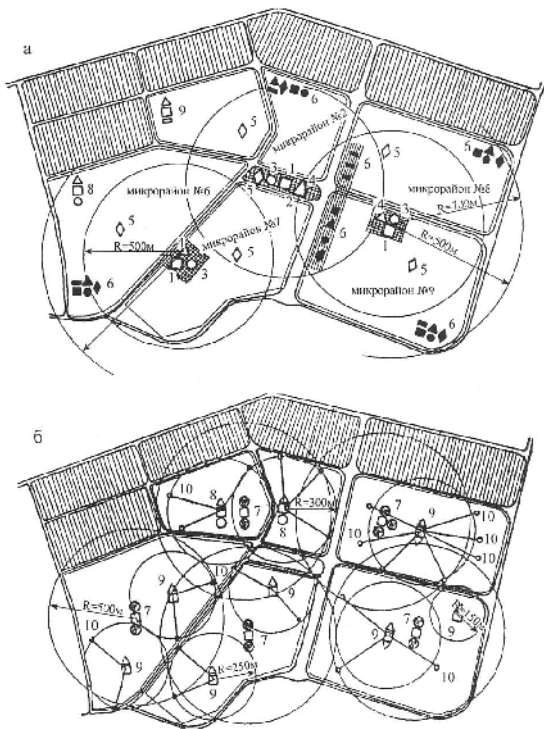
Таблица 1.2.

Градостроительная ценность территории	Плотность населения, чел./га, для климатических подрайонов		
	1Б и часть подрайонов 1В, 1Г, 1Д и 1А севернее 58° с. ш.	1Б, 1В и 1В севернее 50° с. ш. и часть подрайонов 1А, 1Г, 1Д и 1А южнее 58° с. ш.	Южнее 58° с. ш., кроме части подрайонов 1А, 1Г, 1Д и 1А, входящих в данную зону
Высокая	440	420	400
Средняя	370	350	330
Низкая	320	200	180

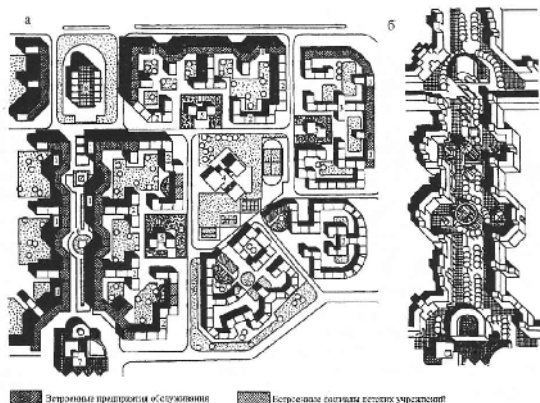
В пределах микрорайона, кроме жилой застройки размещается сеть объектов общественного назначения - предприятия повседневного пользования с радиусом обслуживания до 500 м. Это предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания местного значения, детские дошкольные учреждения, аптеки, отделения связи и пр. (рис. 1.1, 1.2, 1.3).

Территория микрорайона ограничивается магистральными или жилыми улицами и дорогами. При этом не допускается расчленение такими коммуникациями территории микрорайона. Границами могут служить и естественные рубежи (берега водоемов и др.). Численность населения микрорайона в зависимости от масштабов города колеблется в следующих пределах, тыс. жителей: в малом городе - 4-6, в среднем и большом - 6-12, в крупном и крупнейшем - до 20.

При установлении ориентировочных размеров селитебной территории следует исходить из условия проживания каждой семьи в отдельной квартире или доме. Расчетная жилищная обеспеченность для данного города устанавливается на основе демографического прогноза о среднем составе семьи, перспективных типах жилых зданий и планируемых объемах жилищного строительства.



**Рис. 1.1.** Проект микрорайона в г. Олесе: а – схема размещения культурно-бытового обслуживания; б – схема организации учебно – воспитательных учреждений: 1 – продовольственные магазины; 2 – непродовольственные магазины; 3 – предприятия общественного питания; 4 – предприятия бытового обслуживания; 5 – учреждения досуга; 6 – встроенные комплексы обслуживания; 7 – шведские комплексы с блоком для культурно – спортивной деятельности; 8 – учебно – воспитательный комплекс; 9 – дошкольные центры; 10 – встроенные филиалы отделений детских групп



**Рис. 1.2.** Проект микрорайона в г. Елабуге: а – схема генерального плана: 1 – 10 – этажные дома; 2 – 5...7 – этажные дома; 3 – 3...4 – этажные дома; 4 – школьный комплекс с блоком для клубно-спортивной деятельности; 5 – дошкольные центры; 6 – общественно – торговая улица (жилые дома с встроенными учреждениями обслуживания); 7 – центр досуга; 8 – торговый центр; б – общественно-торговая улица.

Жилой район крупнее, чем микрорайон и является элементом селитебной территории. Структуру жилого района составляют, как правило, несколько микрорайонов, объединенных общественным центром, обслуживающим жителей в радиусе 1500 м. Территория жилого района ограничивается магистральными улицами и дорогами общегородского значения, естественными или искусственными рубежами (активными перепадами рельефа, водоемами, полосами зеленых насаждений шириной не менее 100 м и др.). На территории жилого района располагают часть общественных объектов городского значения.

#### Расчетная плотность населения территории жилого района

Таблица 1.3.

Градостроительная ценность территории	Плотность населения, чел/га, для групп городов с числом жителей, тыс. чел.						
	До 20	20-50	50-100	100-250	250-500	500-1000	Свыше 1000
Высокая	130	165	185	200	210	215	220
Средняя	—	—	—	180	185	200	210
Низкая	70	115	160	165	170	180	190

При проектировании жилой застройки на прилегающей к многоэтажным домам территории должны предусматриваться площадки отдыха, спорта, хозяйственные и пр. Их размеры и расстояния до жилых и общественных зданий должны приниматься не менее приведенных в таблице 1.4.

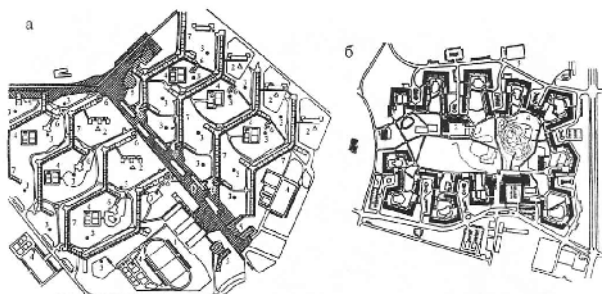


Рис. 1.3. Схемы генеральных планов микрорайонов: а – генеральный план двух микрорайонов в жилом районе Ботанический в г. Красноуральске, Россия (проект); 1 – общеобразовательная школа; 2 – детские сады – ясли; 3 – площадки отдыха; 4 – спортивные площадки; 5 – общественные культурыно – бытовые центры; 6 – блоки первичного обслуживания; 7 – жилые дома, 8

Таблица 1.4.

Площадки	Удельные размеры площадок, м <sup>2</sup> /чел	Расстояние от площадки до окон жилых и общественных зданий, м
Для игр детей	0,7	12
Для отдыха взрослых	0,1	10
Для занятий физкультурой	2,0	10 – 40
Хозяйственная	0,3	20
Для выгула собак	0,3	40
Открытая автостоянка	0,8	По таблице 1.5.

При проектировании площадок для открытой временной парковки легковых автомобилей следует принимать 25 м<sup>2</sup> на одно машиноместо, а расстояние от площадки до входов в жилые дома не менее 100 м. Расстояния от гаражей и автостоянок до жилых и общественных зданий в зависимости от количества машин приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5.

Здания, до которых определяется расстояние	Расстояние, м, от гаражей и открытых стоянок при числе легковых автомобилей				
	10 и менее	11 - 50	51 - 100	101 - 300	Свыше 300
Жилые дома	10	15	25	35	50
Торцы жилых домов без окон	10	10	15	25	35
Общественные здания	10	10	15	25	25
Общеобразовательные школы и детские дошкольные учреждения	15	25	25	50	*)
Лечебные учреждения со стационаром	25	50	*)	*)	*)

\*) Определяется по согласованию с органами Государственного санитарного надзора.

## Глава 2. Планировочные схемы застройки селитебной территории

Городская застройка должна быть комплексной, наряду с жилыми домами одновременно должны возводиться объекты общественного назначения. Сеть учреждений общественного обслуживания строится, как правило, по ступенчатой системе на базе двух основных принципов: максимального приближения объектов повседневного обслуживания к жилым комплексам (а также учреждениям и предприятиям, размещенным в селитбе) и сосредоточения объектов обслуживания периодического и эпизодического посещения в крупных центрах районного и городского значения (рис. 2.1, 2.2). В целях наиболее полного удовлетворения запросов населения в общественных центрах возможно кооперирование объектов обслуживания различных отраслей.

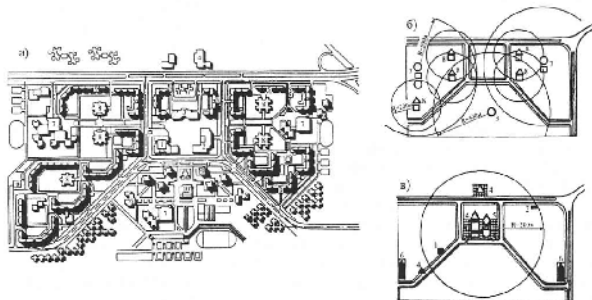


Рис. 2.1. Периферийный район Искра, г. Ульяновск (проект): а – схема генерального плана: 1 – центр досуга; 2 – торговый центр; 3 – кафе, аптека, сбербанк, приемный пункт бытового обслуживания; 4 – банно – оздоровительный комплекс; 5 – полиция; 6 – детская музыкальная школа; 7 – общеобразовательные школы; 8 – детские сады – ясли; 9 – жилые дома; 10 – общежития; б – схема организации культурно – бытового обслуживания; в – схема организации сети учебно – воспитательных учреждений: 1 – продовольственные магазины; 2 – непродовольственные магазины; 3 – предприятия общественного питания; 4 – предприятия бытового обслуживания; 5 – учреждения культуры, досуга; 6 – выездные пункты обслуживания; 7 – школьный комплекс с блоком для клубно – спортивной деятельности; 8 – детские сады

Исходя из функций объекта обслуживания и местонахождения людей, на городской территории выделяют:

А. Объекты, сопутствующие месту жительства (объекты ежедневного пользования) - детские сады - ясли, школы, спортивные залы и др.

Б. Объекты, находящиеся в пределах пешеходной доступности от различных мест нахождения людей, но не связанные с их местом жительства - кафе, столовые, аптеки, отделения связи, магазины продовольственных товаров и др.

В. Объекты периодического и эпизодического пользования.

Г. Уникальные, специализированные объекты и комплексы.

Рис. 2.2. Структура общественных центров города: 1 – общегородской центр; 2 – центры жилых, промышленных районов и зон массового отдыха; 3 – специализированные центры (учебные, медицинские, спортивные и пр.); 4 – центры обслуживания в системе расселения



Рационализация культурно-бытовых связей определяет целесообразное размещение объектов обслуживания. В частности, объекты группы А размещают в глубине жилой застройки; учреждения и объекты группы Б располагают равномерно на расстоянии 1000 м друг от друга и независимо от границ городских планировочных образований; учреждения группы В, посещаемые периодически и эпизодически, целесообразно кооперировать с учреждениями группы А и размещать равномерно в пределах сельтыбы; предприятия группы Г размещают из условия равнодоступности для жителей всех районов города, - в центрах жилых и планировочных районов либо общегородском центре. Общегородской центр является основным элементом, формирующим пространственную структуру системы размещения объектов обслуживания в городе.

Принципы комплексности застройки и архитектурно-пространственного формирования города с включением объектов общественного назначения лежат в основе мирового градостроительства. Примеры формирования городского общественного центра городов в России и в других странах Европы представлены на рис. 2.3, 2.4, 2.5, 2.6.

Общественный центр жилого района Капотня в г. Москве (рис. 2.3) сосредоточен в кооперированном здании, объединяющем спортивный, кино- и клубный залы, гостиницу, магазины, предприятие общественного питания, комплексный пункт бытового обслуживания. Многофункциональный центр обслуживания одного из жилых комплексов г. Иль-д'Або (Франция) на рис. 2.4 обусловлен планировочной структурой города, возводимого на сильно пересеченной местности: он состоит из относительно автономных районов, отделенных друг от друга перепадами рельефа, водными преградами, зелеными массивами, сельскохозяйственными угодьями и пр.

Интересен пример застройки квартала Дефанс в г. Париже (Франция), показанном на рис. 2.5, отражающей новые тенденции в архитектуре современной Франции. В градостроительскую задачу входило упорядочение развития западных пригородов Парижа и освобождение его перегруженного центра от административно-деловых функций. Используя естественный перепад высот около 22 м, была создана железобетонная платформа с многоуровневой структурой. Эта платформа явилась основанием квартала, на

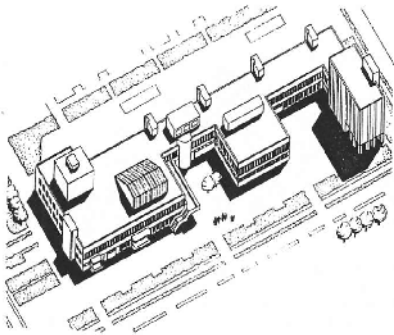


Рис. 2.3. Кооперированное здание общественного центра жилого района Капотня в Москве (общий вид и план): 1 – клуб с залом на 800 мест; 2 – спортивный зал; 3 – кинозал; 4 – предприятие общественного питания; 5 – магазины; 6 – пункт бытового обслуживания; 7 – гостиница

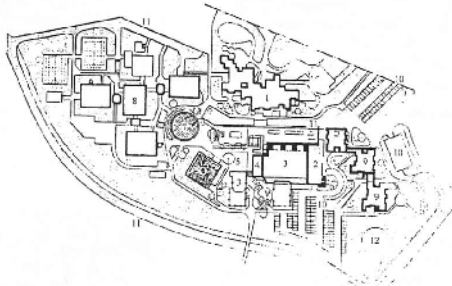
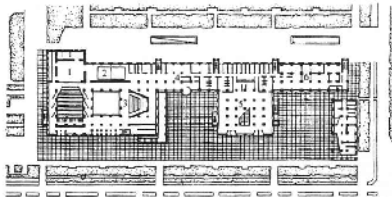


Рис. 2.4. Схема генерального плана местного обслуживающего центра жилого комплекса Рош в г. Иль-де-Або (Франция): 1 – школа; 2 – торговый центр; 3 – многофункциональный зал; 4 – медицинское учреждение; 5 – плавильня; 6 – культурный центр; 7 – амфитеатр; 8 – колледж; 9 – жилые дома; 10 – автостоянки; 11 – автоподъем; 12 – сквер

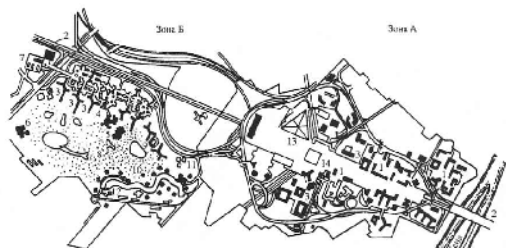


Рис. 2.5. Схема генерального плана застройки квартала Дефанс в г. Париже (Франция): 1 – бюро, гостиницы; 2 – городская ось; 3 – жилые дома; 4 – Высшая школа декоративных искусств; 5 – Высшая архитектурная школа; 6 – дом культуры; 7 – префектура; 8 – парк; 9 – Дом молодых музыкантов; 10 – высотные жилые дома; 11 – школьный комплекс; 12 – дом для престарелых; 13 – Выставочный павильон центра промышленности и техники; 14 – форум зоны А

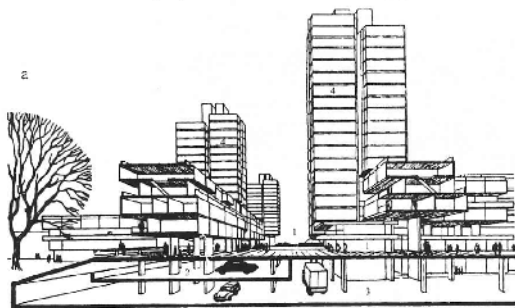
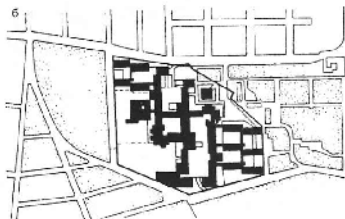


Рис. 2.6. Многоярусный общественный центр в микрорайоне Челси в г. Лондоне (Великобритания): а – разрез: 1 – верхняя пешеходная платформа; 2 – второй ярус (культурно-бытовые, обслуживающие учреждения, автостоянки); 3 – третий уровень для проезда, складов и автостоянок; 4 – жилые дома; б – схема плана



которой возведены 25 - 40-этажные административные здания, а также другие здания и разбит парк. В структуре платформы на разных уровнях размещены инженерно-технические и транспортные коммуникации (автомобильные и железнодорожные пути, линия метро), автобусные станции, автостоянки, а также магазины и выставочные залы. Это позволило на верхнем уровне создать прогулочную эспланаду.

Многоуровневая композиция общественного центра микрорайона Челси в г. Лондоне (рис. 2.6) также предусматривает активное использование подземного пространства для размещения учреждений культурно-бытового обслуживания, складов, транспортных путей, автостоянок и паркингов. При этом, верхний уровень полностью высвобождается для пешеходов.

Примеры показывают все возрастающее градостроительное значение использования подземного пространства. Особую важность эта проблема приобретает при реконструкции зданий или новом строительстве в районах с исторически сложившейся застройкой.

В ряде случаев важные общественные функции получает свое архитектурно-пространственное решение в виде специализированных центров, отдельных городских районов и специализированных населенных пунктов (рис. 2.7, 2.8). Проект специализированного медицинского центра (рис. 2.7) предусматривает возведение на участке ряда медицинских учреждений, каждое из которых занимает отдельное здание. Основная группа зданий размещается вдоль магистрали с отступом на 120 м от красной линии, что позволяет создать на эту глубину защитную зеленую зону. Вытянутые в одну линию больничные корпуса имеют одинаковую отметку верха кровли при разной этажности, что спределилось вследствие наедения рельефа местности.

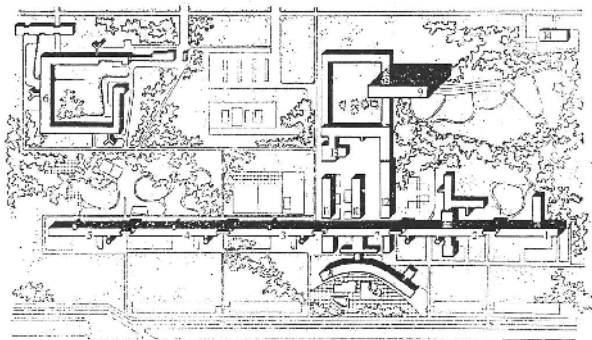
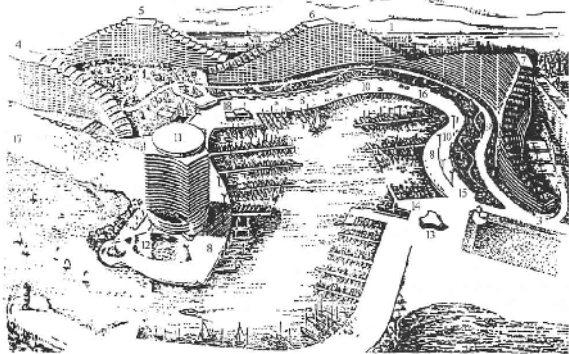


Рис. 2.7. Медицинский центр на 1800оек в г. Набережные Челны (Россия): 1 – роддом; 2 – детская больница; 3 – психодиспансер, 4 – кожно – венерологический диспансер; 5 – противотуберкулезный диспансер; 6 – инфекционная больница; 7 – поликлиника для взрослых; 8 – детская поликлиника; 9 – многопрофильная больница; 10 – пилеблок; 11 – прачечная; 12 – центральное стерилизационное отделение и аптека; 13 – школа медсестер; 14 – газовая котельная.

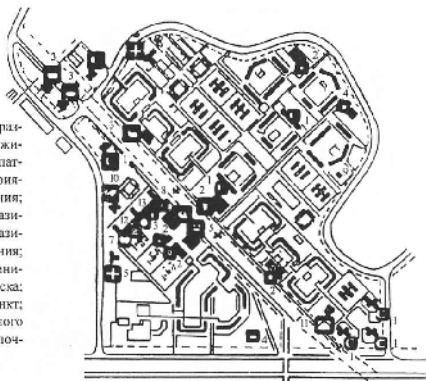


**Рис. 2.8.** Курортный комплекс Марина - бухта Ангелов близ г. Канн (Франция): 1,2 - дороги; 3 - въезд на территорию курорта; 4-7 - жилые массивы; 8 - набережная для прогулок; 9 - сады; 10 - торговый центр; 11 - международный отель; 12 - бассейн; 13 - администрация порта; 14 - спуск на воду лодок; 15 - хранение лодок и судов; 16 - причалы; 17 - пляж; 18 - яхтклуб

В объемно-пространственном построении курортного центра "Марина - бухта Ангелов" на Лазурном берегу (Франция) композиционным ядром служит бассейн порта (рис. 2.8). В ансамбль входят четыре крупных жилых массива пирамидальной формы, которые охватывают бухту - порт для прогулочных и спортивных судов. В центре композиции размещена башня многоэтажного отеля. Вдоль набережных размещены многочисленные магазины и спортивные клубы. Жилые объемы плавно повторяют изгибы береговой линии и подчеркивают естественный ландшафт местности. Автотрассы и гаражи-стоянки размещены под искусственной платформой. На платформе, а также на торцовых фасадах жилых домов устроены висячие сады, связывающие дома с зеленой парков, что усиливает органичную связь архитектурного ансамбля с окружающей средой.

Двухступенчатая схема культурно-бытового обслуживания населения реализована в экспериментальном комплексе района Крылатское (Москва), рассчитанном на 50 тыс. жителей (рис. 2.9). Одну ступень обслуживания представляют объекты районного значения - киноконцертный зал, библиотека, почта, объединенные в общественный центр, а также универсам, продовольственные и промтоварные магазины. Другую ступень - объекты первичного обслуживания населения, непосредственно приближенные к жителям и размещенные в первых этажах жилых домов, во встроено-пристроенных блоках или отдельно стоящих зданиях. Расчет вместимости учреждений обслуживания в Крылатском предусматривал использование их не только жителями района, но и многочисленными отдыхающими, приезжающими из других районов Москвы в прилегающую к жилому комплексу городскую зону отдыха.

Рис. 2.9. Схема генплана с размещением объектов обслуживания жилого района Крылатское (г. Москва): 1 – предприятия бытового обслуживания; 2 – продовольственные магазины; 3 – промтоварные магазины; 4 – предприятия питания; 5 – кинотеатр; 6 – поликлиника; 7 – библиотека; 8 – аптека; 9 – молокораздаточный пункт; 10 – школа художественного воспитания; 11 – АТС; 12 – почта; 13 – сбербанк



Другим примером комплексности городской застройки может служить московский район Тропарьво, общественный центр которого объединен с транспортным узлом, сформированным станцией метро "Юго-западная" и стоянками автобусов. Вблизи транспортного узла размещены магазины продовольственных товаров, библиотека, поликлиника, пункты бытового обслуживания населения, универмаг.

При разработке генерального плана города (поселения) решаются две основные градостроительные задачи: создание комфортных условий для жизнедеятельности проживающих людей и охрана местной природной среды, поддержание экологического равновесия - обеспечение сохранности, рационального использования и воспроизводства природных комплексов. Окружающая городская среда формируется в процессе постоянного взаимодействия природных условий и техногенных факторов (городской застройки, транспортной и инженерной инфраструктуры и пр.). Желательное состояние окружающей городской среды определяется санитарно-гигиеническими и экологическими нормами, критериями, ограничениями, а также другими требованиями служб, осуществляющих надзор за состоянием окружающей среды на местах. Наиболее полно разработаны санитарно-гигиенические нормативы и критерии: предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе, водоемах, почве; предельно допустимые уровни (ПДУ) физических факторов среды - шума, вибрации, электромагнитных полей различных диапазонов и т.д.

Важнейшим фактором, определяющим успех в решении двудесяти задачи градостроительства, является достаточно точная климатическая характеристика района строительства. Этим целям служит схематическая карта климатического районирования для строительства (рис. 2.10). Критериями районирования служат среднемесячная температура воздуха в январе и июле, средняя скорость ветра за три зимних месяца, среднемесячная относительная влажность воздуха в июле. Климатическое районирование предусматривает выделение на территории России районов и подрайонов, характеризующихся сочетаниями определенных климатических показателей (таблица 2.1).

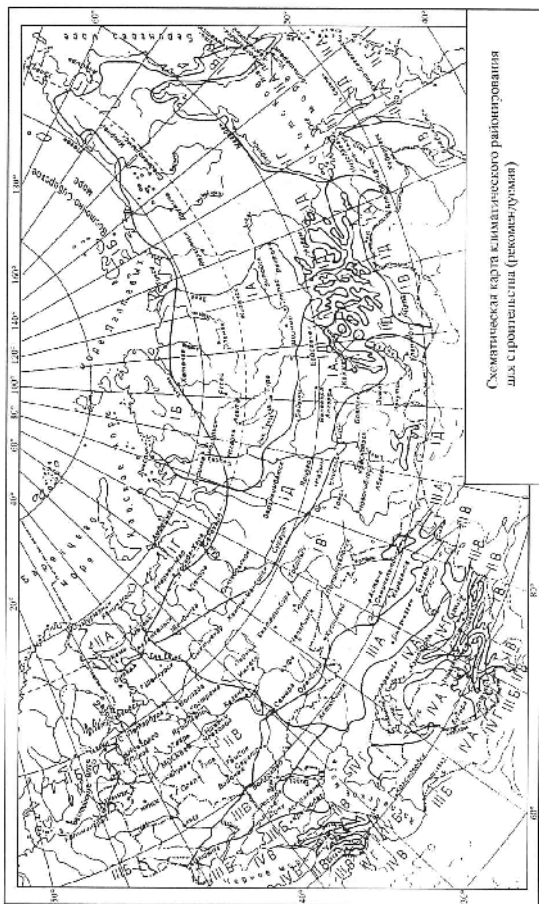


Рис. 2.10. Климатическое районирование территории России

Показатели климатических районов и подрайонов на территории стран СНГ

Таблица 2.1.

Климатические		Среднемесячная температура воздуха, °С		Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %
Районы	Подрайоны	Январь	Июль		
I	I А	-32 и ниже	4...19	—	—
	I Б	-28 и ниже	0...13	5 и более	Более 75
	I В	-14...-28	12...21	—	—
	I Г	-14...-28	0...14	5 и более	Более 75
	I Д	-14...-32	10...20	—	—
II	II А	-4...-14	8...12	5 и более	Более 75
	II Б	-3...-5	12...21	5 и более	Более 75
	II В	-4...-14	12...21	—	—
	II Г	-5...-14	12...21	5 и более	Более 75
III	III А	-14...-20	21...25	—	—
	III Б	-5...+2	21...25	—	—
	III В	-5...-14	21...25	—	—
IV	IV А	-10...+2	28 и выше	—	—
	IV Б	+2...+6	22...28	—	50 и более
	IV В	0...+2	22...28	—	—
	IV Г	-15...0	25...28	—	—

Обширные территории северных и восточных областей России характеризуются суровым холодным климатом, которому присущи длительный зимний период (от 185 до 305 дней), низкие зимние температуры наружного воздуха (от - 50 до - 70°С), вечномерзлые грунты. В районах Крайнего Севера при низком над горизонтом солнцестоянии и длительной полярной ночи весьма малы интенсивность инсоляции.

На основе районирования нормируются только основные типологические признаки жилых и массовых общественных зданий - планировка квартирных домов, детских садов, яслей, школ и пр. Для решения всего комплекса градостроительных задач, планировочной организации города в целом с учетом природно-защитных и экологических вопросов, требуется более глубокая дифференциация в климатической оценке районов с использованием более совершенных методов оценки. Эти проблемы рассматриваются ведущими отраслевыми научно-исследовательскими институтами страны. Например, специалисты, работающие для районов Севера, на основе комплексных характеристик климата выделяют три подзоны: 1) тундровая, ветровая; 2) таежная, особо морозная; 3) пурговая, лесоболотная.

Для выделенных выше северных подзон характерны следующие градостроительные и объемно-планировочные решения.

Первая подзона - территории вдоль побережья Северного Ледовитого и Тихого океанов, по медико-биологической оценке признаны непригодными для постоянного заселения человеком. В этих районах целесообразно использовать пахотные поселки для временного проживания рабочей смены, доставляемой на время вахты из мест постоянного проживания. Жилые помещения размещают в легко транспортируемых сборно-разборных или объемных модулях, снабженных временными инженерными коммуника-

диями. Проектируются комплексные здания с размещением жилых ячеек и помещений предприятий обслуживания в одном объеме.

Для вахтовых поселков большой вместимости (200-300 чел.) проектируются компактные в пространственном отношении, состоящие из 2...5 объемов жилые комплексы, скомпонованные из специализированных блоков жилого и общественного назначения.

Вторая подзона - обширные пространства редколесья Восточной Сибири и таежных районы. Территории признаны ограниченно пригодными для заселения.

Третья подзона - центральные и южные районы Восточной Сибири от южной границы Эвенкийского национального округа до г. Комсомольска-на-Амуре. Территории с широким диапазоном природно-климатических условий, практически пригодны для постоянного проживания людей.

Во второй и третьей подзонах исторически шло освоение территорий, образование и рост городов. Создавались базовые поселения по типу обычных городов с многопрофильной производственной базой и развитой системой обслуживания. Поселения в короткие сроки выросли в крупные города с многотысячным населением (Норильск, Магадан, Сургут, Нижневартовск, Надым, Уренгой и др.). Эти города являются базовыми, из которых осуществляются маятниковые перевозки рабочих в промышленные, вахтенные и экспедиционные поселки.

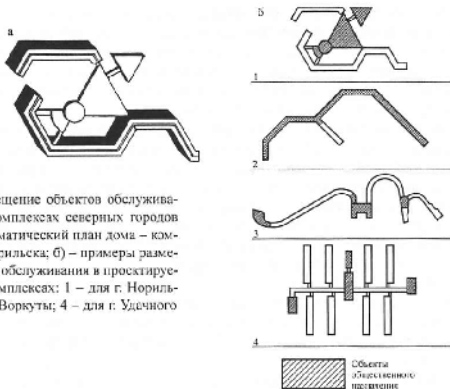
Схемы жилой застройки для городов и поселков этих регионов предусматривают максимальное снижение воздействия на человека местных неблагоприятных природно-климатических факторов (сильного ветра, снежных заносов, длительной полярной ночи и пр.). Особенностью застройки является компактность, максимальное приближение объектов обслуживания к жилищу путем устройства пристроек к торцам жилых домов, в которых размещены различные культурно-бытовые учреждения. Пристройки соединены с жилым зданием отопляемыми коммуникационными коридорами, что позволяет жителям комплекса посещать общественные учреждения в условиях зимы. В ряде проектов функции этих коммуникаций расширены: предусмотрены зимний сад, рекреации с тепличным озеленением и пр. Практикуется блокирование зданий, имеет специфику их объемно-планировочное решение.

Неблагоприятные природно-климатические условия III и IV районов выдвигают комплекс специфических требований к застройке и формированию характерных объемно-планировочных решений жилых и общественных зданий.

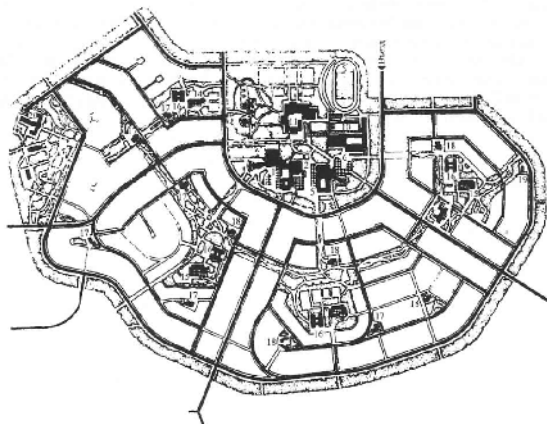
По совокупности признаков жаркий климат подразделяют на сухой и влажный. Сухой жаркий климат характеризуется отсутствием растительности (что снижает количество кислорода в воздухе), а также песчаными и лесовыми грунтами, перемещение которых при сильном ветре (скорость более 4 м/с) и малой (менее 25%) относительной влажности способствует возникновению пыльных бурь.

Влажный жаркий климат (влажность 70% и выше), сильные штормовые ветры в прибрежных районах создают определенный дискомфорт для человека. Вместе с тем, такие условия благоприятны для роста и размножения бактерий, грибов, насекомых, что создает угрозу здоровью людей и быстрому разрушению строительных конструкций.

При проектировании городской застройки в условиях жаркого климата (как сухого, так и влажного) следует предусматривать защиту от вредных климатических воздействий не только мест постоянного или длительного пребывания людей (жилище, работа), но и строительных конструкций, оборудования, техники.



**Рис. 2.11.** Размещение объектов обслуживания в жилых комплексах северных городов России: а) – схематический план дома – комплекса для г. Норильска; б) – примеры размещения объектов обслуживания в простирнуемых домах – комплексах: 1 – для г. Норильска; 2, 3 – для г. Воркуты; 4 – для г. Удачного



**Рис. 2.12.** Схема организации общественно обслуживания в виде системы «центр – парк и подцентр» связанные подуколысом бульваром (госелок Нор-Карим, республика Армения): 1 – клуб; 2 – танцевальный зал, кафе; 3 – летний кинотеатр; 4 – административный блок с узлом связи; 5 – торговый центр; 6 – спортивный корпус с тремя залами

Создание требуемого микроклимата в жилых и рабочих помещениях зданий достигается с максимально возможным использованием естественных факторов: выбор соответствующего места, планировки и типа застройки, включение в застройку естественного или искусственного озеленения и обводнения территории, использование для защиты от ветров естественных преград и т.п. Например, для снижения перегрева зданий в жарком сухом климате следует выбирать участки для строительства на высоких отметках в горных районах или на берегах рек, водосмов, использовать охлажденные (в горах, над волным пространством) воздушные потоки для охлаждения воздуха над территорией застройки. Расположение поселения в долине защитит его окружающим рельефом от пыльных бурь; следует использовать плотную компактную застройку, преимущественно средней этажности, с замкнутой или полузамкнутой планировочной структурой; эффективно сооружение домов-экранов, защищающих внутриквартальное пространство от пыльных бурь, а также применение широких (до 18 м) заглубленных в грунт зданий с атриумом (внутренним двором), служащим для естественного освещения и вентиляции помещений.

В жарком влажном климате требуется предусмотреть хорошее проветривание территории поселения, для чего следует применять расфронтрованную застройку короткими и точечными зданиями, что способствует эффективному проветриванию внутриквартальной территории.

В различных районах действуют также дополнительные факторы, неблагоприятные для проживания человека: сильные ветры с метелями зимой и косыми дождями летом или, напротив, зоны безветрия, неподвижного воздуха; селевые и оползневые явления, наводнения, сейсмичность до 9 баллов и пр.

Природно-климатические условия оказывают существенное влияние на формирование архитектуры здания, городской застройки. Наглядно это проявляется в проектах, разрабатываемых для применения в экстремальных климатических условиях Крайнего Севера или Юга (см. рис. 2.11, 2.12).

## ЧАСТЬ II. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

### Глава 3. Здания и их основные элементы

#### 3.1. Структура зданий

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 сооружение (точнее «инженерное сооружение»), либо не содержит внутренних пространств (мост, эстакада, мачта электропередачи) либо это внутреннее пространство используется в качестве складской либо технологической емкости (бункера, силоса, водонапорные башни, нефтехранилища и т.п.). В порядке исключения в состав инженерного сооружения могут входить небольшие объемно-пространственные элементы, не связанные с основным технологическим назначением сооружения - выставочные, торговые площадки или рестораны (например, ресторан «Седьмое небо» на высокой отметке Останкинской телевизионной башни, или торговые площади в пространстве крытого Багратионовского моста в Москве).

Предметом изучения дисциплины «Архитектура» являются здания.

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 (первый, второй...), 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 отапливаемых помещений и технический этаж, в пространстве которого размещены инженерное оборудование и коммуникации.

В зависимости от проектного решения инженерных систем здания технический этаж может быть размещен в подполье, на чердаке или, на различных отметках по высоте здания.

Объемно-планировочная структура здания формируется расчленением его пространства не только на этажи, но и на помещения в этих этажах. Помещения в здании в соответствии с их назначением разделяют на группы - *рабочих, обслуживающих, вспомогательных и коммуникационных. Рабочими являются 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, элетрощитовые, 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, образованные комплексом различных, но взаимосвязанных элементов, имеющих различные - несущие или ограждающие функции либо их совмещающие.

Назначение конструкций - восприятие *словых* и *несловых* воздействий на здание (рис. 3.1).

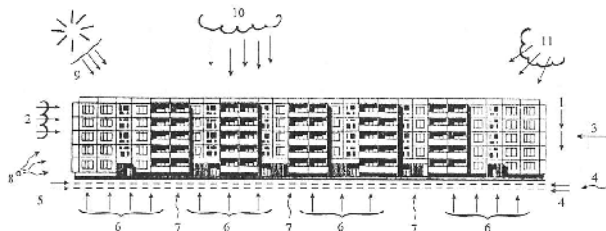


Рис. 3.1. Внешние воздействия на здание: 1 — постоянные и временные вертикальные силовые воздействия; 2 — ветер; 3 — особые силовые воздействия (сейсмические или др.); 4 — вибрации; 5 — боковое давление грунта; 6 — давление грунта (опор); 7 — грунтовая влага; 8 — шум; 9 — солнечная радиация; 10 — атмосферные осадки; 11 — состояние атмосферы (герметичная температура и влажность, наличие химических примесей)

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 лессового или протавявшего мерзлого грунтового основания здания, воздействия деформаций земной поверхности в районах влияния горных выработок и т.п.

воздействия, возникающие при чрезвычайных ситуациях - взрывы; пожары и пр.

К *несловым* относят воздействия:

переменных температур наружного воздуха, вызывающих литейные (температурные) деформации — изменения размеров наружных конструкций здания или температурные усилия в них при стесненности проявлялись температурных деформаций вследствие жесткого закрепления конструкций;

атмосферной и грунтовой влаги на материал конструкций, приводящие к изменениям физических параметров, а иногда и структуры материалов вследствие их атмосферной коррозии, а также воздействие парообразной влаги воздуха помещений на материал наружных ограждений, при фазовых переходах влаги в их толще;

солнечной радиации, влияющей на световой и температурный режим помещений и вызывающей изменение физико-технических свойств поверхностных слоев конструкций (старение пластмасс, плавление битумных материалов и т.п.).

В соответствии с характером воспринимаемых воздействий конструкции зданий различают на несущие (воспринимающие силовые воздействия) - фундаменты, несущие

щие 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.

В соответствии с назначением здания его конструктивное решение предусматривает четкое разделение его элементов на несущие и ограждающие (большинство промышленных зданий), либо совмещение несущих и ограждающих функций, например, наружными и внутренними стенами (большинство жилых зданий).

Рассмотрим основные элементы материальной оболочки здания в той же последовательности как оно возводится на основании (рис. 3.2).

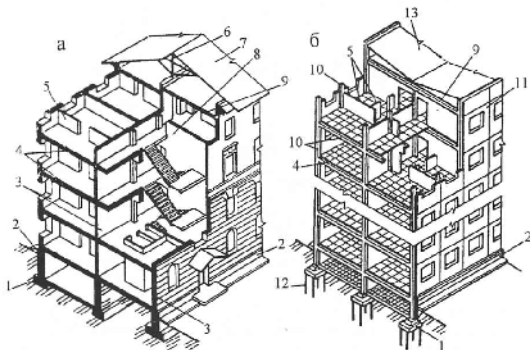


Рис.3.2. Основные элементы здания: а - с несущими наружными и внутренними стенами; б - с каркасом: 1 - фундамент; 2 - цоколь; 3 - несущие продольные стены; 4 - междуэтажные перекрытия; 5 - перегородки; 6 - стропила крыши; 7 - кровля; 8 - лестничная клетка; 9 - чердачное перекрытие; 10 - ригели и колонны 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. Конструкции фундаментов различны: стены (ленточные фундаменты), отдельные столбы и подушки (столбчатые фундаменты), сваи, сплошная железобетонная плита под зданием. Нижняя горизонтальная плоскость фундаментной конструкции называется подошвой фундамента, а расстояние от поверхности земли до подошвы фундамента - глубиной заложения фундамента.

**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. Несущие наружные стены совмещают несущие и ограждающие функции, защищая помещения от неблагоприятных воздействий внешней среды - холода, атмосферных осадков, шума. Ненесущие наружные стены имеют только ограждающие функции (рис. 3.3). Внутренние стены также бифункциональны - воспринимают силовые воздействия и защищают ограждаемое помещение от шума.

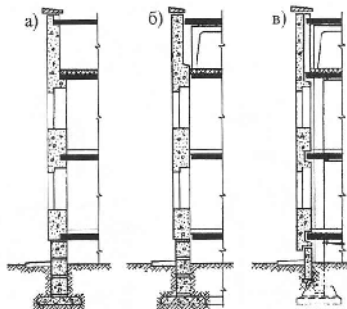


Рис. 3.3. Наружные стены: а - несущие; б - самонесущие; в - ненесущие

**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, цокольные и чердачные перекрытия. Основная ограждающая функция междуэтажных перекрытий - защита разделяемых помещений от шума, цокольного и чердачного - от охлаждения.

**Крыши (покрытия)** - верхняя часть здания, предназначенная для защиты от атмосферных воздействий, образованная несущими (стропила, кровельные лотковые панели с поддерживающими их вертикальными конструкциями - стойками, подкосами, фризными панелями) и ограждающими гидроизоляционными (кровельными) элементами. Отвод осадков с крыши может быть предусмотрен наружным или внутренним (см. рис. 3.2).

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

### 3.2. Классификация зданий и требования к ним

Общая классификация рассматривает здания по их назначению, объемно-планировочной структуре, этажности и конструктивному решению.

Все здания по их назначению разделяются на три основных типа: жилые, общественные и промышленные (рис. 3.4).

а



б



в

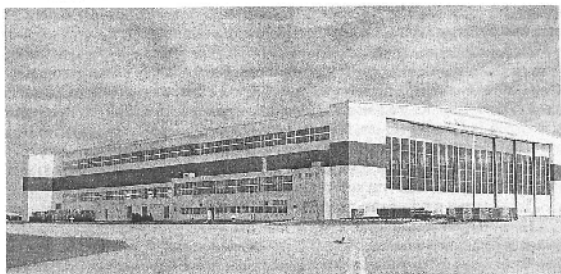


Рис.3.4. Типы зданий: а – жилые; б – общественные; в – промышленные

**Жилые здания** предназначаются для постоянного или временного проживания. **Общественные здания** предназначаются для временного пребывания людей при осуществлении в этих зданиях определенных функциональных процессов, связанных с управлением, образованием, здравоохранением, зрелищами, спортом, отдыхом и т.п. В ходе общественного развития возникают новые общественные связи между людьми. Соответственно возрастает число видов общественных зданий, различающихся по назначению.

**Промышленные здания** предназначаются для осуществления в них производственных процессов (или подсобных функций) для различных отраслей промышленности. Особый подтип промышленных зданий составляют сельскохозяйственные здания, в которых осуществляются производственные процессы, связанные с сельским хозяйством (содержание и разведение скота и птицы, хранение и ремонт сельхозтехники, хранение зерна, овощей, переработка сельскохозяйственного сырья и пр.).

Основные типы зданий легко различимы по их внешнему облику.

**Жилые здания** содержат большое число структурных единиц (жилых комнат, кухню и других помещений квартир), большинство из которых нуждается в естественном освещении. Поэтому на фасадах жилых домов много оконных проемов и присущих большинству квартир открытых помещений - балконов, лоджий. В связи с тем что размеры основной структурной единицы жилого дома относительно малы, невелика и ширина дома (10 - 14 м).

**Общественные здания** содержат разнородные структурные элементы: очень крупные (зрительные, торговые или спортивные залы), средних размеров (учебные помещения, больничные палаты) и мелкие (конторские помещения, лечебные кабинеты). В соответствии с функциональным назначением помещений общественных зданий предъявляются различные требования к их естественной освещенности: от интенсивной освещенности (групповые помещения детских учреждений) до ее полного исключения (зрительные залы кинотеатров). Во внешнем облике общественных зданий эти особенности их структуры и светового режима выявляются крупными членениями объема, различной этажностью частей здания, большой шириной здания, а также контрастностью в размерах светопроемов вплоть до сочетания больших глухих поверхностей с большими светопрозрачными поверхностями витражей.

**Промышленные здания** содержат крупные помещения - цехи, а иногда состоят из одного помещения. Характер и технологическое оборудование производственных процессов требует больших размеров помещений цехов, а необходимость естественного освещения - больших светопроемов в наружных стенах и специальных надстроек - световых фонарей - на крышах цехов. Внешний облик промышленных зданий часто характеризуется также наличием примыкающих к ним технологических и транспортных устройств - эстакад, транспортных галерей, трубопроводов и т.п. Для промышленных зданий характерны крупные членения архитектурных форм, их простота и четкость.

**Требования к проектам зданий.**

Проектируемое здание должно гармонично отвечать целому циклу требований - функциональной, технической, эстетической, экономической и целесообразности.

Требования функциональной целесообразности проектного решения предполагают максимальное соответствие размещения и размеров помещений протекающим в здании функциональным процессам. Все упомянутые выше группы помещений (рабочие, обслуживающие, коммуникационные, вспомогательные) должны быть в процессе проектирования обеспечены наиболее удобными функциональными связями.

Проект должен способствовать формированию оптимальной среды (пространственной, световой, воздушной, акустической, температурно-влажностной и пр.) для человека в процессе осуществления им функций, для которых здание предназначается. Минимальные величины параметров внутренней среды зданий (габариты помещений в соответствии с их назначением, состояние воздушной среды (температурно-влажностные характеристики, показатели скорости движения воздуха и кратности воздухообмена), световой режим (показатели необходимой естественной освещенности), звуковой режим (условия слышимости в помещении и защита его от шумов, проникающих из внешней среды) - устанавливаются для каждого вида здания СНиП - строительными нормами и правилами - основным государственным документом, регламентирующим проектирование и строительство в России.

Соблюдение требований СНиП является обязательным при проектировании. Однако сами эти требования не являются стабильными. По мере роста материального благосостояния общества повышаются требования к параметрам помещений зданий и их благоустройству. В соответствии с этим периодически пересматриваются и совершенствуются нормативные требования к разнообразным параметрам: от минимальных размеров общей площади квартир для государственного и муниципального строительства до минимально допустимых температур воздуха в них в зимнее время.

В проектировании индивидуальных объектов, например, коммерческих домов первой категории комфортности регламентированы только нижние пределы планировочных параметров, а верхние - не ограничиваются.

**Требование технической целесообразности** проектного решения подразумевает выполнение его конструкций в полном соответствии с законами строительной механики, строительной физики и химии. Для этого проектировщику необходимо выявить и точно учесть все внешние воздействия на здание (см. рис. 3.2). Соответственно проектное решение конструкций здания должно обеспечивать их сопротивление всем воздействиям. Должны быть предусмотрены необходимая прочность, устойчивость и жесткость несущих конструкций, долговечностью и стабильностью эксплуатационных качеств ограждающих.

**Прочность конструкции** - способность воспринимать силовые нагрузки и воздействия без разрушения.

**Устойчивость** - способность конструкции сохранять равновесие при силовых нагрузках и воздействиях. Она обеспечивается целесообразным размещением элементов несущих конструкций в пространстве и прочностью их сопряжений.

**Жесткость** - способность конструкций осуществлять свои статические функции с минимальными, заранее заданными СНиП величинами деформаций.

**Долговечность** - предельный срок сохранения физических качеств конструкций здания в процессе эксплуатации. Долговечность конструкции зависит от следующих факторов: ползучести - процесса малых непрерывных деформаций материала конструкции при длительном нагружении; морозостойкости - сохранении влажными материалами необходимой прочности при многократном чередовании замораживания и оттаивания; влагостойкости - способности материалов противостоять воздействию влаги без существенного снижения прочности вследствие размягчения, разбухания или расслоения, коррозия или растрескивания; коррозионной способности - способности материалов сопротивляться разрушению, вызываемому химическими, физико- и электрохимическими процессами; биостойкости - способности органических материалов противостоять разрушающим воздействиям микроорганизмов и насекомых.

Стабильность эксплуатационных качеств, к которым относятся тепло-, звуко- и гидроизоляция и воздухопроницаемость ограждающих конструкций - способность конструкций сохранять постоянный уровень изоляционных свойств в течение проектного срока службы здания или конструктивного элемента.

Прочность, устойчивость, эксплуатационные качества конструкций количественно оцениваются при проектировании на основании соответствующих научных теорий и инженерных методов расчета.

Инженерная методика расчета долговечности конструкций еще не создана. Поэтому применяется оценка долговечности по предельному сроку службы здания. По этому признаку здания и сооружения разделяют на четыре степени: I-я - со сроком более 100 лет, 2-я - от 50 до 100 лет, 3-я - от 20 до 50 лет, 4-я - до 20 лет (временные здания и сооружения).

Кроме того, классификация конструкций зданий осуществляется по признаку пожарной безопасности, которая определяется возгораемостью конструкций и их огнестойкостью.

Предель огнестойкости зданий определяется длительностью (в минутах) испытания конструкции на огнестойкость до возникновения одного из следующих трех предельных состояний: по прочности (обрушение), по деформациям (образование в конструкции сквозных трещин или отверстий), по температуре (повышение температуры на противопожарной огнестойкости конструкции в среднем более 140°C).

По этим признакам здания или их отсеки (между брандмауэрами\*) делят на пять степеней огнестойкости (по времени в минутах предела огнестойкости их конструкции) - см. табл. 3.1.

#### Степени огнестойкости зданий (по СНиП 21.01-97\*)

Таблица 3.1.

Степень огнестойкости	Предель огнестойкости строительных конструкций, не менее						
	Несущие элементы здания (стены, колонны)	Наружные несущие стены	Перекрытия между этажами, чердачные, локальные	Элементы бесчердачных покрытий		Вспомогательные	
				Настилы в т. ч. с утеплителем	Фермы, балки	Внутренние стены	Марши и площадки лестниц
I	R 120	REI 30	REI 60	RE 30	R 30	REI 120	R 60
II	R 90	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 90	R 60
III	R 45	E 15	REI 45	RE 15	R 15	REI 60	R 45
IV	R 15	E 15	REI 15	RE 15	R 15	REI 45	R 15
V	Не нормируется						

К I степени огнестойкости относят здания, несущие и ограждающие конструкции которых выполнены из камня, бетона или железобетона с применением листовых или плитных негорючих (нестораемых) материалов.

В зданиях II степени огнестойкости, материал основных, несущих и ограждающих конструкций также выполнен из негорючих материалов, но имеют меньший предел огнестойкости.

В зданиях III степени огнестойкости допускается применение горючих (стораемых) материалов для перегородок и перекрытий.

\* Брандмауэр - глухие нестораемые стены, полностью пересекающие здание и выступающие за его наружные грани не менее чем на 0,3 м.

В зданиях IV степени для всех конструкций допускается применение горючих материалов, а предел огнестойкости несущих и ограждающих конструкций минимальный\* (15 мин).

К V степени огнестойкости относят временные здания в связи с чем предел огнестойкости их конструкций не нормируется. СНиП предусматривает в зданиях низких степеней огнестойкости лишь расчленение их брандмауэрами на отсеки, ограничивающими площадь распространения пожара.

**Требование экономической целесообразности** проектного решения здания относится к его функциональной и конструктивной части. При решении функциональных задач - размеров, размещения, количества помещений и их инженерного благоустройства - следует исходить из действительных потребностей и возможностей общества или конкретного индивидуального заказчика.

Экономическая целесообразность в отношении конструктивной части проекта заключается в назначении при проектировании необходимых запасов прочности и устойчивости конструкций, а также их долговечности и огнестойкости в соответствии с назначением здания и его проектным сроком службы.

Выбору экономически целесообразного решения конструкций способствует отнесение здания при проектировании к определенному классу.

Класс назначают при проектировании в соответствии с его народнохозяйственной и градостроительной ролью. К I классу относят крупные общественные здания (театры, музеи), правительственные здания, жилые дома без ограничения этажности, к 2 - общественные здания массового строительства и муниципальные жилища не выше 9-10 этажей, к 3 - дома не выше 5 этажей и общественные здания малой вместимости, к 4 - массовые малоэтажные жилые дома и временные общественные здания. Класс большинства промышленных зданий редко назначают выше третьего во избежание функционального (морального) старения здания. Интенсивное развитие технологии сопровождается коренным изменением оборудования через 20-25 лет. При этом большинство параметров здания - пролеты, высота, несущая способность подкрановых путей и каркаса - часто оказываются недостаточным.

Основные конструкции зданий I класса должны иметь 1-ю степень долговечности и огнестойкости, 2 класса - 2-ю степень, 3 класса - 2-ю степень долговечности и 3-ю огнестойкости, 4 класса - 3-ю степень долговечности без ограничений по огнестойкости.

**Эстетические требования** к проектному решению заключаются в необходимости соответствия внешнего вида здания его назначению и формированию объемов и интерьеров здания по законам красоты.

Соответствие внешнего облика назначению здания во многом определяет правильностью функционального и технического решений проекта. Однако совершенство этих решений не гарантирует красоты здания. Функционально обусловленные объемные формы, членения и детали здания должны быть художественно взаимосвязаны в общей архитектурной композиции, которая будет восприниматься как эстетически целесообразная и единственно возможная для данного сооружения.

В зависимости от назначения здания, его роли в застройке и идеологической программы в архитектурном решении могут быть использованы различные выразительные средства. При проектировании жилого здания его композиция во многом определяется расположением здания в застройке, диктующим масштаб членения архитектурных

\* Кроме стес лестничных клеток

форм, но сами эти формы по большей части функционально обоснованы (пластические элементы фасада являются одновременно и функциональными элементами здания - лоджиями, эркерами и др.). При решении монументального общественного здания или комплекса - мемориальные, выставочные и др. - архитектор вправе для достижения максимальной выразительности художественного образа прибегать к свободным вариациям объемной формы здания: от функционально обусловленной до символизированной. При проектировании таких зданий или комплексов оправдана ориентация не только на традиционный синтез архитектуры с изобразительными искусствами - живописью и скульптурой, но также с поэзией и музыкой (мемориальные сооружения на Поклонной горе в Москве, Малаховом кургане в Волгограде).

**Экологические требования** в современной проектно-строительной практике охватывают сферы проектирования, строительства и реконструкции городской застройки. Острота требований связана с тем, что производственная, а отчасти и строительная деятельность могут способствовать загрязнению природной среды, превышающему допустимые пределы. Сегодня на территории стройки более чем в 100 городах сложилась такая неблагоприятная экологическая ситуация. Экологические природо-охранные требования, которые непосредственно относятся к проектной деятельности, таковы:

требования сокращения территорий, отводимых под застройку. Это достигается повышением этажности, активным освоением подземного пространства (гаражи, склады, тоннели, торговые предприятия и т.п.);

широкое применение эксплуатируемых крыш, эффективное использование неулачных участков территорий (крутой рельеф, выемки и насыпи вдоль железнодорожных магистралей);

экономия природных ресурсов и энергии. Эти требования непосредственно влияют на выбор формы здания (предпочтение компактным сооружениям сбтекаемой формы), выбор конструкций наружных стен и окон, выбор ориентации здания в застройке.

Экологические требования сказываются на решении благоустройства застраиваемой территории с увеличением озеленения их территории в том числе вертикального, с заменой, живыми изгородями железобетонных заборов и оград и заменой асфальтобетонных покрытий штучными (брусчаткой, каменными и бетонными плитами). Эти мероприятия способствуют сохранению водного баланса и чистоте воздушной среды территории.

По окончании строительных работ на площадке должна проводиться рекультивация грунтов в целях уменьшения ущерба, наносимого природной среде строительной деятельностью.

### 3.3. Функциональные основы проектирования

Здания любого типа должны в максимальной степени удовлетворять функциональным, гигиеническим, экономическим и художественным требованиям. Для достижения этого необходим согласованный и целенаправленный труд коллектива архитекторов, инженеров, специалистов, по инженерному оборудованию, экономистов, гигиенистов и технологов.

**Требование функциональной целесообразности** проектного решения подразумевает максимальное соответствие помещений здания протекающим в них функциональным процессам. Проект должен обеспечивать оптимальную среду для человека в

процессе осуществления им функций, для которых здание предназначено.

Философский постулат - «человек мера всех вещей» в архитектуре реализуется буквально. В течении веков эмпирически оттачивались параметры проектирования, увязанные с психо-физиологическими потребностями человека - от ориентации жилища по странам света до размеров дверных проемов, высот ступеней и уклона лестниц.

Только с XX века в вопросах проектирования возобладал научный подход, основанный на скрупулезном исследовании всех параметров внутренней среды зданий от размеров помещений и оптимизации связей между ними до величин длительности их инсоляции, качества воздушной среды (температура, влажность, скорость движения воздуха), в помещении и т.п.

Научной базой в назначении размеров помещений служат антропометрия\* и эргономика\*\*, а в назначении связей между ними - функционально-технологические закономерности процессов, протекающих в здании.

Исходными для проектировщика служат среднестатистические антропометрические параметры фигуры человека соответствующие полу и возрасту (рис. 3.5).

Для обеспечения удовлетворительного психологического состояния человека в трудовом процессе помимо антропологических данных должны учитываться габариты, которые человек занимает в движении. Дело в том, что человек (даже в состоянии относительного покоя) занимает пространство больше габаритов его тела.

В процессе труда и отдыха человек непрерывно меняет положение тела, чтобы спать утомление и мышечное напряжение. Для того, чтобы выяснить габариты человека в движении при выполнении отдельных процессов пользуются атропометрическими эскизами (рис. 3.6). Назначение размеров помещений осуществляют с учетом антропо-

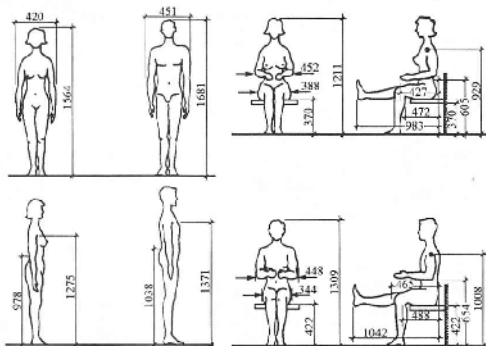


Рис. 3.5. Антропометрические данные женщин и мужчин (средние по Б.СССР) по материалам НИИ и музея антропологии

\* Антропометрия - в антропологии система измерений человека, человеческого тела и его частей.

\*\* Эргономика - дисциплина, изучающая человека и его параметры в условиях трудовой деятельности.

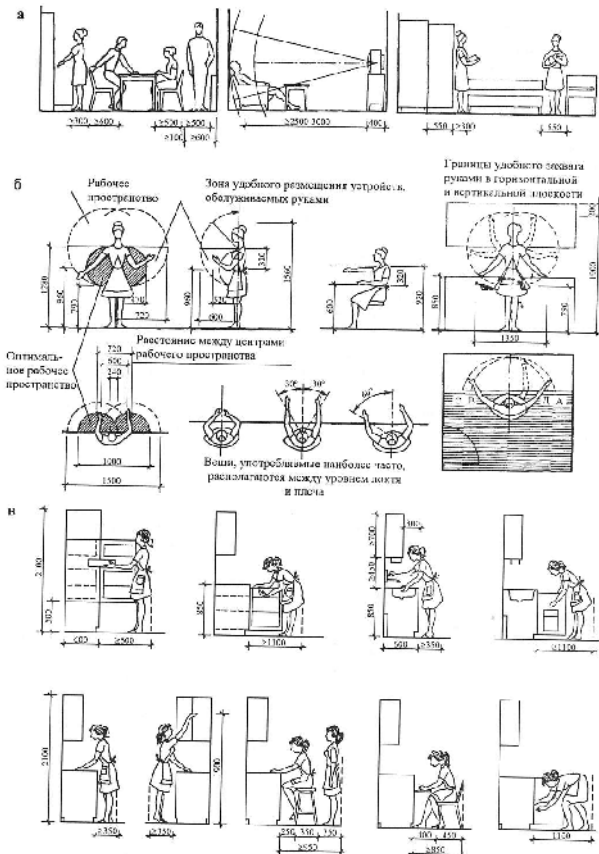
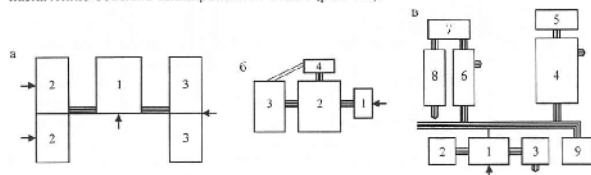


Рис. 3.6. Антропометрические эскизы: а – для определения габаритов зон квартиры (обеденной, отдыха, спальни); б, в – для определения габаритов мебели и оборудования кухни (по Ф.С. Раевой)

метрических эскизов, размеров предметов мебели или оборудования и устройства удобных проходов между ними. Окончательно величины размеров уточняют в соответствии с международными требованиями модульной координации и унификации размеров в строительстве (гл. 4).

Базой для компоновки объемно-планировочного решения здания служит предварительный анализ его рационального функционирования, выбор соответствующий его назначению объемно-планировочной схемы (рис. 3.7).



**Рис. 3.7.** Функциональные схемы детского дошкольного учреждения: а – обобщенная схема здания: 1 – административно – хозяйственный блок; 2 – группа яслей, 3 – группа сада; б – схема группы: 1 – раздевальная; 2 – групповая; 3 – спальня – веранда; 4 – туалетная; в – схема административно-хозяйственного блока: 1 – вестибюль; 2 – кабинет заведующего; 3 – медицинская комната; 4 – кухня; 5 – кладовая; 6 – стиральная; 7 – гладильная; 8 – бельевая; 9 – подсобное помещение

Предварительный анализ целесообразной и удобной эксплуатации проектируемого здания осуществляют, строя его функциональную схему. Она предусматривает удобные связи между всеми группами помещений. Функциональную схему разрабатывают графически при этом отдельные помещения (или их родственные группы) обозначают прямоугольниками, а необходимые связи между ними - прямыми линиями и стрелками.

К разработке функциональных схем зданий со сложными технологическими процессами архитектор-проектировщик привлекает специалистов-технологов (например, при проектировании зданий театра или машиностроительного завода).

На рис. 3.7 представлены примеры обобщенной функциональной схемы детского дошкольного учреждения и деталиные функциональные схемы фрагментов здания: блока помещений для отдельной группы детского сада и блока административно-хозяйственных помещений. На схеме отражены требования по устройству связей (или изоляции) отдельных групп помещений. Например, из схем очевидна обязательность изоляции входов в помещения ясельных групп и допустимость общих входов в две группы детского сада. На функциональной схеме блока помещений отдельной группы демонстрируется необходимость непосредственной (анфиладной) связи всех помещений группы. На рис. 3.8 дан пример интерпретации функциональной схемы в конкретном проекте двухэтажного детского дошкольного учреждения.

Группируя помещения, определяют целесообразность функциональных связей между ними не только по горизонтали, но и по вертикали в соответствии с этажностью здания. При этом фиксируют единое расположение (без смещения) по высоте эвакуационных лестниц, санитарных узлов и вертикальных несущих конструкций. Компоновка функциональных схем служит исходным материалом для выбора этажности здания и его планировочной схемы.



Рис. 3.8. Планы здания детского дошкольного учреждения на 160 мест: 1 – помещения ясельных групп; 2 – то же, детского сада; 3 – административно – хозяйственные помещения; 4

#### Выбор этажности здания.

По признаку этажности здания классифицируют на малоэтажные высотой в 1 - 3 этажа, средней этажности 4 - 5 этажей, повышенной этажности 6 - 10 этажей, и многоэтажные. Многоэтажные здания в свою очередь делят на следующие три категории в зависимости от высоты здания в целом: 11 - 16 этажей (высотой до 50 м) - 1 категории; 17 - 25 этажей (до 75 м) - 2 категории; 26 - 35 этажей (до 100 м) - 3 категории. Здания выше 100 м относятся к высотным.

Для ряда зданий выбор этажности предопределен их назначением. Так, например, детский сад - ясли проектируют малоэтажным, чтобы упростить связь детей с природным окружением. Малая этажность функционально обусловлена также для зрелищных и демонстрационных спортивных залов, так как способствует скорости и безопасности входа и эвакуации многочисленных зрителей.

Однако для значительного числа типов зданий функциональное назначение не предопределяет этажности - его требования с равным успехом удовлетворяются при различной этажности. К таким зданиям относятся гостиницы, административные здания, больницы, жилые дома, общежития и др. Выбор этажности в таких случаях осуществляют с учетом композиционных, градостроительных и экономических требований. Высота проектируемых зданий должна находиться в гармоничной взаимосвязи с этажностью застройки района и не вызывать дополнительного удорожания строительства.

### 3.4. Объемно-планировочная схема зданий

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 и атриумную (рис. 3.9).

Анфиладная система предусматривает непосредственный переход из одного помещения в другое через проемы в их стенах или перегородках. Такая система позволяет проектировать здание очень компактным в связи с отсутствием (или минимальным

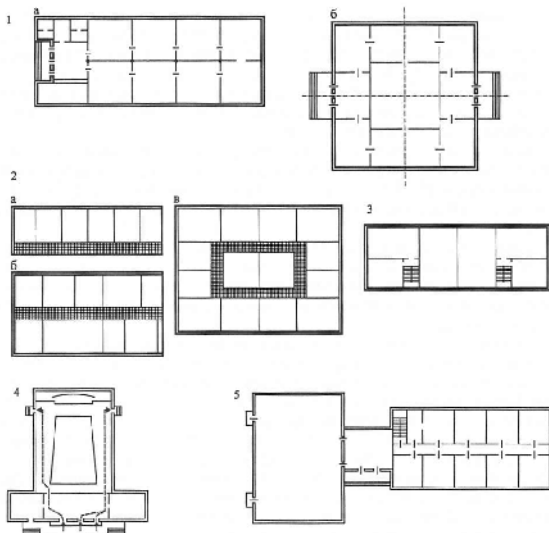


Рис. 3.9. Объемно - планировочные схемы зданий: 1 - анфиладная: а - протяженная, б - центрическая; 2 - с горизонтальными коммуникациями: а - галерейная, б - коридорная, в - коридорно-кольцевая; 3 - с вертикальными коммуникациями (секционная); 4 - зальная, 5 - комбинированная

объемом) коммуникационных помещений. Поскольку основные помещения при анфиладной схеме являются проходными, она полностью применяется в ограниченном числе типов зданий преимущественно экспозиционного характера (музеи, выставки). Чаще ее применяют частично в отдельных элементах здания, например, между парадными помещениями особняка (коттеджа) или между помещениями одной воспитательной группы детского сада.

**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. Планировочная компактность и экономичность проектного решения здания в наибольшей степени достигается при схемах с двумя параллельными или кольцевыми коридорами. Система планировки с горизонтальными коммуникационными помещениями широко применяется в проектировании гражданских зданий самого различного назначения - общежитий, гостиниц, школ, больниц, административных зданий и т.п.

**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 залному, которое определяет функциональное назначение зданий в целом. Наибольшее распространение зальная система получила в проектировании промышленных и общественных, зрелищных, спортивных, выставочных зданий.

Зальную систему применяют для зданий одно- и многозальной структуры.

**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 рынках, музеях, выставках, а также в зданиях многоэтажных гостиниц и офисов. Преимущества системы при открытых дворах - в тесной связи между необходимыми по технологической схеме открытыми и закрытыми пространствами (в здании рынка - между стационарными торговыми залами и пространством для сезонной торговли, в здании музея - между закрытой и открытой экспозицией и т.п.). При крытых атриумах преимуществами являются наличие круглогодично функционирующих общественных пространств и повышение теплоэкономичности здания. Композиционным и функциональным преимуществами применения атриумов в многоэтажных административных и гостиничных зданиях является наличие крупного общественного пространства и возможность улучшения инсоляции рабочих помещений.

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

Помимо функциональной схемы на выбор объемно-планировочной структуры и этажности здания большое влияние оказывают условия климата, рельефа, архитектурного окружения. В суровых климатических условиях здания почти неизбежно приобретают компактную форму и замкнутый характер, в то время как в благоприятном климате в зданиях того же назначения возникнет другой вариант функциональных связей, предусматривающий тесную связь с природным окружением, и композиция здания теряет компактность.

## Глава 4. Модульная координация размеров, унификация, типизация и стандартизация в архитектурно - конструктивном проектировании зданий

### 4.1. Модульная координация и унификация

Массовое строительство осуществляется преимущественно индустриальными методами, основанными на максимальной механизации производственных процессов, которые способствуют уменьшению стоимости и сроков строительства. Индустриализация осуществима двумя путями. Первый - перенос максимального объема производственных операций в заводские условия: изготовление укрупненных сборных элементов с высоким уровнем заводской готовности на механизированных или автоматизированных технологических линиях, а затем нетрудоемкий механизированный монтаж этих элементов на строительной площадке. Второй путь - сохранение всех или большинства производственных операций на стройке со снижением их трудоемкости за счет применения механизированного производственного оборудования и инструмента (объемно-переставная или штитовая инвентарная опалубка, бетононасосы, бетоноукладчики и т.п.). Первый путь послужил основой индустриализации строительства в России, обеспечив экономичность, снижение трудоемкости строительства и улучшение труда рабочих благодаря выполнению большей части операций по изготовлению конструкций в стационарных защищенных от атмосферных воздействий производственных условиях, что весьма существенно в суровых климатических условиях на большей части территории нашей страны.

В течении последних двух десятилетий в России расширяется использование второго пути индустриализации - возведение зданий из монолитных железобетонных конструкций. Этот метод в лучших образцах экономически равноценен полносборному и в то же время способствует архитектурному разнообразию в решении зданий и застройки. Не соревнуясь с полносборным, монолитное домостроение будет дополнением к нему при решении социальных и архитектурно-композиционных задач. Оба пути индустриализации предъявляют к проектированию специфические требования модульной координации и унификации геометрических параметров.

**Унификация** - научно обоснованное сокращение числа общих параметров зданий и их элементов путем устранения функционально неоправданных или несущественных различий между ними. Унификация обеспечивает приведение к единообразию и сокращению количества основных объемно-планировочных размеров зданий (высот этажей, пролетов перекрытий, размеров оконных и дверных проемов и пр.) и, как следствие, к единообразию размеров и форм конструктивных элементов и форм для их изготовления в условиях заводского производства или индустриальной опалубки - при построении. Унификация позволяет применять однотипные изделия в зданиях различного назначения. Обеспечивая массовость и однотипность конструктивных элементов, унификация снижает их стоимость и способствует экономической рентабельности механизированного изготовления конструкций и опалубок.

Возможность сокращения количества типов несущих конструкций достигается так же унификацией расчетных нагрузок. Так например, для конструкций перекрытий гражданских зданий различного назначения обобщен унифицированный ряд полезных нагрузок (без учета собственной массы), который составляет всего несколько величин: 40, 60, 80, 100 и 125 МПа. При этом размеры сечения железобетонного элемента перекрытия остаются постоянными; меняется только армирование изделия и класс бетона.

Основой унификации геометрических параметров зданий и конструктивных изделий для них является модульная координация размеров в строительстве - взаимное согласование размеров зданий и сооружений, а также размеров и расположения их элементов, строительных конструкций и элементов оборудования на основе кратности модулю.

**Модуль** - условная единица измерения, принятая в целях координации размеров. В России и большинстве европейских стран в качестве основного модуля - «М» принята величина 100 мм, кратными которой назначают все основные размеры зданий.

Для повышения эффективности унификации международные органы по стандартизации приняли наряду с основным и укрупненные модули (мультимодули).

**Укрупненный модуль** (мультимодуль) - равен основному - М, увеличенному в целое число раз. Установлен следующий предпочтительный ряд величин укрупненных планировочных модулей 3М; 6М; 12М; 15М; 30М; 60М (то - есть 300, 600, 1200, 1500, 3000, 6000 мм). На его базе образуются два независимых ряда, а именно ряды 3М, 6М, 12М, 60М и 3М, 15М, 30М, 60М. Получают применение в проектировании и неполные модульные ряды, например, ряд 3М; 6М; 12М применяемый в проектировании жилых и общественных зданий с мелкоячейкой объемно-планировочной структурой, или ряд 15М; 30М; 60М, применяемый в проектировании общественных зданий с крупными помещениями и промышленных зданий.

Укрупненные модули применяют при назначении размеров основных архитектурно-конструктивных параметров зданий и конструкций: пролетов перекрытий и шагов несущих стен и перегородок, высот этажей, проемов и др.

Высота этажа в жилых, общественных и многоэтажных промышленных зданиях принимается равной расстоянию между отметками чистого пола в смежных этажах, в одноэтажных промышленных - расстоянию от уровня чистого пола до низа конструкции покрытия. Высота этажа в жилых зданиях составляет во II и III климатических районах России минимум - 2,8 м, в I и IV - 3 м. Высоты этажей общественных и промышленных зданий различны, диктуются их функционально-технологическим назначением, но выбираются из следующего модулированного ряда величин - 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6; 7,2; 8,4; 9,6; 10,8; 12,6; 14,4; 16,2; 18 м, например для школ и больниц - 3,3 м, для крупных торговых залов - 4,2 и т.п.

Развитием модульной координации размеров стал переход линейных рядов к модульным планировочным и пространственным объемно-планировочным сеткам взаимно пересекающихся модульных плоскостей, расстояние между которыми кратны основному из выбранных для проектируемого объекта укрупненных модулей (рис. 4.1).

При проектировании основных конструкций здания их располагают в пространстве, совмещая с модульными плоскостями. Линии пресечения модульных плоскостей, совмещенных с несущими конструкциями здания, образуют линии разбивочных осей здания. Оси обозначают марками (цифрами и буквами) в кружках (маркировка осей). Для маркировки осей применяют арабские цифры и прописные буквы русского алфавита. Цифрами маркируют оси вдоль стороны плана с большим количеством разбивочных осей. Порядок маркировки - снизу вверх и слева направо по левой и нижней сторонам плана. На чертежи разрезов кроме расстояний между разбивочными осями выносят отметки - расстояние - от горизонтальной плоскости, уровень которой условно принят нулевым. Чаще всего за нулевой принимается уровень чистого пола первого этажа (рис. 4.2).

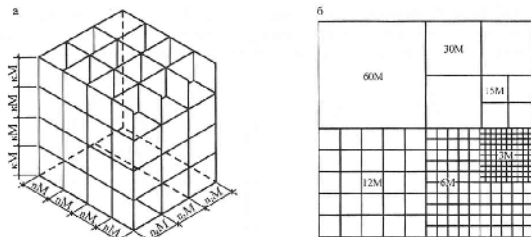


Рис. 4.1. Пространственная система модульной плоскостей (а) и схема взаимосвязи укрупненных модульных сеток (б)

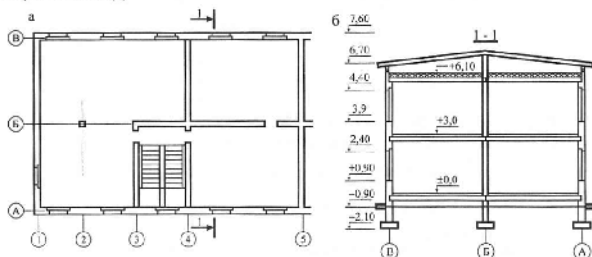


Рис. 4.2. Маркировка разбивочных осей на чертежах: а – плана; б – разреза здания

В начале строительства здания производится выноска осей здания на местность, называемая разбивкой здания или разбивкой осей. Разбивочные оси используют для привязки конструкции - определения ее положения в плане здания при помощи размеров от оси или грани конструкции до ближайшей разбивочной оси. Разработаны правила привязки, которые позволяют уменьшить число типоразмеров\* сборных элементов. С этой целью правила привязки в зданиях разных строительных и конструктивных системах приняты различными.

В зданиях со стенами из кирпича или мелких блоков привязка плоскостей внутренних стен и внутренних плоскостей несущих наружных стен к модульным (координатным) осям выбрана по условиям опирания перекрытий равной 120 мм (для стен толщиной 250 мм - 125 мм). При такой привязке во внутренних стенах толщиной более 250 мм образуются две координатных модульных оси с интервалом «Δ» между ними, который может быть использован для пропусков в стене вентиляционных каналов или монолитных железобетонных обвязок - антисейсмических поясов. В этих слу-

\* Типоразмер - понятие, совмещающее в себе наименование вида изделия, (например наружной стены или перекрытия) и его размеры. Типоразмер обычно содержит ряд марок изделий - вариантов внутри типоразмера по каким-либо признакам - классу бетона, количеству арматуры, размещению отверстий и т.д.

чаях модульные и разбивочные оси зданий не совпадают и рассматриваемая система привязки называется методом парных модульных осей. На чертежах проектов парные модульные оси не показывают, а показывают только разбивочные оси (рис. 4.3).

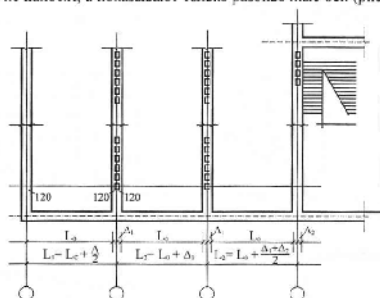


Рис. 4.3. Привязка разбивочных осей в здании с кирпичными стенами

Расстояние между разбивочными осями ( $L_1$ ,  $L_2$ ,  $L_3$ ) включают модульные размеры ( $L_0$ ) в сумме с интервалами и определяются по формулам

$$L_1 = L_0 + \frac{\Delta}{2} - \text{между осями наружной и внутренней стены,}$$

$$L_2 = L_0 + \Delta - \text{между внутренними стенами,}$$

$$L_3 = L_0 + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} - \text{то же при разных толщинах внутренних стен (рис. 4.3).}$$

Привязка к разбивочной оси внутренней плоскости наружных стен, на которые перекрытия не опираются, в целях сокращения числа типоразмеров перекрытий может приниматься различной в диапазоне от 0 до 100 мм. Перечисленные правила относятся к привязке осей стен верхнего этажа здания. В нижних этажах толщина стен по требованиям прочности может возрасти. Соответственно в нижних этажах привязка оси стены и глубина заделки перекрытий в стену увеличивается.

В крупнопанельных зданиях разбивочные оси внутренних несущих стен совпадают с их геометрической осью, оси наружных стен из бетонных панелей размещают на расстоянии 80 мм, из панелей, изготовленных с применением листовых материалов, - 50 мм от внутренней грани стены.

В каркасных зданиях разбивочные оси внутренних и наружных колонн размещают по их геометрической оси. Привязка наружных стен к осям крайних рядов колонн в целях максимальной унификации принимается различной в соответствии с особенностями типизированного конструктивного решения каркаса: ось наружной колонны может совмещаться с наружной гранью колонны, располагаться по геометрической оси. По Общесоюзному каталогу - внутренняя поверхность наружной стены отстоит от наружной поверхности колонны на 20 мм, а по Московскому территориальному от оси колонны - на 400 мм и пр. (рис. 4.4).

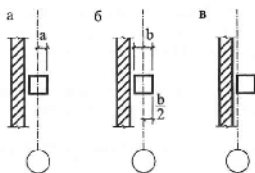


Рис. 4.4. Привязка разбивочных осей в каркасных зданиях

Расстояние между разбивочными осями конструкции, кратное единому или укрупненному модулю (за исключением расстояний между стенами из кирпича или мелких блоков), называют координационным размером —  $L_0 = k \cdot M$ , где  $k$  — коэффициент кратности модулю.

Кроме координационных в полносборном строительстве используют понятия конструктивные и натурные размеры (рис. 4.5).

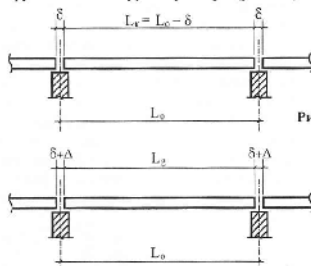


Рис. 4.5. Размеры конструктивного элемента

**Конструктивный размер** — проектный размер сборного изделия ( $L_k$ ), отличающийся от координационного на проектную величину зазора между изделиями ( $\delta$ ), т. е.

$$L_k = L_0 - \delta = k \cdot M - \delta.$$

**Натурный размер** — фактический размер изделия, который отличается от конструктивного на величину, которая зависит от допуска\* на изготовление изделия. Величины допусков определяются установленным классом точности формования изделий, который в свою очередь определяется принятым классом точности изготовления формовочного оборудования. Фактический размер изделия должен отличаться от конструктивного не более, чем на половину гринятого для изготовления допуска —  $\Delta$ , т. е.

$$L_{\text{ф}} = L_k \pm \frac{\Delta}{2} = k \cdot M - \delta \pm \frac{\Delta}{2}.$$

\* Допуск — максимальное допустимое отклонение в большую или меньшую сторону фактического размера изделия от конструктивного.

Действенной мерой сокращения номенклатуры сборных изделий наряду с унификацией является типизация. Если унификация имеет целью только ограничение числа типов изделий, то типизация, исходя из ряда стабильных требований к заводской продукции, позволяет строить для широкого применения наиболее совершенные и экономически эффективные изделия.

Наиболее отработанные и совершенные конструкции включают в отраслевые или государственные стандарты, что является высшим уровнем типизации изделий.

#### 4.2. Типизация объемно-планировочных решений зданий, их фрагментов и конструктивных элементов

Большие объемы возведения объектов массового строительства – жилых, учебно-воспитательных, лечебно-профилактических и др. зданий определяет целесообразность их типизации – отбора наиболее совершенных решений для их многократного повторения в строительстве. Однако при всех функциональных, экономических и организационно-строительных преимуществах такой путь типизации отдельных зданий, называемый «закрытой» системой, имеет очень серьезные эстетические недостатки. Неоднократное повторение типовых объектов придает застройке монотонный невыразительный характер. Больше оправдал себя в практике массового строительства метод типизации отдельных фрагментов здания – жилых блок-секций (рядовых, угловых, поворотных, торцевых), блок-квартир, блоков лестничных или лестнично-лифтовых помещений. Типизация фрагментов зданий осуществляется применительно к единой, заранее выбранной конструктивной системе здания. Разнообразная компоновка таких фрагментов позволяет проектировать здания различных объемных форм, конфигурации, этажности и пр. (рис. 4.6). Этот метод в течение последних 30 лет является основным в проектировании городских многоквартирных жилых зданий. Для обозначения типизированных фрагментов жилых домов используют термины – блок-секция, КОПЭ (конструктивно-объемно-планировочный элемент), ОКФ (объемно-конструктивный фрагмент). Те же требования унификации и типизации распространяются и на проектирование про-

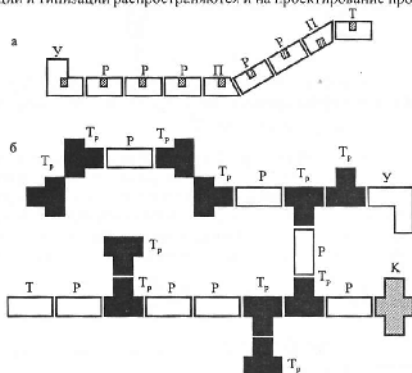


Рис. 4.6. Примеры компоновки зданий из типовых блок – секций: а – компоновка из угловой (У), рядовых (Р), поворотных (П) и торцевых (Т) блок – секций; б – компоновка из Т<sub>р</sub> – образных, угловых, крестообразных (К), торцевых и рядовых прямоугольных секций

изводственных зданий. Для наиболее распространенного их вида - одноэтажных зданий со сборным железобетонным каркасом проведена унификация геометрических параметров (сеток колонн, пролетов, высот) и типовых объемно-планировочных фрагментов зданий - унифицированных секций или температурных блоков.

Постперестроенная социально-экономическая ситуация внесла существенные изменения в практику проектирования объектов массового строительства и масштабы их типизации. Главным экономическим фактором стало превращение жилища из объекта распределения в предмет купли-продажи. Соответственно произошла дифференциация проектных решений домов и квартир, получившая отражение в нормах проектирования (жилища II 2 категории комфортности) и практике строительства - на «элитное» жилище с инфраструктурой и массовое - муниципальное, социальное и др. Соответственно сократился объем массового строительства в связи с чем наряду с типовыми внедряют индивидуальные проекты, которые зачастую превращаются в проекты повторного применения. В связи с тем, что по сравнению с недавним прошлым интенсивного градостроительства (застройка новых территорий) в настоящее время до 50% нового строительства размещается в сложившейся части городов требования к разнообразию и выразительности облика типовых домов возрастают, что отражено, например, в новейших сериях проектов панельных для Москвы П44Т и ПЗМ с разной этажностью, колоритом и силуэтом (с плоскими или мансардными крышами). Их разнообразная блокировка с учетом места строительства позволяет придать застройке запоминающийся индивидуальный облик (рис. 4.7).

Частично тот же метод типизации объемно-планировочных фрагментов применяется и при проектировании массовых общественных зданий.

Так, например, из рис. 3.8 очевидна секционная структура детского дошкольного учреждения. Фрагмент здания - помещения для отдельной возрастной группы (секция) может многократно повторяться в здании, независимо от его вместимости. Последняя

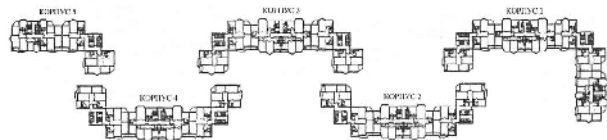


Рис. 4.7. Крупнопанельный жилой комплекс на Рубцовской набережной р. Яузы в Москве, скомпонованный из типовых секций серии П44Т и П44М

влияет только на решение и размеры общего блока административно-хозяйственных помещений.

Проектирование массовых общественных зданий существенно облегчает наличие планировочных нормативов основных типособразующих помещений зданий различного назначения. Проводившееся в течение ряда десятилетий создание таких нормативов было процессом установления оптимальных размеров и пропорций помещений в соответствии с их функцией и технологическим оборудованием, формирование оптимального размещения этого оборудования для осуществления трудовых и других процессов жизнедеятельности. Исходными данными для проектирования нормативов помимо упомянутых выше антропометрических данных и эскизов для проектировщика служат консультации специалистов смежных отраслей в области мебельной промышленности, оборудования и специалистов из областей применения нормативов - для больничных палат - медиков, для школьных классов - педагогов, медиков, психологов и т.п.

Габариты принятых таким образом помещений согласуются с требованиями обеспечения благоприятных физических параметров среды (естественной освещенности, акустики, воздухообмена и т.п.), увязываются с модульными размерами и наиболее распространенными вариантами конструктивных решений проектируемых зданий (рис. 4.8).

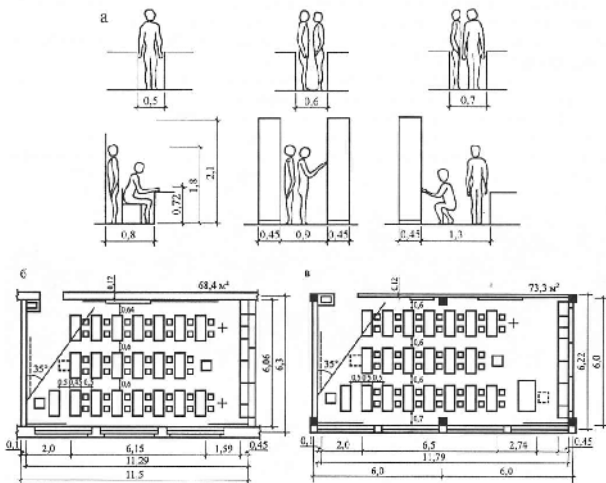


Рис. 4.8. Антропологические эскизы различных ситуаций в школьном классе (а) и планировочные нормы школьного класса для кирпичного и каркасно - панельного зданий б, в

Поскольку нормы не охватывают всего разнообразия помещений при назначении формы и размеров ненормализованных помещений руководствуются следующими общими правилами: пропорции плана помещений не должны быть более 2:1, их размеры в осях - принимаются кратными укрупненным модулям, форма помещений - преимущественно прямоугольной, что соответствует формам мебели и сборных строительных конструкций.

Функциональная целесообразность габаритов помещения - проверяется эскизами расстановки мебели (оборудования) и антропометрическими эскизами.

Рассмотренные выше методы типизации отдельных зданий или их фрагментов представляют собой варианты **закрытой системы** типизации.

Наряду с ней в течение десятилетий ведется разработка и внедрение в строительство - **открытой системы** типизации. В ее основы заложен принцип «детского конструктора» - возможность запроектировать любое индивидуальное здание, используя индустриальные изделия из соответствующих каталогов. Единственное ограничение - подчинение и проектного решения и индустриальных изделий требованиям модульной координации. С этой целью с 1960-х гг. ведется работа по созданию Общесоюзного (теперь Общегосударственного) каталога индустриальных изделий для строительства. Главным препятствием его массовому внедрению - обилие типоразмеров изделий. Поэтому в практику строительства внедрены лишь отдельные фрагменты каталога, например, единая номенклатура крупных стеновых блоков для крупноблочных зданий, железобетонных блоков и подушек для ленточных фундаментов или железобетонных настилов перекрытий и др. Однако, есть и успехи, например, в создании панельной серии каталога изделий по открытой системе для массовых общественных зданий (1.0.90.1-1), отличающейся малой номенклатурой изделий.

## Глава 5. Основы проектирования конструкций зданий

### 5.1. Несущие конструкции

В главе 3, при рассмотрении силовых и не силовых воздействий на здания и сооружения отмечалось деление конструкции на несущие и ненесущие. Были также отмечены случаи соизменения несущих и ограждающих функций одной конструкцией, например, междуэтажным перекрытием. Но в целях последовательного усвоения специфики проектирования конструкций и их элементов начнем с отдельного рассмотрения несущих и ограждающих систем.

Основные типы несущих конструкций формируются на стержневых, плоскостных, висячих и объемно-пространственных элементах. Последние применяют как для перекрытий (своды, оболочки, купола), так и в качестве основных вертикальных несущих конструкций многоярусных зданий в виде стволов жесткости или оболочковых (коробчатых) систем.

Для несущих конструкций применяют две группы материалов: жесткие и нежесткие. К жестким относят камень, бетон, железобетон, армированный, металлические стержни с сечениями различной конфигурации, дерево. Нежесткие материалы разделяют на две подгруппы: гибкие и мягкие. Гибкие материалы - металлические тросы и листы, мягкие - ткани и синтетические пленки.

Жесткие материалы чаще используют в конструкциях, работающих на сжатие и изгиб, нежесткие - в конструкциях, работающих на растяжение. Для обеспечения несущей способности и стабилизации геометрической формы конструкции из нежестких материалов выполняют с предварительным натяжением.

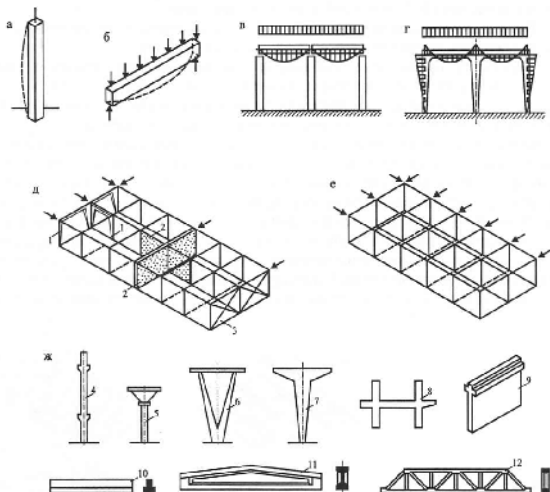
По характеру статической работы все несущие конструкции подразделяют на **плоскостные** и **пространственные**. В плоскостных - все элементы работают под нагрузкой автономно, как правило, в одном направлении и не участвуют в работе конструкций, к которым они примыкают. В пространственных - все или большинство элементов работают в двух направлениях и участвуют в работе сопрягаемых с ними конструкций. Благодаря этому повышаются жесткость и несущая способность сооружения и снижается расход материалов на его возведение.

Пространственные конструкции получили широкое развитие после изобретения стального проката и железобетона.

Выбор типа и материала несущих конструкций при проектировании определяется величинами перекрываемых пролетов и высот сооружений. При малых пролетах применяют простые плоскостные и стержневые конструкции, при больших более сложные пространственные, экономическая эффективность которых возрастает с увеличением пролетов и высот.

**Стечно-балочная** конструкция (рис. 5.1) является наиболее простой и распространенной среди плоскостных. Она состоит из вертикальных и горизонтальных стержневых несущих элементов. Вертикальный элемент - стойка (колонна, столб) - представляет собой прямолинейный стержень, который воспринимает все вертикальные нагрузки от горизонтального элемента (балки), горизонтальные нагрузки, приходящиеся на стойку, и передает усилия от этих воздействий на фундамент. При этом стойка работает на внецентренное сжатие, продольный (редко и поперечный) изгиб. Горизонтальный элемент стечно-балочной системы-балка (брус) - прямолинейный стержень, работающий на поперечный изгиб под действием вертикальной нагрузки. Он имеет сплошное (прямоугольное, тавровое, швеллерное, двутавровое или др.) сечение при пролетах до 12-18 м. При

больших пролетах экономически оправдан переход к применению балочных конструкций сквозного сечения – ферм.



**Рис.5.1.** Стоечно – балочные несущие конструкции: а – стойка, б – балка, в – стоечно – балочная конструкция с шарнирным сопряжением элементов, г – то же, с рамным, д – рамо – 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

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 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. Стоечно-балочные конструкции выполняются с различным числом пролетов и ярусов (этажей). Система несущих конструкций в виде многопролетной многоэтажной стоечно-балочной конструкции называется каркасно-конструктивной системой.

Каркас, состоящий из продольных и поперечных рам (рамный каркас), обладает пространственной жесткостью: его деформации под влиянием силовых воздействий минимальны и не нарушают эксплуатационных качеств здания.

Современные конструкции каркаса выполняют из одного материала или из их сочетания, например колонна из железобетона, а ферма — из стали.

Наряду с древнейшими стержневыми плоскостными стоечно-балочными с середины XX века внедрены пространственные перекрестные стержневые системы.

**Перекрестные стержневые системы** образуются из линейных взаимно пересекающихся под углом  $90^\circ$  или  $60^\circ$  элементов формирующими прямоугольную, диагональную или треугольную сетку (рис. 5.2.) Совместная пространственная работа пересекающихся линейных элементов существенно повышает жесткость конструкции перекрытия; по сравнению с обычными перекрытиями из отдельных плоскостных элементов (фермы или балок). Конструктивная высота перекрытия при этом уменьшается более, чем вдвое. Применение перекрестно-стержневой системы наиболее целесообразно для перекрытия квадратных, круглых и многоугольных в плане помещений, с пропираниями в пределах 1:1 до 1:1,25. Пространственный фактор работы конструкции проявляется в этом случае наиболее эффективно. Для разгрузки основных пролетов целесообразно устройство консольных свесов перекрестного перекрытия в 0,20-0,25 величины основного пролета.

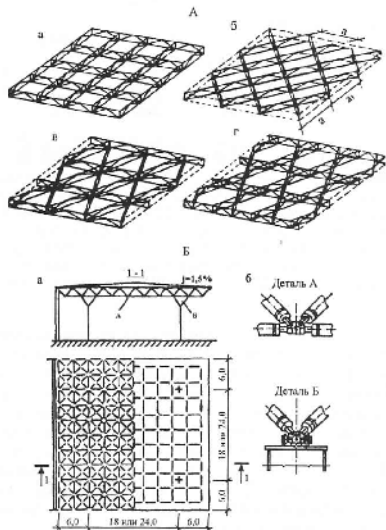


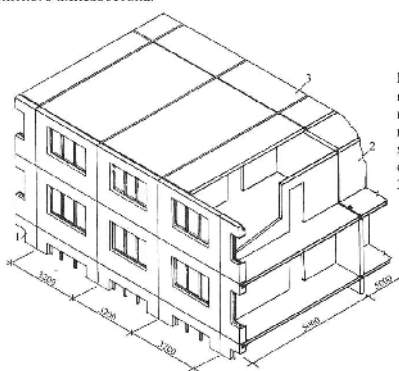
Рис.5.2. Перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые перекрытия: А — из вертикальных перекрестных ферм, а, б — при расположении ферм в двух направлениях; в, г — при расположении ферм в трех направлениях; Б — из стержневых дисков (ножских сеток) и пространственной решетки между ними, а — разрез и план квадратного перекрытия с консольми; б — схема узлов

Различают две разновидности перекрестных систем: перекрестно-ребристые и перекрестно-стержневые. Первые (рис. 5.2, А) выполняют из металла (из балок или ферм), железобетона (из сборных коробчатых элементов) и дерева (из дощатых элементов).

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. 5.2, Б).

**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, превращающими ее в пространственную сотую этажерку придают горизонтальные диафрагмы жесткости – междуэтажные перекрытия, которые в зданиях выше двух этажей выполняют из железобетона. Изобретение железобетона позволило в зданиях ступенчатой (бескаркасной) системы выполнять и перекрытия из плоскостных элементов – железобетонных плит. Хотя бескаркасная система является древнейшей (начиная с деревянных изб и глинобитных лачуг) подлинный расцвет в капитальном многоэтажном (30-35 этажей) строительстве она получила к концу XX – начале XXI вв. с применением железобетона и полносборных и сборно-монолитных конструкциях несущих стен и перекрытий (рис. 5.3). Технологическими и экономическими преимуществами бескаркасных конструкций являются совмещения 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.



**Рис. 5.3.** Плоскостные несущие конструкции. Схема бескаркасного панельного здания из плоскостных несущих элементов: 1 – панель наружной стены, 2 – то же, внутренней, 3 – панель перекрытия

**Арочные конструкции.** Арка представляет собой брус криволинейного (циркулярного, параболического или др.) очертания. Кривизна арки обеспечивается возможностью ее статической работы преимущественно на осевые (сжимающие) усилия, но вызывает (в отличие от балочных конструкций) не только вертикальные, но и горизонтальные реакции опор, так называемый распор (рис. 5.4). 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.

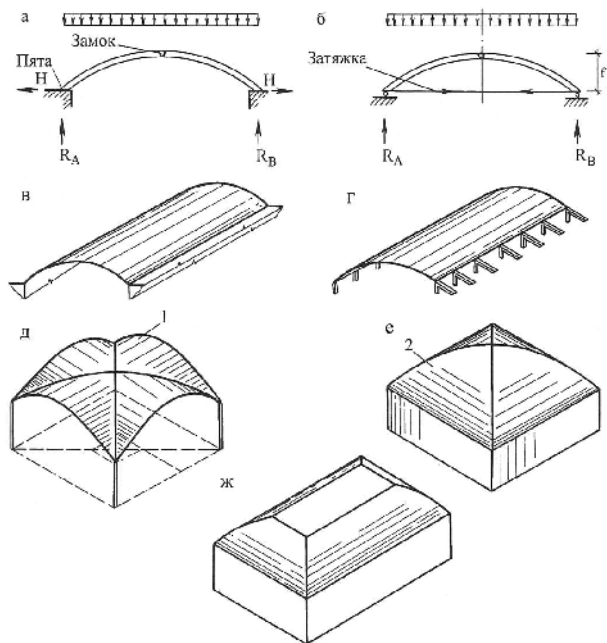


Рис. 5.4. Арочно – сводчатые конструкции: а – арка; б – арка с затяжкой; в – цилиндрический свод; г – цилиндрический свод на стоечно – шпильных опорах; д – крестовый свод; е – сомкнутый (монастырский) свод; ж – зеркальный свод;  $R_A$  и  $R_B$  – вертикальные реакции опор; Н – распор;  $f$  – стрела подъема арки; 1 – распалубка; 2 – лоток

При увеличении ширины арки в направлении, перпендикулярном ее пролету, обрывается 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 направляющей одной или группы прямых линий. Линейчатые криволинейные поверхности наиболее широко применяются в строительстве, так как наличие прямолинейных образующих облегчает возведение конструкций, устройство опалубки и пр.

Конструкция цилиндрического свода при пространственной геометрической форме в статическом отношении является плоскостной. Если конструкцию свода мысленно расчесть на ряд параллельных друг другу арок, то все они (при равномерно распределенной нагрузке) будут иметь идентичное напряженное состояние и не окажут существенного воздействия на смежные арки.

В соответствии с функциональными и эстетическими задачами цилиндрический свод получил в архитектуре много модификаций. На базе пересечения двух цилиндрических сводов с одинаковой стрелой подъема построен **крестовый свод**, состоящий из четырех фрагментов цилиндрической поверхности – распалубок и опертый на четыре точки; при компоновке конструкции из четырех фрагментов пересекающихся сводов – лотков образуется **сомкнутый свод**, опертый по контуру; при срезе вершины сомкнутого свода горизонтальной плоскостью образуется **зеркальный свод** и т.п. Все перечисленные модификации в отличие от цилиндрического свода являются пространственными конструкциями не только по геометрической форме, но и по статической работе.

Конструкции сводов совмещают несущие и ограждающие функции. Применение арочных несущих конструкций требует дополнения их специальными ограждениями.

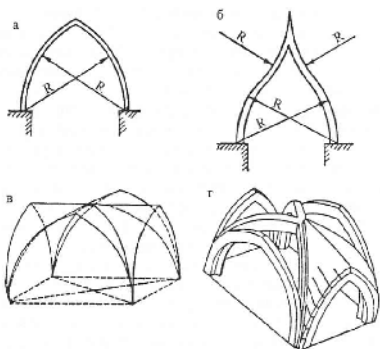
Разнообразные модификации цилиндрических арок и сводов были разработаны и широко применены в эпоху Древнего Рима (I в. до н.э. – IV в. н.э.). Возводились эти конструкции из кирпича, тесаного камня и бетона. Дальнейшее развитие каменные сводчатые конструкции получили в эпоху романки и готики (XI – XV вв.) на базе цилиндрических, а затем более сложных по форме стрельчатых сводов (рис. 5.5), возникших в зодчестве Арабского халифата (VII – IX вв. н.э.) и занесенных в Европу в эпоху крестовых походов.

В современной строительной практике сводчатые конструкции выполняются преимущественно из железобетона, а арочные – из дерева, стали или железобетона.

**Оболочки** представляют собой тонкостенные жесткие конструкции с криволинейной поверхностью. Толщина оболочек весьма мала по сравнению с другими ее размерами. Тонкостенность конструкции исключает возможность работы оболочки на поперечный изгиб и обеспечивает ее работу на осевые усилия. Геометрические и статические свойства оболочек зависят от их кривизны и ее непрерывности. 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:

$$K = 1/R_1 \cdot R_2.$$

Рис. 5.5. Стрельчатые арки и своды: а, б – двухцентровая и четырехцентровая арки; в – стрельчатый крестовый свод (построение); г – ребристый стрельчатый крестовый свод



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. 5.6). К поверхностям положительной гауссовой кривизны относятся все купольные оболочки (сферонд 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 параболы с ветвями вниз (рис. 5.7).

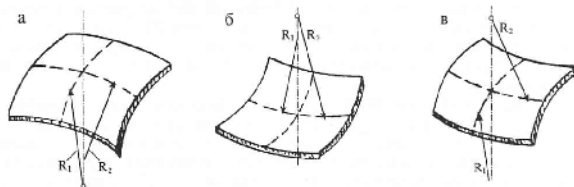


Рис. 5.6. Поверхности двойкой положительной (а,б) и отрицательной (в) кривизны

Если поверхность оболочки в одном из направлений имеет конечную величину кривизны, а в перпендикулярном ему – нулевую, то ее называют поверхностью нулевой кривизны (цилиндрическая и коническая поверхности). Такие поверхности относятся к линейчатым, имеющим прямолинейную образующую.

Оболочки являются пространственными конструкциями как по форме, так и по существу статической работы. Их большая по сравнению с плоскостными конструкциями несущая способность определяется не дополнительным расходом материалов, а только изменением формы конструкции, способствующей повышению ее жесткости.

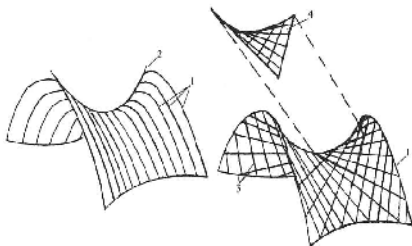


Рис. 5.7. Гиперболический параболоид: 1 – парабола с вершиной вверх; 2 – то же, с вершиной вниз; 3 – прямодлинные образующие; 4 – пространственный четырехугольник – гиперболоид

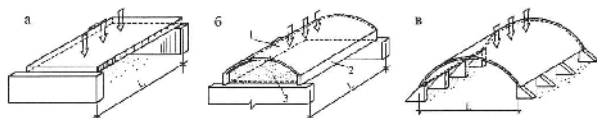


Рис. 5.8. Схемы конструкций: а – плоской плиты; б – цилиндрического свода – оболочки; в – цилиндрического свода; 1 – оболочка; 2 – бортовой элемент оболочки; 3 – диафрагма жесткости

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. 5.8). 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 – безрисорная конструкция, работающая на поперечный изгиб как балка пространственной формы, свод – рисорная конструкция, работающая преимущественно на осевые усилия. Для обеспечения последнего условия кривая свода принимается пологой, в то время как для повышения жесткости свода-оболочки целесообразна большая кривизна формы, наконец, продольная ось длинного цилиндрического свода-оболочки размещается параллельно перекрываемому пролету, а продольная ось свода – перпендикулярно ему.

Цилиндрические и коноидальные своды-оболочки используются по большей части в многоваловных одно- и многопролетных сочетаниях; применяют конические и бесконические, параллельные и веерные оболочки, разнообразные формы жестких элементов (рис. 5.9).

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 сечение и иметь друг с другом параллельные, веерные или встречные сочетания (рис. 5.10). Складки применяются в покрытиях

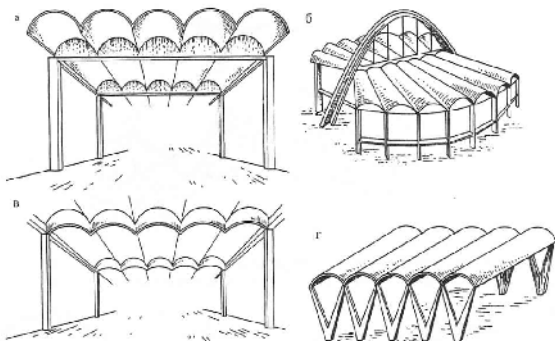


Рис. 5.9. Многоволновые оболочки: а – консолированные; б – веерные; в – с серповидными диафрагмами жесткости; г – на отдельных опорах

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.

Конструкции покрытий из многоволновых оболочек и складок осуществляются в монолитном или сборном железобетоне. В последнем случае сборные элементы покрытия представляют собой предварительно напряженный одноволновой (или односкладчатый) элемент. Значительно реже конструкции складок и оболочек выполняют из стержневых металлических или деревянных элементов.

Оболочки двойной 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 двойной кривизны в целом являются изобретением XX в. (инж. Динингер и Бауэрфельд). Исключение составляют лишь конструкции куполов, имеющие древнейшее происхождение. Однако в связи с тем, что до XX в. купола возводились только из камня, современные купольные конструкции из железобетона, армированного, металлических стержней существенно отличаются от каменных. Технические возможности применения камня в купольных сооружениях были исчерпаны в I тысячелетии н.э. при перекрытии здания Пантеона в Риме куполом диаметром 43,2 м., опертым на кольцевую стену, толщина которой для погашения распор достигала 8 м (рис. 5.11, см. вклейку в конце книги) и храма св. Софии в Константинополе куполом диаметром 31,5 м, опертым через систему из четырех сферических нарусов только на 4 опоры (рис. 5.12, см. вклейку в конце книги). В отличие от массивности опорных конструкций Пантеона в храме св. Софии распор купола передан на арочные устья и полукупола смежных пролетов.

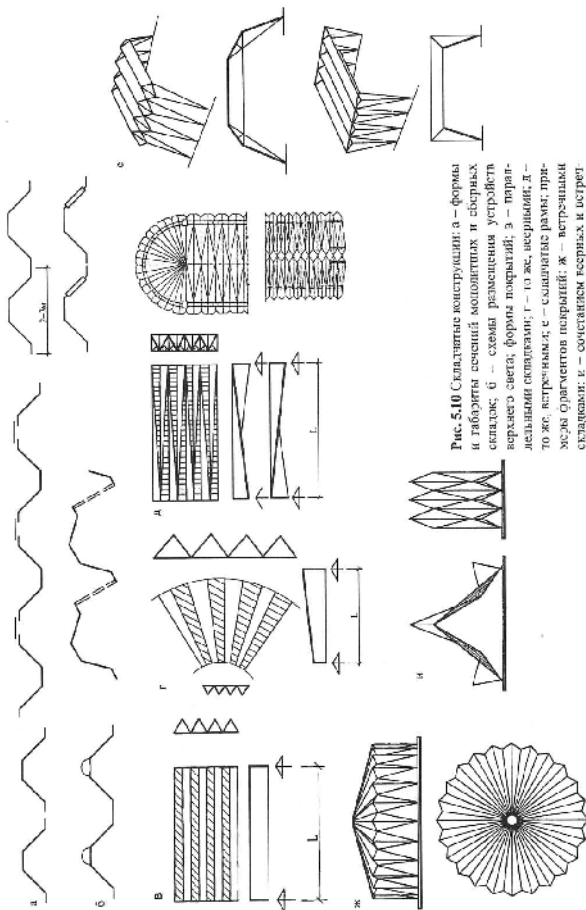


Рис. 510 Складчатые конструкции: а — формы и шаблоны сечений молотковых и сборных складок; б — схемы размещения устройств верхнего света; формы покрытия; з — парилельными складками; г — то же, вертикали; д — то же, вертикали; е — складчатые рамы; при этом фрагментов покрытия; ж — вертикали складками; и — сочетание вертикали и горизонтальных складок

В XX в. при возведении куполов из железобетона и металла наступил новый этап развития купольных конструкций. Изменились геометрические параметры куполов: толщина оболочки, пролет, стрела подъема. Устойчивость каменной конструкции купола требовала стрелы подъема около половины его диаметра. Железобетон позволил уменьшить стрелу подъема купола до 1/5-1/6D и одновременно достичь такой тонкостенности его конструкции, которая превосходит тонкостенность биологических структур (табл. 5.1.)

Тонкостенные железобетонные купольные оболочки проектируют гладкими, а также волнистыми или складчатыми. Стальные купола проектируют ребристыми, ребристо-кольцевыми или сетчатыми (рис. 5.13).

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. 5.14).

#### Геометрические характеристики куполов

Таблица 5.1.

Характеристики	Объекты			
	Римский Пантеон, 125 г.	Собор св. Софии, 537 г.	Большой олимпийский Дворец спорта в Риме 1959 г.	Куриное яйцо
Пролет D, м	43,2	31,5	122	0,04
Толщина $\delta$ , см	120 – 180	60 – 80	8	0,04
$\delta/D$	1/30	1/45	1/1525	1/100
Отношение высоты к диаметру купола	1/2	1/2	1/6	1/2

Волнистые своды и купола представляют собой варианты оболочек, гладкая поверхность которых заменена волнистой. Применение волнистой поверхности может быть вызвано статическими (повышение жесткости), функциональными (устройством светопрозрачных включений по боковой поверхности волн или в их торцах) или композиционными требованиями. Чаще всего волнистые купола и своды применяются в покрытиях большепролетных общественных зданий – крытых рынков, цирков, выставочных павильонов и т.п.

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. 5.15).

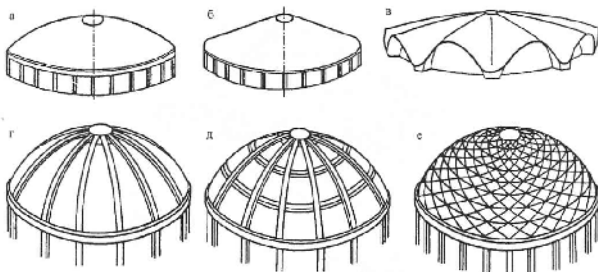


Рис. 5.13. Современные купольные конструкции: а, б – тонкостенные гладкие; в – волнистый купол из железобетона; г – ребристый; д – ребристо – кольцевой, е – сетчатый купол из стальных стержней

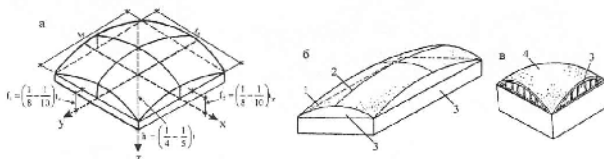


Рис. 5.14. Тонкостенные оболочки положительной Гауссовой кривизны: а, б – оболочки переноса на прямоугольном и квадратном плане; в – сферическая парусная оболочка покрытия на треугольном плане; 1 и 2 – образующая и направляющая оболочки переноса; 3 – диафрагма жесткости; 4 – оболочка

**Комбинированные оболочки.** Начиная с последней трети XX в. получили широкое применение для покрытий большепролетных зданий конструкции, скомбинированные из фрагментов оболочек с одинаковыми или разными знаками кривизны. Такие комбинации позволяют не только добиться выгодных технических параметров (уменьшение конструктивной высоты покрытия и пр.), но получить индивидуальную выразительную форму для покрытий залов с различной формой плана. Комбинированные оболочки выполняют сборными или монолитными. Наряду с покрытиями залов тонкостенные оболочки эффективны в применении для инженерных сооружениях – башен, резервуаров и пр. (рис. 5.16).

**Висячие конструкции** изобретены выдающимся ученым и инженером В. Г. Шухова 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 отражающие горизонтальные, а иногда и вертикальные конструкции. Висячие конструкции проектируют плоскостными или пространственными. В плоскостных системах опорные реак-

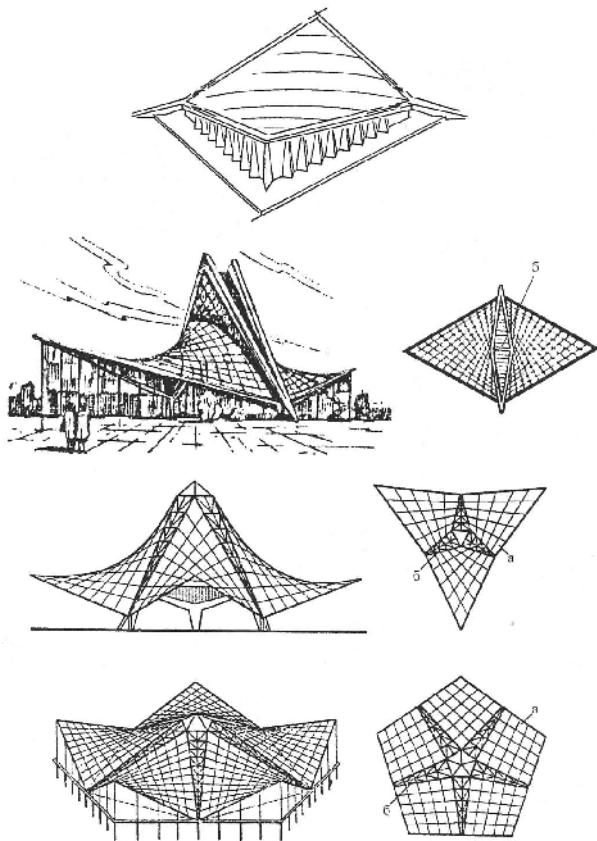


Рис. 5.15. Гиперболоидные жесткие оболочки покрытий единичными или несколькими гиперболами:  
 а – оболочка; б – светепрозм

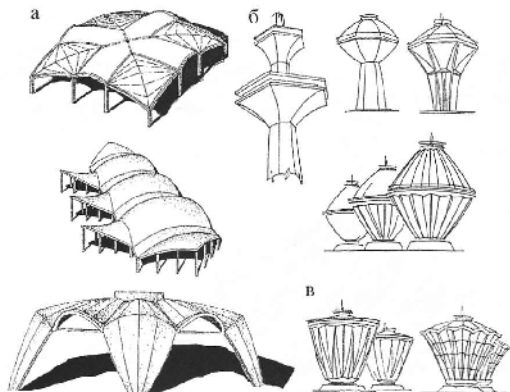


Рис. 5.16. Примеры комбинированных тонкостенных оболочек для: а – покрытий; б – башен; в – резервуаров (по пресектиям предложениям МНИИТЭП)

ции параллельных рабочих тросов передают на опорные пилоны, способные воспринять вертикальные реакции и распор, иногда последний передают на перекрытия обстраиваемых зал помещений, либо на оттяжки, заанкерованные в фундаментах (рис. 5.17).

В пространственных системах обязательным конструктивным элементом помимо рабочих тросов 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 (рис. 5.18).

Работа основных элементов висячей системы только на осевое растяжение позволяет наиболее полноценно использовать несущие свойства материалов, применять самые эффективные из них (например, высокопрочную сталь) и обеспечивать минимальную массу конструкции. Однако такая легкая конструкция обладает повышенной деформативностью при переменных кратковременных нагрузках (порыва ветра и т.п.). Для обеспечения геометрической неизменяемости висячей системы применяют различные способы ее стабилизации. В плоскостных системах для этого чаще всего прибегают к предварительному натяжению тросов путем укладки по ним сборных железобетонных плит с пригрузкой и замоноличиванием швов между плитами. После удаления пригруза тросы, стремясь сократиться до первоначальной длины, обжимают замоноличенное железобетонное покрытие, превращая его в висячую опрокинутую жесткую оболочку.

Для стабилизации пространственных висячих конструкций часто применяют две системы тросов – рабочих и стабилизирующих (двухплоская конструкция). Тросы обеих систем располагаются попарно в плоскостях, перпендикулярных поверхности по-

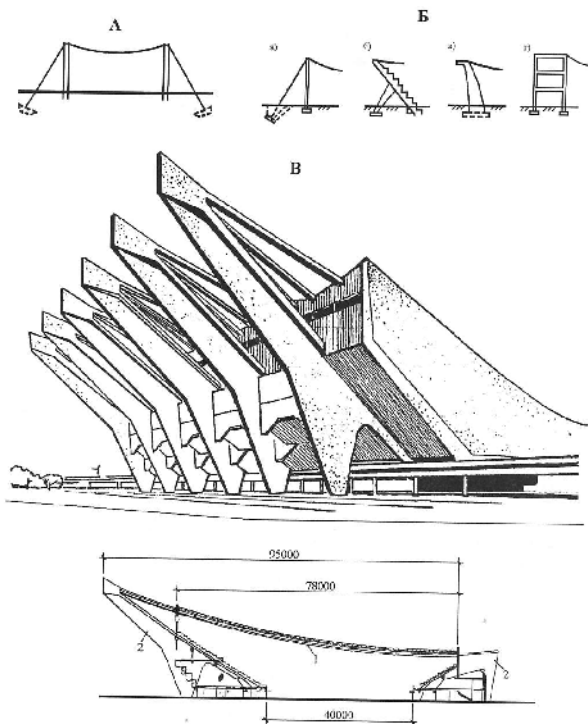
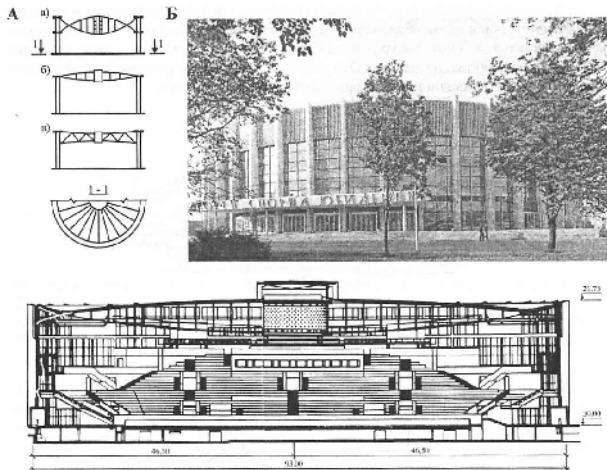


Рис. 5.17. Однополюсные висячие покрытия: А — схема конструкции, Б — варианты передачи распора: а — на оттяжки, б — на конструкции трибун, в — на устой, г — на конструкции ограждающих помещений; В — пример применения системы: общий вид и разрез спортивного зала в Берлине: 1 — ванты, 2 — поперечные рамы трибун



**Рис. 5.18.** Двухъярусные висячие покрытия на круглом плане: А – схема конструкций: а – с отдельными опорными контурами для рабочих и стабилизирующих тросов, б – то же, с общим опорным контуром, в – со стабилизирующими тросовыми фермами; Б – пример применения варианта системы "а": общий вид и разрез с.о. залу здания Дворца спорта "Юбилейный" в С.-Петербурге

крытия, и соединяются друг с другом жесткими распорками, создающими предварительное натяжение тросов. В статической работе такой системы конструкция покрытия не участвует и может быть устроена по несущим (провисающим) или стабилизирующим (выпуклым) тросам.

Наиболее легкими и экономичными типами висячих конструкций являются мембранные и тентовые покрытия, совмещающие ограждающие и несущие функции.

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. Мембранные покрытия используют в большепролетных общественных и промышленных зданиях. Максимальный пролет (224x183) перекрыт металлическим мембранным покрытием, очерченным по эллиптической поверхности над Олимпийским дворцом спорта в Москве.

Материалом тентовых покрытий служат ткани или синтетические пленки, натянутые с помощью системы тросов-подборов или системы рабочих и стабилизирующих тросов. Основная область использования тентовых покрытий – временные сооружения больших пролетов – пирки шипито, выставочные залы или спортивные павильоны, склады.

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. 5.19) или выставочном павильоне «Миллениум» в Лондоне.

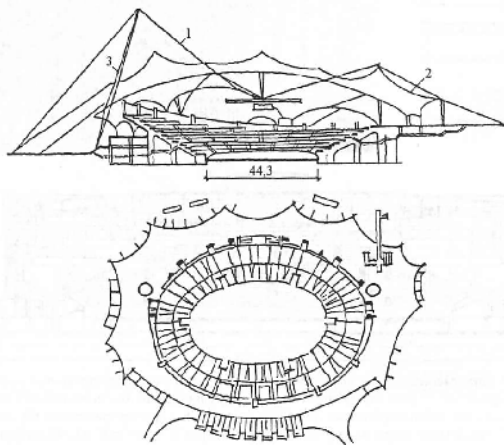


Рис. 5.19. Мюнхен. Олимпийский дворец спорта. Висячие покрытие мягкой оболочкой. Разрез и план: 1 – рабочий трос; 2 – трое – подбор; 3 – стойка

Пневматические конструкции изобретены в XX в. и применяются в строительстве с 40-х годов. Конструкция выполняется из воздухопроницаемой 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. 5.20). Воздухоопорные конструкции используются в виде оболочек, полностью перекрывающих запроектированное помещение. Проектное положение воздухоопорной пленки обеспечивается избыточным давлением крайне незначительной величины (0,002 – 0,001 ат), которое не ощущается людьми, находящимися в помещении. Для сохранения постоянного уровня избыточного давления входы в помещения осуществляют через специальные шлюзы, оборудованные герметически закрывающимися дверьми, а в систему инженерного оборудования здания включены вентиляторы, подкачивающие воздух в эти помещения. Характерные величины пролетов воздухоопорных оболочек – 18–24 м, но в уникальных сооружениях они могут быть значительно больше.

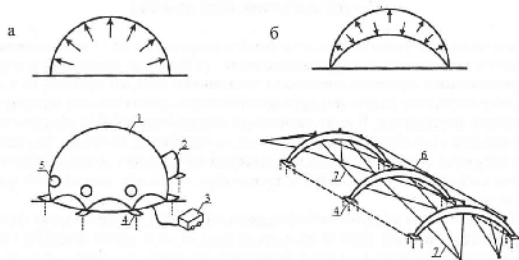


Рис. 5.20. Пневматические конструкции. Принцип действия и схемы: а – воздухоопорная; б – пневмокаркасная; 1 – воздухоопорная оболочка; 2 – шпоз; 3 – компрессор; 4 – анкер для крепления к земле; 5 – окно – иллюминатор из светопрозрачного пластика; 6 – пневматическая арка; 7 – продольные связи – растяжки

Пневматические каркасы выполняют из длинных узких баллонов, в которых поддерживают избыточное давление в 0,3-1,0 атм. Конструктивная форма такого каркаса – арочная. Арки устанавливают вплотную друг к другу (образуя сплошной свод или купол) либо на расстоянии. При устройстве сплошного купола или свода смежность баллонов обеспечивается устройством их из двух сплошных полотнищ, прошитых параллельными швами по ширине баллонов с образованием пневмопанели. При раздельной установке арок их устойчивость из плоскости обеспечивают растяжками, которые также служат промежуточными опорами для водо- и воздухо непроницаемой ткани покрытия, натягиваемой по аркам. Шаг арок принимают 3–4 м., пролеты – от 12 до 18 м. Пневматические конструкции применяют преимущественно для временных сооружений, требующих быстрого монтажа и демонтажа. Разнообразные пневматические конструкции активно используются в рекламных целях при возведении временных выставочных павильонов. Широко применяют пневматические конструкции в качестве опалубки при возведении монолитных железобетонных оболочек.

При проектировании зданий выбор типа несущих конструкций осуществляют с учетом назначения здания, его капитальности, величины перекрываемого пролета и технико-экономических показателей вариантов. При относительно малых величинах пролетов (до 9-12 м) преимущественное применение получают стоечно-балочные и стелювные конструкции. С ростом величины пролета (свыше 24 м) возрастает экономическая эффективность применения пространственных криволинейных, складчатых, висячих и других конструкций. В уникальных по назначению сооружениях при выборе несущих конструкций помимо технических большое значение приобретают художественные задачи – возможность использования в архитектурной композиции выразительности конструктивной формы. Из числа основных материалов несущих конструкций предпочтительнее отдается железобетону, позволяющему обеспечить сокращение расхода металла, а также долговечность и огнестойкость сооружения. Металлические конструкции применяют при особо значительных величинах пролетов, либо при больших динамических нагрузках.

## 5.2. Ограждающие конструкции

Согласно их наименованию конструкции несут в здании только 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 в целом, поэтому их часто называют несущими. В то же время такие конструкции должны обладать необходимой несущей способностью в рамках своей ограждающей функции. Так навесные панели наружных стен должны обладать необходимой прочностью для восприятия нагрузки от собственной массы, ветра и других горизонтальных воздействий приходящих на панель.

Вертикальными наружными ограждающими конструкциями служат фасадные стены, витражи, витрины. Особой композиционной особенностью несущих наружных стен (в отличие от несущих стен) является возможность в соответствии с архитектурным замыслом выполнять их с различным отклонением от вертикали.

Своеобразными наружными ограждающими конструкциями служат стационарные солнцезащитные элементы перпендикулярные наружной стене внешние стенки – солнцезащитные, параллельная фасадной плоскости 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 (очень существенная) служит активным выразительным средством в общей архитектурной композиции здания. Выбор типа солнцезащитного устройства связан с ориентацией фасадов. Для южных – эффективно применение горизонтальных, для западных – вертикальных.

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 свстопрозрачные ограждения крытых атриумов, световых фонарей, к внутренним – элементы подвесных потолков и покрытий.

Основная ограждающая функция конструкции определяется ее местоположением в здании. Для наружной конструкции – теплозащитная, для внутренней – акустическая (в зависимости от типа здания – звукоизоляция, звукопоглощение или звукоотражение).

Дополнительные функции наружных ограждающих конструкций – долговечность, огнестойкость, эстетичность, технические качества (в зависимости от типа здания – светопрозрачность, светопоглощение, светоотражение). Дополнительными функциями внутренних ограждающих конструкций являются огнестойкость и эстетические качества. Общими для ограждающих, как и для любых конструкций зданий являются требования экономичности (по единовременным и эксплуатационным затратам) и индустриальности.

Следует иметь в виду, что возможность применения конструкций, выполняющих только ограждающие функции зависит от типа проектируемого здания. Так, например, в большинстве промышленных зданий и в большинстве общественных, наружные стены, как правило, проектируют несущими. В то же время в мелкоячеистой объемно-планировочной структуре жилых зданий наиболее общим принципом является проектирование конструкций, совмещающих несущие и ограждающие функции: конструк-

ши наружных стен выполняют функции прочности и теплоизоляции, междуэтажные перекрытия – несущие и звукоизоляционные функции, чердачные и цокольные перекрытия – несущие и теплоизоляционные.

### 5.3. Конструктивные системы

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. Последние в свою очередь передают эти нагрузки и воздействия через фундаменты основанию.

Горизонтальные несущие конструкции массовых капитальных гражданских зданий, как правило, однотипны и обычно представляют 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 (столбы 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), *столбовую* и *оболочковую* (рис. 5.21). Наряду с основными широко применяют и комбинированные конструктивные системы (рис. 5.22). 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-столбовая, столбово-стенная, столбово-оболочковая и др.

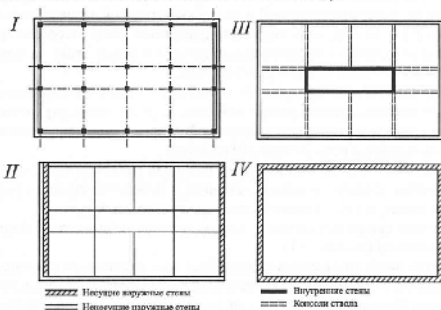


Рис. 5.21. Основные конструктивные системы зданий: I – каркасная; II – бескаркасная (стенная); III – столбовая; IV – оболочковая

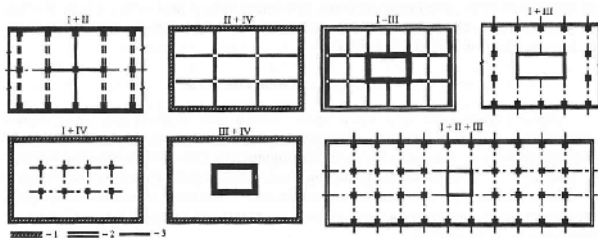


Рис. 5.22. Комбинированные конструктивные системы: 1 – наружные несущие стены; 2 – то же, несущие; 3 – несущие внутренние стены

Области применения основных и комбинированных систем различны.

Бескаркасная система является основной в массовом жилищном строительстве домов различной этажности, каркасная и каркасно-диафрагмовая – в строительстве жилых и массовых общественных зданий, ствольную, ствольно-стенную, 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 преимущественно 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. Так, например, в зависимости от расположения несущих стен в бескаркасном здании различают перекрестно-стенную, поперечно-стенную и продольно-стенную варианты конструктивной системы (рис. 5.23). Конструкции перекрытий, применяемые в массовом строительстве, в зависимости от величины перекрываемого пролета условно делят на перекрытия малого (2,4 – 4,5 м) и большого (6,0 – 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 (см. рис. 5.1)

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 преимущества (максимальная унификация конструкций и простота узловых сопряжений).

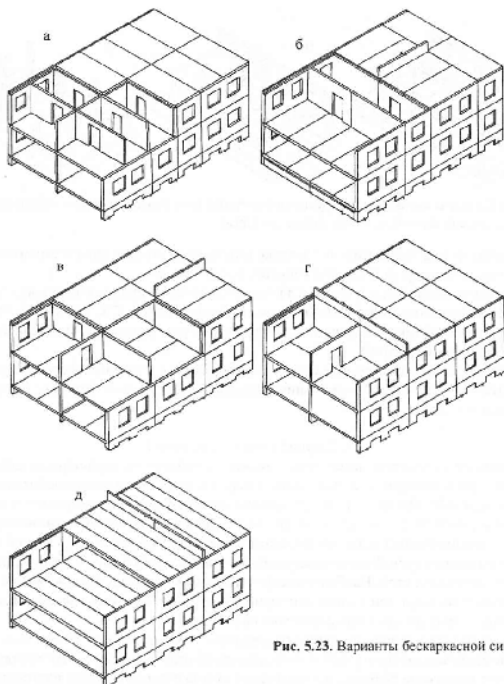


Рис. 5.23. Варианты бескаркасной системы

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. 5.24). Основная область применения каркасных систем – проектирование общественных и промышленных зданий. При выборе варианта конструктивной системы каркасных зданий учитывают объемно-планировочные требования: она не должна связывать планировочные решения, ригели каркаса не должны пересекать плоскость потолков помещений, а проходить по их границам и т.п. Поэтому каркас с поперечным расположением ригелей применяют преимущественно в зданиях с регулярной планировочной структурой (гостиниц, 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.).

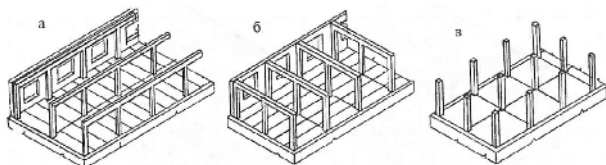


Рис. 5.24. Варианты каркасной конструктивной системы: а – с продольным расположением ригелей; б – то же, с поперечным; в – безригельный каркас

Неполный каркас применяют в зависимости от местных условий строительства, диктующих, например, применение несущих наружных стен.

Безригельный каркас в течение длительного времени применялся, главным образом, в проектировании многэтажных промышленных зданий. С конца 1980-х гг. в облегченном конструктивном варианте он получил распространение в строительстве жилых и общественных зданий.

В промышленном строительстве основной является каркасная система. При этом в многэтажных промышленных зданиях применяют как полный каркас (с ригелями), так и безригельный.

#### 5.4. Строительные системы

Понятие – строительная система – является комплексной характеристикой конструктивного решения здания по признакам материала и технологии возведения его несущих конструкций\*. Различают четыре группы конструктивных материалов – камень (включая кирпич), бетон, металл и дерево, и два основных технологических метода возведения – традиционный и индивидуальный. Например, для кирпичных зданий традиционна технология ручной кладки несущих стен, а для деревянных – применение рубленых бревенчатых стен. Наиболее распространенным является использование одной строительной системы при возведении здания. Такие строительные системы называют основными. Схема их классификации дана на рис. 5.25.

Однако часто функциональные особенности проектируемого здания или экономические соображения приводят к необходимости сочетать по высоте (или протяженности) здания различные системы, а в последних в свою очередь сочетать различные конструктивные материалы и технологии возведения. В таких случаях формируют комбинированную строительную систему здания. Примеры комбинированных конструктивной, строительной и систем для многэтажных домов с нежилыми первыми этажами даны на рис. 5.26.

За годы формирования в России многукладной экономики объем применения и вариативность комбинированных строительных систем, особенно в индивидуальном проектировании, так называемых, многэтажных элитных домов и в коттеджных мало-

\* Термин "строительная система", применяемый нами, в качестве одной из основных характеристик конструктивных зданий, не следует путать с его распространенным рыночным использованием, когда отдельные фирмы применяют его в совокупности с наименованием фирмы, хотя ее продукция может отличаться от продукции конкурирующих фирм лишь деталями.

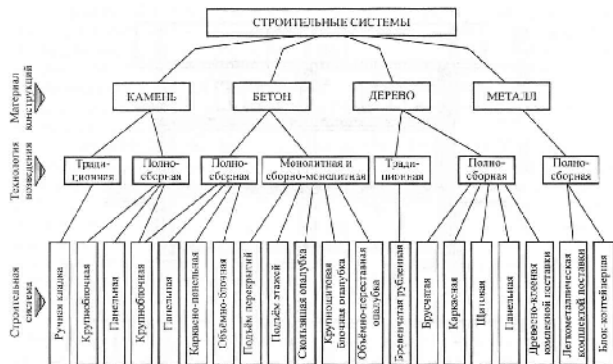


Рис. 5.25. Схема классификации строительных систем

этажных, существенно возросли. Однако их конструктивная система преимущественно остается единой - бескаркасной, иногда комбинированной - каркасной в поковых и подземных гаражных этажах и бескаркасной – в надземных жилых.

Строительная система зданий с несущими стенами из кирпича и мелких блоков являлась исторически одной из основных и за последнее время ее доля даже возросла в возведенных жилых зданиях различной этажности.

Известное повышение трудозатрат и стоимости при применении рассматриваемой строительной системы внесли резкое изменение нормативных требований (увеличение в 2-3 раза) к сопротивлению теплопередаче наружных стен. Практически для большинства районов России это привело к необходимости перехода от традиционных стен сплошной кладки к слоистым – трехслойным с эффективным утеплителем, несущая способность которых ограничена пятью этажами. Из большинства традиционных решений удается сохранить сплошную кладку из пустотелых керамических блоков и блоков из автоклавного ячеистого бетона, только в немногочисленных южных районах.

Полносборные каменные системы со стенами из заранее отформованных крупных кирпичных (керамических, камешных) блоков или панелей, изобретены и широко применялись в б. СССР в 50-е – 60-е гг, но затем постепенно ушли из практики. С 1990-х гг. высокий энергоэкономический эффект и индустриальность слоистых кирпичных панелей стимулировали рост их производства в США и Канаде.

Полносборные здания из бетона возводят в крупноблочной, панельной, каркасно-панельной и объемно-блочной системах.

Крупноблочная строительная система применяется для возведения жилых и массовых общественных зданий (школ, поликлиник и т.п.). Предельная высота зданий – 16 этажей, масса блоков 3-5 т. Традиционно для наружных стен блоки формируют однослойными из легкого (или ячеистого) бетона, для внутренних – из тяжелого бетона. Разрезка стен на блоки (по высоте этажа) преимущественно двухрядная – на простеночные и

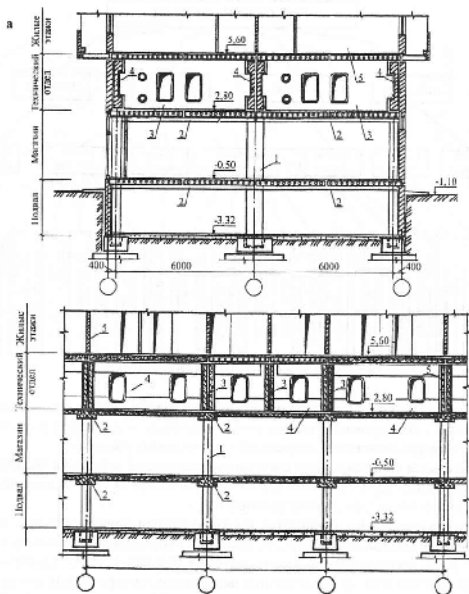


Рис. 5.26. Пример комбинированной панельной и каркасной системы по высоте жилого дома с встроенным магазином: а – поперечный; б – продольный разрез: 1 – колонна; 2 – ригель каркаса нижнего яруса здания; 3,4 – несущие балки-стенки технического этажа; 5 – несущие стены жилых этажей

перемычечные элементы. Установку крупных блоков ведут по принципу каменной кладки: на цементно-песчаный раствор и с перевязкой вертикальных швов. Создание крупноблочной строительной системы было первым этапом индустриализации строительства зданий с бетонными несущими стенами. Внедрение панельной системы с более высоким уровнем индустриальности привело к сокращению объемов крупноблочного строительства. Повышение нормативных теплотехнических требований к наружным стенам способствует дальнейшему вытеснению крупноблочной строительной системы, поскольку она ориентирована на однослойные конструкции стен, сопротивление теплопередаче которых в 2-3 раза ниже ныне требуемых. Поэтому крупноблочную систему вытесняет из практики строительства комбинированная блочно-панельная с крупноблочными внутренними стенами и панельными (многослойными) наружными.

Панельная система применяется в проектировании гражданских зданий высотой до 30 этажей в обычных условиях строительства и до 14 в сейсмических. Несущие стены панельных зданий состоят из панелей высотой в этаж, протяженностью до 7,2 м, массой до 10 т. В отличие от крупных блоков стеновые панели не самоустойчивы: при возведении их устойчивость обеспечивают приспосабливая, в эксплуатации — специальные конструкции стыков и связей. Панели несущих стен устанавливают на цементно-песчаный раствор без перевязки вертикальных стыков.

С конца 1950-х гг. железобетонное панельное домостроение в СССР (как и в ряде европейских стран) стало основой массового жилищного строительства, как его наиболее экономически эффективная форма. К концу 1980-х гг. в стране функционировало 600 домостроительных предприятий, обеспечивающих свыше 60% жилищного строительства в стране в целом, а в крупнейших городах — 90%. В 1990-е гг. панельное домостроение в России, как и большинство передовых в технологическом отношении отраслей промышленности переживало резкий спад. Он был связан с рядом организационных просчетов в приватизации и резкого сокращения государственных инвестиций в социальную сферу — строительство жилья, школ и детских учреждений, поликлиник, являвшихся главными потребителями продукции домостроительных предприятий. К объективным причинам спада объемов производства в домостроительной промышленности было отнесено и однообразие ее продукции. Руководители предприятий устраивала политика в течение десятилетий «гнать план» типовой продукции с морально стареющими типовыми решениями домов и квартир. Геронческие усилия архитекторов и конструкторов по совершенствованию проектных решений массовых объектов удавалось реализовать в ничтожных объемах.

В условиях рыночной экономики и поиска негосударственных инвестиций домостроительная промышленность с 2000-х гг. вступила в период организационной перестройки. Сегодня она возрождается и базируется на учете требований рынка к разнообразию домов и квартир, внедрению элементов гибкой планировки и энергоэкономичных объемно-планировочных и конструктивных решений. Организационно это диктует расширение производства преднатянутых длинномерных настилов перекрытий (для обеспечения гибкой планировки квартир), панелей наружных стен с высоким сопротивлением теплопередаче, доборных изделий для зданий с комбинированными конструктивными системами (например, каркасно-стеновыми) или комбинированными строительными системами (сборно-монолитными, кирпично-панельными и др.)

Четкая организационная структура домостроительной промышленности позволяет решать такие задачи оперативно. Так, в очень сжатые сроки домостроительные предприятия перешли с производства однослойных на трехслойные панели наружных стен с повышением почти втрое сопротивления теплопередаче. Домостроительная промышленность возрождается и в 2002 г. например, в Москве обеспечивает до 70% объемов городского жилищного строительства домов различной этажности, с квартирами различных уровней комфортности — коммерческого, муниципального и социального назначения.

Неизменными остаются преимущества панельного домостроения перед традиционным в меньшей массе конструкций (на 30-40%), суммарных затрат труда и сроков строительства более, чем на 30% и стоимости на 3-5%.

Ведущим техническим преимуществом панельного домостроения по сравнению с традиционным является его высокая пространственная жесткость, позволившая практически без дополнительного увеличения затрат конструкционных материалов перейти

от 5-этажной к 16-25 – этажной застройке и обеспечивающая сейсмостойкость сооружений при разрушительных землетрясениях.

#### **Каркасно-панельная строительная система**

Каркасная система является основной в проектировании одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий и реализуется чаще всего из сборных железобетонных, реже металлических конструкций.

Каркасно-панельная система является также основной в проектировании общественных зданий высотой от 1 до 30 этажей. Внедрена в СССР в экспериментальное строительство наряду с панельной во второй половине 1940-х гг., а в 1960-е стала основной в процессе индустриализации строительства массовых общественных зданий. В жилищном строительстве применяется редко (только при наличии соответствующей производственной базы), так как уступает панельной по показателям затрат труда, сроков строительства и расхода стали.

Однако в проектировании массовых общественных зданий она лидирует, так как ее экономические недостатки искупаются компоновочными преимуществами. Каркасная система обеспечивает гибкость планировочных решений при проектировании и относительно недорогие мероприятия по модернизации и даже перепрофилированию зданий в процессе их эксплуатации. Такой относительно незначительный компоновочный недостаток каркасно-панельной системы, как наличие выступающих в интерьер уровней преодолим при использовании безригельных каркасов или подвесных потолков.

Естественно каркасно-панельное строительство (аналогично панельному) испытало те же затруднения, связанные с перестройкой экономики.

Наряду с этим каркасная система с середины 1990-х гг. получает развитие в монолитном и сборно-монолитном вариантах многоэтажного коммерческого жилья, в котором колонны (или пилоны) служат обеспечению свободы планировочных решений квартир и встроенных в нижней ярусы здания паркингов.

#### **Объемно-блочная строительная система**

Система и конструкции бетонных объемных блоков (несущих и несущих) были разработаны и внедрены в экспериментальное строительство в СССР в конце 1950-х гг. В 1970-е гг. были отработаны технологические схемы производства объемных блоков различных конструктивных модификаций, методы их монтажа и завершен отбор более целесообразных монтажных механизмов, заводы объемно-блочного домостроения вышли на проектную мощность и новые конструкции получили внедрение в массовое жилищное строительство как в обычных, так и в сложных инженерно-геологических условиях.

Объемно-блочные здания возводят из крупных объемно-пространственных бетонных элементов весом до 25 т, заключающих в себе жилую комнату или другой фрагмент здания. Объемные блоки устанавливают друг на друга как правило «столбами» - без перевязки швов.

Объемно-блочное домостроение обеспечивает существенное снижение суммарных трудозатрат (на 12-15% по сравнению с панельным) и прогрессивную структуру этих затрат. Объемно-блочную систему применяли при проектировании жилых зданий, гостиниц, общежитий, пансионатов различной этажности – от одного до 16 этажей.

Наибольший экономический эффект объемно-блочное домостроение обеспечивает при большой концентрации строительства, необходимости его осуществления в сжатые сроки и дефиците рабочей силы. В связи с тем, что такой мощной концентрации строительства в настоящее время не возникает, эта строительная система стала временно невостребованной.

### **Монолитная и сборно-монолитная строительные системы**

Эти системы применяют преимущественно при возведении жилых зданий средней и повышенной этажности со стеновой или каркасно-стеновой конструктивными системами. К системам монолитного домостроения относят случаи возведения всех несущих конструкций из монолитного бетона, к сборно-монолитным – выполнения несущих конструкций частично из монолитного бетона, частично – из сборных железобетонных изделий. Монолитные здания, как правило, проектируют бескаркасными, сборно-монолитные – и каркасными и бескаркасными. Применяют также монолитную каркасную или стеновую систему с наружными слоистыми стенами из кирпича (кирпично-монолитную). Первые примеры эпизодического применения монолитного бетона для возведения стен и перекрытий гражданских зданий в нашей стране относятся к 1880-м гг. В 1930-х гг. вновь возник интерес к этой системе, но она получила преимущественное применение при строительстве специальных сооружений – бункеров, силосов, силосных батарей и т.п. Качественно новый этап применения монолитного бетона в нашей стране начался в 1960-е гг. в известной мере под влиянием успешного опыта монолитного домостроения в Англии, Франции и некоторых других западных странах.

В 1970-х гг. проведены работы по созданию индустриальных опалубок, освоению технологии, возведению домов – представителей и всесторонней проверке эксплуатационных качеств таких зданий в отечественных природно-климатических условиях. С 1980-х гг. монолитное домостроение составляет существенную и интенсивно развивающуюся отрасль жилищного строительства. С 1990-х гг. монолитное домостроение в России получает дополнительный стимул к развитию в связи с активизацией деятельности совместных и зарубежных фирм, импортирующих разнообразное технологическое оборудование, что обеспечивает широкий диапазон технических решений и отбор наиболее совершенных.

На архитектурно-планировочные и конструктивные решения зданий существенно влияет избранный метод бетонирования несущих конструкций зданий. При возведении бескаркасных зданий преимущественно применяют скользящую, объемно-переставную, шитовую (крупно- и мелкощитовую) и блочную опалубки, при возведении каркасных – методы шитовой опалубки, подъема этажей (МПЭ) и подъема перекрытий (МПП). Своеобразной разновидностью сборно-монолитного домостроения в последнее десятилетие стала конструктивно-технологическая система зданий, возводимых в оставленной опалубке из полимерных материалов.

Строительные системы зданий с несущими и ограждающими металлическими конструкциями получили распространение в малоэтажном строительстве легкометаллических производственных, а затем и общественных зданий комплектной поставки и в мобильных одноэтажных зданиях из блок-контейнеров различного типа.

Система легкометаллических зданий получила распространение в строительстве одно-, двухэтажных зданий микрорайонного и районного значения. Наиболее широко она внедряется в строительство предприятий торговли, общественного транспорта, связи, питания и досуга. Легкометаллические конструкции зданий комплектной поставки освоены отечественной промышленностью в 1970-е гг., в 1980-е оно приняло массовый характер; были построены тысячи объектов, в 1990-е возник определенный «строительный бум» в возведении наиболее легких типов таких зданий (преимущественно торговых и складских) с широким участием отечественных, совместных и зарубежных фирм.

В полный комплект конструкций зданий комплектной поставки входят стальные колонны, легкие пространственные конструкции, покрытия (чаще всего типа структу-

ра), трехслойные панели наружных стен и покрытий с металлическими обшивками и эффективным утеплителем, специальные профили-нащельники стыков, витражи, оконные блоки, комплектующие изделия. Основные экономические преимущества системы заключаются в минимальных сроках строительства (быстровозводимые здания), снижении массы конструкций и трудоемкости строительства. Соответственно применение таких конструкций особенно целесообразно в холодном и умеренном климате.

**Строительные системы с несущими и ограждающими конструкциями из дерева и пластмасс** как в традиционном так и в полнотелом вариантах имеют основной областью внедрения малоэтажное массовое жилищное строительство. По противопожарным требованиям в зданиях выше двух этажей имеет место только выборочное использование деревянных конструкций, например для внутриквартирных перекрытий и лестниц в домах с квартирами в двух уровнях и т.п.

Наряду с этим расширяется объем применения строительной системы древесно-клееных конструкций комплектной поставки для большопролетных малоэтажных общественных зданий – спортивных залов, крытых рынков, выставочных павильонов, а также для промышленных зданий (преимущественно складских).

Возможность применения таких конструкций (рам, арок, каркасов, оболочек и др.) связана с внедрением прогрессивных технологий склейки древесины водостойкими синтетическими клеями, надежных методов их защиты от возгорания и гниения.

## Глава 6. Композиционные основы проектирования зданий

### 6.1. Виды архитектурных композиций

Архитектурная композиция – целостная система архитектурных форм, отвечающая художественным, функциональным и конструктивно-технологическим требованиям. Художественное единство должно быть присуще как композиции отдельных объектов, так и их комплексов. При архитектурном проектировании художественные средства избирают с учетом назначения здания, эстетических закономерностей и психологии восприятия.

Основными компонентами архитектурной композиции здания служат его внешний объем и внутреннее пространство. Построение композиции базируется на гармоничном, т.е. соразмерном единстве внешнего объема здания с пространством интерьеров и окружающей среды, которое способствует созданию художественно завершенного целого.

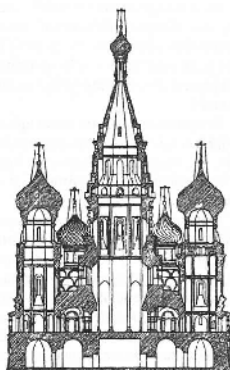
Единство внешнего объема и внутреннего пространства зданий соблюдается, если архитектурная композиция обеспечивает соответствие размеров и форм объема фасадов и интерьеров. Так, на приведенных на рис. 3.1, примерах жилого и общественного здания объем и пространство согласованы: мелкоячейному дробному внутреннему пространству современного многоэтажного жилого дома отвечает его внешний мелкочлененный объем, а общественному зданию с зальным помещением – монолитный объем с крупными членениями формы. Однако в отдельных случаях несоответствие внешней формы и внутреннего пространства может быть специально предусмотрено и композиционно оправдано.

Иногда к нему прибегают при создании композиций с большой идеологической программой в зданиях-памятниках, монументах. Таков, например, Покровский собор (храм Василия Блаженного) в Москве, воздвигнутый в память «Казанского взятия» в XVI в. зодчими Бармой и Посником (рис. 6.1). Храм представляет собой комплекс из десяти башенных объемов: девяти столпов храмов, посвященных святым, дни памяти которых приходились на дни удачных сражений в походе на Казань, и десятого – колокольни. Башни возведены на одном общем основании и объединены галереями\*. При всем разнообразии форм башен и их декора зодчие достигли удивительного единства, торжественности и монументальности композиции. Внутреннее пространство храма, играющее подчиненную роль, мелко расчленено и лишено монументальности.

Если в зданиях взаимосвязь объемной формы и внутреннего пространства, как правило, обязательна, то в инженерных сооружениях она зачастую отсутствует. Так, в подземных станциях метрополитена имеется лишь внутреннее пространство, а в мостах, эстакадах, телевизионных и водонапорных башнях преобладает внешний объем. Однако композиционные задачи при проектировании инженерных сооружений не менее ответственные. При проектировании станций метрополитена помимо решения функциональных задач – обеспечения нормальных условий движения непрерывных людских потоков – архитектор с помощью эмоционального воздействия композиционных средств

\* Первоначальный облик здания был еще лаконичнее и торжественнее. Храм состоял только из девяти кирпичных башен с белокаменными архитектурными деталями и сводчатыми главами из "лужского железа". Многоцветная окраска храма, пристройка колокольни и галерей относятся к XVII в.

исключает возможность возникновения неприятных ощущений от пребывания под землей и отсутствия естественной освещенности. При размещении в городской застройке или в природном ландшафте мостов, башен и других инженерных сооружений архитектор находит для них такие формы и пропорции, которые гармонируют с окружающей средой и способствуют ее обогащению.



$\frac{a}{b}$

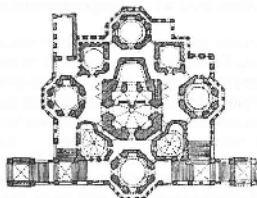


Рис. 6.1. Псковский собор в Москве.  
Арх. Барма и Посник Яковлев. 1561 г.  
Общий вид и план на уровне крыльца

Внутреннее пространство является той основной функциональной средой, для создания которой возводится здание.

Композиция внутреннего пространства исходит из соответствия форм, размеров и взаиморасположения помещений функциональному процессу и требованиям художественного единства. В соответствии с назначением здания его внутреннее пространство может быть: единым (крытый рынок), частично расчлененным на доходящими до потолка барьерами, светопрозрачными перегородками, решетчатыми ограждениями, которые выделяют отдельные функциональные зоны, но сохраняют целостность всего внутреннего пространства (операционный зал почтамта, банка); расчлененным прерывистыми ограждениями (в виде колонн или пилонов), способствующими организации движения людей в интерьере и одновременно решению конструкций перекрытий (подземный зал станции метрополитена); разграниченным глухими вертикальными стенами,

перегородки) и горизонтальными (перекрытия) преградами на отдельные замкнутые пространства (жилые, учебные, административные, лечебные и другие здания). Особенностью зрительного восприятия внутреннего пространства в отличие от восприятия внешних объемов является его развитие во времени. Композиция интерьеров и выбор художественных средств служат раскрытию взаимосвязи и соподчинения помещений.

Восприятие композиции интерьеров во времени в процессе движения в глубь здания требует выявления его основной глубинной координаты. Средства выявления глубинности зависят от объемно-планировочной структуры здания. В анфиладной системе выявлению глубинности способствует размещение всех помещений и связывающих их проемов на одной оси. В нерасчлененном пространстве его глубинность вызывает сокращение в воздушной перспективе расстояний между регулярно расположенными элементами композиции интерьера – внутренними опорами, проемами, конструктивными членениями покрытия или перекрытия, рисунка пола и т.п.

Современная строительная техника значительно расширила возможности решения интерьеров, причем важнейшими для композиции новыми техническими средствами стали использование большепролетных перекрытий, мобильных внутренних ограждений и больших светопрозрачных поверхностей наружных ограждений.

Непрерывно возрастает число типов зданий, внутреннее пространство которых должно вмещать одновременно большое количество людей и не иметь внутренних опор, препятствующих движению или зрительному восприятию (вокзалы, аэропорты, выставочные залы, крытые рынки, крытые зрелищные и зрелищно-спортивные здания и т.п.). Пространственные конструкции позволяют перекрыть пролеты любой функционально необходимой величины в таких зданиях, а своеобразные геометрические формы перекрытий активно включаются архитектором в композицию интерьеров. Новые конструктивные системы освобождают наружные стены зданий от нагрузки и позволяют заменить их полностью или частично светопрозрачными ограждениями. Это дает возможность связать внутреннее пространство с ландшафтом или городской средой. Однако прием полного раскрытия внутреннего пространства в наружную среду должен использоваться в строгом соответствии с функциональным назначением здания. Он уместен в здании вокзала, аэропорта, гостиницы санатория, но вступает в противоречие с функциями в зданиях, где протекают интимные процессы или занятия, требующие сосредоточенного внимания (жилые здания, парикмахерские, учебные аудитории).

**Композиция внешних объемов** подчинена цели создания художественного узнаваемого образа здания, отражающего его функциональное назначение и условиям градостроительной среды. Для достижения этой цели применяются различные методы и средства. Различают два метода – функциональный и универсальный. Первый и базируется на выявлении внутренней функциональной структуры здания соответствующими членениями его внешнего объема, второй – на создании обобщенной (как правило элементарной) объемной формы (рис. 6.2).

Оба метода сложились в 20-е гг. Первый связан с творчеством ведущих мастеров функционализма (бр. Веснины, В. Гропиус), второй – с творчеством Мас ван дер Роэ, заключающим в лаконичный объем стеклянной прямоугольной призмы здания любого назначения (многоквартирный жилой дом, театр, офис, учебные аудитории вуза или выставочный зал).

Массовая практика архитектурной композиции ближе к первому методу, но избегает буквального воспроизводства в членениях внешнего объема функциональной структуры, которое может нарушать художественное единство формы.

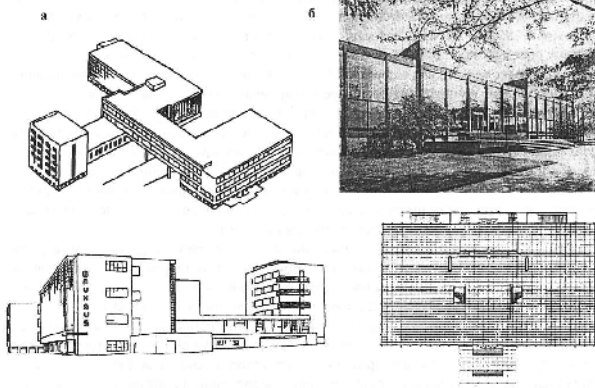


Рис. 6.2. Функциональная и универсальная композиция объемов зданий: а – Дессау. Учебный корпус института Вальдус. Аксонометрия и перспектива. Арх. В. Гропиус. 1925 г., б – Чикаго. Круиз-холл. Учебный корпус архитектурного факультета. Обильный вид и план. Арх. Мис ван дер Роэ. 1955 г.

Требования композиционного единства диктуют необходимость ограничения членений объема зданий на небольшое число элементов или групп элементов. Эта необходимость определяется психофизиологическими закономерностями человеческого восприятия. Установлено, что существует определенное ограниченное количество ( $7 \pm 2$ ) одновременно наблюдаемых объектов, число которых непосредственно фиксируется сознанием (правило Мюллера). Больше число объектов воспринимается лишь как некая совокупность, неопределенное множество. Применительно к восприятию архитектуры многочисленность относительно самостоятельных фрагментов композиции лишает ее единства, производит впечатление случайности, хаотичности.

Не менее важным для обеспечения единства композиции является соподчинение составляющих ее форм. Соподчинение возможно только при неравнозначности составных элементов композиции: разноточность элементов зрительно разрушает композицию, разлагая ее на единичные объемы. Следует иметь в виду, что неравнозначными в композиционном отношении могут быть элементы, геометрические размеры которых одинаковы, но различно их положение относительно оси симметрии, различна их массивность или другие признаки. Так на рис. 6.3, а, средняя из трех равных частей преобладает благодаря ее размещению на оси симметрии, а на рис. 6.3, б – верхняя из двух равных, воспринимается резко отличной из-за различной массивности.

**Виды композиций.** Проектируя, помимо учета функционального назначения здания и его влияния на выбор объемной формы, учитывают и с размещение здания в застройке. При этом любая простая или сложная композиция сводима к одной из четырех основных – объемной, фронтальной, высотной, глубинной – или их сочетаниям.

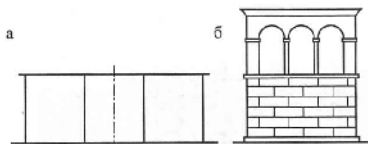


Рис. 6.3. Соподчинение равных объемов при их различном размещении (а) и массивности (б)

**Объемная композиция** имеет относительно равные размеры по всем трем координатам. Она присуща большинству зданий цирков, крытых рынков, крытых спортивных сооружений или выставочных павильонов. Размещение объектов объемной композиции в застройке должно обеспечивать возможность всестороннего обзора и в свою очередь требует согласование форм всех фасадов. Визуальному выявлению объемной формы способствует применение вертикальных членений фасадов благодаря их ритмичным сокращениям в перспективе (рис. 6.4).

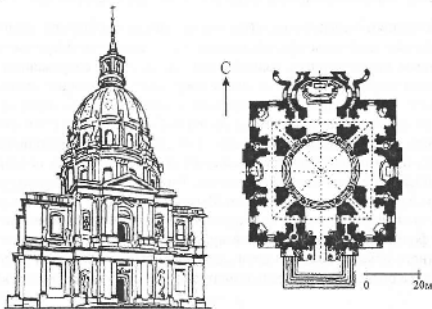


Рис. 6.4. Объемная композиция. Париж. Собор дома инвалидов. (Пантсон). Общий вид и план. Арх. А. Мансар. 1693 – 1706 гг.

**Фронтальная композиция** отличается преобладанием размеров по протяженности здания над размерами по глубинной координате. В связи с этим построение композиции внешних объемов осуществляется преимущественно в фасадных плоскостях. Фронтальные композиции присущи большинству дворцовых и учебных зданий. При размещении таких зданий в застройке учитывается, что для обеспечения целостного восприятия их фронтальности необходимо свободное пространство перед ними (площадь, парадный двор и др.) – рис. 6.5. Плоскостность фронтальной композиции обогащают включением отдельных объемных или глубинных элементов. В качестве последних используют такие функциональные элементы зданий, как сквозные проезды, галереи, лоджии или «зеленые комнаты» (в южном жилище), эркеры, выступающие объемы групп входных помещений и т.п.

**Высотная композиция** отличается преобладанием размера высоты сооружения над его размерами в плане. Высотные композиции присущи древним культовым и об-

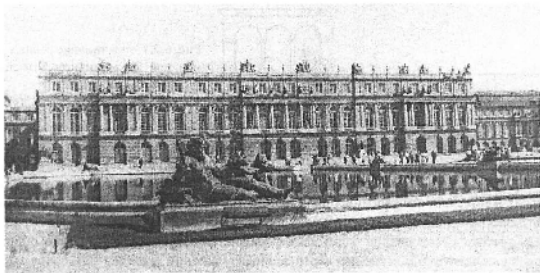


Рис. 6.5. Фронтальная композиция Версаля. Садовый фасад, дворца. Арх. А. Мансар

ронительным зданиям и сооружениям (храмы, колокольни, минареты, крепостные башни) и современным высотным офасам, гостиницам, а также инженерным сооружениям — телевизионным, водонапорным, радиобашням. В высотных сооружениях композиционно выявляется воздушная роль вертикальной координаты с помощью соответствующей системы членений и их пропорциональной согласованности. В архитектуре прошедших веков ведущим приемом гармонизации высотного объема служило его членение на ярусы, массивность которых убывала по высоте, а высоты ярусов пропорционально согласовывались с учетом перспективных искажений их действительных размеров при восприятии композиции с основных точек зрения. В современной архитектуре поярусное членение применяется сравнительно редко. Высотность башен чаще подчеркивают вертикальными членениями простых прямоугольных объемов или применением объемов пирамидной формы (рис. 6.6). Последний прием усугубляет перспективное сближение граней высотного объема, создавая оптическую иллюзию увеличения высотности здания. Эта и другие оптические иллюзии сознательно используются в архитектурных композициях.

**Глубинная или глубинно-пространственная композиция** отличается развитием преимущественно по глубинной координате (рис. 6.7) Ее применяют в целях организации продольно-осевых пространств в градостроительстве или интерьеров анфиладного типа. В градостроительстве характерно ее применение для обеспечения архитектурного единства относительно узких продольно-осевых уличных пространств, ориентированных на расположенный в глубине этого пространства главный объект. Для усиления единства композиции фасады зданий обстраивающих улицу проектируют одинаковыми. Так решена ул. Уфизци во Флоренции, ориентированная на башню налицо Синьории, ул. Росси в Санкт-Петербурге, ориентированная на здание Александринского театра, или улица офисов в комплексе ЭУР в Риме, ориентированная на Дворец конгрессов (рис. 6.7).

**6.2. Композиционные средства** — арсенал разработанных веками архитектурной деятельности приемов гармонизации архитектурных форм зданий, придания им художественного единства и выразительности. Ведущими композиционными средствами являются симметрия и асимметрия, контраст и нюанс, метр и ритм, пропорциональность, масштаб и масштабность.

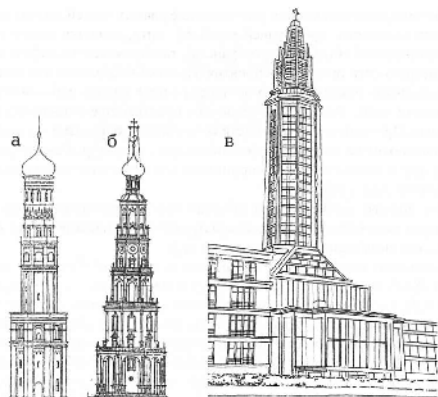


Рис. 6.6. Высотные композиции с поярусным членением: а – Москва, Колокольня Ивана Великого (XVI – XVII вв.); б – Колокольня Новодевичьего монастыря (XVII в.); в – г. Гавр, Собор Св. Жозефа (XX в.)

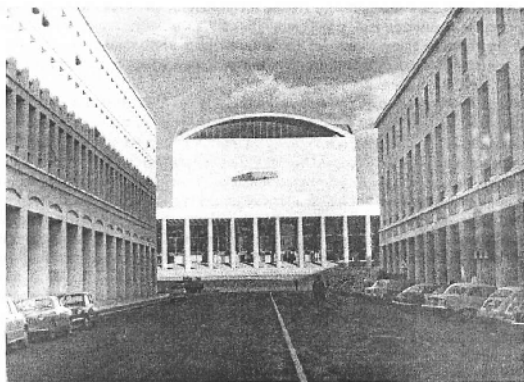


Рис. 6.7. Глубинная композиция. Рим. ЭУР Дворец конгрессов 1950 – с гг.

**Симметрия** — одинаковое расположение равных частей композиции относительно оси или плоскости, проходящей через ее центр, является одним из действенных средств организации объемов и пространства, так как имеет психофизиологическую базу в симметричности органов восприятия. Процесс восприятия человеком пространства определяется бикулярностью органов зрения и парной работой больших полушарий головного мозга. Ориентация человека в пространстве связывается им с осью симметрии тела. Принцип симметричности собственного организма и системы восприятия человек переносит на построение создаваемых им структур, а симметричность созданных структур, в свою очередь, воспринимает как проявление завершенности, устойчивости и законченности формы.

Построению симметричной объемно-пространственной формы в архитектуре способствует также применение ряда конструкций, статическая работа которых строится по законам симметрии (своды, купола и пр.).

Симметрия используется в построении композиций отдельных сооружений и целых ансамблей, способствуя подчеркнутому выявлению главного сооружения ансамбля (см. рис. 6.7). Использование симметрии возможно не всегда, а только в случаях, когда этот прием не входит в противоречие с функциональным решением здания. В зданиях со сложной функциональной схемой симметричное построение композиции трудно осуществимо. В этих случаях чаще всего используют асимметричные композиции. В отличие от математики асимметрия в архитектуре означает не просто отсутствие симметрии. При несимметричном расположении элементов такой композиции в пространстве ее части связаны между собой гармонией художественного единства и зрительного равновесия. Классическим примером симметричной композиции является Парфенон — храм богини Афины на Афинском акрополе (рис. 6.8), а расположенный там же храм Эрехтейон, посвященный двум божествам — Афине и Посейдону, является столь же совершенным примером асимметричной композиции (рис. 6.9, см вклейку в конце книги). В современной архитектуре асимметричные композиции чаще всего применяются в проектах зданий, сочетающих разнородные функциональные элементы, — небольшие рабочие помещения с крупными залами.

**Ритм и метр** являются средствами гармонизации и обеспечения единства архитектурной композиции за счет повторяемости ее элементов. Ритм — закономерное чередование одинаковых или однохарактерных элементов композиции и интервалов между ними, динамично развивающееся по вертикали и горизонтали либо по обоим направлениям (рис. 6.10, а, б). **Метр** — простейшая и наиболее распространенная форма ритма — точное повторение форм и интервалов между ними. Распространенность метрических членений часто обусловлена функционально (одинаковый шаг равных проемов и пролетов в одинаковых помещениях и пр.), конструктивно (из условий унификации и типизации изделий) и композиционно, как наиболее простой метод придания сооружению единства. Метр может быть простым при одинаковом чередовании одной формы или сложным при чередовании двух или группы форм (рис. 6.10, в, г, д). Хотя метрические членения придают единство композиции, их простота и повторяемость иногда создают нежелательное впечатление монотонности. Во избежание этого применяют различные средства активизации метрических членений — сочетание нескольких простых или сложных метрических рядов, разрывы в метрических членениях по протяженности или высоте здания, размещение здания по отношению к основной точке зрения К (рис. 6.10, е) таким образом, что метрические членения его фасада ОА воспринимаются в ракурсе (на плоскости восприятия ОВ) уже в виде ритмических.

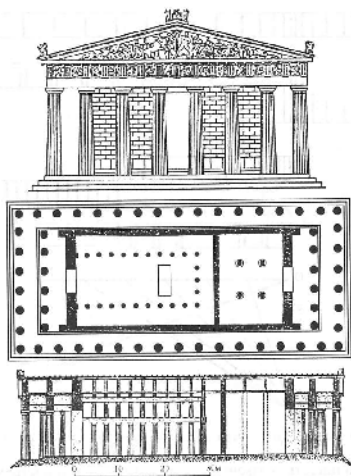


Рис. 6.8. Афины. Парфенон. Арх. Игний и Калликрат (447 - 432 гг. до н.э.). Фасад, продольный разрез, план и общий вид (современное состояние)

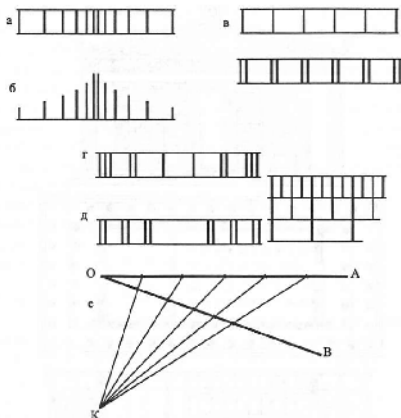


Рис. 6.10. Ритмические (а, б) и метрические (в – е) чередования форм и интервалов

**Пропорциональность** – закономерные соотношения геометрических размеров здания (длины, ширины, высоты), его отдельных элементов (проемов, простенков и пр.) – имеют существенное значение в построении архитектурной композиции. Функционально обусловленные размеры помещений и здания гармонизируют приведением их к пропорциональным соотношениям. Применяют целочисленные пропорции – ноеансы (4:5; 7:8; 9:10 и т.п.) и контрастные (1:5; 2:7 и т.п.), либо иррациональные, получаемые из геометрических построений (соотношение диагонали квадрата к его стороне или др.). Наиболее известна пропорциональная система «золотого сечения», основанная на делении отрезка в среднем и крайнем отношении  $a/x = x/(a-x)$ , численное выражение которого приблизительно равно 1: 0.618 (рис. 6.11).

Распространена гармонизация пропорций формы по методу геометрического подобия ее частей. Подобие наиболее распространенных прямоугольных форм обеспечивается при параллельности или перпендикулярности диагоналей, составляющих форму элементарных прямоугольников.

**Масштабность и масштаб** также являются активными композиционными средствами. Под масштабностью понимают взаимосвязь членений архитектурной формы с габаритами человека как основным мерилом ее величины, а также с элементами городской застройки и ландшафта. Наиболее действенными средствами выявления масштабности сооружения являются элементы и детали, соразмерные человеку (ступень, окно).

**Масштаб** характеризует крупность членений архитектурной формы по отношению к размерам самого здания и окружающей застройки. Крупный масштаб членений придает монументальность композиции и позволяет при небольших размерах здания придать ему значительность. В то же время мелкий масштаб членения зрительно умень-

нает крупную форму. Средствами усиления монументальности крупных численных формы являются введение контрастных соотношений больших плоскостей с малыми проемами, преднамеренное усиление перспективных сокращений размеров и пр. Как отмечалось выше, крупный масштаб присущ в большей степени архитектурным композициям общественных зданий, мелкий – жилым, хотя в конкретных градостроительных ситуациях возможны и другие решения (рис. 6.12).

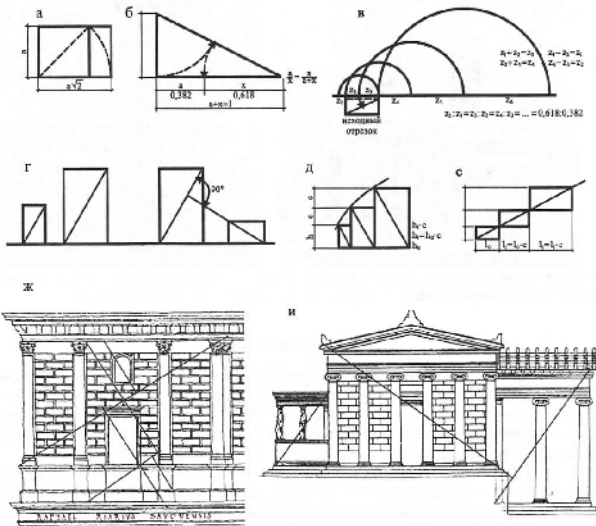


Рис. 6.11. Иррациональные соотношения и подобие геометрических фигур: а – отношение стороны и диагонали квадрата; б – деление отрезка в среднем и крайнем отношении, в – ряд "золотого сечения"; г – подобие прямоугольников; д – взаимосвязь подобных прямоугольников на основе арифметической прогрессии; е – то же, на основе геометрической прогрессии, примеры гармонизации пропорций фасадов на основе подобия прямоугольников: ж – фрагмент фасада палаццо Капеллерия в Риме (XV в.); и – анализ пропорций восточного фасада Эрехтейона в Афинах (V в. до н.э.) по Тиршу

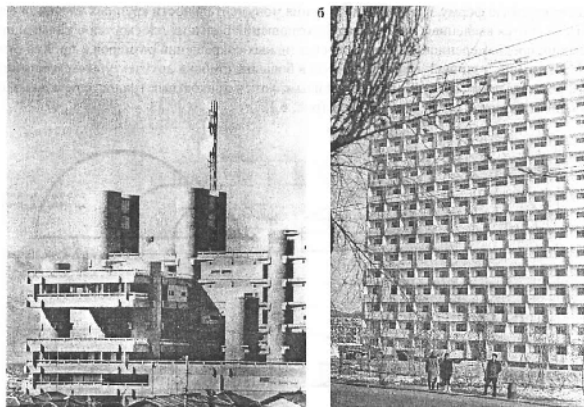


Рис. 6.12. Крупный и мелкий масштаб членений архитектурной композиции: а – г. Кофу (Япония). Здание центра коммуникаций, б – Владивосток. 16 – этажный панельный жилой дом

### 6.3. Тектоника

Тектоникой называют художественную интерпретацию конструкции, образное отражение работы под нагрузкой конструкции и ее материала. Тектонической называется такая модификация конструкции, которая приобретает художественную выразительность, становясь одновременно и архитектурной формой. Сложение тектонической архитектурной формы происходит значительно позже, чем возникает конструкция.

Так, например, древнейшая стоечно-балочная конструктивная система достигла художественного совершенствования лишь в середине первого тысячелетия до нашей эры в зодчестве античной Греции при формировании системы ордеров\*. Ордерная система четко разделила все части системы по их конструктивной функции, придав им соответствующую художественную форму. Композиционное единство ордера достигалось пропорционированием его элементов в соответствии с единой величиной – модулем. Модуль принят равным радиусу колонны в ее основании. В античной Греции сложились три ордера: дорический – наиболее строгий и монументальный, ионический – с более утонченными членениями и нарядными формами и коринфский, отличающийся наибольшей утонченностью пропорций и пышностью форм. (рис. 6.13). В древнем Риме состав ордеров дополнен тосканским и композитным, а пропорции ордера канонизованы (рис. 6.14).

Основными элементами ордера являются вертикальный – колонна и горизонтальный – антаблемент. Колонна увенчана декоративной главой – капителью и имеет профи-

\* От латинского *ordo* – порядок, строй.

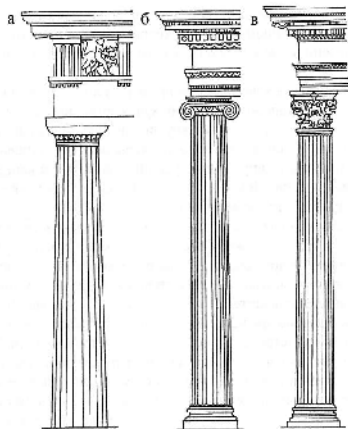


Рис. 6.13. Древнегреческие ордера:

- а – дорический;
- б – ионический;
- в – коринфский

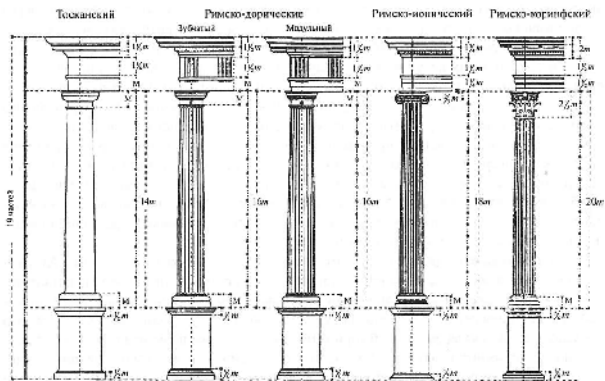


Рис. 6.14. Древнеримские ордера и их модульное пропорционирование (модуль равен диаметру нижней трети по высоте юзанны)

лированное основание – базу\*. Алтаблемент состоит из трех основных горизонтальных элементов – собственно несущей каменной балки – архитрава, декоративного пояса над ней – фриза и верхнего, вынесенного за плоскость фасада водоотводящего элемента – карниза.

Ордерные композиции являются классическим примером превращения каменной стоечно-балочной конструкции в законченную систему художественных форм, образно отражающих прочность, устойчивость и характер внутренних усилий в конструкции: постепенное нарастание нагрузки к основанию колонны выявлено ее утолщением (энтазисом), вертикальная направленность внутренних усилий подчеркнута каннелюрами (бороздками) на теле колонны, а основной конструктивный узел – стык балки со стойкой – пластически акцентирован капителью колонны.

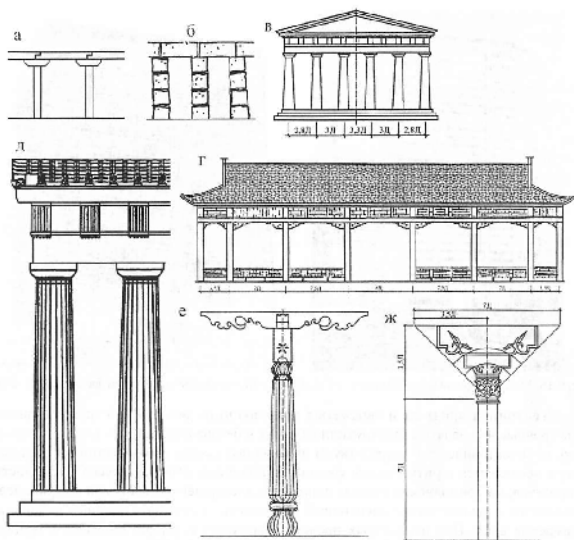
Стоечно-балочные конструкции из камня, дерева и железобетона отличаются друг от друга по техническим параметрам. Художественная трактовка этих конструкций воплотила специфику их материала. Малое сопротивление растяжению при изгибе каменных балок (архитрава) определило в системе ордера частый шаг каменных колонн, а также небольшой горизонтальный вынос капителей колонн и карниза алтаблемента. Большое сопротивление дерева растяжению при изгибе определило в формах деревянного ордера, сложившегося в середине века в странах Центральной и Восточной Азии, большой шаг колонн и большой горизонтальный вынос консолей, поддерживающих свесы крыши (рис. 6.15). В средние века развитие стоечно-балочной системы вылилось в тектоническую систему фахверковых наружных стен – деревянного каркаса с несущим оштукатуренным заполнением. Архитектурные формы фахверковых зданий отличаются легкостью, графичностью благодаря контрастной по отношению к заполнению окраске элементов каркаса, откровенным показом основных конструктивных элементов – стоек, подкосов и акцентированием опорных узлов резным деревянным декором. Хорошая работа дерева на изгиб позволила создать в средневековой архитектуре многоэтажных фахверковых домов консольные свесы верхних этажей над нижними (рис. 6.16, а, см вклейку в конце книги).

В современных несущих конструкциях в связи с переходом от шарнирных к жестким (рамным) узлам ригеля со стойкой при шарнирном сопряжении с фундаментом создаются характерные признаки тектоники стоечно-балочной системы – вертикальная опора, сужающаяся книзу, слитность ригеля и стойки в узле сопряжения и т.п.

Изобретение стального проката и железобетона и применение этих материалов в каркасных конструкциях позволили с конца XIX в. перейти к резкому увеличению этажности зданий. В современных многоэтажных каркасных домах в тектонических целях прибегают к обнажению колонн на отдельных участках здания, но чаще всего в нижнем ярусе (рис. 6.16, б см вклейку в конце книги), либо к его отражению на фасадной поверхности члещением его лопатками и тягами.

**Тектоника стеновых конструкций** (рис. 6.17, см вклейку в конце книги). Художественная трактовка стеновых конструкций сложилась применительно к каменным стенам ручной кладки. Элементы тектонической системы каменной стены, возникшие в античной Греции, приобрели законченное выражение в эпоху Возрождения в Италии. Техника последовательной укладки камней горизонтальными рядами получила отражение в члещении стен горизонтальными профильными элементами – тягами, вычленяющими основание стены (цоколь) и отдельные пространственные слои здания – этажи. Наиболее пластически развитая горизонтальная тяга – карниз – архитектурно завершает стену вверху.

\* База колонны отсутствует только в греко-дорическом ордере.



**Рис. 6.15.** Конструкция и тектоническое решение стоечно-балочной системы: а – деревянная конструкция; б – каменная конструкция; в – античный каменный портик; г – средневековый деревянный портик (Китай); д – дорический каменный ордер; е – деревянный ордер в архитектуре Средней Азии (по В. Л. Верониной); ж – то же, архитектуре Монголии (по Б. Дашжаву)

Снизу вверх нагрузка на стены убывает, что позволяет постепенно уменьшать их толщину. Тектонически эта особенность конструкции выявляется изменением отески облицовочных камней: от грубой объемной в нижнем ярусе стены к тонкой плоскостной в верхнем.

Характерной особенностью каменной стены является ограничение ширины проемов для сохранения необходимой несущей способности простенков. В связи с этим требуемая освещенность помещений достигается развитием проемов по высоте, а не по ширине. Только в малонагруженных верхних ярусах стены возможно уменьшение ширины несущих простенков и увеличение проемов. Тектонически это подчеркивается более сложной формой и декоративным обрамлением крупных проемов верхних этажей. В современной архитектуре фасадные стены часто теряют несущую функцию (нагрузки воспринимает каркас), что послужило основанием для формирования «атектонических» композиций фасадов, подчеркнутых ленточными окнами, либо полностью стеклянной витражной стеной (см. рис. 6.16, б и 6.18).

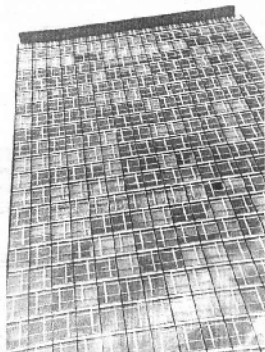
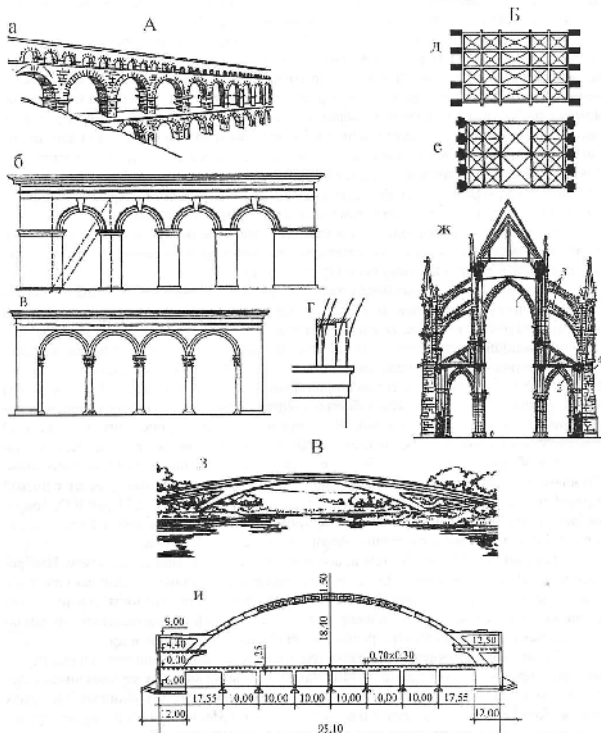


Рис. 6.18. Милан. Офисы фирм Пирелли и Гальфа с атектоничной композицией фасадов 1950-е гг.

**Тектоника арочных и сводчатых конструкций** (рис. 6.19). В эпоху Древнего Рима арочные и сводчатые конструкции из камня и бетона получают не только техническую, но и тектоническую разработку. В инженерных сооружениях тектоника арочных систем проявляется в ритмическом сочетании различных арочных ярусов и кратности их пролетов, а в гражданских зданиях дополняется завершенной системой профилировки импостов и архивольтов — идентичным профильным венчанием опорных пилонов и обрамления арки. При одинаковых пролетах, нагрузках и высоте смежных полуциркулярных арок их распор взаимно погашается, что позволяет заменить массивные опоры арок колоннами, несущими только вертикальную нагрузку. Соответствующая этой конструкции тектоничная система аркады на колоннах получает широкое распространение в архитектуре начиная с раннего средневековья. Аркада на столетия утверждается в архитектуре как функционально целесообразное средство организации полусткрытых (обходные галереи на площадях и улицах, в дворцовых, монастырских и храмовых дворах-клуатрах) и закрытых пространств (объединение пространства смежных конструктивных пролетов в дворцах и храмах) с заменой глухой стены отдельными опорами.

Применение аркады позволяет заменить плоскую преграду отдельными столбами. Использование крестовых сводов позволяет заменить опорный периметр стен четырьмя столбами. Применение системы крестовых сводов, изобретенных в Древнем Риме в IV в. н.э., позволило перекрывать и объединять внутренние пространства площадью в сотни квадратных метров.

В Средние века сводчатые покрытия получили завершенную конструктивную и тектоническую форму в составе каменной сводчато-каркасной системы при строительстве храмов в эпоху романки и готики (XII-XV вв.). Для перекрытия храмов, содержащих три — пять продольных пролетов (нефов), применялась повторяющаяся связанная система из пяти-девяти цилиндрических крестовых сводов (романская траверса) или трех-пяти стрелчатых (готическая траверса).



**Рис. 6.19.** Тектоника арочных и сводчатых конструкций: А – и античном зодчестве, Б – то же, в средние века; В – в современном зодчестве; а – Гардский мост на юге Франции (II в. н.э.); б – аркада на пилоне, в – то же на колоннах; г – детали imposta и архивольты; д – фрагмент плана несущей сводчатой конструкции (траверс) в романском зодчестве, е – готическая траверс, ж – поперечный разрез готической траверсы; з – железобетонный арочный мост в Виебадене; и – железобетонный свод покрытия выставочного зала в Турине; 1 – крестовый стрельчатый свод центрального нефа; 2 – то же, бокового, 3 – арбутин; 4 – шпирфоре

Меньшая величина распора в каркасно-ребристых стрельчатых крестовых сводах по сравнению с применявшимися в романике цилиндрическими сплошного сечения позволила существенно уменьшить нагрузку на несущие конструкции и увеличить высоту внутреннего пространства готических храмов до 30-40 м.

Готические стрельчатые крестовые своды имеют каркасную конструкцию из каменных ребер – нервюр, расположенных вдоль стыков и по краю распалубок. Вертикальные и горизонтальные усилия от покрытия передаются в отдельных точках пересечения нервюр на внутренние столбы, наружные наклонные арочные ребра (аркбутаны) и наружные столбы – контрфорсы, образующие каменный каркас в плоскости и из плоскости наружных стен. В связи с этим свободное пространство между столбами оказалось возможным заполнить колоссальными окнами из цветного стекла – витражами. Тектоническая выразительность каркасного расчленения конструкций готического храма (свода – на ребра и распалубки, стены – на отдельные столбы и витражи заполнения между ними) подчеркнута контрастом цвета и материала этих элементов.

Внедрение железобетонных арочных и сводчатых конструкций в XX в., благодаря высокой несущей способности материала, позволило резко уменьшить стрелу подъема и изменить технологию сооружений (рис. 6.19, 3,и).

Тектоника купольных покрытий, сложившаяся в каменном зодчестве античности, практически сохранилась до XXв. Ей присуще высокая стрела подъема, доходящая до величины радиуса купола. Такой подъем позволяет сократить величину распора массивной каменной конструкции, который передают на кольцо несущих стен (при круглом плане подкупольного пространства) или на паруса и устои (при квадратном плане см. рис.5.11 и 5.12). Характерно, что во второй половине XIX в. и в начале XX в. несмотря на внедрение стали и затем железобетона архитектурные формы новых купольных сооружений остаются традиционными. Но к середине XX века происходит своеобразный бум купольных форм: возникают тонкостенные гладкие, граненые, волнистые, складчатые железобетонные купола, ребристые и сетчатые из стали и клееной древесины. Окончательно современная техника тонкостенных железобетонных куполов с низкой стрелой подъема складывается к середине 50-х гг. в творчестве П. Л. Нерви и Ф. Торрори (рис. 6.20). Таким образом, как и на протяжении всей истории зодчества эстетическое освоение новых конструктивных форм существенно запаздывает.

Тектоника висячих систем новое явление в современной архитектуре. Изобретенные С. Шуховым в конце XIX в. висячие системы получили относительно широкое внедрение после Второй мировой войны, когда возникла необходимость строительства и применения экономичных большепролетных перекрытий при возведении аэровокзалов, крытых спортивных залов и рынков, выставочных павильонов и др.

Внедрены многочисленные варианты висячих систем. Среди них далеко не все получили тектоническую трактовку. Так например, мембранные и двухплоские системы покрытий с плоским опорным контуром, примененные в Олимпийских Дворцах спорта Москвы и С.-Петербурга, в Бауманском рынке в Москве (рис. 6.21, а), не отражены в объемных композиции этих зданий.

В то же время тектоничный характер могут получить здания как с покрытиями плоскостной висячей системы за счет выразительной формы несущих устоев (рис. 6.21, б), так особенно, с пространственным покрытием на несущем контуре пространственной формы (рис. 6.21, в). Применение висячих покрытий способствует формированию не только новаторской объемной формы, но и необычной (и наиболее экономичной) композиции интерьера (рис. 6.22).



Рис. 6.20. Тектоника железобетонной купольной конструкции. Рим. Малый Олимпийский дворец спорта. Инж. П. Л. Нерви. 1959 г. Общий вид и интерьер

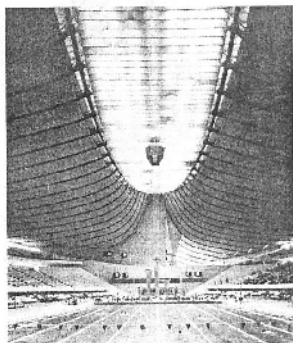
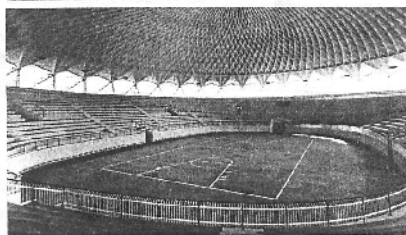
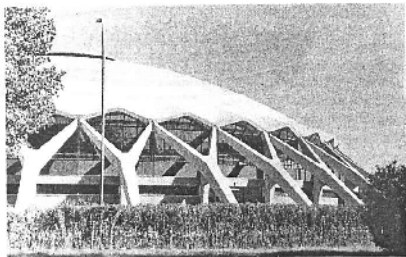


Рис. 6.22. Тектоника висячих систем. Токио. Олимпийский главный бассейн: общий вид и интерьер. Арх К. Танге, инж. Е. Цубои

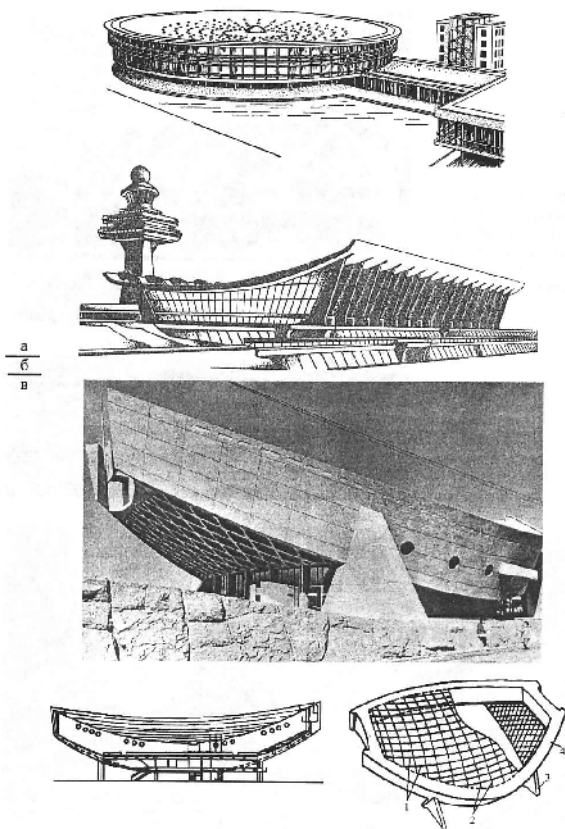


Рис.6.21. Тектоника сооружений с висячими покрытиями: а – Москва. Крытый Бауманский рынок; б – Вашингтон. Аэропорт; в – г. Такамазу. Крытая спортивная арена: общий вид, разрез и аксонометрия несущих конструкций: 1 – несущие тросы, 2 – то же, стабилизирующие, 3 – опорный пилот, 4 – пространственный спорный железобетонный контур

обс  
нос.  
Это  
по н  
юд  
ния,  
код  
взд  
стат  
фор  
тр  
сти  
ган

щен  
тот  
пла  
стр  
ния,  
раж

лов  
СН  
(см.

толь  
обм  
рив  
ютс  
дух

ские  
с  
с  
л  
п  
с  
с

## Глава 7. Физико-технические основы проектирования зданий и их ограждающих конструкций

Проектирование зданий как искусственной среды жизнедеятельности должно обеспечивать такое состояние среды, которое воспринимается человеком как комфортное. Забота о создании комфортной среды проявляется на всех этапах проектирования. Этому способствуют правильное решение рассмотренных выше архитектурных задач по назначению размеров помещений, их пропорций, размеров проемов, связи с окружающей средой, а также целесообразный выбор конструкций и инженерного оборудования. Только при правильном решении технических задач могут быть обеспечены необходимый уровень тепло-, звуко-, гидроизоляции помещений, оптимальные параметры воздушной среды, световой комфорт и пр. Значимость этих факторов различна, но достаточно несоблюдения хотя бы одного из них (например, звукоизоляции), чтобы комфортное состояние среды превратилось в дискомфортное. В связи с этим комфорт внутренней среды определяется как совокупность оптимальных уровней всех ее характеристик, не вызывающих чрезмерного напряжения высших регуляторных механизмов организма человека.

### 7.1. Элементы строительной теплотехники

Оптимальный микроклимат, т.е. оптимальное состояние воздушной среды помещений по параметрам температуры, влажности, скорости движения воздуха и его чистоты, обеспечивается комплексом мер: расположением здания в застройке, его объемно-планировочным решением в соответствии с природно-климатическими условиями строительства, избранной системой искусственной климатизации помещений (отопления, вентиляции, кондиционирования внутреннего воздуха) и выбором наружных ограждающих конструкций, обеспечивающих необходимую теплозащиту помещений.

Взаимосвязь объемно-планировочных решений с природно-климатическими условиями строительства в типовом проектировании базируется на рекомендованном СНиП II-23-01-99 «Строительная климатология» климатологическом районировании (см. гл.1)

Задача выбора наружных ограждающих конструкций решается методами строительной теплотехники, которая базируется на общей теории теплообменных и массообменных процессов. При этом наружные ограждающие конструкции зданий рассматриваются в термодинамическом процессе как открытые системы, которые обмениваются с внешней средой энергией путем теплообмена и веществами путем влаго- и воздухообмена.

При проектировании зданий в первую очередь решают следующие теплотехнические задачи:

- обеспечение необходимой теплозащитной способности наружных ограждений;
- обеспечение на внутренней поверхности ограждения температур, незначительно отличающихся от температуры воздуха в помещении, во избежание выпадения на этой поверхности конденсата;
- обеспечение теплоустойчивости ограждения;
- создание осушающего влажностного режима наружных ограждений в эксплуатации;
- ограничение воздухопроницаемости наружных ограждений.

Теплотехнический расчет наружного ограждения в большинстве случаев осуществляется для условий установившегося во времени (стационарного) процесса тепло- и массообмена. Эти условия в целях упрощения расчетов идеализируют природные процессы, в которых вследствие изменчивости параметров наружной среды (температуры и влажности воздуха) обменные процессы нестационарны. Теплотехнический расчет ограждающих конструкций производится для отапливаемых помещений на зимние условия, когда тепловой поток направлен из помещений в наружную среду. Наружное ограждение рассчитывается как плоская стенка, разделяющая воздушные среды с различной температурой и влажностью, ограниченная параллельными поверхностями, и перпендикулярная тепловому потоку. Ограждение считается однородным, если оно выполнено из одного материала, и слоистым, если состоит из нескольких материалов, расположенных параллельно внешним плоскостям ограждения.

В стационарных условиях теплопередачи количество теплоты в Дж —  $Q$ , проходящего через ограждение, составляет

$$Q = (\tau_w - \tau_n) \frac{\lambda}{\delta} FZ, \quad (7.1)$$

где  $\tau_w$  и  $\tau_n$  — температуры внутренней и наружной (теплой и холодной) поверхности ограждения в °С;  $\lambda$  — коэффициент теплопроводности материала ограждения, Вт/(м·°С);  $\delta$  — толщина ограждения, м;  $F$  — площадь ограждения, м<sup>2</sup>;  $Z$  — время передачи тепла, ч.

Из уравнения (7.1)

$$\lambda = \frac{Q\delta}{FZ(\tau_w - \tau_n)}$$

При значениях  $\delta$ ,  $F$ ,  $Z$  и  $(\tau_w - \tau_n)$ , равных единице,  $\lambda = Q$ , т.е. коэффициент теплопроводности материала ограждения равен количеству тепла в Дж, проходящего за 1 ч через 1 м<sup>2</sup> стенки толщиной в 1 м, выполненной из рассматриваемого материала, при разнице температур на ее поверхностях в 1°С. Значения коэффициентов теплопроводности материалов колеблются в очень широких пределах от 407 Вт/(м·°С) у меди до 0,04 Вт/(м·°С) у пенопластов. Различия величин коэффициентов теплопроводности являются следствием различий в структуре материалов и, в первую очередь, их плотности  $\gamma$  (кг/м<sup>3</sup>). Чем она больше, тем выше теплопроводность материала. Чем меньше плотность материала, тем больший объем занимают поры, заполненные малотеплопроводным воздухом, и тем меньше теплопроводность. Помимо пористости на величину теплопроводности материала влияет и его влажность. Чем больше воздуха в порах материала вытесняется водой, имеющей в 25 раз большую теплопроводность, тем выше становится теплопроводность материала. Влагосодержание материалов характеризуется весовой влажностью  $\omega$  и измеряется отношением (в %) количества влаги, содержащейся в увлажненном пористом материале, к массе сухого, высушенного до постоянного веса материала:

$$\omega = \frac{P_{\text{в}} - P_{\text{сух}}}{P_{\text{сух}}} \cdot 100, \quad (7.2)$$

где  $P_{\text{в}}$  и  $P_{\text{сух}}$  — соответственно массы влажного и сухого материала.

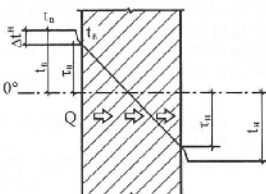
На величину весовой влажности влияют климатические условия, расположение материала в различных слоях ограждения, и влажностный режим эксплуатируемого помещения. Из опыта строительства и исследований известны средние значения весовой влажности материала в сухих и нормальных условиях эксплуатации и значения  $\lambda$  для

соответствующих значений  $\omega$ . В связи с тем, что начальное влагосодержание материалов и конструкций оказывает большое влияние на эксплуатационные качества ограждений, ГОСТы на материалы и конструкции регламентируют предельно допустимые его величины, проектное решение предусматривает взаимное расположение слоев конструкций, исключающее накопление в их толще конденсата, а нормативы изготовления изделий предусматривают способы сокращения их технологического переувлажнения при формовании.

**Определение сопротивления теплопередаче ограждения.** При определении теплозащитной способности наружных ограждений практический интерес представляет не теплопроводность составляющих ее слоев, а обратная ей величина  $R$  — **термическое сопротивление**, которое соответственно для однослойных и слоистых конструкций составляет:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}; \quad (7.3) \quad \text{и} \quad R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} \quad (7.3, \text{а})$$

Рис. 7.1. Распределение температур в однослойном наружном ограждении при стационарном тепловом потоке



При переходе тепла через наружное ограждение изменяется температура в материале ограждения и на его поверхностях и одновременно понижается температура воздуха в прилегающих к ограждению зонах (рис. 7.1). Такое падение температуры свидетельствует о наличии дополнительных термических сопротивлений переходу тепла от внутреннего воздуха к внутренней поверхности ограждения и от наружной поверхности ограждения к наружному воздуху. Эти сопротивления теплоотдаче обозначают  $R_n$  и  $R_w$ .

Иногда в теплотехнических расчетах используют обратные величины — коэффициенты теплоотдачи внутренних и наружных поверхностей конструкций —  $\alpha_n$  и  $\alpha_w$ , равные:

$$\alpha_n = \frac{1}{R_n}; \quad (7.4) \quad \alpha_w = \frac{1}{R_w}. \quad (7.5)$$

При теплотехнических расчетах наружных ограждающих конструкций стальных зданий. Их величины принимают:  $\alpha_w = 8,7 \text{ Вт/(м}^2\text{С)}$  и  $\alpha_n = 23 \text{ Вт/(м}^2\text{С)}$ , соответственно общие величины сопротивления теплопередаче одно- и многослойного ограждений составят:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_w}, \quad (7.6)$$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_n} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_w}. \quad (7.7)$$

В ряде случаев для повышения сопротивления теплопередаче в конструкциях предусматривают воздушные прослойки. Экспериментально установленное термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек  $R_{a,н}$  при их толщине от 10 до 150 мм составляет 0,13 - 0,18 м<sup>2</sup> °С/Вт для вертикальных и горизонтальных (при потоке тепла снизу вверх), а для горизонтальных прослоек при потоке тепла сверху вниз - 0,14 - 0,24 м<sup>2</sup> °С/Вт. В связи с тем что теплопередача в прослойках осуществляется преимущественно за счет конвекции и излучения, термическое сопротивление прослоек во много раз ниже термического сопротивления неподвижного воздуха. Влияние воздушных прослоек учитывается при определении общего сопротивления ограждения теплопередаче  $R_0$  введением слагаемого  $R_{a,н}$ . Для повышения эффективности прослойки вдвое применяют облицовку более теплой ограждающей поверхности отражающими материалами (например, алюминиевой фольгой), которая уменьшает передачу тепла излучением.

*Определение требуемого сопротивления теплопередаче ограждения.* Величина сопротивления теплопередаче запроектированной конструкции должна быть не менее величины требуемого по климатическим и гигиеническим условиям сопротивления  $R_0^{треб}$ . Величина  $R_0^{треб}$  определяется из следующего условия. При установившемся потоке тепла величина входящего в ограждение потока равна величине выходящего. Поток тепла, проходящий через единицу площади внутренней поверхности за единицу времени, составляет

$$q_a = \frac{t_a - \tau_a}{R_a} \quad (7.8)$$

где  $t_a$  — температура внутреннего воздуха; а  $\tau_a$  — температура внутренней поверхности ограждения,

и равен потоку тепла через ограждение в целом

$$q_a = Q; \\ \frac{t_a - \tau_a}{R_a} = \frac{t_e - t_a}{R_0}$$

где  $t_e$  — температура наружного воздуха.

Из этого равенства следует, что

$$R_a = \frac{t_e - t_a}{t_a - \tau_a} R_0. \quad (7.9)$$

Минимальная величина требуемого сопротивления теплопередаче также зависит от расположения наружной поверхности ограждения по отношению к внешней среде, что учитывается коэффициентом  $n$  в формуле (7.9), которая принимает вид

$$R_a^{треб} = \frac{n(t_e - t_a)}{\Delta t^* \alpha_c} \quad (7.10)$$

Коэффициенты  $n$  имеют следующие значения:  $n = 1$  для наружных стен, чердачных перекрытий (с кровлей из штучных материалов) и совмещенных крыш; 0,9 — для чердачных (с кровлей из рулонных материалов) перекрытий; 0,75 — для перекрытий над холодными и подвалами со световыми проемами.

В формулу (7.10) входит величина нормируемого температурного перепада у внутренней поверхности ограждения  $\Delta t^* = t_a - \tau_a$ , определяющая тепловой комфорт помещения. В наиболее холодные зимние дни она должна составлять для наружных стен жилых домов, школ, больниц не более 4 °С, административных — 4,5 производственных — от 7 до 12 °С, для покрытий соответственно 3; 4 и 6-12 °С, а для перекрытий над проездами — 2-2,5 °С.

Расчетные параметры внутреннего воздуха  $t_v$  здания и помещениях определяются нормами проектирования и составляют для жилых комнат 18 - 20°C в зависимости от климатического района строительства, для рабочих помещений административных зданий 18°, больничных палат, библиотек 20°, основных помещений детских садов и яслей 21 - 23°, спортивных залов 15°, торговых залов продовольственных магазинов 12°C и т.д.

Расчетная зимняя температура наружного воздуха  $t_n$  принимается в зависимости от характеристики тепловой инерции ограждения:

для наружных стен и покрытий большой инерционности, а также для перекрытий над подвалами и подпольями – в качестве расчетной принимают среднюю для наиболее холодной пятидневки  $t_{n,5}$ ;

для ограждений малой инерционности – среднюю наиболее холодных суток  $t_{n,1}$ ;

для ограждений средней инерционности – среднюю из этих величин  $\frac{t_{n,1} + t_{n,5}}{2}$ ;

для безынерционных – абсолютную минимальную.

Температуры наружного воздуха для различных географических пунктов, установленные по многолетним метеорологическим наблюдениям, приведены в СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

Тепловая инерция – способность конструкции к сохранению или медленному изменению температур в ее толще. Характеристика тепловой инерции  $D$  определяется по формуле

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 - \dots, \quad (7.11)$$

где  $R_1, R_2$  — сопротивление теплопередаче слоев ограждения (по 7.3), а  $s_1; s_2$  - коэффициенты теплоусвоения материалов отдельных слоев за период в 24 ч принимают по прил. 3 СНиП П-3-79\* «Строительная теплотехника».

Конструкция ограждения соответственно расчетным значениям  $D$  считается безынерционной при  $D < 1,5$ , малой инерционности при  $D > 1,5$ , но меньше 4, средней при  $4 < D < 7$  и большой при  $D > 7$ .

Величина сопротивления теплопередаче проектируемого ограждения должна быть равной или превышать требуемую по (7.10)  $R_{tr}^{tr} \geq R_{tr}^{tr,треб}$

Значения  $R_{tr}^{tr}$  представляют собой минимально необходимые по гигиеническим требованиям величины, а именно – исключение выпадения конденсата на внутренней поверхности стены или покрытия.

Однако современная практика проектирования наружных ограждающих конструкций подчиняется не только гигиеническим но и более жестким требованиям энергосбережения. Необходимость экономии энергоресурсов на отопление зданий в течение многих десятилетий его эксплуатации требует существенного повышения стоимости наружных ограждающих конструкций за счет радикального повышения их сопротивления теплопередаче (в три и более раз по сравнению с гигиенически необходимым).

Учет этого обстоятельства, продиктован принятым в 1996 г. Законом РФ «Об энергосбережении» и отражен в СНиП П-3-79\* где определение приведенного сопротивления наружных ограждающих конструкций ( $R_{tr}^{tr}$ ) ставится в зависимость от эмпирической характеристики ГОСП – градусо-сутки отопительного периода, которую определяют по формуле 7.12:

$$ГОСП = (t_n - t_{от.пер.}) Z_{от.пер.} \quad (7.12)$$

где  $t_n$  - то же, что в формуле (7.10);

$t_{\text{от. пер}}$  - средняя температура, °С, отопительного периода:

$Z_{\text{от. пер}}$  - продолжительность, сут., периода со средней температурой воздуха ниже или равной 8°С.

Величины  $t_{\text{от. пер}}$  и  $Z_{\text{от. пер}}$  - принимают по табл. 1 СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».

В соответствии с местом строительства, назначением зданий и помещений для каждого из видов наружных ограждающих конструкций (стен, окон, покрытий и пр.) и в соответствии с рассчитанной величиной ГОСЦ величина  $R_{\text{от}}^{\text{нр}}$  (м<sup>2</sup>·°С/Вт) принимаются по табл. 7.1.

Таблица 7.1.

**Требования к минимальным величинам приведенного сопротивления теплопередаче наружных ограждающих конструкций капитальных зданий различного назначения**

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R_{\text{от}}^{\text{нр}}$ , м <sup>2</sup> ·°С/Вт				
		стен	покрытий и перекрытий над проездами	перекрытий чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические, и детские учреждения, школы, интернаты	2000	2,1	3,2	2,8	0,30	0,30
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,60	0,40
	8000	4,2	6,2	5,5	0,70	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,50
	12000	5,6	8,2	7,3	0,80	0,55
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,6	2,4	2,0	0,30	0,30
	4000	2,4	3,2	2,7	0,40	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,50	0,40
	8000	3,6	4,8	4,1	0,60	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,70	0,50
	12000	4,8	6,4	5,5	0,80	0,55
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	1,4	2,0	1,4	0,25	0,20
	4000	1,8	2,5	1,8	0,30	0,25
	6000	2,2	3,0	2,2	0,35	0,30
	8000	2,6	3,5	2,6	0,40	0,35
	10000	3,0	4,0	3,0	0,45	0,40
	12000	3,4	4,5	3,4	0,50	0,45

Для малоэтажных (до 3-х этажей включительно) зданий со стенами из мелкоштучных материалов, а также для реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий независимо от их этажности  $R_{\text{от}}^{\text{нр}}$  при проектировании принимают по табл. 7.2.

Соответственно данным табл. 7.1 и 7.2 становятся очевидным, что нормируемые ими величины приведенного сопротивления теплопередаче в подавляющем большинстве районов РФ делают экономически и технически приемлимыми только многослойные конструкции наружных ограждений, включающие прослойки с очень малой теплопроводностью в пределах от 0,04 до 0,10 Вт/м·°С.

Для многослойных конструкций в зависимости от их решения (с теплопроводными включениями или без них) проектная величина сопротивления теплопередаче (для стационарных условий) определяется различно. Для конструкции с последовательно расположенными однородными слоями как сумму термических сопротивлений отдельных слоев плюс сопротивления теплоотдаче по формуле 7.7. Для конструкций термически неоднородных (с теплопроводными включениями) предварительно определяют  $R_a$  и  $R_b$  - приведенное термическое сопротивление участков неоднородных и однородных.

Для определения  $R_a$  плоскостями, параллельными направлению теплового потока, конструкцию условно рассекают на участки однородные (однослойные) и неоднородные и определяют  $R_a$  по формуле 7.13:

$$R_a = \frac{F_1 + F_2 + \dots + F_n}{\frac{F_1}{R_1} + \frac{F_2}{R_2} + \dots + \frac{F_n}{R_n}}, \quad \text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}, \quad (7.13)$$

где  $F_1, F_2, F_n$  - площади отдельных участков конструкции,  $\text{м}^2$ ;

$R_1, R_2, R_n$  - термическое сопротивление этих участков определяемое для однородных по формуле 7.3, а для неоднородных - по формуле 7.3, а.

**Требования к минимальным величинам сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций 1-3-х этажных зданий со стенами из мелкоштучных материалов, реконструируемых и капитально ремонтируемых зданий различного назначения**

Таблица 7.2.

Здания и помещения	Градусосутки отопительного периода, $^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$	Приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций не менее $R_{a, \text{пр}}$ , $\text{м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$				
		стен	покрытый и перекрытый над проездами	перекрытый чердачных, над холодными подпольями и подвалами	окон и балконных дверей	фонарей
Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты	2000	1,2	1,8	1,6	0,30	0,30
	4000	1,6	2,5	2,2	0,45	0,35
	6000	2,0	3,2	2,8	0,60	0,40
	8000	2,4	3,9	3,4	0,70	0,45
	10000	2,8	4,6	4,0	0,75	0,50
Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом	2000	1,0	1,6	1,4	0,30	0,30
	4000	1,4	2,3	2,0	0,40	0,35
	6000	1,8	3,0	2,6	0,50	0,40
	8000	2,2	3,7	3,2	0,60	0,45
	10000	2,6	4,4	3,8	0,70	0,50
	12000	3,0	5,1	4,4	0,80	0,55
Производственные с сухим и нормальным режимами	2000	0,8	1,4	1,2	0,25	0,20
	4000	1,1	1,8	1,5	0,30	0,25
	6000	1,4	2,2	1,8	0,35	0,30
	8000	1,7	2,6	2,1	0,40	0,35
	10000	2,0	3,0	2,4	0,45	0,40
12000	2,3	3,6	2,7	0,50	0,45	

Затем плоскостями, перпендикулярным направлению теплового потока конструкция условно разрезается на слои, из которых одни могут быть однородными, другие – неоднородными. Термическое сопротивление однородных определяется по формуле 7.3, а, неоднородных – по формуле 7.13, а термическое сопротивление конструкции – как их сумма.

Приведенное термическое сопротивление такой конструкции в целом определяется по формуле 7.14.

$$\bar{R}_2^{nw} = \frac{R_u + 2R_v}{3} \quad (7.14)$$

Все приведенные выше формулы относятся к определению сопротивления теплопередаче глухой части наружных стен. В то же время 25-30% теплового потока в зимнее время уходит через светопрозрачные ограждения (окна, витражи и пр.), сопротивление теплопередаче конструкций которых меньше в 7-10 раз, чем сопротивление глухой части стены. Наряду с этим возникают дополнительные теплопотери за счет инфильтрации холодного воздуха через неплотности притворов и балконных дверей.

Поэтому в таблицах 7.1 и 7.2 приведены повышенные требования к сопротивлению теплопередаче не только глухой части наружных ограждающих конструкций, но и светопрозрачных конструкций (окон, балконных дверей, световых фонарей). В практике проектирования и строительной индустрии осуществляется широкий переход на применение окон с раздельными или раздельно-спаренными переплетами с двойным или тройным остеклением (стеклопакетами и листовым стеклом) в деревянных, ПВХ или алюминиевых переплетах.

Широко применявшиеся в течение последних десятилетий конструкции окон с двухрядным остеклением в спаренных переплетах могут быть применены только в районах с характеристикой ГСОП не более 2000. Новые конструкции окон (см. гл. 17) обеспечивают повышение сопротивления теплопередаче на 50-100% по сравнению с окнами с двойным остеклением в спаренных переплетах.

**Распределение температур в толще ограждения.** Помимо определения общего, требуемого и экономически целесообразного сопротивления теплопередаче при проектировании ограждения необходимо установить распределение температур по сечению ограждения. При стационарном потоке тепла температуру в любой точке сечения ограждения находят по аналогии с определением температуры на внутренней поверхности ограждения  $t_n$ , которую вычисляют, преобразуя уравнение (7.9):

$$t_n = t_a - \frac{t_n - t_a}{R_0} R_n \quad (7.9)$$

Исходя из равенства потоков тепла, проходящего через слой ограждения любой толщины  $x$ , граничащий с помещением, и через все ограждение,

$$\frac{t_n - t_w}{R_0 \sum_{i=1}^n R} = \frac{t_n - t_a}{R_0}$$

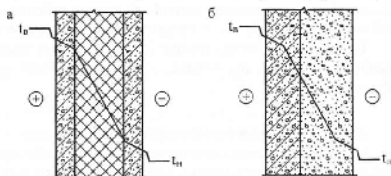
откуда

$$t_n = t_w - \frac{t_n - t_a}{R_0} \cdot (R_n + \sum_{i=1}^n R), \quad (7.15)$$

где  $\sum_{i=1}^n R$  - термическое сопротивление слоев толщиной  $x$ , примыкающих к помещению.

Изменение температуры в каждом слое ограждения происходит по линейному закону, но с различным углом наклона, соответствующим термическому сопротивлению слоя. Таким образом, график распределения температуры в слоистом ограждении получает характер ломаной линии, отрезки которой, проходящие через слои с более высоким термическим сопротивлением, имеют больший угол наклона к горизонту (рис.7.2).

Рис.7.2. Примеры распределения температур в трех - (а) и двухслойной (б) паружных стен



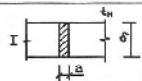
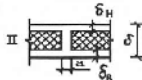
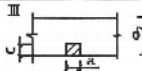
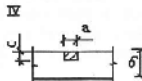
Температура внутренней поверхности в местах более теплопроводных включений определяется по формуле:

$$t'_в = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_0 \alpha_w} \left[ 1 + \eta \left( \frac{R_0^{вк}}{R_0} - 1 \right) \right], \quad (7.16)$$

где  $R_0'$  - сопротивление теплопередаче участка ограждения с теплопроводным включением;  $R_0^{вк}$  - то же, без теплопроводного включения;  $\eta$  - коэффициент, принимаемый по табл. 7.3 в зависимости от отношения ширины включения  $a$  к полной толщине ограждения  $\delta$ .

Значения коэффициентов  $\eta$  для различных схем расположения теплопроводных включений

Таблица 7.3.

Схема теплопроводности включения	Коэффициент $\eta$ при $a/\delta$ равном					
	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,5
I 	0,65	0,79	0,86	0,90	0,93	0,95
II 	При $\frac{\delta_n}{\delta_v} = 1$					
	0,38	0,56	0,69	0,77	0,83	0,93
III 	При $\frac{c}{\delta} = 0,5$					
	2,26	1,97	1,76	1,62	1,48	1,31
IV 	При $\frac{c}{\delta} = 0,5$					
	0,39	0,57	0,60	0,77	0,83	0,91

Теплоустойчивость ограждения – способность сохранять при колебаниях величин теплового потока относительное постоянство температур на поверхности ограждения, обращенной в помещение.

Расчетный контроль теплоустойчивости ограждений осуществляется для конструкций наружных стен (при  $D < 4$ ) и покрытий (при  $D < 5$ ) и является обязательным при проектировании гражданских зданий для южных районов со среднемесячной температурой июля более  $20^{\circ}\text{C}$  в целях предупреждения радиационного\* перегрева помещений.

Расчетом контролируется амплитуда колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения  $A_{t_i}$ , которая должна быть не более требуемой  $A_{t_i}^{tr}$ , определяемой по формуле:

$$A_{t_i}^{tr} = 2,5 - 0,1(t_n - 21), \quad (7.17)$$

где  $t_n$  – среднемесячная температура наружного воздуха в июле.

Большие колебания температуры на облучаемой наружной поверхности ограждающей конструкции уменьшаются, затухают в ее толще (рис. 7.3.)

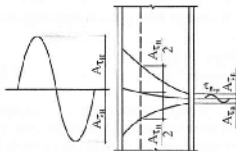


Рис. 7.3. Схема затухания температурных колебаний в толще однородной конструкции

Величина амплитуды колебаний температуры на внутренней поверхности  $A_{t_i}$  зависит от величин затуханий расчетной амплитуды колебаний температуры наружного воздуха  $v$  в толще ограждения, которые определяют по следующим формулам:

$$A_{t_i} = \frac{A_{t_n}^{mnv}}{v}; \quad (7.18)$$

$$A_{t_i}^{mnv} = \frac{\rho(I_{\max} - I_{cp})}{\alpha_n} + 0,5A_{t_n}; \quad (7.19)$$

$$v = 0,9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_n)(s_2 + Y_1) + \dots + (s_n + Y_{n-1})(\alpha_n + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) + \dots + (s_n + Y_n)\alpha_n}, \quad (7.20)$$

где  $\rho$  – коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью, который для материалов наружных стен колеблется от 0,7 до 0,3;  $I_{\max}$  и  $I_{cp}$  – максимальное и среднее суточное значение суммарной солнечной радиации на поверхность ограждения за июль. Для наружных стен расчетной является поверхность, ориентированная на запад;  $A_{t_n}$  – максимальная амплитуда колебаний температуры наружного воздуха в июле;  $e = 2,718$  – основание натуральных логарифмов;  $Y_1, Y_2, Y_n$  – коэффициенты теплоусвоения наружной поверхности отдельных слоев ограждающих конструкций, которые при  $D$  слоя  $\geq 1$  равны коэффициенту теплоусвоения материала слоя  $s$ , а при характеристике тепловой инерции слоя  $D < 1$  определяются расчетом, начиная от первого (от внутренней поверхности слоя по формуле 7.21, а для последующих слоев – по формуле 7.22):

\* Радиация – тепловое воздействие прямого солнечного облучения.

$$Y_i = \frac{R_i s_i^2 - \alpha_i}{1 + R_i \alpha_i}; \quad (7.21)$$

$$Y = \frac{R_i s_i^2 + Y_{i-1}}{1 + R_i Y_{i-1}}; \quad (7.22)$$

где  $Y_{i-1}$  - коэффициент теплоусвоения наружной поверхности предыдущего слоя.

В результате расчетной проверки теплоустойчивости наружного ограждения может оказаться, что его сечение, назначенное по результатам расчета сопротивления теплопередаче на зимние условия, должно быть увеличено по требованиям защиты от перегрева. Также мероприятие допустимо в случаях, когда по расчету на теплоустойчивость необходимо увеличение толщины теплоизоляционного слоя не более чем в 1,5 раза.

В остальных случаях необходимо прибегнуть к переработке конструкции, избрав более экономичный вариант, либо применив конструктивные способы снижения перегрева конструкций и помещений. Такими способами могут служить замена бесчердачных крыш чердачными вентилируемыми, устройство солнезащитных экранов над покрытием, вентилируемых воздушных прослоек в наружных стенах, устройство полов первого этажа по грунту, а не по перекрытию и др.

**Сопротивление ограждающих конструкций воздухопроницанию.** Под влиянием разности ( $\Delta p$ ) обних давлений по обе стороны ограждения, вызванной тепловым напором или ветром, через ограждающие конструкции происходит фильтрация воздуха. Для обеспечения благоприятного температурного режима помещений особенно нежелательна фильтрация наружного воздуха через ограждение в зимнее время - инфильтрация.

Сопротивление проектируемого многослойного наружного ограждения воздухопроницанию  $R_n$ , м<sup>2</sup>·ч·Па/кг должно быть не меньше требуемого  $R_n^{tr}$ . Первое определяется как сумма сопротивлений слоев ограждения

$$R_n = R_{n_1} + R_{n_2} + \dots + R_{n_k}, \quad (7.23)$$

а второе - прямо пропорционально расчетной разности давления воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций  $\Delta p$  и обратно пропорционально нормативной воздухопроницаемости ограждений  $G^n$  (кг/(м<sup>2</sup>·ч)):

$$R_n^{tr} = \frac{\Delta p}{G^n}, \quad (7.24)$$

где  $G^n$  для наружных стен, перекрытий и покрытий гражданских зданий составляет 0,5, для наружных стен отапливаемых производственных зданий - 1, для окон и балконных дверей в деревянных переплетах - 6,0, а в пластмассовых и алюминиевых - 5,0 и т.д. по СНиП II-3-79\*.

Разность давлений  $\Delta p$  определяется по формуле

$$\Delta p = 0,55H(\gamma_n - \gamma_w) + 0,03\gamma_n v^2, \quad (7.25)$$

где  $H$  - высота здания, м;  $v$  - максимальная из средних по румбам за январь скорость ветра, м/с;  $\gamma_n$  и  $\gamma_w$  - удельный вес наружного и внутреннего воздуха, определяемые по формуле

$$\gamma = \frac{3463}{273 + t}, \quad \text{кг/м}^3, \quad (7.26)$$

где  $t$  - температура воздуха наиболее холодной пятидневки для определения  $\gamma_n$  и расчетная температура внутреннего воздуха для определения  $\gamma_w$ .

В наибольшей степени подвержены инфильтрации конструкции окон и балконных дверей. Их сопротивление воздухопроницанию должно быть не менее

$$R_{\text{в}}^{\text{нр}} = \frac{1}{G^{\text{нр}}} \left( \frac{\Delta p}{\Delta p_0} \right)^{\frac{2}{3}}, \quad (7.27)$$

где  $\Delta p$  – то же, что в формуле 7.24, а  $\Delta p_0 = 10$  Па.

**Влажностный режим наружного ограждения.** Повышение влагосодержания материала ограждений снижает теплозащитные свойства конструкций и их долговечность из-за разрушения переувлажненного материала при многочисленных циклах замораживания и оттаивания. В связи с этим предельное начальное влагосодержание конструкций ограничивается нормами проектирования. В процессе эксплуатации конструкций при высыхании в результате воздухообменных процессов с внутренней и наружной сторон ограждения и солнечной радиации начальное влагосодержание уменьшается. В то же время влагосодержание конструкций может возрастать под воздействием атмосферной влаги в виде дождя, мокрого снега, инея; грунтозой влаги, поднимающейся по капиллярам материала при отсутствии или плохом выполнении гидроизоляции между подземными и наземными конструкциями; конденсационной влаги.

Каждое из названных воздействий может вызвать переувлажнение конструкций в эксплуатации, но наиболее часто конденсационное переувлажнение ограждений вызывается влагой, содержащейся в воздухе помещения.

Абсолютная влажность в воздухе измеряется количеством влаги в единице объема воздуха в г/м<sup>3</sup>. В теплотехнических расчетах пользуются величиной относительной влажности воздуха

$$\varphi = \frac{e}{E} 100\%, \quad (7.28)$$

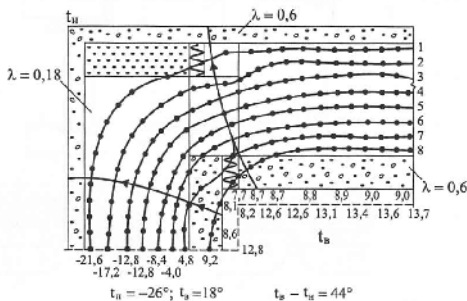
где  $E$  – предельная величина парциального давления водяного пара в Па при полном насыщении воздуха водяным паром при заданной температуре;  $e$  – парциальное давление водяного пара в помещении.

Величина  $\varphi$  имеет большое гигиеническое значение, так как влияет на интенсивность испарения влаги кожными покровами человека. По этому показателю различают сухой ( $\varphi < 50\%$ ), нормальный ( $\varphi = 50 - 60\%$ ), влажный ( $\varphi = 61 - 75\%$ ) или мокрый ( $\varphi > 75\%$ ) режим помещений. Величина  $\varphi$  влияет на влагосодержание материала ограждения, на процессы конденсации влаги в толще и на поверхности ограждения. Температура воздуха, соответствующая его полному насыщению водяным паром ( $\varphi = 100\%$ ), называется точкой росы  $t_p$ . При дальнейшем ее понижении избыток влаги конденсируется и в капельно-жидком виде оседает на ограждении. Во избежание этого при назначении теплозащитной способности стен обычно исходят из условия  $t_p > t_p^*$ , что получило отражение в определении  $R_{\text{в}}^{\text{нр}}$  по формуле 7.10, однако, и при соблюдении этого условия может возникнуть опасность выпадения конденсата на участках ограждения с увеличенными теплопотерями – в наружных углах и в местах теплопроводных включений (сквозных железобетонных ребер, стоек каркаса и др.). Наличие элементов неоднородности в ограждении вызывает искривления теплового потока и неравномерность распределения температур (температурного поля) в толще ограждения (рис. 7.4). Расчет температур на внутренней поверхности и в толще ограждений при этом осуществляется на основе дифференциального уравнения Лапласа:

$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 \tau}{\partial y^2} = 0, \quad (7.29)$$

где  $\tau$  — температура в точке конструкции с координатами  $x$  и  $y$ , определенная расчетом температурных полей.

**Рис.7.4.**  
Распределение изотерм (1 — 8) в угловом стыке трехслойных панелей наружных стен



Если расчет выявляет, что температура на поверхности участков с теплопроводными включениями ниже  $\tau_n$ , производится дополнительное утепление этих участков или изменяется сечение конструкции ограждения в целом.

В угловых участках наружных стен это может быть достигнуто увеличением внутренней зоны теплосоприятия устройством утепляющего скоса, либо установкой наружной утепляющей пилястры, при сборных (панельных) конструкциях наружных стен углы дополнительно утепляют введением в стыки утепляющих вкладышей из теплоэффективных материалов. Привлекают в этих целях и элементы инженерных систем размещающая в зоне углов наружных стен стояки отопления (открытыми или забетонированными во внутреннем слое стены (рис.7.5, А)

В местах сквозных теплопроводных включений по полю стены повышению  $\tau_s$  и равномерности распределения  $\tau_s$  в этой зоне способствует повышение теплопроводности внутреннего слоя стены (рис.7.5, Б).

Конденсационное увлажнение в толще ограждения происходит при диффузии водяного пара из помещения наружу, из среды с большим парциальным давлением пара в среду с меньшим. В связи с этим диффузию водяного пара через материал ограждения называют его паропроницаемостью, а соответствующее качество материала измеряют коэффициентом паропроницаемости  $\mu$ , характеризующимся количеством пара в мг, который диффундирует через слой площадью  $1 \text{ м}^2$  и толщиной  $1 \text{ м}$  за  $1 \text{ ч}$ . Коэффициент паропроницаемости  $\mu$  измеряется в  $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$ . Чем выше рыхлость и пористость материала, тем больше значение  $\mu$ . Величина, обратная  $\mu$ , называется сопротивлением паропроницаемости.  $R_{\mu}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па}/\text{мг}$ .

$$R_{\mu} = \frac{\delta}{\mu} \quad (7.30)$$

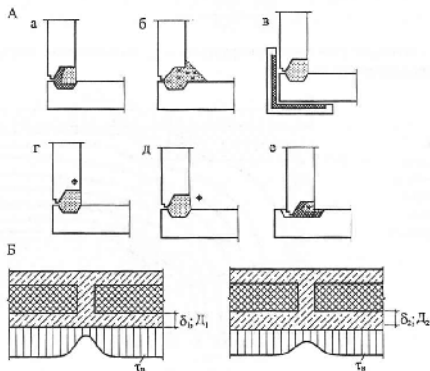


Рис. 7.5. Конструктивная корректировка теплотехнических качеств наружных стен. А – утепление угловых стыков панельных наружных стен: а – вкладышами из эффективного утеплителя, б – утепляющим внутренним слоем из монолитного легкого бетона, в – наружной пиястрой, г – замоналическим слоем отслаивания, д – открытым стояком, е – нахлесткой панелей и утепляющим вкладышем; Б – повышение температуры внутренней поверхности в зонах теплопроводных включений и повышение равномерности распределения температур на внутренней поверхности трехслойных стен за счет повышения инерционности внутреннего слоя

Общее сопротивление паропроонианию слоистой ограждающей конструкции определяется по формуле:

$$R_{\text{вн}} = R_{\text{вн}} + \frac{\delta_1}{\mu_1} + \frac{\delta_2}{\mu_2} + \dots + \frac{\delta_n}{\mu_n} + R_{\text{вн}}, \quad (7.31)$$

где  $R_{\text{вн}}$  и  $R_{\text{вн}}$  - сопротивление влагообмену на внутренней и наружной поверхности ограждения.

В процессе диффузии водяного пара через ограждение его упругость падает от величины  $e_n$  - упругость водяного пара внутреннего воздуха (Па) до  $e_x$ , за счет сопротивления ограждения паропроонианию. По аналогии с определением температуры в любой точке  $x$  по сечению ограждения упругость пара в этой точке  $e_x$  вычисляют по формуле:

$$e_x = e_n - \frac{e_n - e_x}{R_{\text{вн}}} \left( \sum_{i=1}^n R_n + R_{\text{вн}} \right), \quad (7.32)$$

где  $\sum_{i=1}^n R_n$  - сумма сопротивлений паропроонианию слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и рассматриваемым сечением. Формула 7.31 применима при отсутствии в конструкции зоны конденсации.

В процессе проектирования сопротивление конструкции паропроницанию  $R_n$  из условия недопущения накопления в ней конденсации влаги должно быть не менее наибольшей из величин требуемых сопротивлений  $R_{n1}^{np}$  и  $R_{n2}^{np}$ , определяемых по формулам 7.32 и 7.33:

а)  $R_{n1}^{np}$  - из условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации:

$$R_{n1}^{np} = \frac{(e_s - E)R_{e,s}}{E - e_s}, \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}; \quad (7.33)$$

б)  $R_{n2}^{np}$  - из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными температурами наружного воздуха:

$$R_{n2}^{np} = \frac{0,0024z_0(e_s - E_0)}{\gamma_w \delta_w \Delta w_{cp} + \eta}, \quad (7.34)$$

где  $R_n$  - сопротивление паропроницанию,  $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ ; части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью возможной конденсации;

$e_s$  - средняя упругость водяного пара наружного воздуха за годовой период в районе строительства (по СНиП 23-01-99);

$z_0$  - продолжительность в сутках периода влагонакопления, принимаемая равной периоду с отрицательными температурами наружного воздуха (по СНиП 23-01-99);

$E_0$  - упругость водяного пара, Па, в зоне возможной конденсации за период с отрицательными температурами;

$\gamma_w$  - плотность материала увлажняемого слоя,  $\text{кг} / \text{м}^3$ ;

$\delta_w$  - толщина увлажняемого слоя, м, ограждающей конструкции, принимаемая равной 2/3 толщины однослойной конструкции или толщине утеплителя слоистой;

$\Delta w_{cp}$  - предельно допустимое приращение расчетного массового отношения влаги в материале увлажняемого слоя, %, за период влагонакопления -  $z_0$ .

Упругость водяного пара  $E$ , Па, в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации определяется по формуле 7.34.

$$E = \frac{1}{12}(E_1 z_1 + E_2 z_2 - E_3 z_3) \quad (7.35)$$

где  $E_1, E_2, E_3$  и  $z_1, z_2, z_3$  - упругости водяного пара, Па, наружного воздуха, а  $z_1, z_2, z_3$  продолжительность, мес., соответственно зимнего, весенне-осеннего и зимнего периода. При этом к осенне-весеннему периоду относят месяцы с температурами наружного воздуха от минус 5 до плюс 5°C.

$$\eta = \frac{0,0024(E_{s,0} - e_{s,0})z_0}{R_{e,s}}, \quad (7.36)$$

где  $e_{s,0}$  - средняя упругость водяного пара наружного воздуха, Па, периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами по СНиП 23-01-99.

Возможность формирования в наружной ограждающей конструкции зоны конденсации и ее границы при проектировании весьма наглядно устанавливается графоаналитическим методом путем построения на чертеже сечения наружной ограждающей конструкции трех графиков расчетно установленных величин распределения по сечению ограждения послойно - для слоистого ограждения или в сечениях с одним шагом по толщине конструкции - для однослойных). Это графики температур  $t$  на границах слоев (или шагов),  $E$  - упругости насыщенного водяного пара,  $e$  - парциального давления водяного пара на границах слоев (рис. 7.6).

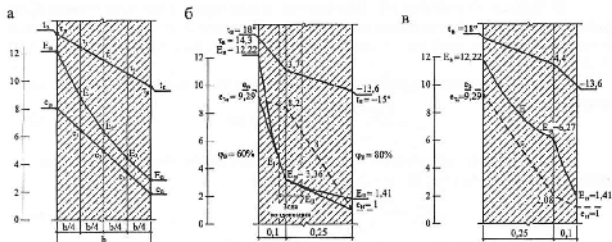


Рис. 7.6. Распределение температур и парциальных давлений водяного пара: а – в однослойной наружной стене; б – то же, с утеплением снаружи; в – то же изнутри

Как видно из рис. 7.6 в однослойных конструкциях и конструкциях с утеплителем с паружной стороны ограждения график парциальное давление водяного пара ( $e$ ) расположен по всем слоям существенно ниже расположения графика  $E$  (предельного насыщения), что указывает на отсутствие зоны конденсации в конструкции.

В конструкции с плотным слоем с наружной стороны парциальное давление  $e$  особенно на границе плотного и пористого слоев выше насыщенного, что показывает пересечение графиков  $e$  и  $E$  и свидетельствует о формировании зоны конденсации водяного пара в толще ограждающей конструкции. Граница зоны конденсации располагаются между точками  $E_1$  и  $E_2$  пересечение линии  $E$  касательными, проведенными из точек  $e_{вн}$  и  $e_{сн}$  на поверхностях конструкции.

Приведенный графоаналитический метод, также как и формулы 7.33 и 7.34 относятся к стационарным условиям работы конструкции.

Учет нестационарности осуществляют при сложных условиях работы конструкции (например, при влажном внутреннем режиме помещения), расчетом по соответствующим компьютерным программам.

Для помещений с сухим и нормальным режимом эксплуатации в процессе проектирования прибегают к конструктивным мерам улучшения влажностного состояния конструкций. Например, в стенах двухслойной конструкции применяют решения только с размещением плотного слоя с внутренней стороны, а его сопротивление паропропусканию принимают не менее 12 Па, в трехслойных стенах назначают сопротивление паропропусканию внутреннего слоя, превышающим  $R_n$  наружного в 1,2 раза и т.п.

## 7.2. Инсоляция

**Инсоляция** – облучение прямыми солнечными лучами зданий, помещений и территорий, оказывающее световое, ультрафиолетовое и тепловое (радиационное) воздействие. Световое и ультрафиолетовое облучение оказывает укрепляющее психофизиологическое воздействие на человека и бактерицидное на микроорганизмы во внутреннем пространстве зданий, оздоравливая его. Поскольку обычное оконное стекло плохо пропускает ультрафиолетовые лучи, в лечебно-оздоровительных зданиях применяют для за-

пополнения проемов более дорогое специальное увиолевое стекло. Нормами проектирования регламентируется минимальная длительность прямого облучения помещений и территорий.

Инсоляции могут сопутствовать перегрев помещений вследствие радиации и утомляющее зрение вследствие действия солнечных лучей из-за прямой и отраженной блескости ограждений и оборудования. Поэтому в ряде технологически обусловленных случаев инсоляция не допускается (горячие и ткацкие цехи, книгохранилища и т.п.) или должна быть ограничена, например для жилых домов в районах, расположенных южнее 57-й параллели. В последнем случае для ограничения теплового воздействия инсоляции прибегают к оборудованию светопроемов солнцезащитными устройствами – СЗУ (рис. 7.7).

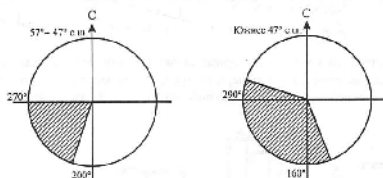


Рис. 7.7. Секторы горизонта, при ориентации на которые необходимо ограничение теплового воздействия инсоляции

СЗУ проектируют стационарными и регулируемыми. В качестве СЗУ используют горизонтальные сплошные и решетчатые козырьки, горизонтальные и вертикальные жалюзийные решетки с различно расположенными перьями, вертикальные стенки-экраны (солнцеломы) и сотообразные затемняющие экраны из железобетона, армированного, алюминия, дерева или других материалов (рис. 7.8 и 7.9). Горизонтальные козырьки и жалюзи обеспечивают солнцезащиту проемов, ориентированных на сектор горизонта 160°-200°, вертикальные – на сектора 50°-70° и 290°-310°. Наиболее универсальны убирающиеся регулируемые жалюзи: они обеспечивают солнцезащиту проемов, ориентированных на сектор 70°-290°.

Целесообразный выбор СЗУ позволяет регулировать степень радиационных воздействий или исключить их. Стационарные СЗУ активно используют в архитектурной композиции зданий (рис. 7.10).

Внедрение электроники расширило возможности СЗУ: автоматическое регулирование их расположения в зависимости от высоты солнцестояния и интенсивности радиации делает облик здания изменчивым в течение дня. Это обстоятельство определило выбор архитектурной композиции нового комплекса зданий Национальной библиотеки на набережной Берси в Париже (арх. Ж. Нувель). Исключение радиационных воздействий при сохранении естественного освещения помещений может быть обеспечено также за счет объемно-планировочных решений зданий: путем ориентации окон на север, применения световых фонарей с односторонним остеклением, ориентированным также на север. Ориентация окон на север может достигаться соответствующей ориентацией зданий, а при других ориентациях зданий – применением аркеров или пилообразных очертаний стен с проемами, ориентированными на северные румбы (рис. 7.11). При не-

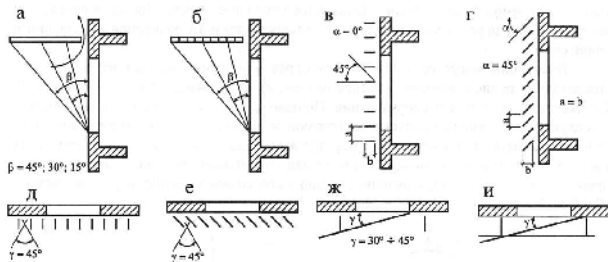


Рис. 7.8. Схемы солнезащитных устройств. Горизонтальные козырьки: а – сплошные; б – решетчатые; жалюзи стационарные или регулируемые; в, г – горизонтальные; д, е – вертикальные; ж – вертикальные экраны – 'солнцеломы'; и – согообразный экран,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  – величины защитных углов

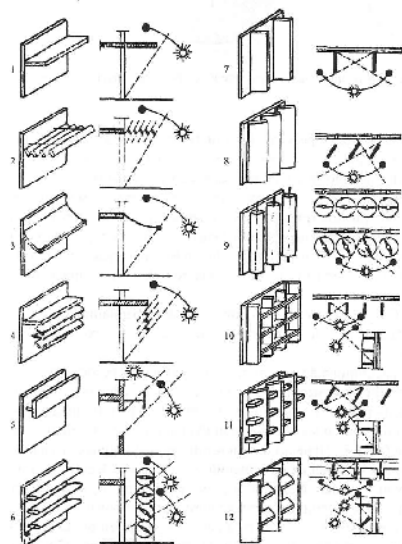


Рис. 7.9. Примеры солнезащитных устройств: 1-6 – горизонтальный тип; 7-9 – то же вертикальный; 10-12 – то же ячеистый; 1 – козырьки, 2 – жалюзи, 3 – парусиновые тенты, 4 – жалюзи, свисающие с козырьков, 5 – сплошной экран, 6 – регулируемые жалюзи, 7 – вертикальные ребра, 8 – косо направленные ребра, 9 – регулируемые ребра, 10 – решетки с косо направленными вертикальными ребрами, 11 – решетки с косо направленными горизонтальными ребрами

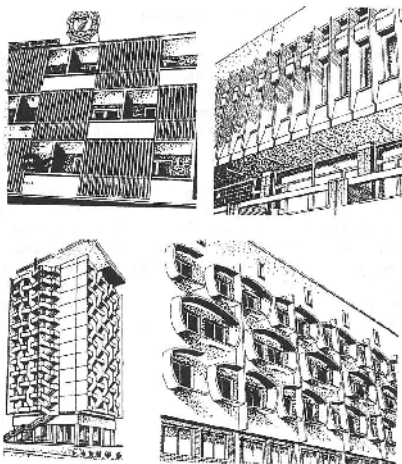
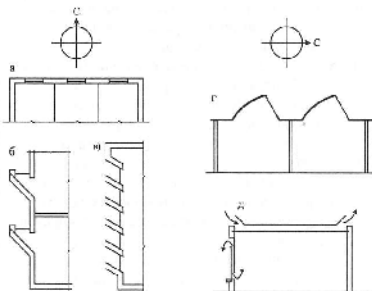


Рис. 7.10. Композиции фасадов зданий со стационарными солнцезащитными устройствами различных типов

Рис. 7.11. Объемно-планировочные и конструктивные приемы защиты от радиации: а – северная ориентация проемов; б – то же, остекления эркером; в – шпалобразное сечение наружных стен в плане; г – шпаловые покрытия; д – вентиляция наружных ограждений



обходимости использования фонарей с двусторонним остеклением учитывается, что минимальную инсоляцию дает ориентация остекления на юг. Снижению радиации способствует заполнение проемов стеклоблоками или профильным стеклом (стеклопрофилитом), побелка остекления и зашторивание. Тепловое воздействие радиации уменьшается при применении вентилируемых конструкций покрытий и наружных стен.

### 7.3. Защита от шума

**Основные понятия и величины.** Шумом являются все звуки, воспринимаемые органами слуха и оказывающие на человека нежелательное физиологическое и психологическое воздействие в любых видах жизнедеятельности (работа, отдых, сон). Воздействие шума высокого уровня снижает производительность труда на 15-20%, что свидетельствует о необходимости интенсивной защиты от шума не только на основе санитарно-гигиенических, но и экономических требований. Шум является частным проявлением физического явления, называемого звуком. Звук – волнообразные колебательные движения, распространяющиеся в твердых, жидких и газообразных средах. Основные физические параметры звука – скорость и частота колебаний. В воздухе звук распространяется со скоростью 340 м/с в виде продольных волн (колебания воздушных частиц совпадают с направлением распространения звука). Звук оценивается величинами частоты колебаний, длины волны, интенсивности или силы звука. Частота колебаний в секунду изменяется в герцах (Гц). Частоты колебаний от 20 до 20000 Гц вызывают у человека звуковые ощущения. Колебания с частотой менее 20 Гц называют инфразвуком, более 20000 Гц – ультразвуком. Длина волны  $\lambda$  измеряется отношением скорости звука  $c$  к частоте колебаний  $f$ .

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (7.37)$$

При падении звуковых воздушных волн на ограждающую конструкцию в ее материале возникают колебания с продольными и поперечными (перпендикулярными направлению распространению звуковой волны) волнами. В очень тонких конструкциях (толщиной менее  $\lambda/6$ ) звуковые колебания возбуждают изгибные волны, особенно резко сказывающиеся на звукоизоляции конструкции (рис.17.12). При низких частотах скорость распространения изгибных волн мала и вызванные ими колебания пластинки имеют слабые излучения звуковой энергии. По мере повышения частот эта скорость возрастает, а при определенной, так называемой граничной частоте, возникает эффект волнового совпадения – совпадения длины изгибной волны с длиной проекции звуковой волны  $\lambda$ , падающей на ограждение. Волновое совпадение сопровождается резким увеличением интенсивности изгибных колебаний и звукопередачи через ограждение.

Шумовые воздействия имеют различные характер и происхождение. Соответственно в проектной практике предусматривают различные меры по снижению интенсивности их воздействия на организм человека.

Источники шумового воздействия находятся внутри помещения (машиностроительные станции, рестораны, и пр.); источники шума находятся вне проектируемого здания (или помещения в здании), так называемый, «проникающий шум». Источник проникающего шума может быть внешним или внутренним. Самый распространенный внешний источник – транспортный шум, воздействующий на наружные ограждающие конструкции (наружные стены и окна). Внутренний проникающий шум создают бытовые источники в смежных помещениях (громкая музыка, танцы и пр.) и работа инженерных систем (вентиляция, водоснабжения, отопления). Он передается в помещение через внутренние ограждающие конструкции.

В соответствии с расположением источника шума защита от его воздействия различна. При расположении источника шума в помещении – звукопоглощение, при проникающем шуме – звукоизоляция.

гии  
ция  
щих  
хе п  
звук  
деп  
пол  
  
ния,  
риал  
копс  
  
защ  
личн  
лес  
  
шум  
  
щом  
ния с  
  
Рис. 7  
поср  
щая э  
поме  
энерг  
ручки

Метод звукопоглощения базируется на снижении интенсивности звуковой энергии в воздухе помещения за счет ее частичного поглощения ограждающими конструкциями. Звуковые волны, излучаемые источником, многократно отражаясь от ограждающих конструкций, вновь распространяются, создавая суммарное звуковое поле в воздухе помещения. Энергия отраженных волл  $E_o$  меньше прямых (падающих)  $E_p$  вследствие звукопередачи через ограждения и частичного поглощения энергии материалом ограждений. Отношение поглощенной энергии к падающей называют коэффициентом звукопоглощения  $\alpha$ :

$$\alpha = \frac{E_p - E_o}{E_p} \quad (7.38)$$

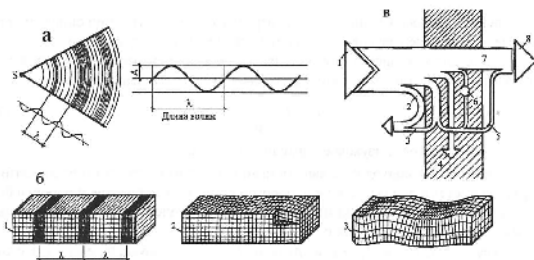
Применяя для облицовки материалы с высоким коэффициентом звукопоглощения, можно снизить уровень шума в помещении на 8-10 дБ.

Помимо облицовок применяют подвесные потолки из звукопоглощающих материалов (например, акрилана), а при необходимости и дополнительные подвесные звукопоглотители.

При проникающих шумах основной метод защиты – звукоизоляция. Поскольку защита от транспортных шумов требует помимо звукоизоляции целого комплекса различных градостроительных и объемно-планировочных мер этот вопрос рассмотрен далее в гл. 10.

В данной главе рассмотрены меры и принципы звукоизоляции от проникающего шума, возникающего внутри здания.

Распространение шума внутри здания разнохарактерно (рис. 7.12). Наиболее общим воздействием является воздушный шум (речь, музыка и пр.), приводящий в колебания ограждающие конструкции, вызывающие шум в смежных помещениях.



**Рис. 7.12.** Распространение звука. а – в воздушной среде; б – в твердой среде: 1 – продольные; 2 – поперечные; 3 – изгибные волны; в – передача звуковой энергии через конструкцию: 1 – падающая энергия; 2 – отраженная; 3, 5 – энергия, излучаемая колеблющейся конструкцией в смежных помещениях; 4 – энергия структурного шума; 5 – энергия, трансформирующаяся в тепловую; 7 – энергия, прошедшая через поры и неплотности; 8 – суммарная энергия, прошедшая через конструкцию

При ударных воздействиях на междуэтажные перекрытия (прыжки, танцы и пр.), шум, передающийся колебаниями перекрытия, называют ударным. Путь передачи шума может быть прямым или косвенным, обходным. Чем жестче сопряжения конструкций (например, в монолитных бетонных зданиях), колебания вызванные воздушным или ударным шумом могут распространяться по всему зданию весьма далеко от источника шума. Такой шум называют структурным.

К структурному относят и шум, излучаемый конструкциями, жестко связанными с вибрирующими механизмами – лифтовыми лебедками, насосами, вентиляционными установками (рис. 7.13).

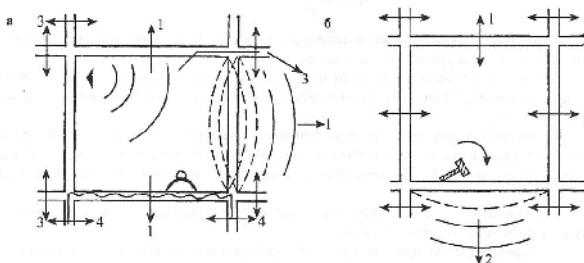


Рис. 7.13. Распространение воздушного (а), ударного (б), структурного (в) шума в здании:  
1 и 2 – прямые пути передачи звука; 3 – косвенные; 4 – структурные

Звукоизоляция воздушного шума ограждающей конструкции определяется соотношением прошедшей звуковой мощности к падающей на ограждение.

Оценка звукоизоляции осуществляется не в соответствии со звуковой мощностью, а с относительной величиной – уровнем звукового давления  $L$ , в дБ.

$$L = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2}, \text{ дБ}, \quad (7.39)$$

где  $p_0$  – пороговое звуковое давление ( $p_0 = 2 \cdot 10^{-5}$  Па).

Связан такой подход с особенностями физиологии слухового восприятия, которое располагается в диапазоне между порогом слышимости (звуковой порог) и болевым порогом ( $L = 20 \lg 10^6$  Па). Таким образом, диапазон колебаний, воспринимаемых, как звуковые, находится в границах от 0 до 120 дБ.

Чувствительность слуха зависит не только от силы звука, но и от его частоты. Наибольшая чувствительность соответствует диапазону частот от 100 до 3000 Гц и снижается за ее пределами. Чувствительность слуха различна при восприятии речи и музыки: при восприятии музыки: диапазон чувствительности шире (рис. 7.14).

Нормы проектирования ограничивают допустимые параметры постоянного шума величинами уровней звукового давления  $L$  в дБ, которые установлены дифференциально для октавных полос со среднегеометрическими значениями частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц.

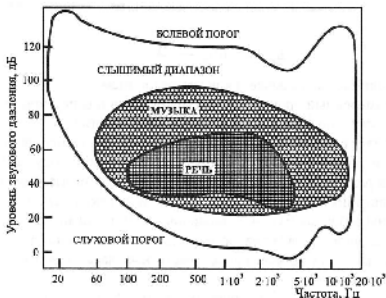


Рис. 7.14. Области восприятия звука человеком

**Проектирование звукоизоляции от воздушного и ударного шума.** Звукоизоляция проектируемых конструкций исследуется в диапазоне частот от 100 до 3000 Гц путем экспериментальной проверки или расчета.

Звукоизоляция ( $R$ ) от воздушного шума ограждающей конструкции оценивается ослаблением среднего уровня звуковой энергии при прохождении через ограждение с учетом звукопоглощения в изолируемом помещении:

$$R = L_1 - L_2 + 10 \lg \left( \frac{S}{A} \right), \text{ дБ}, \quad (7.10)$$

где  $L_1$  - средний уровень звукового давления в помещении с источником шума;

$L_2$  - то же, в изолируемом помещении;

$S$  - суммарная площадь ограждающих конструкций изолируемого помещения,  $\text{м}^2$ ;

$A$  - общее звукопоглощение изолируемого помещения,  $\text{м}^2$ .

При экспериментальной проверке натуральный образец конструкции испытывается в камерах звукоизоляции: он устанавливается в прорез между камерой высокого уровня (КВУ) с мощным источником звука и камерой низкого уровня (КНУ), где производится измерение уровня прошедшего звука во всем диапазоне частот с построением экспериментальной кривой частотной характеристики испытанной конструкции. Для экспериментальной оценки изоляции ударного шума (только для конструкций междуэтажных перекрытий) используют «стандартную ударную машину», содержащую пять свободно падающих с высоты 4 см молотков массой по 0,5 кг, которые производят по 10 ударов в 1 с. Уровни измеренного звукового давления под испытываемым перекрытием в КНУ приводят к 1/3 октавным полосам частот с вычерчиванием частотной характеристики изоляции перекрытием ударного шума. Экспериментальные (или расчетные) кривые сопоставляют с нормативными (оценочными) кривыми частотных характеристик (или их табличными значениями) изоляции воздушного шума (табл.7.14) или приведенного уровня ударного шума под перекрытием (табл. 7.15).

Звукоизоляция ударного шума оценивается с учетом звукопоглощения в изолируемом помещении:

$$L_v = L - 10 \lg \frac{A_0}{A}, \text{ дБ}, \quad (7.41)$$

где  $L_v$  - уровень звукового давления под перекрытием;

$L$  - средний замеренный уровень звукового давления под перекрытием;

$A$  - общее звукопоглощение в помещении под перекрытием;

$A_0$  - стандартная величина звукопоглощения для данного типа помещений, м<sup>2</sup>.

Звукоизолирующая способность конструкции от воздушного шума ( $R_w$ , дБ) в нормах проектирования регламентируется одним числом (индексом изоляции) и определяется путем сопоставления частотной характеристики проектируемой конструкции с оценочной (нормативной) кривой (или ее табличными значениями).

Индекс приведенного уровня ударного шума ( $L_{pw}$ ) оценивается также одним числом при сопоставлении с оценочной кривой частотных характеристик приведенного уровня шума под перекрытием.

Формирование многукладной экономики в стране привело к дифференциации нормативных требований в зависимости от стоимости объекта. Так, например, для жилых домов установлены три категории по уровню требований к индексам звукоизоляции внутренних ограждающих конструкции – высоко-комфортные (категории А), комфортные (категории Б) и предельно-допустимые условия (категория В). Соответственно индексы  $L_{me}$  для междуэтажных (между квартирами) перекрытий составляют для домов категории А, Б, В соответственно 55, 58, 60 дБ, а индексы изоляции от воздушного шума  $R_w$  межквартирных стен и перегородок – 54, 52 и 50 дБ.

Индекс изоляции воздушного шума  $R_w$  (дБ) применяемой конструкции при наличии рассчитанной или экспериментально полученной частотной характеристикой определяют сопоставляя ее с оценочной кривой, установленной Международной организацией по стандартизации (ИСО) или ее параметрами, приведенными в табл. 7.4.

#### Параметры изоляции воздушного шума по стандарту ИСО\*

Таблица 7.4.

Средняя частота 1/3 октавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Изоляция воздушного шума $R_w$ , дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56

Для определения  $R_w$  необходимо на график с оценочной кривой наложить график частотных характеристик проектируемой конструкции. В зависимости от величины средних неблагоприятных (вниз от оценочной кривой) отклонений  $R_w$  принимается

- при отклонении до 2 дБ – равным 52 дБ;
- меньше 2 дБ – оценочную кривую поднимают вверх на целое число дБ;
- больше 2 дБ – то вниз.

\* ИСО 717 "Оценка звукоизоляции в зданиях и элементов зданий" – параметры, регламентированные Международной организацией по стандартам.

За величину  $R_n$  в двух последних случаях принимают ординату смещенной (вверх или вниз) оценочной кривой на частоте 500 Гц.

Ту же методику применяют при оценке индекса приведенного ударного шума  $L_{uw}$  под перекрытием кривой путем сопоставления частотных характеристик с оценочной кривой ИСО или ее параметрами, приведенными в табл. 7.5.

#### Параметры изоляции ударного шума по стандарту ИСО

Таблица 7.4.

Средняя частота 1/3 октавной полосы, Гц	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
Приведенный уровень ударного шума, дБ	62	62	62	62	62	62	61	60	59	58	57	54	51	48	45	42

В этом случае неблагоприятным считается смещение конкретной кривой частотных характеристик вверх от оценочной кривой и индекс  $L_{uw}$  принимается в зависимости от величины средних неблагоприятных отклонений:

- если оно близко, но не превышает 2 дБ  $L_{uw}$  принимают равным 60 дБ;
- если оно превышает 2 дБ оценочную кривую смещают вверх на целое число дБ;
- если оно существенно меньше 2 дБ или отсутствует оценочную кривую смещают вниз.

За величину индекса  $L_{uw}$  в двух последних случаях принимают ординату смещенной оценочной кривой на частоте 500 Гц.

Расчет частотных характеристик звукоизоляции запроектированной конструкции от воздушного шума осуществляется графо-аналитическим методом различными способами в зависимости от акустического типа конструкции ограждения: акустически однородного или раздельного. К первому относят конструкции, состоящие из одного или нескольких жестко связанных между собой материалов (железобетонная однослойная панель или оштукатуренная кирпичная стена), ко вторым – многослойные из жестко связанных слоев различных материалов. Методика расчета звукоизоляции изложена в ИСО 717 «Оценка звукоизоляции в зданиях и элементах зданий» и «Руководстве по расчету и проектированию звукоизоляции ограждающих конструкций зданий», разработанных НИИСтроительной физики.

Для зданий с традиционными массивными однослойными ограждающими конструкциями оценочной характеристикой их звукоизоляции может служить «закон массы» - прямая пропорциональность величины  $R$  логарифму поверхностной массы  $m$  ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ).

$$R = 20 \lg(mf) - 47,5, \text{ дБ}, \quad (7.42)$$

где  $f$  - частота колебаний, Гц.

Однако проектирование ограждающих конструкций с ориентацией на закон массы при повышенных требованиях звукоизоляции оказывается неэкономичным из-за перерасхода конструктивных материалов.

В этих случаях прибегают к применению слоистых конструкций. Это могут быть двойные конструкции (стенки, перегородки, плиты перекрытия или т.п.) разделенные

замкнутой изолированной воздушной прослойкой (иногда заполненной звукоизолирующим материалом) при отсутствии жестких связей между конструктивными слоями. Вторым вариантом повышения звукоизоляции относительно массивной однослойной конструкции — одно- или двухсторонняя установка перед ней легкой гибкой плиты на основе.

Тот же эффект — повышение изоляции междуэтажных перекрытий — обеспечивается устройством слоистых полов по сплошным или ленточным звукоизоляционным прокладкам, подвесным потолкам или сумме этих мероприятий (слоистые полы и подвесные потолки).

Расчеты и отдельные экспериментальные исследования показывают возможность улучшения индексов звукоизоляции междуэтажных перекрытий при целесообразном подборе конструкции и материалов слоистого пола и подвесного потолка: воздушного шума до 4 дБ, ударного — от 5 до 15 дБ.

Проектирование звукоизоляции не ограничивается акустическим расчетом ограждающих конструкций. Оно обязательно должно сопровождаться объемно-планировочными и конструктивными мероприятиями, повышающими надежность звукоизоляции и снижение воздействий структурного шума и шума инженерного оборудования. В этих целях при выборе объемно-планировочных решений не допускают смежное расположение рядом с жилыми (рабочими) помещениями или больничными палатами лифтовых шахт и стволов мусоропроводов. Над этими помещениями не допускается располагать машинные помещения лифтов, бойлерные, котельные, водопроводные насосы (кроме пожарных). Не допускаются размещение в жилых зданиях ветровых трансформаторных подстанций и целого ряда других учреждений и устройств, полный перечень которых дан в МГСН 3-01.01.

При устройстве слоистых конструкций (перегородок, перекрытий с плавающим полом и др.) должны быть исключены жесткие связи с примыкающими несущими конструкциями: стыки должны быть изолированы звукоизоляционными прокладками, а крепления дополнительных акустических стенок редко расположенными нежесткими связями (рис. 7.15). В самих ограждающих конструкциях должны быть исключены

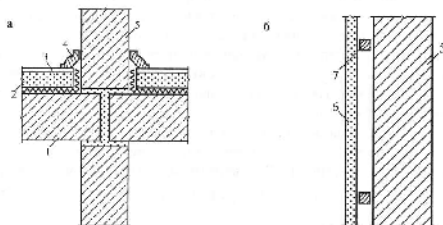


Рис. 7.15. Звукоизоляционные мероприятия при слоистых ограждающих конструкциях: а — в междуэтажном перекрытии — звукоизоляция стыка между основанием слоистого пола и стеной, б — при креплении гибкой звукоизоляционной облицовки к массивной несущей стене; 1 — плита перекрытия, 2 — плита основания пола, 3 — слой звукоизоляции, 4 — плитус, 5 — стена, 6 — гибкая облицовка (плита Тизик — Кнауф или др.), 7 — деревянный каркас облицовки

сквозные щели и отверстия, так как они приводят к значительному снижению звукоизоляции.

При диффузном прохождении звуковой волны через такие щели передается больше звуковой энергии, чем это представляется в соответствии с размерами щели. Увеличение передаваемой через нее энергии обусловлено дифракцией звука и резонансными колебаниями воздуха в объеме отверстия.

Лифтовые шахты проектируют самонесущими с опиранием на собственный фундамент. Места пересечения шахтами междуэтажных перекрытий заполняют упругими звукоизоляционными прокладками. Также изолируют места пересечения стен и перекрытий трубопроводами инженерных систем зданий. Вентиляционные установки, аналогично лифтовым шахтам, предпочтительно проектировать самонесущими. В зданиях большой этажности, когда применение самонесущих шахт становится экономически неприемлемым вынужденным решением становятся применение несущих шахт, устанавливаемых поэтажно на перекрытия. Защитной мерой остается заполнение сопряжений звукоизоляционными прокладками.



тельства (п. 9) введены показатели стоимости оборудования и дополнительно введен показатель удельных капиталовложений (руб/ед), в том числе на единицу мощности и на 1 кв. м площади здания, а описанию принципиального объемно-планировочных и конструктивных решений здания предшествует показатель структурного состава здания в зависимости от его функционального назначения.

**Технико-экономические показатели проектов жилых зданий.**

**Наименование объекта и его местонахождение.**

**Вид строительства (новое, реконструкция); источник финансирования.**

*Таблица 8.1.*

№ п/п	Наименование показателя	Единица измерения
1	Этажность здания	эт.
2	Площадь застройки	кв. м
3	Строительный объем здания в т.ч. подземной части	куб. м
4	Общая площадь здания	кв. м
5	Общая площадь квартир	кв. м
6	Количество квартир, в т.ч. 1 – комнатных 2 – комнатных 3 – комнатных 4 – комнатных	шт. шт. шт. шт.
7	Потребность в основных строительных материалах металл цемент лесоматериалы кирпич	т т куб. м тыс. шт.
8	Удельный расход энергоресурсов на 1 кв. м общей площади здания в год	тонн ед. условного топлива
9	Стоимость строительства <sup>х</sup> в т.ч. по СМР	млн. руб.
10	Стоимость 1 кв. м общей площади квартиры <sup>х</sup>	млн. руб.
11	Продолжительность строительства	месяц
12	Климатические характеристики района строительства (климатический район, расчетная температура наружного воздуха, ветровая и снеговая нагрузки)	
13	Инженерно-геологические и др. особенности площадки строительства (сейсмичность, вечноммерзлые грунты, просадочность, карст и др.)	
14	Принципиальные объемно – планировочные и конструктивные решения здания: тип здания (эскзионный, блокированный и др.) строительная система (кирпичная, панельная и др.) конструктивная система (каркасная, бескаркасная: продольные несущие стены, поперечные несущие стены и др.) материал основных несущих и ограждающих конструкций тип фундаментов (свайные, ленточные и др.)	
15	Другие дополнительные сведения	
16	Прогрессивные решения, конструкции, материалы	

<sup>х</sup>) В базисном уровне сметных норм и цен на 01.01.1991.

При детальном сравнительном анализе однотипных проектов (например, жилых домов) проводят дополнительный подсчет не только общей площади дома и квартир, но и площадей внеквартирных коммуникаций (коридоры, лифтовые холлы и шахты), общая площадь и число квартир на один лестнично-лифтовой узел, наличие и площадь встроенных в дом нежилых помещений, удельный периметр наружных стен — отношение периметра стен по оштукатуриваемой контуре здания к общей площади жилого этажа.

Приняты следующие правила подсчета перечисленных характеристик:

Жилая площадь квартир (и жилых домов) определяется как сумма площадей жилых комнат.

Общая площадь квартир определяется как сумма площадей комнат и подсобных внутриквартирных помещений (кухонь, санитарных узлов, коридоров).

При подсчете площади мансардных помещений учитывают только ту ее часть, на которой расстояние от чистого пола до наклонного потолка превышает 1,6 м. Части с меньшей высотой могут быть включены только в общую площадь квартиры и использоваться как подсобные для размещения встроенных шкафов, кладовых и др.

Общую площадь общественного здания определяют как сумму площадей помещений всех этажей, включая технические, цокольные и подвальные.

Площадь застройки определяют по наружным размерам здания в уровне цоколя.

Строительный объем здания определяют умножением площади застройки на высоту здания. Последнюю принимают от уровня пола первого этажа до верха теплоизоляционного слоя чердачной крыши или до срединной плоскости бесчердачной.

В зданиях с разной высотой его фрагментов отдельно определяют объем каждого из них и затем суммируют.

Нормируемая площадь — сумма всех помещений кроме коммуникационных и предназначенных для размещения оборудования.

При оценке объема — планировочного решения проекта прибегают к таким критериям, как коэффициенты  $K_1$ ,  $K_2$  и  $K_3$ .

Первый из них — планировочный — оценивается соотношением жилой (рабочей) площади к общей площади (квартиры, секции, здания), второй — объемный: отношение строительного объема к общей площади (этажа, здания).  $K_3$  — коэффициент компактности планировочного решения проекта представляет собой отношение периметра наружных стен к общей площади этажа.

Технико — экономические показатели проекта не являются неизменными и равновесными. Под воздействием научно — технического прогресса и социальных процессов номенклатура, соотношения и численные значения технико — экономических показателей могут меняться.

Одни из них теряют свою актуальность, другие — изменяют свою значимость, третьи — меняются количественно, отражая изменения, происходящие в подходе к решению тех или иных проблем проектирования жилых зданий. В частности коэффициент  $K_1$ , имевший решающее значение в оценке проектов в эпоху покомнатного заселения потерял свою актуальность при переходе на жилищный стандарт поквартирного заселения. В настоящий период актуальности энергоэкономичности проектных решений резко возросло значение (при сравнительной оценке проектов) коэффициентов  $K_2$  и  $K_3$ .

Оценку экономичности конструктивного решения проекта осуществляют по следующим показателям, приведенным на  $m^2$  общей площади:

затраг труда (в чел.-ч) по объекту в целом и с расчленением этого показателя на трудовые затраты непосредственно на строительной площадке и в сфере производства на предприятиях строительной индустрии;

(в 1  
отд  
про  
та а  
нат,  
ла  
  
пок  
обь  
  
стри  
ном  
ния  
  
(сте  
стру)  
  
стру  
копк  
  
леп  
тол  
выс  
бол  
  
затр  
этаж  
  
влия  
стен  
ной  
затр  
верт

расхода основных материалов - стали, цемента (в кг), леса (в м<sup>3</sup>), кирпича (в тыс. шт), тяжелого, легкого и гипсового бетона (в м<sup>3</sup>). Поскольку при изготовлении отдельных конструктивных элементов, предусмотренных сравнимыми вариантами проектов, могут быть применены различные по стоимости и несущей способности сорта арматурных сталей и классы бетонов, при технико-экономической оценке учитывают натуральные и приведенные по прочности к стали класса А-1 показатели расхода металла и приведенные к марке 400 расходы цемента.

Материалоемкость и индустриальность конструктивного решения характеризуют показатели массы конструкций (т/м<sup>2</sup>), число типоразмеров и мерок сборных изделий на объект и число монтажных элементов (штук на 1 м<sup>2</sup> общей площади).

Помимо сравнения вариантов решения здания в целом, связанного с выбором его строительной или конструктивной системы, при проектировании проводят технико-экономическое сравнение вариантов решения отдельных конструктивных элементов здания в целях выбора наиболее экономичного.

При технико-экономической оценке решения конструктивного элемента здания (стены, перекрытия и др.) используют в качестве единицы измерения 1 м<sup>2</sup> площади конструкции или их горизонтальной проекции.

При разработке типовых проектов массового применения с полносборными конструкциями определяют также показатели капитальных затрат на строительство или реконструкцию предприятий, изготавливающих индустриальные конструкции.

При выборе решения внутренних ограждающих конструкций наряду с перечисленными учитывают такие показатели, как конструктивная высота горизонтальных и толщина вертикальных элементов. Применение варианта с большей конструктивной высотой вызовет непроизводительное увеличение строительного объема здания, а с большей толщиной - уменьшение его общей площади.

При выборе вариантов решений отдельных конструкций учитывают весомость затрат на них в структуре сметной стоимости конструкций дома в зависимости от его этажности.

На уменьшение показателей сметной стоимости зданий в наибольшей степени влияет применение экономичных вариантов конструкций наружных стен, внутренних стен и перекрытий, поскольку они в сумме составляют свыше 50% сметной стоимостью объекта. С ростом этажности здания уменьшается влияние на сметную стоимость затрат на конструкции подземной части и крыши, возрастает доля затрат на устройство вертикальных коммуникаций и лифтовое оборудование.

## ЧАСТЬ III. ЖИЛЫЕ ЗДАНИЯ.

### Глава 9. Классификация жилых зданий

Жилые здания различают по нескольким квалификационным признакам - назначению и связанному с ним объемно-планировочному решению, этажности, конструктивному решению и социально-экономическому статусу (рис. 9.1).

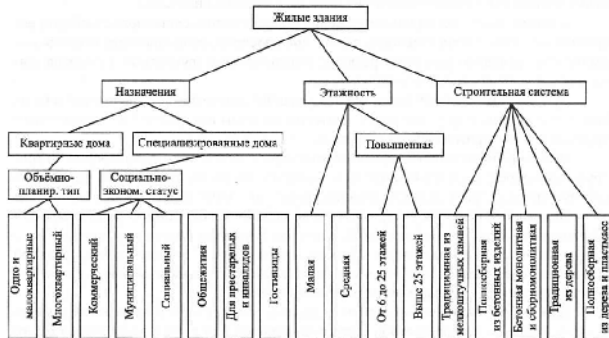


Рис. 9.1. Общая классификация жилых зданий

*Классификация по назначению* различает дома массового строительства и специализированные. К домам массового строительства относятся здания квартирного типа - для постоянного проживания семей различного состава, с различным экономическим статусом, одиноких. Это наиболее распространенная типологическая группа жилых зданий, составляющая около 90% объема жилищного строительства.

В число специализированных жилых домов входят:

**Общесития** - для длительного проживания определенных контингентов населения (преимущественно молодежи) в связи с обучением или производственной деятельностью (студенты, рабочие, молодые специалисты);

**Гостиницы** - для кратковременного проживания;

**Дома для престарелых и инвалидов** - специализированные дома для постоянного проживания лиц старше 60 лет и инвалидов, нуждающихся в систематической помощи. Различают два типа таких домов: дома общего типа для лиц, способных себя обслуживать, и дома для лиц, нуждающихся в постоянном медицинском уходе. Объемно-планировочные решения последней подгруппы специализированных жилых домов подчинены принципам компоновки лечебных зданий.

В соответствии с назначением здания изменяются состав и размеры помещений

его функциональной и объемно-планировочной ячейки-квартиры, гостиничного номера и т.п. Каждая ячейка содержит основные (жилье) комнаты и подсобные помещения, встроенную мебель и оборудование. Подсобные помещения квартир наиболее велики по площадям и составу (кухня, холл, передняя, ванная, уборная, коридоры, кладовые). Подсобные помещения общежитий и гостиниц значительно меньше. Санитарные узлы здесь, как правило, совмещенные, кухня отсутствует или заменяется (в общежитиях, номерах курортных гостиниц для семейного отдыха) кухней-нишей.

Уменьшение размеров подсобных помещений в жилых ячейках общежития, гостиниц и домов для престарелых компенсируется наличием обслуживающих помещений общего пользования: в общежитиях - помещений для занятий и отдыха, общих кухонь, пищеблоков, помещений культурно-массовых мероприятий (спортивный зал, кружковые комнаты) и бытового обслуживания; в гостиницах - помещений общественного питания, культурно-массового, спортивно-оздоровительного и бытового обслуживания.

Объемно-планировочные решения жилых домов квартирного типа классифицирую в соответствии с количеством квартир и этажностью на две большие группы - многоэтажных (включая среднюю этажность) многоквартирных и малоэтажных - одноквартирных (коттеджи), двухквартирных и блокированных.

*Этажность жилых зданий.* По признаку этажности различают четыре основных группы жилых зданий: малоэтажные (1-3 этажа), средней этажности (3-5 этажей), повышенной этажности (6-10 этажей), многоэтажные относительно массового строительства в крупнейших городах (10-25 этажей), а также уникальные (более 25 этажей).

В свою очередь, многоэтажные здания разделяют на следующие категории I - высотой до 50 м, II - до 75 м, III - до 100 м. Здания выше 100 м имеют категорию высотных.

Согласно строительному законодательству, этажность жилой застройки принимается в соответствии с крупностью городов:

- крупных и крупнейших городов принимается смешанная застройка зданиями высотой 9 и более этажей;
- больших и средних городов - преимущественно 5-9-этажной;
- малых городов - 3-5-этажной;
- сельских населенных мест (в государственном жилищном строительстве) - преимущественно 2-этажной.

Применение одноэтажной застройки (как наименее экономичной) допускается в крайне ограниченном объеме в определенных ситуациях: в начальный период освоения новых районов, а также для персонала, обслуживающего трассы железных дорог, нефте- и газопроводов и пр. Основная область применения застройки одноэтажными одно - двух квартирными домами - индивидуальное строительство на средства населения в пригородной и сельской местности. Для повышения эффективности использования территории и инженерных коммуникаций широко применяется блокирование одно- трехэтажных многоквартирных домов по торцовым или продольным стенам в один многоквартирный блокированный дом (таун-хаус) с индивидуальными земельными участками для каждой квартиры.

Нормативное ограничение высоты жилой застройки значительной части городов пятью этажами обусловливается экономическими преимуществами такой этажности (табл. 9.1).

**Соотношения технико-экономических показателей жилой застройки различной этажности**

*Таблица 9.1.*

Этажность	Показатели, %		
	Единовременные затраты	Затраты на инженерное оборудование и благоустройство территории	Приведенные затраты
2	110-119	150	120-125
3	105-106	113	108-110
4	103,5	104-105	104-105
5	100	100	100
9	106-108	75	99-101
12	114	72	110-115
16	115	70	110-115

Увеличение стоимости домов с повышением этажности объясняется, в первую очередь, дополнительным инженерным оборудованием (лифты, мусоропроводы, электролиты в домах в 10 и более этажей), усложнениями объемно-планировочных решений, продиктованными противопожарными требованиями, и отчасти усложнением конструкций зданий. Относительно более дешевыми являются 9-10-этажные дома, что определяет максимальный объем примененных их в застройке крупных и средних городов. Дома высотой более 10 этажей существенно дороже, так как требуют оборудования лестнично-лифтовых узлов не одним, а двумя-тремя лифтами с увеличением площади лифтовых холлов и удорожающих противопожарных мероприятий.

Только в крупнейших городах страны осуществляется строительство домов высотой 12, 14, 16, 19, 22, 25 этажей, несмотря на их большую стоимость. Выбор такой этажности массовой застройки крупнейших городов продиктован необходимостью уменьшить их территориальный рост.

*Конструктивные решения жилых зданий* классифицирует по обобщающему признаку строительной системы. Согласно этому признаку различают полносборные (панельные, каркасно-панельные, крупноблочные), монолитные и сборномонолитные здания с несущими вертикальными конструкциями из бетона и железобетона и несущими наружными, слоистыми стенами кирпичными, панельными или комбинированными (из монолитного бетона и панелей); здания с несущими конструкциями из кирпича или камня, здания с металлическими несущими конструкциями (стальной каркас). Для малоэтажного строительства применимы также строительные системы с несущими конструкциями из древесины и здания с комбинированными строительными системами.

*Классификация по социально-экономическому статусу.* Наряду с ранее рассмотренными объемно-планировочными и конструктивными классификационными признаками жилища в настоящее время формируются классификационные характеристики, связанные с его стоимостью.

Радикальный переход в жилищной политике РФ от распределительной к рыночной практике в условиях многоукладной экономики, к зависимости стоимости от форм собственности на недвижимость способствовали формированию социального, муници-

пального, федерального и коммерческого жилища нескольких категорий в многоквартирных домах городского строительства.

Социальные жилища предназначено для наименее обеспеченных слоев населения, представляется муниципалитетом населению бесплатно и составляет в общем объеме городского жилищного строительства 10 – 15%. Социальные дома проектируют многоквартирными, а квартиры в них - II категории комфорта (см. гл. 10). Муниципальные многоквартирные дома проектируют с этажности, обусловленной генеральным планом города, для продажи квартир населению, в том числе с различными формами льготного кредитования, ипотеки или социальными субсидиями.

Коммерческие дома проектируют без ограничений в размерах и комнатности квартир. В зависимости от стоимости квартир их в настоящее время делят условно на три (четыре) класса. Самые дорогие – «элитные» (дома «High End» и «De Luxe» - категории А), второй класс – дома люкс категории Б, третий и четвертый – дома бизнес- и эконом- класса. Разница в стоимости общей площади квартир в домах первой и четвертой категории – трех – четырех кратная. Это отражается на объеме – планировочном решении коммерческих домов, их конструкциях и размещении в городе. Кроме того их все строят не по типовым, а преимущественно по индивидуальным проектам.

Дома класса А составляют наименьшую часть в объеме коммерческого строительства. Их проектируют относительно небольшими (20-40 квартир в доме), с наиболее комфортными планировками квартир, встроенными в нижние уровни гаражами, закрытой системой обслуживания, специализированной охраной. В техническом решении применимы наиболее долговечные конструкции и наиболее дорогие отделочные материалы, монолитная (или каркасная строительная система) с несущими наружными слоистыми кирпичными стенами.

В домах класса Б может быть предусмотрено до 80 квартир и бескаркасная (стенная) монолитная строительная система.

Дома бизнес- и эконом- класса проектируют многоквартирными (до 500 квартир). Сохраняются требования к развитой закрытой системе обслуживания, охране, встроенно-пристроенным гаражам.

Кроме различий в количестве и стоимости квартир основная разница между домами коммерческих классов связана с условиями их размещения: классы А и Б, в силу их малочисленности и сравнительно небольших объемов размещаются в городском центре на небольших участках, освобождающихся после сноса ветхих домов или уставших предприятий. Под строительство домов бизнес- и эконом- классов отводят окраинные, но престижные участки с хорошей экологической обстановкой, удобными транспортными связями и развитой инфраструктурой.

# Глава 10. Функциональные, социальные, природно-климатические, градостроительные, санитарно-гигиенические и противопожарные требования к проектированию жилища и их влияние на выбор объемно-планировочных решений домов и квартир

## 10.1. Функциональные и социальные требования к жилищу

### 10.1.1. Объемно-планировочные решения квартир

Общие функциональные требования прежде всего относятся к основной потребительской единице (дому, квартире), составу, размерам и взаимосвязи ее основных помещений.

В городских условиях в практике жилищного строительства всех видов собственности (государственной, муниципальной и пр.) основной потребительской единицей является квартира многоквартирного дома, предназначенная к заселению одной семьей. Квартира многоквартирного дома уступает индивидуальному дому как в возможности непосредственной связи с природой, так и в степени обособленности жизни семьи.

В связи с этим проектное решение квартиры должно по возможности компенсировать ее недостатки (по сравнению с индивидуальным домом) за счет введения в ее состав открытых летних помещений, конструктивно – планировочного обеспечения звуковой и визуальной изоляции от смежных жилищ, максимальной открытости в окружающую среду за счет двух или трехсторонней ориентации и т.п.

Принципиальным результатом влияния рыночной экономики на проектирование жилища стал пересмотр нормативных требований к размерам квартир. Ранее их значительные превышения (до 10%) допускались в исключительных случаях. Это обстоятельство стало причиной быстрого «морального износа» жилищного фонда. Его планировочные решения (при хорошей сохранности капитальных конструкций зданий) представляли удовлетворять потребительским требованиям населения и их «потребительская ценность» резко снижались.

Новая система нормирования жилища ориентирована не на максимальные, а на минимальные по гигиеническим и функциональным а следовательно стабильные параметры площадей квартир. Превышение нормативов становится свободным в соответствии с финансовыми возможностями заказчика – муниципалитета, коммерческой фирмы, предприятия-застройщика и т.п. Такой подход способствует резкому снижению тиражности типовых зданий, разнообразию и вариантности планировочных решений домов и квартир. Это в свою очередь будет способствовать повышению моральной долговечности зданий, так как «рынок жилища» насытится разнообразным ассортиментом квартир.

Соответственно новые московские нормы проектирования (МГСН-3.01-01) разделяют жилища на две категории по уровню комфорта квартир – I и II.

К I категории жилищ по уровню комфорта относят жилища в одноквартирных коттеджах, блокированных (таун-хаусах) и в многоквартирных домах.

Ко II категории относят жилища в многоквартирных домах, специализированные дома (или группы квартир) для одиноких, инвалидов и семей с инвалидами, а также для одиноких престарелых (и семей из двух престарелых), а также общежития для студентов высших учебных заведений и аспирантов.

Верхний предел (наряду с нижним) размеров квартир фиксирован нормами только для квартир II категории комфорта, которые входят в область муниципального и социального строительства для наименее обеспеченной части населения, очередников и переселенцев из сносимых ветхих домов. Квартиры в таких домах обычно предоставляются бесплатно или с большими льготами при покупке.

Для жилищ I категории строительные нормы ограничивают только нижний предел размеров площадей и не ограничивают верхний.

Для жилищ II категории комфорта нормативные ограничения предусмотрены для площади квартир и жилых ячеек общежитий (табл. 10.1)

### Нормативные значения общей площади квартир I и II категории комфортности для Москвы (по МГСН 3.01-01)

Таблица 10.1.

Категория жилища	Тип квартиры и ее общая площадь, м <sup>2</sup>											
	1		2		3		4		5		6	
	1М	1Б	2М	2Б	3М	3Б	4М	4Б	5М	5Б	6М	6Б
I категория (нижний предел) м <sup>2</sup>	33	38	44	54	62	68	74	83	89	96	103	109
II категория (верхний и нижний предел) м <sup>2</sup>	33 24	38 26	44 36	54 51	62 54	68 65	74 70	83 77	89 84	96 94	103 101	109 108

*Примечание:* Индексы М и Б обозначают тип квартиры заданной комплектности – малую или большую. В домах второй категории допускается уменьшение площади квартир, но не более чем на 5%.

В практике проектирования встречается сочетание в одной блок-секции или доме квартир I и II категории комфорта.

Фундаментальные функциональные требования к объемно-планировочной структуре квартир (независимо от категории) остаются неизменными.

При проектировании индивидуальной квартиры многоквартирного дома любого уровня комфортности должны быть решены задачи – обеспечения оптимальных условий проживания семьи и всех процессов ее жизнедеятельности – семейное общение и возможность обособления членов семьи, активный и пассивный отдых, воспитание детей, ведение домашнего хозяйства, любительской и профессиональной трудовой деятельности, поддержание личной гигиены и т.д.

Объемно-пространственное решение квартиры наряду с решением функциональных задач должно способствовать организации красивого интерьера.

Для простой, нуклеарной (состоящей из двух поколений), семьи функционально необходимо предусмотреть в составе квартиры общую свободную от спальных мест комнату, спальню родителей и индивидуальные спальни для детей различного пола. Исходя из этого, семья из четырех человек (с двумя детьми разного пола) нуждается в квартире из четырех комнат, то есть необходимое число комнат в квартире (К) должно быть не менее числа членов семьи (N) или по выражению демографов должна быть применена формула заселения  $K=N^*$ . Наряду с ней для заселения многодетных семей полу-

част примесные и формула  $K=N-1$ , то есть при соответствующей составу семьи площади квартиры она может содержать и меньшее количество спальных комнат, например, ни две маленькие спальни для двоих детей одного пола, а одну большую. Естественно, эти общие положения могут не учитываться при индивидуальном проектировании коммерческого жилья.

Соответственно государственные нормы проектирования (СНиП 31-01) и московские городские (МГСН 3.01-01) предусматривают не менее двух вариантов (по величине общей площади) квартир II категории комфортности каждой комнатности: квартиры типа А (в МГСН 3.01-01 – «М») меньшей площади для заселения по формуле  $K=N$  и типа Б (большей площади) для заселения по формуле  $K-1$  (см. табл. 10.2).

### Нормативные значения общей площади квартир для строительства в РФ (по СНиП 31-01 «Здания жилые многоквартирные»)

Таблица 10.2.

Площадь квартиры, м <sup>2</sup>	Комнатность и тип квартиры											
	1		2		3		4		5		6	
	1А	1Б	2А	2Б	3А	3Б	4А	4Б	5А	5Б	6А	6Б
	28	36	44	53	56	65	70	77	84	95	96	108

Квартиры I категории комфортности в СНиП 31-01 - не рассматриваются.

#### Планировочная структура и элементы квартиры.

Планировочная структура – взаимное расположение помещений в квартирах не может быть случайным: оно подчинено требованиям удобства проживания, которое реализуется путем функционального зонирования помещений. Помещение квартиры чаще всего объединяют в две функциональные зоны – общую и индивидуальную, интимную (рис. 10.1).

Общую зону составляют входной холл или передняя и общая комната, а также обслуживающие их помещения и оборудование – кухня, кладовая, встроенные шкафы для верхней одежды. В многокомнатных квартирах в общей зоне может быть расположен рабочий кабинет, а также небольшое санитарное помещение («гостевой санузел»), оборудованное умывальником и унитазом. Интимную зону квартиры составляет индивидуальное жилые комнаты (спальни), гардеробные, санитарный узел оборудованный ванной, душем, умывальником, унитазом, биде.

Если санитарный узел в квартире один, его проектируют раздельным. Если же в квартире имеется второй («гостевой») – совмещенным. Взаимное расположение двух основных функциональных зон возможно как в одном уровне так и в двух.

В первом случае интимную зону располагают в глубине квартиры, во втором – на верхнем (нижнем) уровне относительно входа в квартиру (рис. 10.2).

Функциональное зонирование квартир с распределением помещений на две зоны стало самым распространенным при проектировании многокомнатных квартир, но не единственным. Наряду с ним в 2-5 комнатных квартирах иногда применяют членение квартиры на три зоны: общая зона - санитарно-кухонная зона - зона спален. При этом санитарно-кухонную зону располагают между жилыми (рис.10.3)

\* В зарубежной практике применяют близкий по значению показатель «плотность заселения квартир», количество человек на комнату. Например, в Польше он составляет в среднем 1,0 чел/комн., во Франции и Финляндии – 0,7 чел/комн.



Рис. 10.1. Схема группировки помещений 3 - х и 4 - х комнатных квартир по двум функциональным зонам: 1 - общей; 2 - интимной

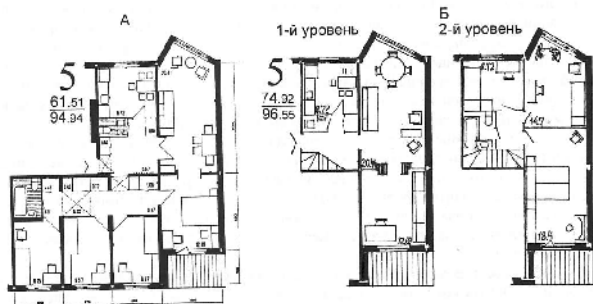


Рис. 10.2. Примеры функционального зонирования помещений 5 - комнатной квартиры: А - одноуровневой, Б - двухуровневой

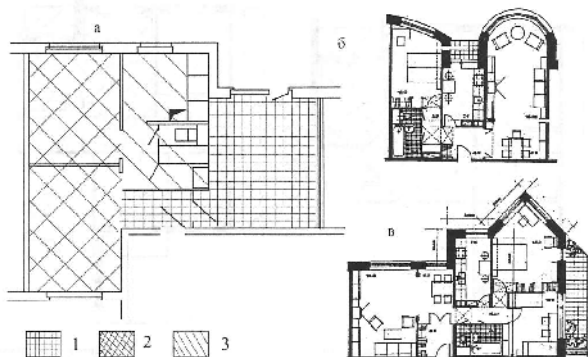


Рис. 10.3. Схема (а) и примеры функционального зонирования помещений двух - (б) и трехкомнатной квартир (в) с тремя зонами: 1 - общая; 2 - интимная; 3 - санитарно-кухонная зона

Такое зонирование обеспечивает компактность плана и возможность более экономично разместить инженерное оборудование и сети квартиры.

Проектирование коммерческого жилища подчиняется общим законам функционального зонирования. Конкретные признаки коммерциализации отражаются не на зонировании, а на составе помещений, входящих в определенную зону. Так, например, в общую зону могут быть дополнительно включены помещения столовой и гостиной. Наряду с этим нарастающей популярностью (особенно при оборудовании электроплитами и побудительной вентиляции) пользуется замена кухни и столовых одним помещением кухни-столовой площадью 16-25 кв.м. Кроме того в квартирах I категории в общую зону могут быть включены помещения игровой, кабинета, библиотеки.

В интимной зоне коммерческого жилища помимо увеличения площадей индивидуальных жилых комнат наибольшие изменения происходят в санитарных помещениях - увеличивается их количество, площадь, иногда предусматривается естественное освещение и всегда - развитие оборудования: ванны-джакузи, биде, при обычных ваннах дополнительная душевая установка и т.п. Помимо этого в интимную зону могут быть включены сауна, тренажерный зал, помещения для хозяйственных работ (подсобная, кладовая и пр.).

При проектировании отдельных помещений квартиры учитывают следующие требования. **Общая комната**, предназначенная для совместного пребывания членов семьи, должна быть наибольшей по площади. Ее пропорции в плане принимают в пределах от 1:1 до 1:2. При этом наибольшая сторона в плане может быть параллельна или перпендикулярна фасаду. В первом случае при удлиненном световом фронте комнаты обеспечивается наиболее удобное расположение разных функциональных зон общей комнаты (общения, домашней работы, просмотра телепередач и пр.) и компоуется на-

и более привлекательный интерьер. Так как общая комната не должна содержать спальных мест допускается предусматривать в квартирах с числом комнат 3 и более вход в одну из спален через общую комнату. Минимальная площадь общей комнаты квартир типа 1М и 2М по СНиП 31-01 – 14 м<sup>2</sup>, квартир 1Б, 2Б и большей комнатности – 16 м<sup>2</sup>, минимальная ширина (в осях) – 3,3 м.

Спальни проектируют нескольких видов - спальни родителей, для двоих однополых детей, для одного человека. Пропорции спальных комнат для удобства расстановки мебели принимают в пределах 1:1,5 - 1:2. Для сокращения теплопотерь спальни обычно располагают короткой стороной вдоль фасада. Спальни родителей проектируют площадью не менее 14 м<sup>2</sup> для двоих детей - 12 м<sup>2</sup> для одного - 9 м<sup>2</sup>. По СНиП 31-01 минимальный размер спальни на одного человека 8 м<sup>2</sup>, для двоих - 10 м<sup>2</sup>. Минимальная ширина (в осях) - 2,7 м Глубина жилых комнат по требованиям естественной освещенности не должна быть больше 6 м.

Кухня - самое крупное, наиболее длительно в течение суток эксплуатируемое и единственное из подсобных помещений квартиры, для которого требование естественного освещения согласно государственным нормам является обязательным. Основной технологический процесс - приготовление пищи в кухнях, как показали массовые обследования жилищ, часто дополняется процессом приема пищи, и процессами пассивной культурной деятельности - прослушиванием радиопередач, звукозаписей просмотром телевизионных программ. Такое multifunctionальное использование определило целесообразность проектирования этих помещений как кухонь-столовых, или их объединения с общей комнатой (рис.10.4).

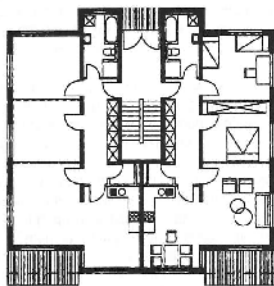


Рис. 10.4. Берлин. Панков. Двухквартирная секция городской виллы. Трехкомнатные квартиры с объединенным пространством кухни и общей комнаты

МГСН с 2001 г. допускает в квартирах I и II категорий проектирование кухонь с искусственным освещением или кухонь ниш (при общей комнате или кухне-столовой). Такие кухни и кухни-ниши оборудуют только электрическими плитами и вытяжной вентиляцией с механическим побуждением. Площадь кухни-ниши должна быть не менее 5 м<sup>2</sup>.

Для рационального размещения мебели и оборудования в кухне-столовой требуется площадь не менее 8 м<sup>2</sup>. Наиболее целесообразное однорядное размещение технологического оборудования кухни: плита-рабочий стол-мойка-холодильник - требует протяженности по фронту не менее 2,7 м. Оно может быть предусмотрено как вдоль ста-

ны перпендикулярной фасаду, так и вдоль фасада. В последнем случае предусматривается размещение окон на отметке 1,2 м и выше (от уровня пола), что функционально наиболее оправдано в галерейных домах с ориентацией окон кухонь на галерею. Проектирование в составе квартир вместо кухонь кухонь-столовых, с увеличением времени пребывания в них, требует соблюдения технических мероприятий по улучшению микроклимата: применения электрических плит, побудительной вентиляции, дооборудования вытяжным подвесом над кухонным очагом, воздухоочистителем или др.

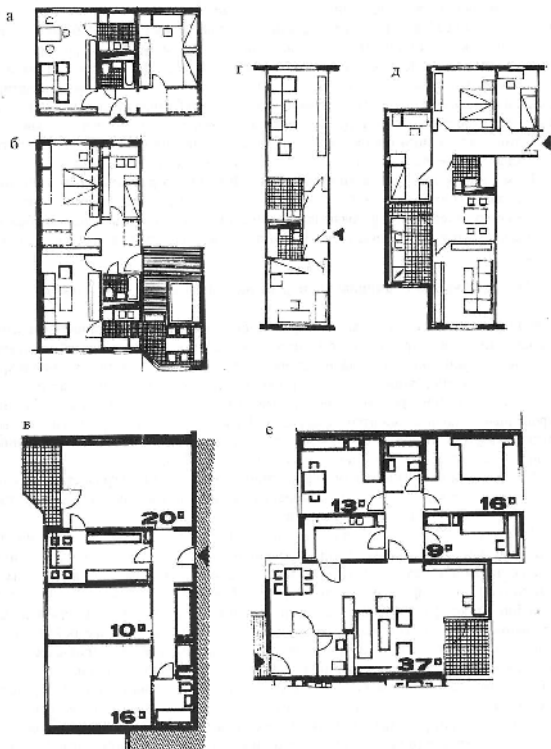
Допущенные московскими нормами применение темных кухонь преследует чисто экономические цели. Размещение кухонь в центральной части здания, позволяет увеличить его ширину и соответственно сократить единовременные и эксплуатационные затраты. Темные кухни – десятилетиями применяют в зарубежном жилищном строительстве, где городское население широко использует предприятия общественного питания, а в быту ориентировано на применение пищевых полуфабрикатов или фаст-фуд, требующих минимальных сроков пребывания в кухне. Более высокая обеспеченность ( $\geq 25 \text{ м}^2$  об.пл/чел) делает характерным для зарубежного быта пространственное разделение зон приготовления и приема пищи, осуществляемое в различных вариантах: - рабочая темная кухня-ниша ( $5-6 \text{ м}^2$ ) для приготовления пищи и непосредственно примыкающая к ней небольшая столовая ( $6-9 \text{ м}^2$ ), - рабочая кухня и разбитая зона приема пищи в примыкающей к ней общей комнате и т.д. Встречаются и альтернативные варианты - кухня светлая, а примыкающая к ней столовая - темная, либо оба помещения с естественным освещением. Общая комната квартиры часто проектируется проходной в рабочую кухню, а на их стыке в общей комнате формируется зона приема пищи, (рис. 10.5).

В отечественном быту, ориентированном преимущественно на семейное питание с его культом умения приготовления пищи и домашних заготовок, широко внедрение и проектирование темных кухонь-ниш без предварительной оценки этого приема на базе эксплуатации экспериментальных объектов и социологических исследований, преждевременно.

Санитарные узлы квартиры проектируют в виде двух смежно расположенных помещений - ванной и уборной (раздельный санитарный узел), одного помещения, оборудованного ванной, умывальником и унитазом, либо одного помещения, оборудованного умывальником и унитазом (совмещенные санитарные узлы: тип I и тип II). Раздельный санитарный узел является наиболее широко применяемым решением санитарных помещений квартиры. Совмещенный санитарный узел типа I применяют в однокомнатных квартирах и гостиницах. Наряду с ним в гостиницах одно-двухзвездочного разряда, а также в общежитиях применяют вариант совмещенного санитарного узла, в котором вместо ванны предусмотрен душ (с душевым поддоном или водоотводным трапом на полу).

Минимальные внутренние размеры санитарных помещений составляют: для уборной при открытии двери наружу  $0,8 \times 1,2 \text{ м}$ , то же в плуטר -  $0,8 \times 1,5 \text{ м}$ , для ванной компат -  $1,75 \times 1,60$ ; совмещенного санитарного узла I типа -  $2,38 \times 1,82$ , при варианте с душевым поддоном -  $1,4 \times 1,52$ ; типа II -  $1,2 \times 1,4$  или  $1,0 \times 1,5 \text{ м}$ . Размещение приборов в ванной должно обеспечивать удобство их использования и возможность установки стиральной машины. Ширина входных дверей в санитарное помещение должна составлять не менее 60 см.

Передние (или входные холлы) проектируют шириной не менее 1,4 м и оборудуют вешалками и встроенными шкапами для верхней одежды, обуви, головных уборов, зеркалом, одним-двумя табуретами или стульями. Помимо передней в квартирах предусматривают и другие коммуникационные помещения: внутриквартирные коридоры, ведущие в жилые комнаты, шириной не менее 1,0, а в подсобные – не менее 0,85 м.



**Рис. 10.5.** Варианты размещения кухни в квартирах многоквартирных домов (зарубежный опыт). а – за проходной общей комнатой; б – то же, но с пространственным разделением зон приготовления и приема пищи; в – то же, но с дополнительным входом и кухней из передней; г – с темной кухней; д – со светлой кухней и темной проходной столовой; е – со светлой рабочей кухней и местом для приема пищи в проходной общей комнате

Кладовые, встроенные шкафы, антресоли предусматривают для хранения одежды, продовольствия, посуды, книг и т.д. Площади кладовых назначают не менее 1,5 м<sup>2</sup> шириной не менее 0,8 м. Глубина встроенных шкафов для одежды - 0,6, хозяйственных утвари и белья - 0,4 книг - 0,3 м. Открывание дверей кладовых и встроенных шкафов предусматривают предпочтительно в подсобные помещения. Антресоли высотой 0,6 м устраивают главным образом над коммуникационными помещениями квартир - коридорами и шлюзами. В квартирах домов для Крайнего Севера предусматривают дополнительно встроенные вентилируемые сушильные шкафы для верхней одежды.

Летние помещения в виде балконов, лоджий-балконов и лоджий предусматривают площадью в пределах 15% площади квартиры, но не более 10 м<sup>2</sup>.

Поскольку на большей части территории РФ климат ограничивает полноценное использование летних помещений 3-5 месяцами, получил распространение прием их трансформирующихся светопрозрачных ограждений. Они не только целесообразны функционально, но и исключают опасность возникновения пожаров от случайных источников.

### 10.1.2. Объемно-планировочные решения многоквартирных домов

Если функционально-социальные требования влияют преимущественно на решение и состав главной потребительской единицы жилища - индивидуальной квартиры, то остальные нормативные требования влияют на выбор и решение объемно-планировочной структуры многоэтажного здания в целом и на его размещение в застройке. В связи с этим дальнейшее рассмотрение проблемы ведется применительно к объемно-планировочным решениям многоэтажных зданий. Различают четыре основные схемы - многосекционную, односекционную, коридорную, галерейную, и две комбинированные - коридорно-секционную и галерейно-секционную (рис.10.6).

Паряду с ними в соответствии с природно-климатическими и градостроительными условиями и ситуациями находят применение специализированные типы многоквартирных домов - ветро-, шумозащитных и пр.

Многосекционные дома составляют основную часть (80%) городских домов квартирного типа. Эти дома komponуют из нескольких планировочных секций - фрагментов зданий с повторяющимися поэтажными планами и единым стволом вертикальных коммуникаций (лестниц, лифтовых холлов, лифтов), объединяющим все квартиры секции между собой и с эвакуационными выходами из здания. Секции дома, как правило, содержат квартиры разного состава по комнатности, что позволяет при застройке многосекционными домами за счет варьирования состава квартир в секциях наиболее полно удовлетворять требования к расселению различных по численности семей.

С учетом расположения секции в плане дома и специфики очертаний участка строительства, его ориентации по странам света и эстетических задач применяют следующие типы секций: рядовые (широтные и меридиональные), торцевые, угловые, (с углом 90°), поворотные (с углом 135°), Т-образные в плане и разнообразные блокировочные вставки для объединения отдельных секций в общую композицию здания (рис.10.7). В блокировочных вставках чаще всего размещают летние и подсобные помещения квартир.

Многосекционную планировочную схему применяют в основном для зданий от 3 до 25 этажей.

Односекционные (башенные) дома обычно входят в состав жилого комплекса в качестве композиционного элемента, формирующего акцентные вертикали силуэта заст-

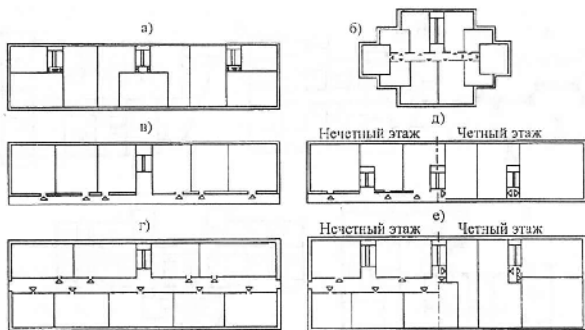


Рис. 10.6. Планировочные схемы многоквартирных жилых домов: а – односекционная; б – односекционная (башенная), в – галерейная; г – коридорная; д – галерейно – секционная; е – коридорно – секционная

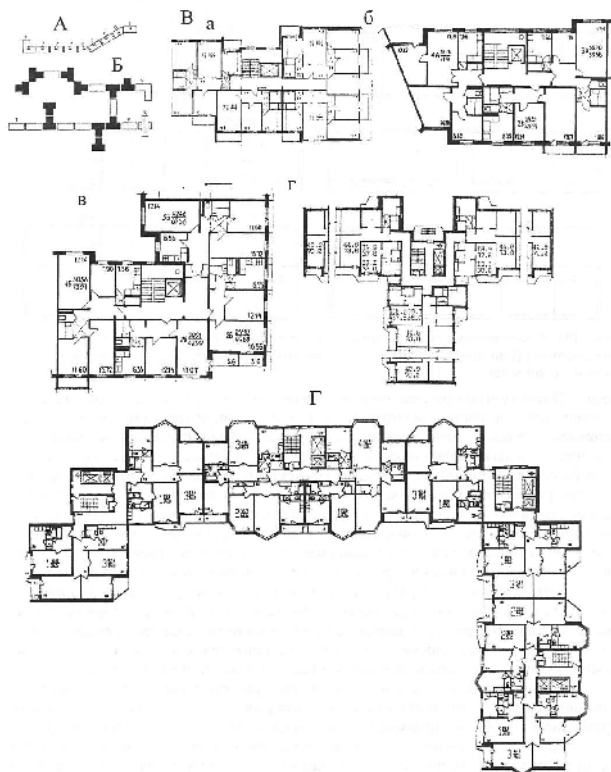
ройки. В связи с этим односекционная планировочная схема применяется только в домах повышенной этажности и многоэтажных. Помимо архитектурно-композиционных достоинств односекционной схеме присущи функциональные и градостроительные преимущества: большая вариантность планировки квартир, их высокие гигиенические качества (за счет двухсторонней или угловой ориентации большинства квартир), маневренности при размещении в застройке. Эти преимущества, несмотря на большую (на 6-8%) стоимость кв.м общей площади в башенных домах по сравнению с многосекционными, определили достаточно широкое строительство односекционных домов. Односекционные дома в связи с их градостроительной маневренностью и малой площадью застройки широко применяются при реконструкции в целях повышения плотности застройки.

*Коридорные дома*, наряду с галерейными, относят к группе зданий, в которых вертикальные коммуникации (лестницы, лифты) дополнены развитыми горизонтальными: открытыми (галереи) или закрытыми (коридоры) коммуникационными помещениями. Коридорные дома проектируют преимущественно многоэтажными и строят главным образом в умеренном и холодном климате с малокомнатными квартирами.

*Галерейные дома*, в которых входы в квартиры осуществляются из открытых поэтажных галерей, применяют в жилой застройке районов с теплым и жарким климатом, размещая в таких домах преимущественно малокомнатные (1-2 комнаты) квартиры.

*Галерейно-секционные и коридорно-секционные дома* имеют комбинированные планировочные схемы, при которых коридорная (галерейная) планировка повторяется через 1-3 этажа, а промежуточные этажи имеют секционную планировку. Применение этих комбинированных схем позволяет с большей экономичностью использовать лифты и при необходимости ориентировать помещения квартир на две стороны горизонта или одну наиболее благоприятную.

Наряду с названными находят применение специальные варианты перечисленных планировочных схем многоквартирных многоэтажных домов, диктуемые местными



**Рис. 10.7.** Схемы расширения и размещения в многосекционных зданиях планировочных секций: А – схемы размещения секций в плане здания (Р – рядовая, П – поперечная, Т – торцевая, У – угловая); Б – схема компоновки здания сложной формы из рядовых, торцевых, угловых, тавровых (Тр) и крестовых (К) секций; В – примеры планировочных компоновок секций: а – торцевой, б – поворотной, в – угловой, г – тавровой; Г – пример композиции П – образного здания из рядовой, угловой и торцевой секций серии П – 44Т (МНИИТЭП)

ми градостроительными либо природно-климатическими условиями, и позволяющие защитить основные помещения квартир от шума, холодного ветра или пыльных бурь (думо-, ветро-, пылезащитные здания).

Специфические объемно-пространственные варианты основных типов жилых зданий формируются при проектировании их для условий застройки на сложном рельефе.

## 10.2. Санитарно-гигиенические и противопожарные требования и их влияние на объемно-планировочные решения многоквартирных домов и квартир

### 10.2.1. Санитарно-гигиенические требования к проектированию жилища

Санитарно-гигиенические качества жилища должны быть не ниже предусмотренных нормами величин-пределов времени инсоляции, естественной освещенности, температуры, влажности и подвижности воздуха в квартире, а также ее изоляции от воздействий внешних и внутренних источников шума.

**Инсоляция** – прямое солнечное облучение помещений квартиры – является существенным оздоровляющим фактором.

Минимальная длительность прямого солнечного облучения (в часах) в периоды осеннего и весеннего равноденствия регламентирована нормами проектирования и увязана с климатическими условиями района строительства.

На юге, где тепловая составляющая инсоляции (солнечная радиация) может вызвать дискомфорт из-за перегрева помещений, нормативная длительность инсоляции минимальна (1,5 ч), в умеренном климате возрастает до 2 ч, а в северных районах до 2,5 ч\*. Эти требования оказывают прямое влияние на выбор планировочного решения секций и домов в соответствии с их размещением в застройке. Исключается ориентация всех помещений квартир на северный сектор горизонта (рис.10.8). Исключается ориентация на этот сектор 1- и 2-комнатных квартир, а в 3-х и 4-х комнатных квартирах на северный сектор допускается ориентировать не более двух комнат. С учетом этих требований и в соответствии с намеченным проектом размещением здания осуществляют выбор планировочных решений домов и секций.

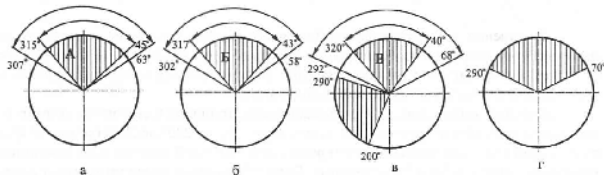


Рис. 10.8. Секторы горизонта, не допускаемые для ориентации односторонних квартир: а – севернее 58°; б – между 58° и 48°; в – южнее 48°; г – в I и II климатических районах при преобладании зимой северных ветров; А, Б, В – секторы, не допустимые в условиях реконструкции

\* В условиях реконструкции плотно застроенных территорий в центрах городов обеспечение нормативной длительности инсоляции часто практически невозможно и МГСН, в частности, допускают для этих условий уменьшение длительности инсоляции до 1,5 ч.

Для домов, расположенных вдоль меридиана (или с отклонением от него до 15°), выбирают меридиональные секции. В меридиональных домах все помещения квартир ориентированы на запад или на восток, что позволяет обеспечить нормативную длительность инсоляции квартир даже в тех случаях, когда все их комнаты ориентированы на одну сторону горизонта. В широтных домах фасады обращены на север и юг, в связи с чем нормативная инсоляция обеспечивается при ориентации квартир на обе стороны горизонта (широтные дома неограниченной ориентации), либо при ориентации комнат больших квартир на две стороны горизонта, а малых на юг (широтные секции ограниченной ориентации) (см. рис.10.9).

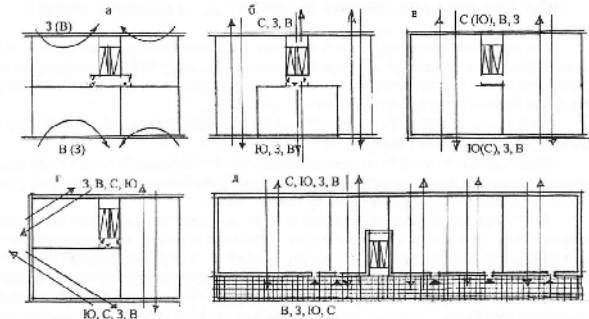


Рис. 10.9. Схемы ориентации и проветривания квартир: а – одностороннее (в меридиональных секциях); б – сквозное больших и через лестничную клетку малых квартир (в широтных секциях ограниченной ориентации); в – сквозное (в широтных секциях неограниченной ориентации); г – сквозное и угловое в торцовых секциях; д – сквозное в галерейных домах

Естественно, что учет требований инсоляции резко сказывается на планировочных решениях квартир и особенностях их интереса (рис. 10.10). Кроме того, наличие естественного сквозного проветривания квартир двухсторонней ориентации способствует повышению чистоты воздушной среды квартиры.

В южных жилых домах не допускается ориентация односторонних квартир не только на север, но и на юго-запад на сектор горизонта от 200° до 290° (см.рис.10.8), а в двухсторонних – допускается ориентировать не более одной комнаты в 2-х комнатных квартирах и двух – в 3-х и 4-х комнатных. Окна и балконные двери этих комнат должны быть снабжены солнцезащитными устройствами.

Применительно к домам с горизонтальными коммуникациями (галерейными и коридорными) требования инсоляции приводят к следующим ограничениям. Коридорные дома с одноэтажными квартирами размещают только меридионально, а галерейные – с ориентацией квартир на восток, запад или юг. Эти ограничения снимаются, если в домах с горизонтальными коммуникациями размещены двухуровневые квартиры с ориентацией жилых комнат второго уровня на две стороны горизонта. В таких квартирах



Рис. 10.10. Варианты планировки трехкомнатных квартир в меридиональной (а) и широтных (б, в) секциях

наряду с обеспечением нормативных требований инсоляции улучшается и воздушная среда за счет сквозного проветривания, интенсивность которого повышает перепад уровней в квартире.

Естественное освещение в квартирных домах, общежитиях, гостиницах, интернатах должно быть обеспечено во всех жилых комнатах, помещениях медицинского, культурно-бытового обслуживания. В квартирных жилых домах также, как отмечалось выше, основным остается естественное освещение кухонь при допуске искусственного. В жилых ячейках общежитий допускается проектировать кухни без естественного освещения или освещенные «вторым светом» через фрамуги в перегородках прилегающих жилых комнат при оборудовании кухонь электроплитами и вытяжной вентиляцией и обслуживании этими кухнями не более двух комнат.

Естественное освещение "вторым светом" либо искусственное освещение допускается для остальных подсобных помещений квартирных домов и специализированных жилых зданий (ванных, душевых, туалетов, гладильных, бельевых и пр.).

Естественную освещенность помещений для жилых зданий нормируют по отношению площади проема к площади пола освещаемого помещения: она должна составлять не менее 1:8 во всех климатических районах кроме южных, где она принята равной 1:10. Та же норма в 1:10 допускается во всех климатических районах для комнат расположенных в мансардах. В практике проектирования норму освещенности зачастую сильно превышают.

Однако по экономическим соображениям существенного «переостекление» фасадов не следует допускать. Отношение площадей оконных проемов во всех комнатах и кухнях к площади фасада не должно превышать 1:5,5 в целях экономии единовременных и эксплуатационных затрат. Это требование связано с тем, что сметная стоимость светопрозрачной части наружных стен на 30-40% выше, чем глухой части. Эксплуатационные затраты на отопление увеличиваются в связи с тем, что теплопотери через стены меньше, чем через окна, так как сопротивление теплопередаче окон в среднем в три-четыре раза меньше, чем стен.

Воздушная среда жилых зданий должна отвечать гигиеническим требованиям к величинам ее основных параметров по температуре, влажности и скорости движения воздуха. Оптимальные величины этих параметров различны и зависят от природно-климатических условий района строительства и времени года (табл. 10.4).

#### Гигиенические требования к микроклимату жилых помещений

Таблица 10.4.

Параметры	Единица измерения	Климатический район и сезон							
		Зима				Лето			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV
Температура внутреннего воздуха	°С	21-22	18-20	18-19	17-18	23-24	23-24	25-26	25-26
Относительная влажность воздуха	%	30-45	30-45	35-50	35-50	35-50	35-50	30-60	30-60
Скорость движения воздуха	м/с	0,08-0,10	0,08-0,10	0,08-0,10	0,08-0,10	0,08-0,10	0,08-0,10	0,1-0,15	0,1-0,15

На скорость движения воздуха и его чистоту прямое влияние оказывает принятая в проекте и регламентированная нормами проектирования система естественного проветривания квартир в летнее время.

Требования проветривания непосредственно отражаются на планировке жилых секций для различных климатических районов.

Наименее эффективно одностороннее проветривание, но оно является основным для I климатического района, где в течение большей части года температуры наружного воздуха отрицательны и сквозное проветривание (при двухстороннем размещении помещений квартиры) даже при закрытых окнах вызовет пересохшие квартиры за счет инфильтрации холодного воздуха через неплотности наружных ограждений (рис. 10.11, а).

Сквозное или угловое проветривание квартир желательно во II и особенно III климатических районах и является обязательным при проектировании жилищ для IV

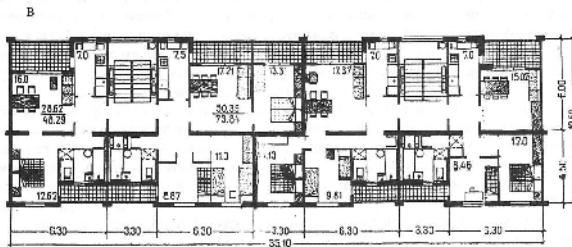
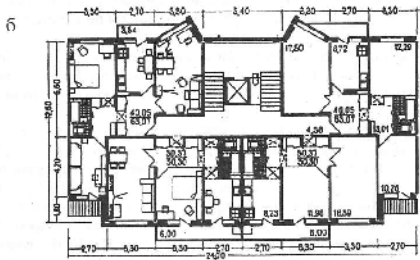
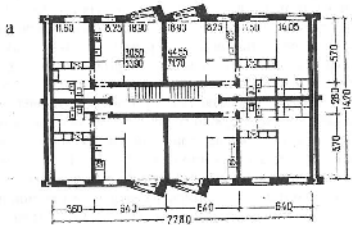


Рис. 10.11. Примеры планировки рядовых секций для различных климатических условий: а – для I климатического района; б – для II и III; в – для IV района

климатического района. В этих климатических условиях почное сквозное проветривание квартир является основным естественным средством регулирования микроклимата помещений в борьбе с их радиационным перегревом (рис. 10.11 б, в).

Обеспечить сквозное проветривание всех квартир возможно лишь в двухквартирных секциях (при сохранении прямоугольного плана секции). Однако применение двухквартирных секций приводит к существенному удорожанию общей площади, особенно, в многоэтажных домах с соответствующим инженерным оборудованием (лифты, мусоропроводы и пр.). Некоторое снижение стоимости дает формирование двухквартирных секций только из многокомнатных квартир (3-х и 4-х или 4-х и 5-комнатных). Поэтому южная застройка компоуется не менее, чем на двух типов домов – секционных и галерейных. При этом многокомнатные квартиры размещают в секционных, а малокомнатные – в галерейных, поскольку планировочная структура последних позволяет обеспечить сквозным проветриванием даже однокомнатные квартиры (см. рис. 10.9).

**Защита жилища от шума** является одним из ведущих гигиенических требований и как отмечалось в гл. 7.3 предусматривает меры по защите помещений от источников, расположенных внутри проектируемого помещения, а также от проникающего шума из других помещений и из внешнего пространства. Меры по защите от первых двух видов шумовых воздействий рассмотрены в гл. 7.

Меры по защите от внешнего проникающего шума более разнообразны. Они обобщаются комплексно: градостроительным решением застройки, объемно-планировочным решением зданий и из конструкций. Поэтому их уместно рассмотреть в настоящей главе.

Современные нормы проектирования предусматривают ограничения проникающего шума (преимущественно транспортного) дифференцированно: в дневное (с 7 ч до 23 ч) и ночное (с 23 ч. до 7 ч) время. Экономическое расслоение общества отразилось и на допускаемых величинах эквивалентного уровня проникающего внешнего шума ( $L_{\text{вн}}$ , дБА) в помещениях. Так, например, для высоко-комфортных условий проживания (дома категории А) допускаемые уровни звука ( $L_{\text{Аэп}}$ ) в жилых комнатах в дневное время 35, а в ночное – 25 дБА, а для жилых комнат в домах категорий Б и В – 40 и 30 дБА соответственно.

Градостроительные меры защиты от внешнего проникающего шума предусматривают соответствующую трассировку скоростных дорог, прокладку транспортных путей в выемках, укрупнение межмагистральных территорий с уменьшением числа перекрестков и других транспортных узлов, применение закрытой по отношению к магистрали, как источнику шума, планировки жилых комплексов, а также строительство вдоль магистралей специальных акустических экранов (рис. 10.12). Роль экранов могут выполнять защитные стенки, малоэтажные здания нежилого назначения и даже жилые здания.

Роль таких экранов выполняют многоэтажные дома с двойными функциями - защита от шума прилегающей внутриквартальной застройки и защита от шума квартир в самом здании – экране. Обе эти функции влияют на объемно-планировочные решения здания-экрана (шумозащищенного здания). Для обеспечения шумозащиты прилегающей застройки шумозащищенное здание должно быть высоким и протяженным (не менее 100 м). Высота здания – экрана назначается в зависимости от уровня транспортного шума: не менее 16 этажей на магистральных трассах, 12-ти и 9-и этажей на городских и районных улицах соответственно. Здание – экран должно иметь П-образную в плане форму. Назначение удлиненных (до 30 м) торцевых «крыльев» здания – защита дворового фасада и внутриквартальной застройки от интерференции звуковых волн. «Фронт защиты» здания – экрана не должен прерываться внутриквартальными въездами. При необходимости их проектируют подземными или устраивают в крыльях дома.

Ри  
нир  
см  
сте  
обс  
  
кв  
ро  
ма  
те  
ще  
до  
же  
ст  
(р  
се  
то  
ко  
по  
ну

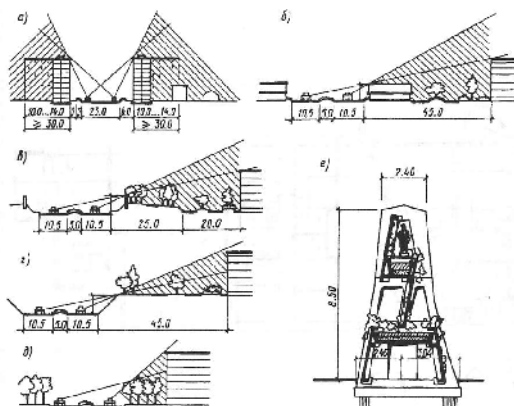


Рис. 10.12. 1) разрабатываемые меры защиты от шума в шумозащитных домах, б – экранизирующей малоэтажной застройкой; в – шумозащитными стенками – экранами; г – размещением транспортных магистралей в выемках; д – озеленением; е – схема сечения железобетонной стенки экрана с озеленением и устройством в нижней зоне экрана тарней. Шриховской обозначена зона “акустической тени”

Требования шумозащиты сказываются и на планировочных решениях домов и квартир.

В секционных домах, расположенных вдоль западной, восточной или южной стороны магистрали применяют преимущественно четырехквартирные секции, в которых малые односторонне ориентированные квартиры обращены полностью в акустическую тень, а в больших двухсторонне ориентированных квартирах в акустическую тень обращены спальни, на шумную же магистраль – подсобные помещения и не более одной жилой комнаты. На магистраль ориентируют также лестничные клетки и лифтовые холлы.

В секционных домах, расположенных вдоль северной стороны магистрали, а также в угловых секциях сочетание требований звукоизоляции и инсоляции дают столь жесткие ограничения, что остается возможным применять только двухквартирные секции (рис. 10.13)

Возможность разместить большее количество квартир представляет планировка секций с Т-образной формой плана, шумозащитных ломов галерейного типа с закрытой защитной галереей или комбинированные решения поэтажных планов – галерейно-коридорных, галерейно-секционных. При размещении галерейных домов вдоль северной стороны магистрали обеспечение необходимой инсоляции квартир достигается либо поворотом конструктивно планировочного фрагмента здания (квартиры) на благоприятную сторону горизонта (рис.10.14), либо придания ломаной или криволинейной формы

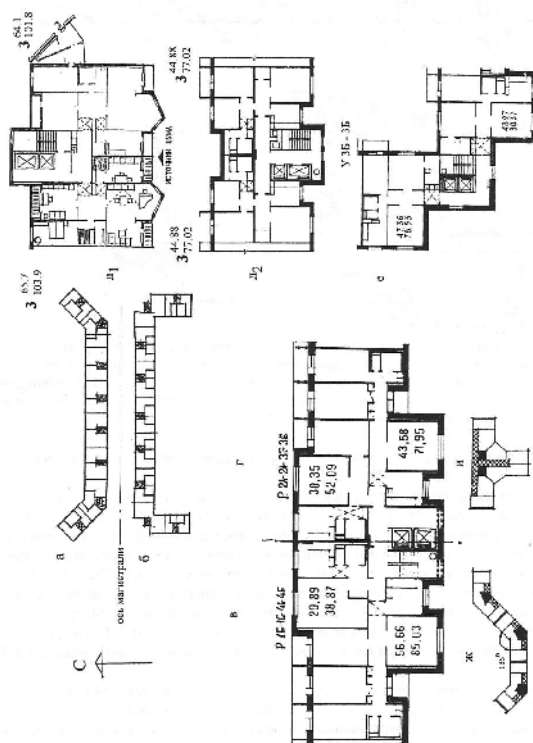


Рис. 10.13. Шумозащищенные секционные дома: а — схема компоновки здания для постановки вдоль северной стороны магистралей; б — то же, вдоль южной (восточной, западной); в, г — варианты планировки радиальной секции для южной (западной, восточной) стороны магистралей; д, е, ж, з — для северной стороны (варианты); з, и — угловая секция; ж, л — стены радиальных секций для северной и южной сторон с включением горизонтальных шумозащищенных коммуникаций

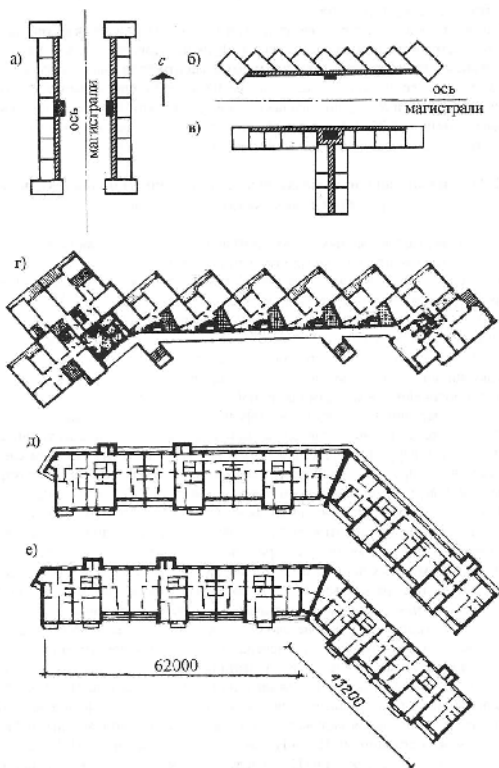


Рис. 10.14. Шумозащитные дома галерейного типа: а – схемы плана шумозащитных домов с боковым коридором (галерей) для застройки южной, западной и восточной сторон магистрали; б – то же, северной; в – то же, южной; г – планировочное решение шумозащитного дома в г. Штутгарте (Германия); д, е – шумозащитный дом в Новосибирске с чередующейся планировкой: с шумозащитной галереей (д) на 2, 5, 8 – этажах и секционной (е) на 6, 7, 9 – м этажах

всему плану здания с устройством в жилых комнатах эркеров, ориентированных на благоприятную сторону горизонта.

В шумозащищенных домах не предусматривают размещение квартир на первом этаже. Его пространство отводят под нежилые функции (торговля, предприятия обслуживания, офисы и пр.). Конструктивными мерами защиты от шума служат массивность наружных стен (поверхностная масса не менее  $300 \text{ кг/м}^2$ ) и специальные конструкции окон со звукоизоляцией  $R_{\text{директ}}$  при эквивалентном уровне транспортного шума в «часы пик» у фасада здания до 75 дБА для домов категории А – 30 и категории Б и В – 25 дБА. Конструктивные решения таких окон даны в гл.17.

#### 10.2.2. Противопожарные требования к планировочным и конструктивным решениям многоквартирных домов

В многоквартирных жилых домах противопожарные требования предъявляют к их объему, планировочным и конструктивным решениям.

Всё несущие конструкции таких зданий проектируют негоряемыми с пределом огнестойкости, отвечающим I-III степеням огнестойкости (см. табл. 3.1).

Главным объемно-планировочным средством противопожарной защиты является обеспечение безопасности эвакуации из здания. Вертикальными путями эвакуации служат лестницы, горизонтальными – коридоры и галереи.

Эвакуационные лестницы проектируют негоряемыми, пологими (уклон от 1:2 до 1:1,75), с прямолинейными маршами шириной не менее 1,05 м, без забежных ступеней и располагают в лестничных клетках с негоряемыми стенами. По расположению внутри зданий и типу естественного освещения различают эвакуационные лестницы типа Л-1, примыкающие к наружной стене и освещаемые боковым естественным светом на каждом этаже через проемы в этой стене, и лестницы Л-2, размещенные во внутреннем объеме здания, с верхним естественным освещением через остекленные или открытые проемы в покрытии. Наконец, эвакуационная лестница может быть наружной - Л-3.

В зданиях повышенной этажности в целях повышения безопасности эвакуации противопожарные требования диктуют применение специальных типов лестниц, в лестничных клетках которых должно быть исключено задымление при пожаре. Цель достигается различными средствами: объемно-планировочными или инженерно – техническими, в связи с чем различают три типа незадымляемых лестниц – Н-1, Н-2, Н-3 (рис. 10.15). В лестницах типа Н-1 незадымляемость обеспечена объемно-планировочными средствами: лестничная клетка отделена от внутреннего пространства этажа дома (секции) глухими стенами и вход в нее осуществляется только из наружного пространства через воздушную зону (балкон, лоджию и др.). В лестницах типа Н-2, Н-3 незадымляемость обеспечивает противопожарная вентиляция, создающая подпор воздуха в лестничной клетке. Вентиляция включается автоматически от детчиков дымообнаружения. Разница между лестницами Н-2 и Н-3 заключается в том, что в Н-2 подпор создается внутри лестничной клетки, а в Н-3 – в вдушем в нее шлюзе. На поэтажных путях эвакуации к Н-2 и Н-3 предусматривают не менее двух дверей (лифтовых ходов, лестничных клеток, шлюзов и др.) с пределом огнестойкости не менее Е130.

В качестве дополнительного противопожарного средства в лестницах типа Н-2 и Н-3 устанавливают через каждые пять этажей по высоте лестницы противопожарные рассечки в виде расположенных между маршами негоряемых стенок высотой в этаж, выполняемых из бетона, кирпича или стеклоблоков.

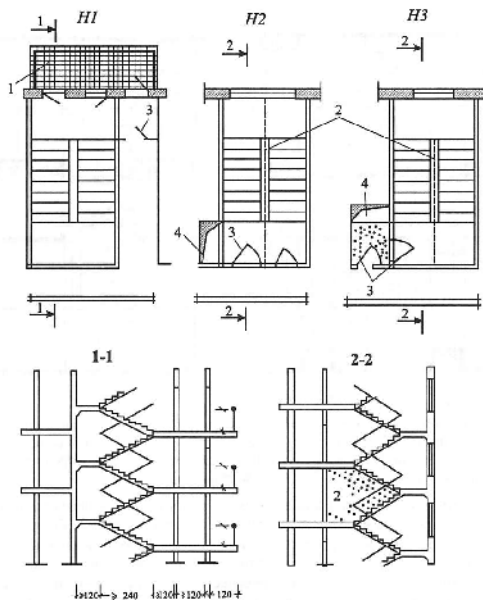


Рис. 10.15. Планы незадымляемых лестничных клеток типов Н-1, Н-2, Н-3: 1 – выдувная зона; 2 – противопожарная рассечка через каждые 5 этажей; 3 – неустраиваемые двери (предел огнестойкости Е 130); 4 – шахта дымоудаления

Требования к применению различных типов эвакуационных лестниц приведены в табл. 10.5.

В зданиях выше 28 м и площади этажа до 500 м<sup>2</sup> – две – Н-1 и Н-2(Н-3). В зданиях высотой до 28 м с лестничной клеткой Л-1 должны быть предусмотрены аварийные выходы в квартирах, начиная с 6 этажа. Выходы устраивают на открытые переходы в смежные секции, на пожарные лестницы, связывающие по высоте этажные помещения (балконы, лоджии) квартир, либо предусматривают островки безопасности в летних помещениях, огражденных глухим простенком, шириной не менее 1,2 м (рис.10.16).

В зданиях высотой до 28 м с эвакуационной лестницей типа Л-2 дополнительные аварийные выходы должны предусматриваться, начиная со второго этажа.

Более мягкие противопожарные требования к вертикальным эвакуационным путям, предусмотренные в МГСН 3.01-01, объясняются высокой технооборуженностью столичных пожарных служб.

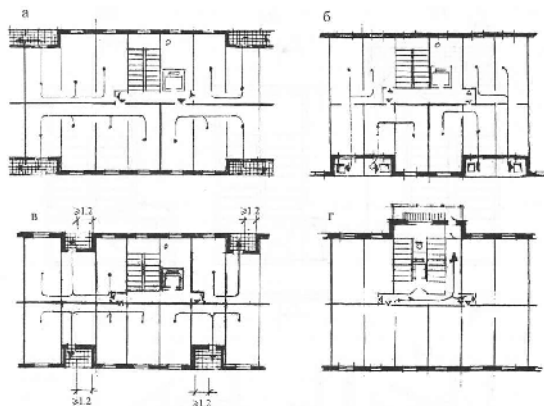


Рис. 10.16. Дополнительные противопожарные меры безопасности в домах высотой 6 этажей и более с эвакуационной лестницей типа Л-1: а – аварийный переход в смежную секцию через лестничное помещение, б – то же по пожарным лестницам между балконами; в – устройство островков безопасности в коридорах, г – то же по наружной лестнице Л-3

Горизонтальные коммуникации в домах секционного типа – внеквартирные коридоры – должны иметь протяженность до входа в лестничную клетку на более 12 м. В коридорных (галерейных) домах квартирного типа и общежитиях эвакуационные коридоры проектируются с естественным освещением и расстояниями между эвакуационными лестничными клетками в домах степени огнестойкости I, II, III – соответственно 40, 40 и 30 м, а при выходе из квартиры в тупиковом участке коридора (галереи) соответственно 25, 25 и 20 м.

#### Типы внутренних эвакуационных лестниц и регламентированные нормами проектирования области их применения

Таблица 10.5.

Область применения	Тип лестницы при высоте отметки пола верхнего этажа, м				
	Л-1	Л-2	Н-1	Н-2	Н-3
По СНИП 21-01-97* и по СНИП 31-01	28	9	>28	>28	>28
По МГСН 3.01-01	28	9-28	50-75	28-50	28-50

Примечание: количество эвакуационных лестниц принимается в зависимости от высоты здания и площади этажа: в зданиях с высотой до 28 м и площадью этажа (секции) до 500 м<sup>2</sup> принимают одну эвакуационную лестницу (при наружных по торцам здания), при большей площади – две.

Минимальная ширина эвакуационного коридора 1,4 м, галереи – 1,2 м.

В неаварийных условиях эксплуатации вертикальными коммуникациями в многоэтажных домах служат лифты. Основные типы лифтов для жилых домов имеют гру-

грузоподъемность 400 и 630 кг. При проектировании новых зданий с квартирами I и II категорий Московскими нормами (МГСН 3.01-01) предусмотрена установка лифтов при высоте зданий 4 этажа и более.

При этом в домах высотой от 4 до 9 этажей предусмотрена установка одного лифта (на этаж или секцию) грузоподъемностью 630 кг скоростью 1,0 м/с. В домах высотой от 9 до 17 этажей — двух лифтов (400 и 630 кг) той же скорости при поэтажной площади обслуживания им квартир до 500 м<sup>2</sup>.

В 18-19-этажных домах те же два лифта но со скоростью 1,6 м/с. В 20 — 25-этажах с поэтажной площадью квартир до 350 м<sup>2</sup> устанавливают 3 лифта (400+630+630), а при площади до 450 м<sup>2</sup> — четыре (2×400+2×630). В зависимости от количества и размещения лифтов в лифтовом холле и системы открывания дверей в лифтах грузоподъемностью в 630 кг (с короткой им длинной стороны кабины лифта), одно- или двухстороннего

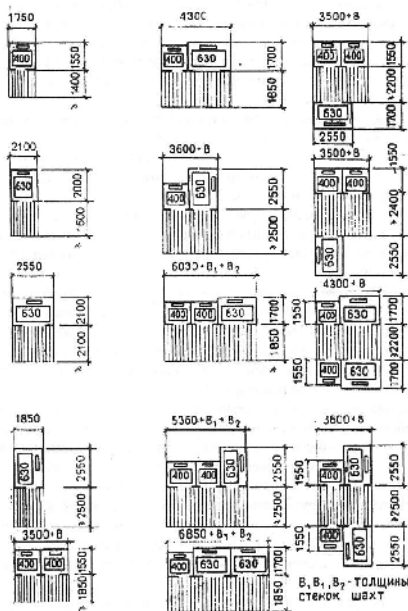


Рис. 10.17. Схемы размещения лифтов в домах различной этажности и минимально необходимые величины предлифтовых площадок

размещения лифтов в холле назначают минимальные размеры входных площадок (рис.10.17).

**10.3. Экономические требования к проектированию многоэтажных домов** диктуются необходимостью сокращения единовременных и эксплуатационных затрат. Применительно к объемно-планировочному решению здания (секции) они сводятся к требованиям компактности объема здания ( $K_3$ ), минимальному приведенному периметру наружных стен ( $L/F$ ,  $m^2$ ), а применительно к планировочному решению зданий с дорогим стволом вертикальных коммуникаций (незадымляемая лестница, лестничный холл, оборудованный 2-3 лифтами) – увеличению числа квартир (или их общей площади), обслуживаемых такими дорогами коммуникациями.

Анализ геометрических параметров объемно-планировочных решений жилых домов позволил установить, что в наибольшей мере способствует сокращению теплопотерь повышение компактности здания за счет увеличения его ширины, в меньшей – длины. При увеличении длины от 50 до 100 м затраты тепла уменьшаются на 6...7% и дальнейшее удлинение практически не сказывается на теплоэкономике здания. В тоже время увеличение обычной (10-12 м) ширины корпуса до 14 м и более позволяет снизить удельный расход тепла до 20%.

Однако увеличение ширины корпуса требует существенного пересмотра приемов планировки многоквартирных домов и секций. Его невозможно достичь, увеличивая глубину жилых помещений, так как требования естественного освещения ограничивают глубину жилых комнат шестью метрами. Поэтому развитие ширины корпуса возможно путем размещения в его плохо освещенной центральной части вспомогательных и коммуникационных помещений – передних, холлов, кухонь, лестниц, лифтовых холлов с соблюдением выше рассмотренных противопожарных и санитарно-гигиенических требований (оборудование темных кухонь электроплитами и вентиляцией с механическим побуждением и пр.).

Поскольку в этих случаях оказывается затрудненным устройство большинства квартир двухсторонними, их воздушная среда обедняется. Средством ее улучшения служит устройство в центральной части плана светозащитных шахт. Эта мера желательна в умеренном климате и обязательна в теплом и жарком. Способствуя улучшению воздушной среды, она одновременно способствует естественному освещению лестниц и кухонь, расположенных в центре плана (рис.10.18).

Дополнительным объемно-планировочным и теплоэкономическим мероприятием служит устройство пассивных систем солнечного обогрева квартир. Ими служит дополнительное остекление – балконов и лоджий, устройство окон-теплиц и жилых оранжерей глубиной до 2,0 - 2,5 м и оранжерей на крыше дома. Тепловой эффект таких теплонакопителей основан на поглощении радиационного тепла, проходящего через остекление теплоемкими конструкциями, которые отдают это тепло воздуху помещений после захода солнца. Теплонакопители, их различное размещение и группировка являются средством композиции фасада, изменения ритма и масштаба его членения (см. рис.10.19). Устройство теплонакопителей на крыше (оранжерей) влияет на решение силуэта здания.

Радикальными средствами повышения энергоэкономичности проектного решения здания является повышение сопротивления теплопередаче конструкций наружных стен, окон, балконных дверей и крыш, рассмотренное детально в главах 17 и 20 настоящего учебника.

Рис.  
мен-  
вом  
вир-  
щи  
шти

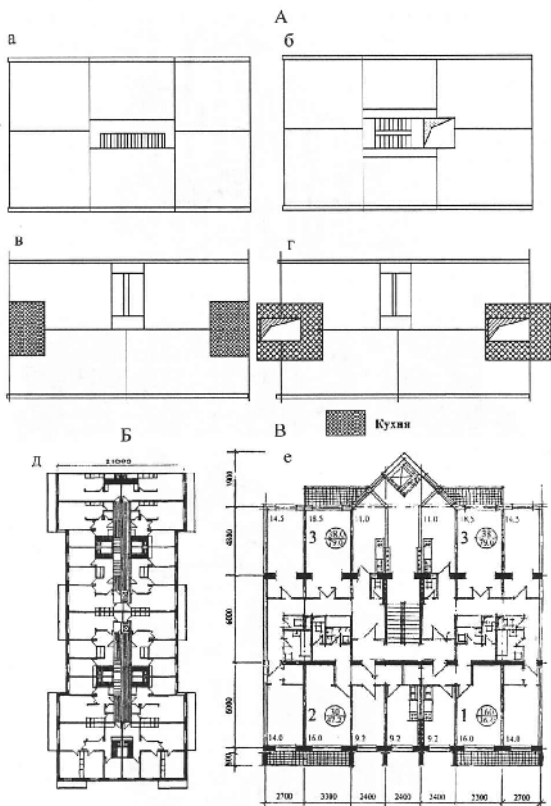
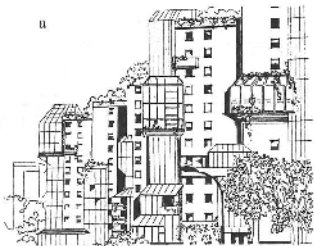


Рис. 10.18. Энергетически экономичные жилые здания: А – приемы увеличения ширины здания: а – применением эвакуационной лестницы типа Л-2, б – то же, со светоаэрационной шахтой, в – устройством кухонь в глубине корпуса, г – то же, с устройством светоаэрационной шахты; Б – пример планировки ширококорпусного здания с лестницами типа Л-1; В – реконструкция 5 – этажной секции панельного дома строительства 1960 – х гг. с уширением корпуса за счет пристройки дополнительного продольного пролета в 4,8 м



б



в

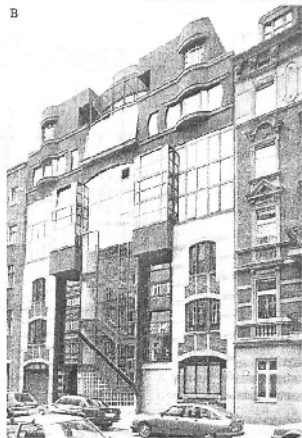


Рис. 10.19. Теплоаккумуляторы на фасадах и крышах многоэтажных жилых домов: а, б, — проектные решения, в — реализация

## Глава 11. Особенности архитектурной композиции многоквартирных жилых домов и застройки

Особенности композиционных подходов к архитектуре жилых зданий связаны с их ролью в общей системе застройки, которая может предъявлять к их решению самые различные и даже противоречивые требования - симметрии и асимметрии, крупного или мелкого масштаба членений, плоскостности или объемности формы, нейтральности фасадной поверхности либо подчеркнутой вертикальности (горизонтальности) ее членений и т.п. Этим определяется и главное эстетическое требование к объемно-планировочным и конструктивным решениям жилых зданий - они должны обеспечивать гибкость композиционных решений. В то же время жилым домам, составлявшим жилую группу или комплекс в целом, должно быть присуще художественное единство общего облика и колорита, а при включенке в сложившуюся застройку - учет ее особенностей.

Практической базой для формирования единства архитектуры новой застройки служит материально - конструктивная однородность зданий данного комплекса (кирпичных, панельных или др.). В то же время объемные формы домов комплекса могут быть различными. В соответствии с общим замыслом, застройка может быть скомпонована из домов разного или равновысотных, протяженных с разнообразной конфигурацией в плане; из двух неравных по численности групп зданий - рядовых (фоновых) и акцентных, контрастирующих с первыми формой, высотой и протяженностью и др.

Композиция объемной формы и фасадов жилых домов исходит из функциональной и конструктивной логики решения дома, его ориентации и особенностей восприятия фасадной композиции, зависящих от размещения здания и застройки. Рядовые дома обычно имеют спокойные, нейтральные формы. Акцентные здания отличаются большей этажностью и сложностью формы. Основой для формирования разнообразных композиционных решений акцентных домов служит функционально обусловленное разнообразие конфигурации их планов. Сложная конфигурация плана характерна для односекционных домов, (как средство улучшения санитарно-гигиенических качеств квартир и максимального использования вертикальных коммуникаций (рис.11.1), а также диктуется их композиционной ролью в застройке: примитивная объемная форма не соответствует эстетической функции объекта.

Протяженные (многосекционные, коридорные или галерейные) дома со сложной формой плана выполняют в застройке функции пространствобразующих объектов. С их помощью формируют группы жилых (массовых общественных) зданий с полузакрытым или замкнутым внутренним пространством (рис. 11.2).

Такие дома проектируют также при необходимости укрупнения градостроительного масштаба застройки, усиления взаимосвязи формы дома с внешним окружением и формой участка. Протяженные дома сложной формы пластически выявляют и подчеркивают особенности местности, что придает застройке индивидуальный характер.

Выразительная форма акцентных башенных или протяженных зданий особенно активно воспринимается благодаря контрасту с феном, который создают рядовые дома застройки с простыми ортогональными формами.

Функциональное решение жилого дома обуславливает его мелкоячеистую объемно-планировочную структуру. При проекции на фасадную плоскость она дает монотонную поверхность, прорезанную многочисленными проемами. Такая монотонная аморфная структура в соответствии с задачами проектирования может быть эстетически орга-

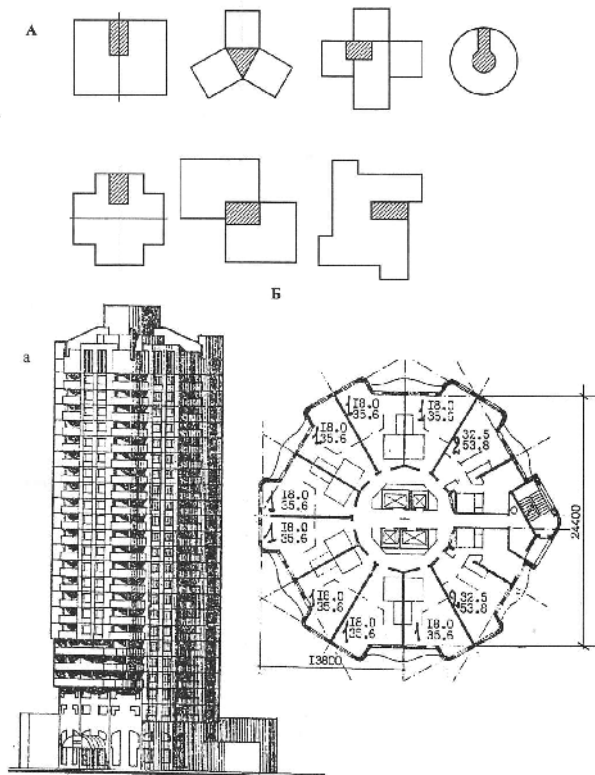


Рис. 11.1. Односекционные многэтажные дома: А – характерные формы плана домов: квадрат, тридесятик, крест, круг, 12 – гранник, парноблинчик, "звездная мельница"; Б – примеры проектных решений; а – Кнез, экспериментальный дом

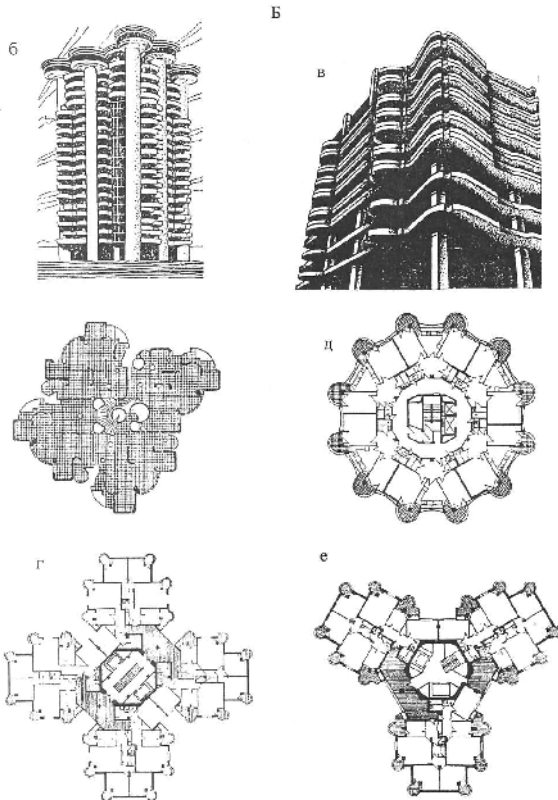


Рис. 11.1. Односекционные многосторонние дома (продолжение); Б – примеры проектных решений: 6 – Мадрид, общий вид и план дома "Белые Башни", 7 – башня строительной системы М1 III (метод годьема перекрытий) в мозаике, 8 – башня типа "Крест", проект, 9 – Киев, план этажа дома "Ромашка", 10 – Ереван, план дома "Трилистник"

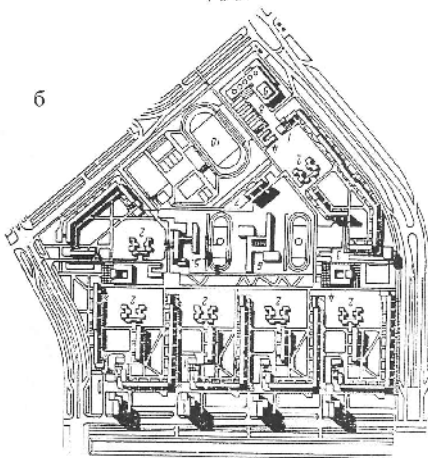
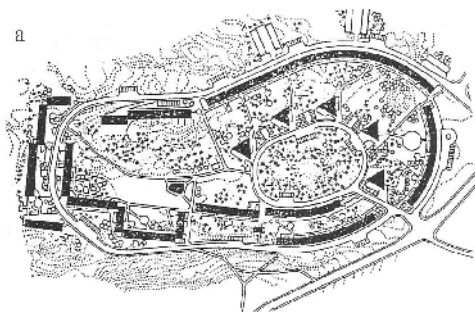


Рис. 11.2. Протяженные дома со сложной формой плана, как примерами образующие объекты жилой застройки: а – г. Мальме (Швеция), закрытая схема планировки комплекса; б – С.-Петербург, Васильевский остров, полузакрытая схема

ни  
ни  
ком  
вид  
  
име  
фор  
за  
ния  
ван  
  
Рис  
за  
гол  
выс  
ств  
зд  
ко  
  
оби  
ме  
ид  
  
ши  
ос  
са  
  
ра  
ш

низована с помощью трех шкал масштаба архитектурных членений - крупных, средних или мелких, которые выбирают в соответствии с необходимым по условиям восприятия композиции застройкой решением здания и служат средствами его архитектурной индивидуализации.

Средствами крупной пластики объема зданий служат устройство ризалитов, взаимная сдвигка фрагментов здания, формирование ломанных или криволинейных форм, террасирование объема в плоскости и из плоскости фасадов, включение в объем здания отдельных элементов открытых пространств по высоте или протяженности здания (рис. 11.3). Как правило, эти членения бывают увязаны с функциональными требованиями.

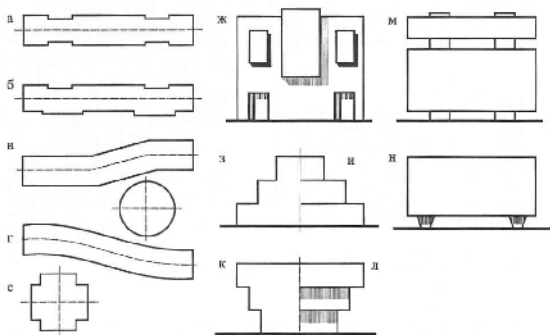


Рис. 11.3. Схемы основных приемов крупной масштабной пластики многоэтажных гражданских зданий: а, б – устройство ризалитов; в, г – криволинейные очертания планов за счет применения поворотных секций; д, е – центрально – симметричные формы; ж – устройство прерывистых по высоте здания эркеров и ризалитов; з – террасирование объема в плоскости; и – то же в пространстве; к – консолирование объемов в плоскости; л – то же в пространстве; м – введение в объем здания прослоек открытого пространства на нескольких отметках по его высоте; н – то же, только в нижней зоне

Средняя (по крупности членений) пластика объема многоэтажного жилого дома обычно достигается разнообразным расположением, формой и группировкой летних помещений и выделением объемов вертикальных коммуникационных помещений, создающих вертикальный ритм членений фасада.

Наличие объемно-пространственных элементов - лоджий, эркеров, балконов, стационарных солнцезащитных устройств пластически обогащает форму здания и служит основным средством изменения масштаба композиции, ее ритма, характера членений фасадов и пластики крупных деталей.

Из представленных на рис.11.4 схем видно, что применение одних и тех же пространственных элементов, например балконов, при различном их размещении на фасадной плоскости - разряженном, структурированном в шахматном порядке, в вертикальные

горизонтальные группы, -позволяет изменять характер членения фасадов и их масштаб, подчеркнуть симметрию или асимметрию композиции, либо придать ей нейтральный характер. То же самое достигается при различных схемах расположения лоджий.

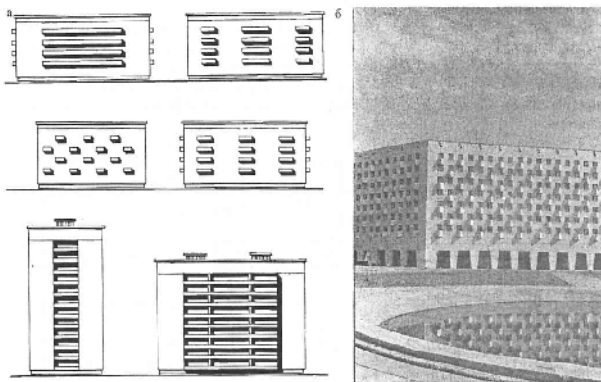


Рис. 11.4. Схемы: а – изменение характера и масштаба членений фасадов жилых домов за счет различной группировки лоджий помещений; б – пример мелкого членения фасада жилого дома балконами (Архангельск)

Влияние ориентации зданий особенно сказывается на решении северных фасадов. Обычно их проектируют плоскими, так как введение балконов и лоджий недопустимо по условиям светового климата помещений, ориентированных на север. Композиция северных фасадов может быть обогащена, а условия инсоляции помещений улучшены введением эркеров. Их различная группировка и форма придает необходимую пластичность и северным фасадам.

В композиции фасадов зданий, строящихся в южных районах, ведущую роль наряду с открытыми помещениями играют стационарные солнцезащитные устройства из железобетонных решеток различных размеров и формы, солнцеломов, козырьков и пр. (рис.11.5).

Средствами мелкой пластики служат рельеф поверхности стен, детали обрамления проемов и т.п.

На решение архитектурной композиции отдельных многоэтажных зданий и застройки в целом специфические требования накладывают крупные физические размеры таких зданий, определяющие глубокую урбанизированность архитектурного ландшафта.

Для многоэтажной застройки, при ее панорамном восприятии с дальних дистанций особо выразительную роль играет ее силуэт.

В полноценном решении силуэта большую роль играет характер формы венчания здания - с плоской эксплуатируемой крышей, скатной, мансардной или др., а в решении силуэта застройки в целом - ее разнообразие.

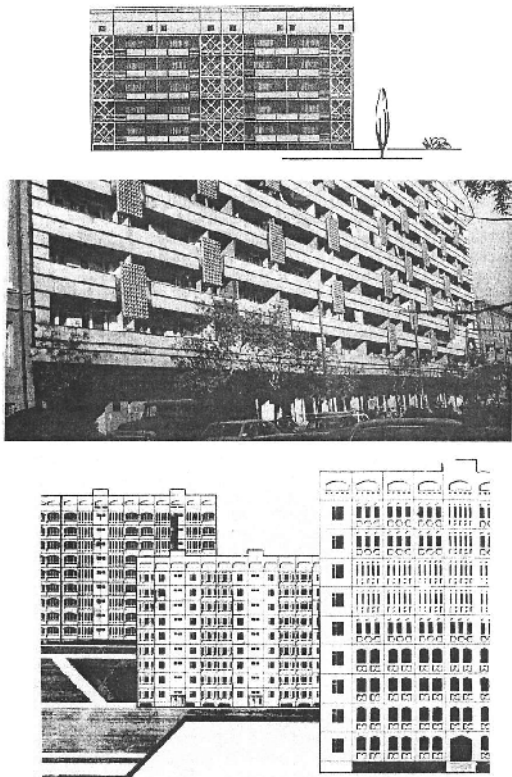


Рис. 11.5. Стационарные солнезащитные устройства и балконы в архитектуре зданий и жилой застройки в жарком климате

Наряду с членениями объемов в современной архитектуре многоэтажного жилища большую и многофункциональную роль играет цвет.

Использование цвета позволяет решить разнообразные композиционные задачи - придать колористическое единство застройке, выделить доминантные группы зданий, подчеркнуть силуэт застройки или ее ритм. Наряду с этим цвет активно используется для монументальной декоративной живописи в застройке (на глухих торцевых стенах домов, или специальных декоративных стенках), а также для усиления индивидуальных характеристик зданий или иллюзорного изменения их структуры с помощью суперграфики\*. Цвет может подчеркнуть членения объема здания или иллюзорно изменить их (рис. 11.6. см *вклейку в конце книги*).

Получило широкое распространение размещение цвета, на фасаде по светотеневому принципу. Выступающие объемы получают светлый колорит, а западающие - темный. Глубокую тень в лоджиях на светлой стене, усугубляет темным холодным цветом ступ лоджий (зеленым, бирюзовым, синим и др.)

Важную роль получил цвет в качестве средства масштабной характеристики композиции. Так, например, в московской архитектурной практике строительства 17-22 этажных панельных жилых зданий их колоссальные физические размеры ошеломлены измельченной двухцветной облицовкой: на интенсивно окрашенной (синей, зеленой, желтой др.) плоскости стены выделяется светлый рисунок облицовки по периметру окон и панелей. Контрастный цвет применяют для элементов венчания или основания здания, а так же для иллюзорного изменения его функционально-конструктивных членений. Исключительно важным композиционным средством становится цвет в строительстве на севере, когда жилой дом из-за климатических условий утрачивает расчлененность объема и такие выразительные композиционно-функциональные элементы как лоджии и балконы (рис. 11.7).

Существенно сказалось на композиционных решениях многоэтажных домов и застройки массовое внедрение современных индустриальных строительных систем - панельных, каркасно-панельных, сборно-монолитных, объемно-блочных и др.

Внеся в архитектуру подчеркнутый геометризм, присущий в целом всей современной эстетике, новые строительные системы не только внесли всем известные ограничения, но и дополнительные художественные средства.

Ограничения формы, размеров, пропорций здания имели временный характер, продиктованный условиями становления домостроительной промышленности, и постепенно были преодолены.

Новые выразительные средства композиции объемов и фасадов зданий стали возникать благодаря особенностям конструктивных систем и промышленному производству элементов зданий.

Большинство новых строительных систем ориентировано на применения несущих наружных стен. Это обстоятельство определило возникновение ряда новых приемов. Среди них формирование фасадных композиций с ленточными светопроемами или размещением окон (лоджий) на фасадной плоскости в шахматном порядке, размещение эркеров с разрывами по высоте и т.п. (рис. 11.8) - возможность включения в композицию здания горизонтальных прослоек открытых пространств на различных отметках по высоте здания: от «нулевого» («дом на ножках») до произвольной; построение террасной формы здания в его плоскости и из плоскости и др. (см. рис.11.3)

\* Суперграфика - колористическая отделка (красками или облицовкой) с крупным абстрактным геометрическим или предметным изображениями, преследующая различные композиционные цели: изменение масштаба, максимизация тектонических членений форм здания и др.

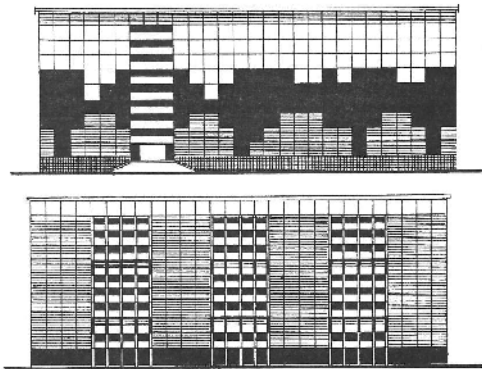


Рис. 11.7. Схемы применения контраста цвета отделки фасадов жилых домов



Рис. 11.8. Выявление стетковичности несущих наружных стен: а — шахматным чередованием панелей стен и лоджий по высоте; б — то же лоджий и солнцезащитных решеток

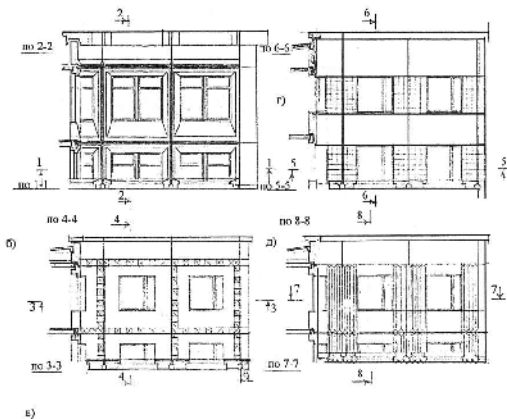


Рис. 11.9. Разрезка в композиции фасада: а – подчеркнута кессонной формой панелей; б – то же, рельефом по их контуру; в – то же, цветом по контуру облицовки; г – иллюзорная (при однорядной разрезке на панели облицовки имитирована двухрядная), д – то же, за счет рифления поверхности притенки

Заводское производство сборных изделий сказалось в первую очередь на рисунке разрезки наружных стен на панели. Эта особенность фасадных стен используется очень разнообразно. Иногда она не учитывается вовсе, так как тонкая сетка швов между панелями воспринимается визуально только с очень близких дистанций. Поэтому проектировщик может использовать ее как нейтральную «канву», по которой идет «вышивка» осевных композиционных членений фасадов: вариантно сблокированных групп летних помещений, эркеров и др. функционально - композиционных элементов.

Возможно диаметрально противоположное отношение к разрезке, когда она используется в качестве основной темы композиции фасада: разрезку подчеркивают швом облицовки или кессонной формой панели. Подчеркнутое зыбление вертикальной разрезки позволяет сформировать иллюзорно тектоническую тему фасадной композиции. За счет двухцветной облицовки панелей «размером на комнату» создано (при композиционной необходимости) для изменения масштаба композиции фасада иллюзорную двухрядную разрезку фасадной поверхности и т.д. (рис. 11.9)

Ведущим материалом индустриального строительства является бетон. Однако в архитектурной композиции фасадов относительно редко используется естественная структура этого материала. Как правило, бетон бывает скрыт защитно-декоративным слоем облицовки цветными керамическими или стеклянными плитками, декоративными цветными растворами или синтетическими красками. Именно поэтому с внедрением полнооборного домостроения в архитектуру многоэтажного жилища вопшел цвет; существенная композиционная роль которого рассмотрена выше. Природа бетона стен подчеркивается только при отделке декоративным шпелем или эрплезом, декоративным бетоном с обогащенном заполнителем и при облицовке бетонными плитами.

Наиболее распространено использование в застройке одного основного вида отделки, способствующего единству композиции.

Сочетание разнородных отделок используют в решении фасадов для повышения тектонической выразительности наиболее нагруженных конструктивных элементов здания: открытого каркаса первого этажа, отдельных устоев, консольных шпиг или балок. Сутобо рабочий характер этих элементов подчеркивается необработанной или гладко затертой фактурой бетонной поверхности, которая вступает в контраст с более насыщенной цветом и светотенью облицовкой или декоративной отделкой поверхности стены.

## Глава 12. Малоэтажные жилые дома городского и усадебного строительства

Современная малоэтажная застройка – это разнообразные по архитектуре и функциональному содержанию, типологически различные типы жилища – от индивидуального коттеджа до трех-четырех этажных домов комбинированной структуры с квартирами в нескольких уровнях и сложной системой коммуникаций. Малоэтажные жилые дома всех типов обладают общим качеством – наиболее гуманной формой организации жилища.

Разнообразие форм и разновидностей дает возможность малоэтажной застройке органично вписаться в живую среду городов, соседствовать с многоэтажными районами новостроек, восполнять утраченные фрагменты в исторических зонах.

Городское малоэтажное строительство представлено двумя основными типами застройки – усадебной и плотно-низкой. Первый тип – это индивидуальные или облокированные жилые дома с частными земельными участками коммуникаций, второй – многоквартирные дома 2-4-х этажные, комбинированной структуры с участками общего использования и, иногда, частными палисадниками при квартирах первого этажа.

В связи с изменением экономических условий и введением ряда законодательных положений в последнее десятилетие в России значительное развитие получило усадебное строительство. Оно реализуется, преимущественно, на частной основе и в виде как «сезонного второго жилища», так и основного, расположенного в ближайшем пригороде.

Городская плотно-низкая застройка до настоящего времени не получила у нас должного развития. Исклучение составляют экспериментальное строительство в отдельных районах Москвы (Южное Бутово, Жулебино, Куркино, Марьино и т.д.) (рис. 12.1).

### Индивидуальные жилые дома усадебного типа

Малоэтажные жилые дома усадебного типа наиболее распространены в застройке малых и средних городов (до 65% общего объема строительства жилья). В крупных городах малоэтажные жилые дома включают в застройку новых районов ближних пригородов, а также на территориях охранных зон.

Усадебные дома в отечественной архитектурно-строительной практике представлены двумя основными типами: 1-2 квартирными домами и блокированными. Блокированная застройка в экономическом отношении более предпочтительна в городе, т.к. позволяет значительно сократить затраты на содержание и строительство городской инфраструктуры, инженерных сетей и коммуникаций. Применение блокированных жилых домов с четырьмя-десятью квартирами позволяет снизить строительную стоимость квартиры на 20-25%, затраты на отопление на 35-40%, прокладку инженерных сетей и благоустройство улиц на 40-45% (данные ЦНИИЭП жилища) по сравнению с индивидуальными.

Архитектурно-композиционные возможности блокированной застройки реализуются за счет организации плотного уличного фронта при разнообразном решении блокировки (линейной и с уступами), изменения этажности блоков, а также отступа от красной линии за счет устройства палисадников и атриумов (см. рис. 12.1).

Блокированная застройка является основным типом малоэтажного строительства в городах Европы. В отечественной практике индивидуального строительства до настоящего времени предпочтение отдавалось одноквартирным жилым домам. Изменение

земельной политики, ввод платы за землю, земельного налога и государственного регулирования отвода земли неизбежно приведет к изменению соотношения многоквартирных и блокированных жилых домов в пользу последних.

### Одноквартирные дома

Объемно-планировочная структура одноквартирных домов отличается большим разнообразием. Проектная практика ограничена финансовыми возможностями застройщиков, а также нормативными положениями, которые определяют нижние пределы площадей помещений в жилых домах.

Городские индивидуальные одноквартирные дома проектируют в соблюдении принципов функционального зонирования помещений состав которых тот же, что и в квартирах в многоэтажных домах. В отличие от квартир в многоэтажных домах зонирование помещений происходит по вертикали. Как правило, часть помещений, включая входную группу, общую зону размещаются в нижнем уровне, зона спален — в верхнем. Санитарные узлы, вспомогательные помещения и дополнительные помещения (жилые комнаты для гостей, кабинет, детская) размещаются в зависимости от планировочного решения как в нижнем так и в верхнем уровне (рис.12.2).

Одноквартирный дом может быть одноэтажным, мансардным, двухэтажным, с помещениями квартиры в разных уровнях (рис.12.3).

Одноэтажными, как правило, бывают дома усадебного типа с земельным участком значительных размеров, надворными и хозяйственными постройками.

Городские одноквартирные дома проектируют не менее чем в два этажа — мансардными и коттеджными (рис.12.2 — 12.5).

В домах мансардного типа для наиболее полного использования пространства верхнего уровня допускается устройство потолков со скосами при высоте стен у начала скоса от 0,5 до 1,2 м (в зависимости от уклона ската). Площадь мансардного этажа меньше площади первого. Широкие внедрение специальных мансардных окон в последние годы привело к значительному разнообразию объемно-пространственных решений малоэтажных жилых домов. Это нашло отражение, как во внешнем облике, например, в форме крыши — от наклонной до криволинейной, так и в изменении характера внутреннего пространства — интерьерах. В домах коттеджного типа площади этажей, как правило совпадают. Некоторые различия в плане возникают за счет размещения балконов, лоджий, зимних садов, пристроенных гаражей, бассейнов и т.д.

На сегодняшний день на рынке недвижимости сложилось условно три группы индивидуальных домов. К первой относятся 4-6 комнатные дома. Пространственное решение этих домов стандартно — жилые комнаты компонуется вокруг прихожей, кухни и санузла находятся в функциональной связи с общей комнатой, мансардный или второй этажи занимают спальни. К этой группе относятся как одноквартирные жилые дома, так и городские жилые дома блокированного типа, так называемые «town-houses» (см. рис.12.1, 12.11; 12.12).

Вторая группа — дома с более развернутым набором помещений. Паряду с кухней-столовой в них предусматривается отдельная столовая, комнаты для гостей, кабинет. Более высокий уровень комфорта в них определяется развитой системой подсобных помещений. В подвальных и цокольных этажах размещают не только кладовые, склады, но и постирочную, гладильную, мастерские, тренажерные, сауны и др (рис. 12.6).

К этой же группе относятся безусловно перспективные с точки зрения социальной-экономической эффективности дома с дополнительной функцией. А именно, преду-

считывают в структуре дома помещения, ориентированные на организацию профессиональной и индивидуальную-трудовую деятельности.

Состав помещений может варьироваться в зависимости от вида деятельности – бытовое обслуживание (ателье, ремонт бытовой техники), мастерские художественных ремесел и промыслов (гончарные, столярные, ткацкие и др.), а также торговые помещения.

Большое распространение получили жилые дома с дополнительной функцией или «бифункциональные жилища» в курортных районах страны. Помимо основной функции в структуре этих домов предусматриваются помещения для размещения отдыхающих (рис. 12.4).

Планировочное решение жилого дома зависит от общего композиционного решения и состава зон помещений для проживания постоянных жителей и отдыхающих и связи этих зон. Особенностью планировочных решений таких домов является наличие рекреационной зоны – увеличения объема рекреационных помещений (террасы, веранды, лоджии, устройство дополнительного санузла, отдельного входа и пр.).

В зависимости от формы проживания постоянных жителей и отдыхающих (совместной, совместно-изолированной и раздельной) зона размещения отдыхающих может располагаться непосредственно в структуре дома (на одном или разных этажах) с помещениями для постоянных жителей или в отдельном объеме, представляющим собой частный пансион или маленькую гостиницу.

Одноквартирные жилые дома третьей группы – особняки, обладают значительной площадью (более 250 м<sup>2</sup>). Состав помещений в них очень разнообразен. Помимо расширенного набора подсобных помещений хозяйственного назначения получают развитие состав жилых комнат (библиотека, детская-игровая при спальнях детей, каминная, располагаемая на одном или нескольких этажах, бильярдная, комнаты для занятий спортом, бассейн и т.п.) (рис.12.7-12.9).

В домах второй и третьей группы увеличивают размеры общих комнат (до 30 м<sup>2</sup> и более). Часто они проектируются двухсветными, так же как примыкающий к ним холл гостевых спален с автономным пребыванием гостей. В структуру этих домов как правило, включены одна или более «зеленых комнат», - зимние сады, оранжереи, помещения, где размещаются экзотические растения и животные, гаражи.

Архитектурно-планировочное и объемно-пространственное решение жилых домов зависит от климатических условий района строительства. Так, дома, предназначенные для строительства в холодном и умеренном климате, имеют компактную форму. Все помещения жилого дома располагаются в одном объеме или связаны между собой крытыми проходами. Дома для южных районов решаются более раскрытыми в окружающую среду.

В условиях теплого климата «зеленые комнаты» или внутренние дворики становятся центром композиции дома, наилучшим образом обеспечивая функциональное зонирование внутреннего пространства и микроклимат жилища.

Высокая комфортность проживания обеспечивается за счет применения новейшего инженерного оборудования, а также технических устройств – электроплиты с самоочисткой, микроволновой печью, посудомоечной машиной, раковиной с утилизатором бытовых отходов, противопожарной и охранной сигнализацией.

Двухквартирные жилые дома проектируют одноэтажными, мансардными и коттеджного типа. Дома из двух обособленных квартир с глухой межквартирной стеной для блокировки, вдоль которой располагаются санузлы и кухни, обеспечивают близкий к

одн  
нер  
нир  
тир  
ват  
  
ле  
  
лен  
— о  
пол  
  
ных  
гут  
бит  
  
но,  
  
стн  
тич  
  
раз  
  
ет з  
плс  
  
стс  
ме  
  
тир  
ми  
оби  
но  
плс  
то  
заб  
  
ур  
ал  
ни  
ст  
  
ст  
но

одноквартирному дому уровень комфорта при существенной экономии средств на инженерные коммуникации и уменьшение периметра наружных ограждений. Объемно-планировочное решение квартир в двухквартирных домах аналогичны решениям многоквартирных домов, за исключением входов в здания, которые следует максимально изолировать друг от друга.

**Блокированные дома** проектируют двухэтажными или мансардными с 3-х и более комнатными квартирами.

Блокированные дома, сохраняя преимущества многоквартирного дома – обособленный вход в квартиру с улицы и непосредственную связь с приквартирным участком – обеспечивают более эффективное по сравнению с отдельно-стоящими домами использование городской территории.

Блокированные дома могут состоять из различных видов блоков – многоквартирных или из нескольких квартир, скомпонованных по вертикали в один объем. Блоки могут иметь различную конфигурацию: прямоугольную, квадратную, Г-образную или быть сложной формы для вариантной блокировки квартир в застройке.

Блокировка может осуществляться линейно-последовательно, попарно-зеркально, со сдвигом, крестообразно и т.д. (рис.12.14).

Вход в квартиры верхних этажей осуществляют – как по открытой наружной лестнице, так же и по лестнице, размещенной в объеме зданий (в зависимости от климатических особенностей района строительства) (рис.12.15).

Иногда блокировка осуществляется с помощью одноэтажных вставок, в которых размещают входной тамбур, переднюю или гараж (рис.12.15).

Для блокированных домов характерно развитие плана в глубину. Это обеспечивает эффективность застройки и существенно сокращает теплопотери за счет уменьшения площади поверхности наружных стен (рис. 12.13)

Разнообразие архитектурной композиции блокированных жилых домов достигается благодаря криволинейной блокировке и наклонным наружным ограждениям с размещенными в их плоскости мансардными окнами.

Во всех малозэтажных домах с квартирами в 2-3 уровнях устраивают внутриквартирные лестницы. Их габариты и конструкция существенно отличаются от лестниц в многоэтажных жилых зданиях. Лестницы можно размещать открыто – в пространстве общей комнаты или передней. Она может также являться активным элементом объемно-планировочной композиции дома, частично или полностью выступая за габариты плана. В лестницах допускается применять забежные ступени и существенно более крутой уклон (1,0:1,1 в лестничных маршах без забежных ступеней и 1,0:1,25 в маршах с забежными ступенями). Ширина марша принимается не меньше 0,9 м.

Лестницы выполняются полностью деревянными, либо по металлическим косякам с деревянными или каменными ступенями. В последнее время в качестве материала для ступеней и ограждений активно используется армированное стекло. Тип лестницы (одно, двухмаршевой или другой) выбирают в соответствии с планировочной структурой дома.

### **Дома для застройки высокой плотности**

Массовая жилая застройка, сложившаяся за последние десятилетия, в большинстве городов страдает однообразием не столько из-за схожести внешнего облика зданий, но и одинаковой этажности.

При застройке городов часто не учитываются масштаб и характер исторически сложившейся архитектурной среды. Применение лишь многоэтажных жилых домов – 5-9 этажных в малых и средних городах, 17-25 этажных в крупнейших, помимо эстетических имеют еще и ряд функциональных недостатков. Увеличение высоты зданий приводит к росту изоляционных разрывов, утрате понятия дворового пространства, и вследствие этого снижению уровня благоустройства.

Альтернативой многоэтажной застройке стала малоэтажная низко-плотная застройка разработкой и реализацией которой с 70-х годов занимались зарубежные и российские проектировщики. В европейских странах многие из этих проектных решений осуществлены. В последние годы у нас реализуются жилые комплексы, как в пригородах, так и в Москве (Южное Бутово, Рождествено, Кунцево, Покровско-Глебово, Куркино) (рис. 12.13-12.15). Разработаны проекты для центра Москвы – комплексе таунхаусов «Палаты Муравьевых», спроектированы бюро «Остоженка»

Городская малоэтажная застройка обладает целым рядом достоинств. Она позволяет создать разнообразный по архитектуре и планировочным решениям жилой фонд, уютные сомасштабные человеку двory, комфортную гуманную городскую среду.

Основным экономическим требованием к планировочным решениям городской малоэтажной застройки является интенсивность использования городской территории. Эта интенсивность характеризуется показателем плотности застройки ( $m^2$  общей площади/га) и составляет, согласно градостроительным нормам проектирования 5-этажной застройки 5 300 для центральных, 5 200 для северных и 5 600 для южных районов страны. Наилучшие показатели плотности достигаются при переменной этажности застройки (2 - 4; 2 - 5; 2 - 6 этажей) и устройстве двухуровневых квартир в верхних этажах.

Широкое распространение малоэтажная застройка высокой плотности может получить в малых и средних городах, архитектурно-градостроительному масштабу которой она отвечает в наибольшей степени.

В больших и крупных городах застройка высокой плотности дополняет многоэтажную застройку, особенно в зонах реконструкции исторических городов.

Малоэтажную застройку высокой плотности применяют в условиях жаркого климата, так как при этом обеспечивается лучший температурно-влажностный режим помещений в жаркое время года.

Целесообразно использование застройки высокой плотности на территориях со сложным рельефом, слабыми грунтами и в условиях высокой сейсмичности.

Для малоэтажной застройки высокой плотности применимы все основные типы многоквартирных домов – блокированные, секционные, коридорные и комбинированные структуры.

а



б

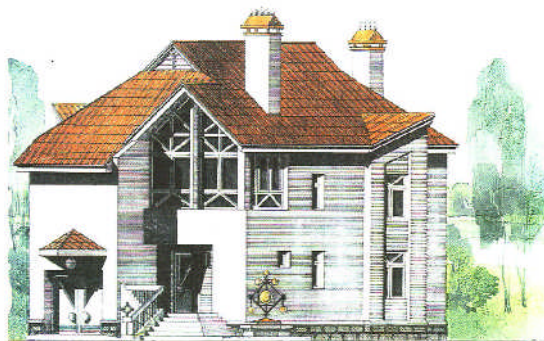


в



Рис. 12.1. Куркино. Блоксерванная жилая застройка: а – вид с юга; б – планы этажей; в – внутренний двор с пространством под палисадниками

а



б

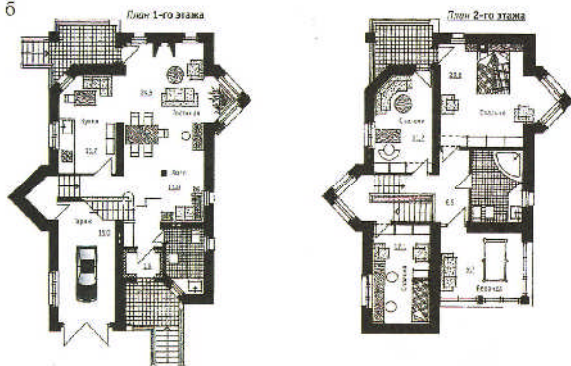


Рис.12.2. Жилой дом коттеджного типа с квартирой в трех уровнях: а – общий вид; б – планы этажей

а



б



в

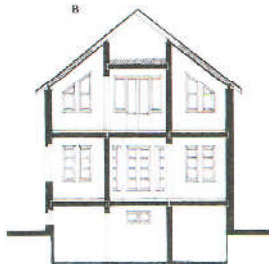
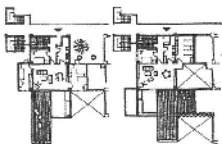
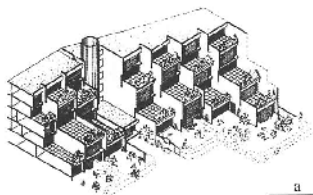
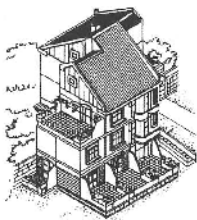
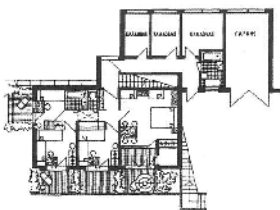
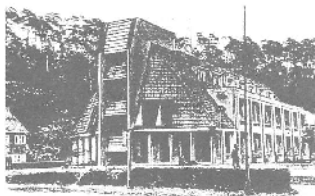


Рис.12.3. Одноквартирный жилой дом: а – общий вид; б – план 1 –го этажа; в – разрез



a	
b	в
г	д

Рис.12.4. "Бифункциональное жилище; а – частный пансион, Литва; б – рекреационная квартира; в – жилой дом с квартирами для отдыхающих; г – террасированная застройка; д – рекреационные квартиры террасированной застройки

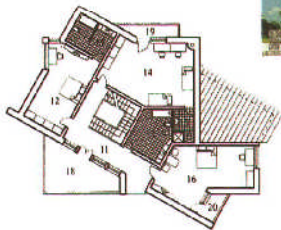
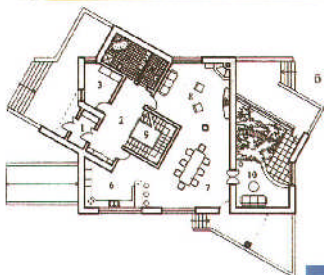
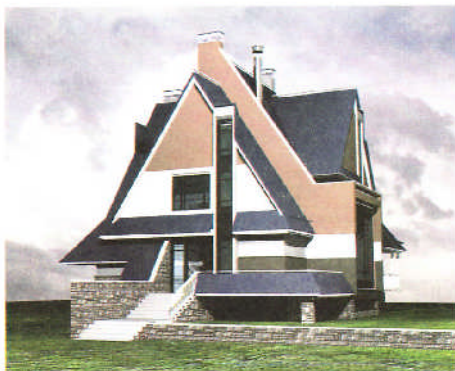


Рис. 12.5. Одноквартирный жилой дом: а – общий вид; б – планы этажа; в – общий вид

а



б

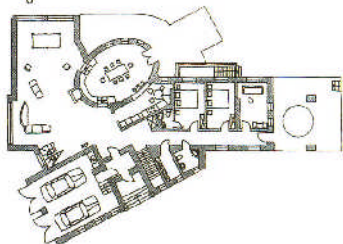


Рис. 12.6. Одноквартирний житловий дім: а – загальний вигляд; б – плани поверхів

а



б



в

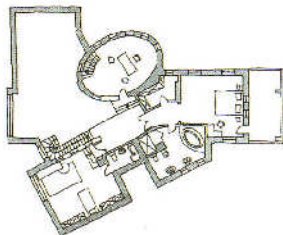
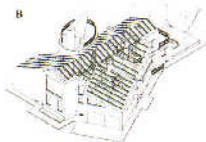
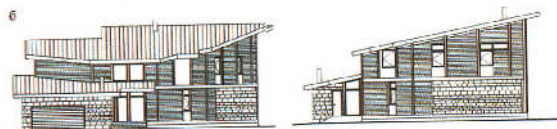


Рис. 12.7. Загородный жилой дом-особняк; а – общий вид; б – планы 1 – го и 2 – го этажей; в – аксонометрия

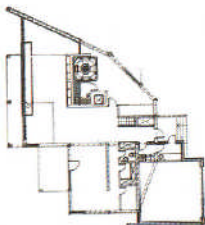
а



б



в



г

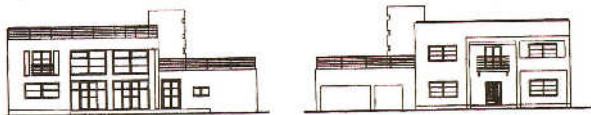


Рис.12.3. Жилой дом-ряно АБ "Проект МЕГАНОМ": а – вид с юга; б – фасады; в – планы; г – вид с запада.

а



б



в

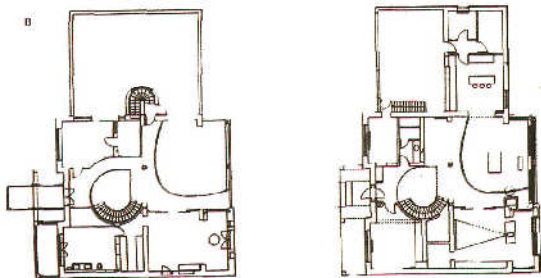


Рис. 12.9. Одноквартирный жилой дом-вилла: а – общий вид; б – фасады; в – планы

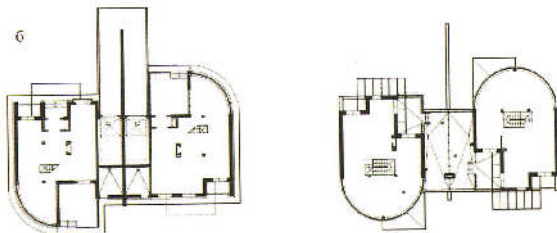


Рис. 12.10. Блокированные жилые дома

а



б



в

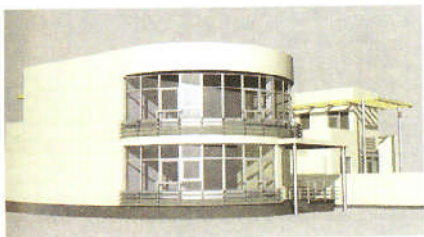


Рис. 12.11. Жилой комплекс "Татаровская пойма": а – общий вид жилых корпусов 15, 16, 17, 18, 19, б – планы; в – общий вид жилого блока

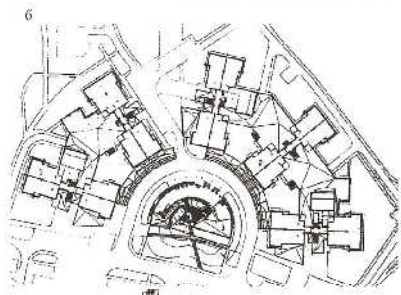


Рис. 12.12. Жилой комплекс "Тигровская пойма" ТПО "Тезера": а – жилой корпус 4, внешний вид; б – жилые блоки с общественным центром. План застройки; в – разрез по жилому блоку

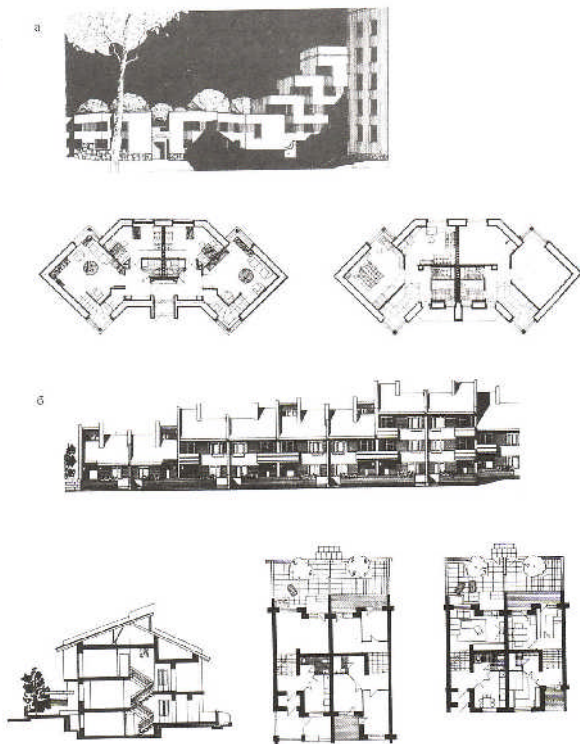


Рис. 12.13. Жилая застройка повышенной плотности и блокированного типа: а – застройка переменной этажности; общий вид, планы; б – застройка рядовыми блоками; фасад, разрез, планы

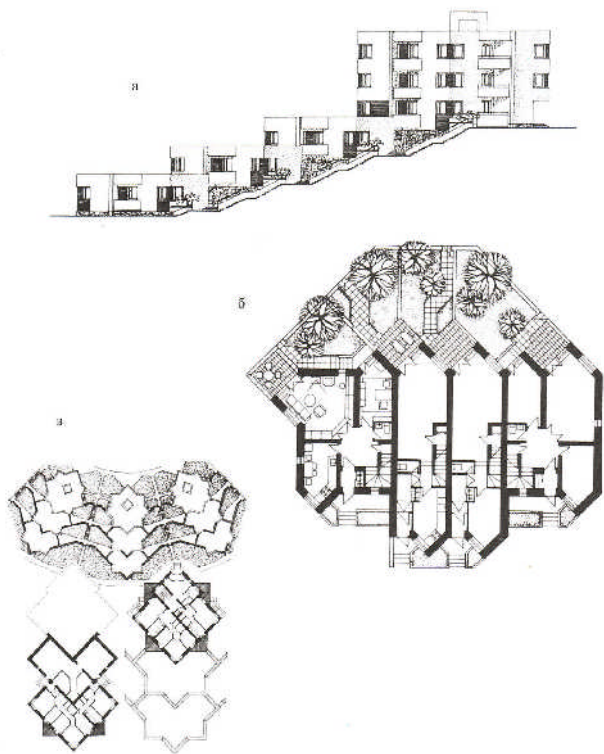


Рис.12.14. Жилые дома высокой плотности для застройки селенов: а – фасад; б – планы; в – варианты компоновки блоков



а



б



в

Рис. 12.15. Жилые дома для застройки высокой плотности. Ирландия: а – блокерванный двухквартирный жилой дом, б – секционный жилой дом, в – 6-й квартирный жилой дом с квартирами в двух уровнях на 5-м этаже

## ЧАСТЬ IV. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ

Общественные здания и сооружения предназначены для размещения учреждений и предприятий по оказанию населению различных услуг (культурно-бытовых, медицинских, образовательных, спортивных, транспортных и пр.), а также других видов общественной деятельности людей. Общественные здания размещаются в населенных пунктах на территориях жилой застройки (селитьбы). В общем объеме строительства доля общественных зданий весьма значительна, капиталовложения составляют до 30% градостроительных затрат на территорию селитьбы. Следует отметить, что эта доля существенно возрастает в крупных городах, в специализированных центрах (курортных, туристических, научных).

Градостроительная и архитектурно-композиционная роль зданий и сооружений общественного назначения весьма велика. Они наиболее выразительны по своей архитектуре, художественному образу и, как правило, доминируют в застройке, организуют городское пространство. В общественных зданиях наиболее полно отражается уровень социально-культурного и технического развития общества, господствующие эстетические взгляды.

### Глава 13. Классификация общественных зданий

Система общественного обслуживания строится в зависимости от частоты пользования населением теми или иными учреждениями по так называемому "ступенчатому" принципу. В соответствии с этим принципом все объекты обслуживания можно подразделить на три основные группы: эпизодического, периодического и повседневного пользования.

Учреждения и предприятия эпизодического пользования (киноконцертные залы, театры, спортивные, выставочные комплексы и т.п.) имеют общегородское значение и предназначены для обслуживания населения всего города или крупных планировочных районов.

Учреждения и предприятия периодического и повседневного пользования являются объектами обслуживания местного значения и предназначены для обслуживания населения жилых районов и микрорайонов.

Успешное функционирование общественного объекта (здания, сооружения) требует соответствующего архитектурного решения. Изучение многообразных функционально-технологических процессов, условий их осуществления, вопросов рационального объемно-пространственного и архитектурно-художественного решения, а также проблем проектирования и строительства жилых и общественных зданий (сооружений) ведется специальным разделом архитектурной науки-типологией. На основе типологии устанавливаются принципы архитектурно-строительного проектирования общественных объектов, их классификация и номенклатура. Разрабатываются научно обоснованные функциональные основы проектирования этих зданий, конструктивные, экономические, композиционные и градостроительные требования к ним.

Основные положения по проектированию общественных зданий и сооружений, а также помещений общественного назначения, встроенных в жилые здания, изложены в соответствующей главе государственных строительных норм и правил (СНиП). Проектирование общественных объектов для Москвы осуществляется также в соответствии с впервые разработанными Московскими городскими строительными нормами (МГСН), 192

исоб  
шем  
цион:  
ектир  
требо  
ных г

ваши  
и уме  
дов и  
альны  
ся в сс  
ких об

удовле  
ную в  
детски  
тивно-  
смами

дипло  
турны

а



Рис. 13.1.  
доминант  
б - офор  
т. Москв

необходимость создания которых была вызвана спецификой строительства в крупнейшем городе страны. В СНиП и МГСН достаточно полно отражены современные функционально-технологические, санитарно-гигиенические, социальные требования к проектированию различных общественных учреждений. В частности, нашли отражение требования доступности общественных зданий для инвалидов и других маломобильных групп населения.

Следует отметить, что требования к проектированию отдельных специализированных учреждений и предприятий (спецшколы-интернаты для детей с физическими и умственными дефектами, реабилитационные центры для различных групп инвалидов и т.п.), а также уникальных объектов (выставки, экспозиционные залы, мемориальные комплексы и пр.), которые не содержатся в действующих нормах, принимаются в соответствии со специально разрабатываемыми заданиями на проектирование таких объектов.

Эффективное функционирование объектов обслуживания, т.е. наиболее полное удовлетворение запросов населения предполагает их территориальную и планировочную взаимосвязь с соответствующими структурными элементами территории города: детские ясли и сады, общеобразовательные школы связаны с жилой застройкой, спортивно-оздоровительные комплексы - с рекреационными зонами города (парками, водоемами и т.п.).

Учреждения и предприятия эпизодического и периодического пользования объединяются в общегородские центры и центры городских районов, становятся архитектурными доминантами в композиции городской застройки (рис.13.1, 13.2, 13.3).

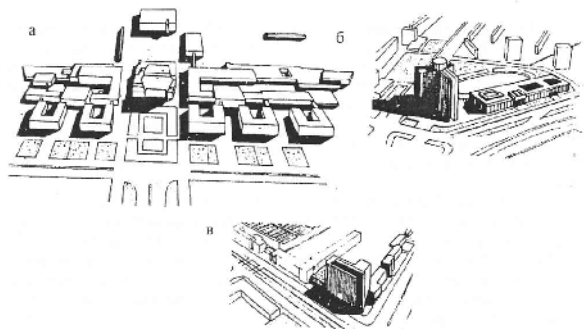


Рис. 13.1. Специализированный общественный центр-учебный комплекс — как композиционная доминанта городской застройки: а — завершение центральной магистрали (г. Волгоград); б — оформление развязки двух шоссе (г. Москва); в — "закрепление" угла на перекрестке улиц (г. Москва)

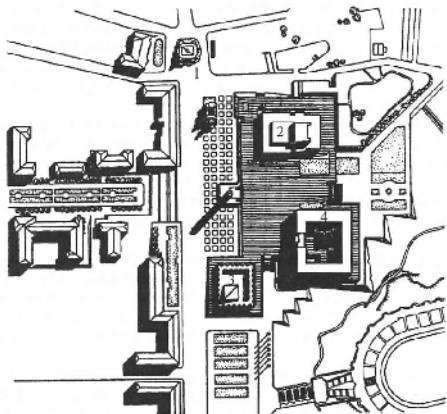


Рис. 13.2. Проект планировки и застройки центральной площади г. Владимира (схематический план): 1 – Золотые ворота; 2 – драматический театр; 3 – универсам; 4 – административное здание

Общественные здания повседневного пользования обслуживают в основном население микрорайона (жилого квартала, группы домов) и являются объектами массового строительства. Это детские дошкольные учреждения, общеобразовательные школы, магазины, медицинские учреждения, предприятия бытового обслуживания и пр. Здания массового строительства возводят, как правило, по типовым проектам.

Вместе с тем, при реконструкции сложившейся застройки (особенно, исторических центров) городов, в целях сохранения или воссоздания исторически сформировавшегося архитектурного ансамбля общественные объекты возводят по индивидуальным проектам.

Общественные объекты периодического и эпизодического пользования обслуживают большие группы населения (всего города или планировочного района) – это крупные универсамы и торговые центры, музеи, киноконцертные залы и пр. Здания и комплексы такого масштаба строятся как по типовым, так и по индивидуальным проектам. В индивидуальных проектах наиболее полно может быть отражена сложившаяся архитектурно-историческая среда, природный ландшафт, региональные и национальные особенности района строительства.

В соответствии с функционально-технологическим процессом действующие строительные нормы устанавливают для общественных зданий, комплексов и сооружений следующие группы:

1. Здания для образования, воспитания и подготовки кадров (детские дошкольные учреждения, школы всех типов, профессионально-технические училища, средние и высшие учебные заведения и пр.).

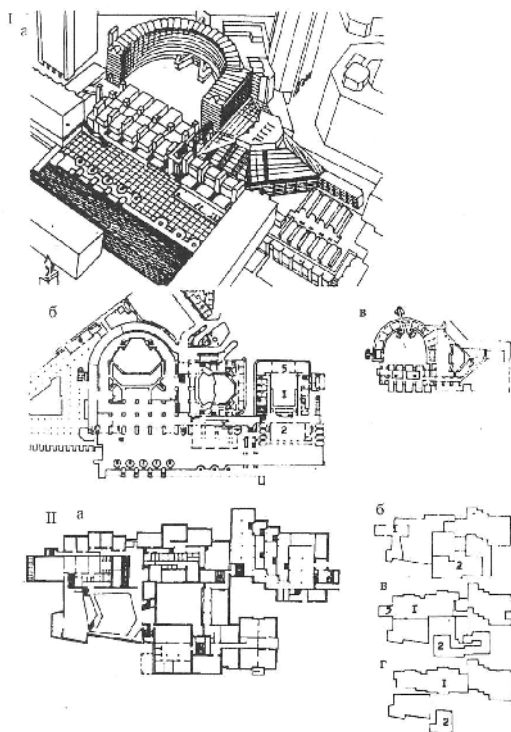


Рис. 13.3. Полифункциональные культурные центры: I - Центр искусств, микрорайон Барбикен, г. Лондон (Великобритания): а - общий вид; б - план на уровне главного фойе; в - план 4-уровня: 1 - театральная школа; 2 - музыкальная школа; 3 - консерватория; 4 - комнаты для занятий; 5 - сценические мастерские; 6 - администрация. II. Центр культуры в Хейльбронне (Федеративная Германия): а - план 1 этажа; б - схема подвального этажа; в - схема 1-этажа; г - схема 2-этажа: 1 - музыкальная школа; 2 - академия изобразительных искусств; 3 - балетная школа

2. Здания для научно-исследовательских учреждений, проектных, кредитных организаций и управления (здания научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, здания для кредитования и страхования, информационные центры, архивы и пр.).

3. Здания и сооружения для здравоохранения и отдыха (больницы, поликлиники, аптеки, бальнео- и грязелечебницы, санатории, профилактории, учреждения отдыха, туризма и пр.).

4. Здания и сооружения физкультурно-оздоровительные и спортивные (открытые и крытые физкультурно-спортивные, спортивные и оздоровительные комплексы и сооружения).

5. Здания культурно-просветительных и зрелищных учреждений (театры, концертные залы, кинотеатры, цирки, центры досуга, музеи и выставки, библиотеки и др.).

6. Здания для предприятий торговли, общественного питания и бытового обслуживания (здания для розничной торговли, столовые, рестораны и кафе, бани и прачечные, химчистки и пр.).

7. Здания для транспорта, предназначенные для непосредственного обслуживания населения (вокзалы всех видов транспорта, кассовые павильоны, транспортные агентства, конторы).

8. Здания для коммунального хозяйства (кроме производственных, складских и транспортных зданий и сооружений), - пожарные депо, похоронные бюро и пр.

9. Многофункциональные здания и комплексы, включающие помещения различного назначения.

Внутри каждой группы общественные здания подразделяются по объему услуг, численности пользователей и другим характеристикам обслуживания, сохраняющим при этом общие функциональные основы группы: театры драматические и оперные, вокзалы крупных портов и небольшие пристани, библиотеки городские и сельские и т.п.

Для обслуживания сравнительно небольших групп населения, - микрорайонов города, малых городов и поселков, - экономически целесообразно строительство блоkirованных и кооперированных общественных учреждений.

## Глава 14. Архитектура общественных зданий

### 14.1. Массовые общественные здания

Планировочная структура, состав, взаимосвязь и параметры помещений общественного здания определяются требованиями функционально-технологического процесса, протекающего в этом здании. В современном общественном здании существует, как правило, несколько процессов. Среди них выделяются главный, определяющий назначение данного здания, и второстепенные процессы, имеющие вспомогательное назначение (например, в учебном заведении главным процессом является учебное занятие, а вспомогательными - административно-хозяйственная деятельность, общественное питание, медицинское обслуживание, проведение культурного досуга и пр.). Главная функция формирует главное помещение, вспомогательная - состав и параметры подсобных, вспомогательных помещений.

Общественные здания по объемно-планировочной организации функционально-технологического процесса можно объединить в следующие группы:

- а) с большим главным залом и рядом небольших вспомогательных объемов (театры, концертные залы, кинотеатры, крытые спортивные арены, цирки и пр.);
- б) с рядом многократно повторяющихся небольших главных объемов с одинаковыми функциями (школы, больницы, административно-управленческие учреждения и др.);
- в) с несколькими функционально связанными главными залами (выставочные павильоны, музеи, картинные галереи и т.п.);
- г) смешанного типа, состоящих из залов и групп небольших объемов (высшие учебные заведения, библиотеки, клубы, центры досуга, проектные и научно-исследовательские институты и т.п.).

Разработка объемно-планировочного решения общественного здания ведется с учетом функциональных, физико-технических, конструктивных, архитектурно-художественных и экономических требований.

В начале проектирования все функциональные процессы, протекающие в здании приводятся в определенную систему, представляемую графически в виде функциональной схемы здания данного назначения (рис. 14.1, 14.6). На схеме представлены все группы помещений и их планировочные взаимосвязи - прямые, непосредственные или опосредованные, при помощи других помещений, коридоров, холлов, лестниц. Качество архитектурного решения здания во многом определяется рациональностью пространственной организации функциональной схемы.

Параметры помещения общественного здания определяются функциональным пространством, необходимым для функционального процесса (или его элементов) в этом помещении. При этом, учитываются усредненные антропометрические показатели человека, его перемещения в пространстве, габариты мебели и оборудования и пр. На этой основе устанавливаются научно обоснованные размеры пространства, необходимого для данного процесса и увязываются с укрупненной модульной сеткой размеров.

Примерная общая площадь главного помещения общественного здания определяется умножением площади, приходящейся на единицу вместимости (указывается в нормах проектирования) на вместимость данного здания.

Вместимость зданий определяется показателями вместимости, различными для разных видов зданий. Например, для кинотеатров, концертных и универсальных залов,

клубов расчетным показателем является количество зрительских мест, для школ, ПТУ, средних и высших учебных заведений - количество учащихся, для больниц - количество коек, для библиотек - количество книг, для магазинов - количество рабочих (торговых) мест, для столовых - количество посадочных мест и т.д.

В соответствии с функциональной организацией принимается рациональная планировочная схема общественного здания: залная, коридорная, анфиладная, комбинированная. Существует также павильонная схема, предусматривающая размещение помещений (или групп помещений) в отдельных зданиях, - павильонах, объединенных композиционно в единый комплекс.

Планировочное решение внутренних пространств определяет характер общей композиционной схемы общественного здания, - компактной, линейной (протяженной) или расчлененной. Компактная композиция строится на основе залной и смешанной группировки помещений, линейная - на основе коридорной и анфиладной группировки, расчлененная предполагает павильонную систему.

Объемно-планировочное решение здания в целом, а также отдельных его элементов, частей, помещений, применяемые строительные конструкции и материалы должны отвечать требованиям пожарной безопасности в соответствии с СНиП 21-01-97\*. Согласно нормам, все элементы и материалы классифицируются по признакам пожарной опасности и огнестойкости.

В соответствии с классификацией строительные материалы подразделяются на горючие (Г) и негорючие (НГ). В свою очередь, горючие делятся на группы по воспламеняемости (В), по распространению пламени по поверхности (РП), по дымообразующей способности (Д) и по токсичности продуктов горения (Т).

Строительные конструкции характеризуются огнестойкостью и пожарной опасностью. Классифицированы и имеют стандартное обозначение эвакуационные лестницы и лестничные клетки.

Здания и помещения (группы помещений) по функциональной пожарной опасности подразделяются на пять классов: Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5 с выделением внутри каждого класса зданий отдельных видов. Например, детские дошкольные учреждения относятся к классу Ф1.1, школы - к Ф4.1, производственные здания - к Ф5.1.

Особое внимание уделяется обеспечению безопасности аварийной эвакуации людей при проектировании эвакуационных путей, эвакуационных и аварийных выходов.

- Эвакуационными являются выходы, если они ведут:
- из помещений первого этажа наружу непосредственно или через вестибюль (фойе), коридор, лестничную клетку;
  - из помещений любого этажа (кроме первого) непосредственно на лестничную клетку или на лестницу 3-го типа (наружную открытую), либо через коридор или холл (фойе), имеющие такие же выходы;
  - в соседнее помещение (кроме помещения класса Ф5 категории А и Б) на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными выше.

Подробные требования к устройству этих путей в зданиях различного назначения изложены в соответствующих разделах СНиП.

Главной функцией соответствует главное помещение (или группа помещений) общественного здания, которое формирует его композиционное ядро. При разработке общей композиции здания определяются пространственные (по горизонтали и по вертикали) взаимосвязи ядра со структурными узлами. Структурными узлами в общественном здании являются:

- входная группа (тамбуры, вестибюли, гардеробные);
- группа вспомогательных и подсобных помещений, санитарные узлы;
- горизонтальные коммуникации (коридоры, холлы, галереи, фойе);
- вертикальные коммуникации (лестницы, лифты, эскалаторы).

Входная группа. Должна обеспечивать удобный проход в здание населения всех групп, включая престарелых и инвалидов. Тамбуры - входные устройства шлюзового типа, которыми оборудуются входы во всех общественных зданиях круглогодичного использования. В зданиях, предназначенных для непосредственного обслуживания населения устройство тамбура должно предусматривать свободный и удобный доступ инвалидов. Тамбур выполняет функцию теплозащиты внутреннего пространства (вестибюли) при отрицательных температурах наружного воздуха. Проектируется в виде одного шлюза с двумя последовательно расположенными дверями в зданиях, возводимых в IV и III климатических районах и двух шлюзов с тремя дверями - во II и I районах. При этом, теплозащитные функции тамбура обеспечиваются полным закрытием первой двери до открывания следующей. В тамбуре может быть устроена тепловая завеса. Минимальная глубина тамбура принимается равной ширине дверных проемов плюс 0,3 м. Вместе с тем, глубина шлюза (тамбура) определяется не только удобством пользования при входе - выходе, но также возможностью въезда - выезда инвалидов на креслах-колясках и должна быть не менее 1,5 м. Ширина шлюза из этих же условий, - не менее 2,2 м. Ширина дверного проема входа в здание принимается не менее 1,31 м. Нижняя часть полотна входной двери на высоту 0,3 м от пола защищена полосой из ударопрочного материала. Пороги при входных дверях делаются скругленными высотой 0,025 м.

Перед входом (тамбуром) снаружи устраивается крыльцо или площадка размерами не менее 1,5 x 1,5 м. Внутри здания перед входной дверью также предусматривается площадка размерами 1,2 x 1,5 м. Наличие этих площадок позволяет инвалиду на кресле-коляске маневрировать при открывании дверей "к себе" и "от себя". Высота крыльца (площадки) не менее 0,15 м от уровня тротуара перед зданием. При этом, ступени крыльца должны дублироваться пандусом шириной 1,2 м с уклоном 8%. Наружные лестницы и пандусы должны иметь поручни, которые устанавливаются по обеим сторонам на высоте 0,9 м. Над крыльцом (площадкой) перед входом в здание устраиваются козырьки с водоотводом.

Вестибюли устраиваются, как правило, при главном входе в здание, но в крупных центрах, комплексах, протяженных зданиях может быть несколько вестибюлей при равнозначных входах. В зрелищных зданиях (театрах, кинотеатрах и пр.) отдельно проектируют кассовый вестибюль.

В вестибюле может размещаться гардеробная. Площадь вестибюля определяется в зависимости от вместимости, режима функционирования общественного здания, а также величины предельной площади между противопожарными стенами (приводится в нормах проектирования). Площадь вестибюля принимают из расчета минимум 0,20 - 0,25 м<sup>2</sup> на 1 посетителя (или работающего в административном здании), но не менее 18 м<sup>2</sup>.

Гардеробные. Предназначены для хранения верхней одежды сотрудников и посетителей и оборудуются открытыми вешалками (обычными напольными, подвесного или консольного типа) из расчета площади соответственно 0,1 м<sup>2</sup> и 0,08 м<sup>2</sup>.

Гардеробная проектируется, как правило, глубиной не более 6 м. Для выдачи - приема одежды устраивается барьер шириной 0,6-0,7 м из расчета 1 погон. м на 30-50 мест. Между барьером и вешалками предусматривается проход шириной 0,8-1,0 м, а перед барьером, - свободная площадь шириной 3-4 м для подхода посетителей.

Отметка пола вестибуля (с гардеробной) должна быть выше отметки тротуара перед входом не менее, чем на 0,15 м. Архитектура вестибуля, его пространственное, пластическое решение зависит от назначения, общественной и градостроительной значимости здания.

Подсобные и вспомогательные помещения имеют различные размеры: от небольших, площадью от 3 - 8 м<sup>2</sup> и высотой 2,4-3,6 м (кладовые, технические и пр.) до весьма обширных, - площадью 150, 200 и более м<sup>2</sup> и высотой до 6 м (склады магазинов, хранения, закладки музеев и пр.).

Санитарные узлы. ими оборудуются все общественные здания и сооружения в соответствии с требованиями строительных норм и правил (СНиП). В состав санитарных узлов входят помещения: уборные, умывальные, душевые, ванны. Состав помещений, вид и количество их оборудования устанавливаются нормами проектирования и зависят от назначения и вместимости общественного здания.

Размещаются санитарные узлы в здании преимущественно на основных путях движения людей, - в вестибулях, у лестничных клеток, в коридорах. При размещении санузлов на этажах их следует располагать один над другим по вертикали. Помещения санузлов по эстетическим соображениям не рекомендуется располагать у наружных стен главного фасада общественного здания. Санузлы не требуют обязательного естественного освещения, поэтому они могут быть размещены в глубине здания. Для некоторых общественных зданий, - детских дошкольных учреждений, больниц и пр., - расположение санузлов определено нормами.

Предельное расстояние от уборных до самого удаленного места пребывания людей не должно превышать 75 м. Входы в уборные предусматривают через шлюз, в котором размещаются умывальники и электрополотенца. Уборные оборудуются унитазами, размещенными в закрытых кабинках размером 1,2×0,8 м. Мужские уборные оборудуются также писсуарами в количестве, как правило, равном числу кабинок.

Для инвалидов на креслах-колясках размеры уборных назначают из условия помещения коляски. Кабина проектируется увеличенных размеров 2,2×2,2 м и оборудуется унитазом, умывальником и специальными поручнями (рис. 14.2).

Душевые и ванны проектируются, в основном, в составе санузлов лечебных, спортивных, оздоровительных, детских дошкольных учреждений, интернатов, а также некоторых других общественных учреждений. Помещения душевых отделяются от коридора или смежного помещения шлюзом - преддушевой, пространством, предназначенным для вытирания тела.

Душевые и преддушевые не допускаются размещать у наружных стен здания.

Групповые душевые оборудуются, как правило, открытыми душевыми кабинками, с размерами в плане 0,9 × 0,9 м, огражденными с трех сторон перегородками высотой не менее 1,8 м от уровня пола. Ширина прохода между рядами кабин 1,5 м, между рядом кабин и стеной (перегородкой) 1,2 м.

Следует предусматривать также закрытые душевые кабинки общего типа (для престарелых и инвалидов) и для инвалидов на креслах-колясках. Закрытые кабинки общего типа проектируют размером 1,8×0,9 м, кабинки для инвалидов на креслах-колясках 2,1 × 1,7 м. Кабинки для инвалидов на креслах - колясках оборудуются ванной, умывальником и специальными поручнями. Входы в закрытые кабинки проектируются из помещений, отдельных от душевых. Двери кабин должны открываться наружу. Примеры душевых приведены на рис. 14.2 (3).

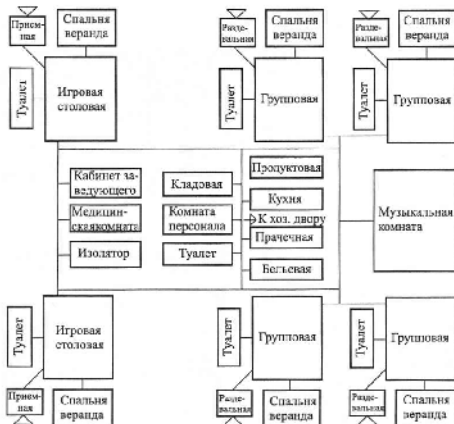


Рис. 14.1. Функциональная схема детского дошкольного учреждения

Горизонтальные и вертикальные коммуникации определены объемно-планировочным решением общественного здания, с их помощью осуществляется взаимосвязь помещений. Для связи помещений в пределах одного уровня (этажа) используются горизонтальные коммуникации, - коридоры, галереи, рекреации, проходы и т.п. Для связи помещений на разных уровнях используются вертикальные коммуникации, - лестницы, лифты, пандусы, эскалаторы. Распределительными и соединительными коммуникационными узлами являются поэтажные лестнично-лифтовые холлы.

Коммуникационные помещения предназначены для движения людей и являются основными путями эвакуации людей из здания в экстремальных условиях. Коридоры должны иметь четкую планировочную схему, позволяющую посетителям здания свободно в нем ориентироваться. Поэтому, коридоры должны быть, в основном, прямолинейными с минимальным количеством поворотов и уступов.

Выделяют главные и второстепенные, сквозные и тупиковые коридоры. В некоторых случаях коридоры выполняют и дополнительные функции, - ожидания, отдыха, прогулки (например, в больницах, поликлиниках). В соответствии с этим изменяется планировочное решение и коридоры преобразуются в фойе, ожидания, кулуары, рекреации. Например, рекреации представляют собой коридоры, снабженные естественным освещением и расширенные до 2,8 - 3,2 м. Функции рекреаций выполняют также и "световые карманы", устраиваемые по длине коридора. Фойе и кулуары устраивают, как правило, при зрительных залах в форме уширенных коридоров или компактных помещений с соотношением сторон 1: 2. Главными являются коридоры, по которым движется основной поток посетителей к лестницам и выходам из здания.

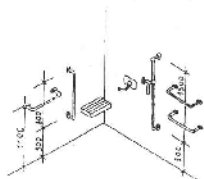
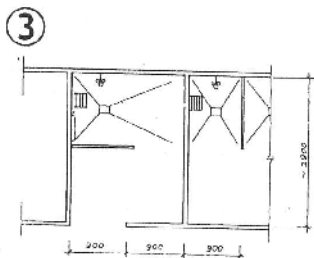
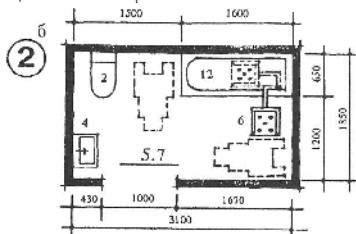
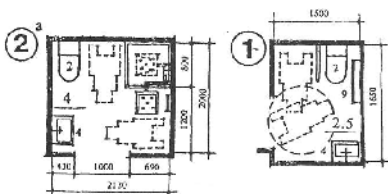


Рис. 14.2. Планировочные схемы санитарных узлов для инвалидов: 1 – уборная с умывальником, 2, а – санузел с душем; 2, б – санузел с ванной; 1 – унитаз детский 30×50 см; 2 – унитаз для взрослых 40×60 см; 3 – умывальник детский 50×30 см; 4 – умывальник для взрослых 60×40 см; 5 – душевой поддон 80×80 см; 6 – поворотное кресло; 7 – ногомойка 40×60 см; 8 – банкетка 40×40 см; 9 – вешалка для полотенец; 10 – поручни – держатели; 11 – шкаф хвостовичный; 3 – душевая кабина

Коридоры требуют естественного освещения. Коридоры, обстроенные помещениями с двух сторон при освещении с одного торца имеют максимальную длину 24 м, с двух торцов - 48 м. В коридорах большей длины для естественного освещения устраиваются световые разрывы ("световые карманы"). Расстояние от окна в торце коридора до "кармана" не более 30 м, расстояние по длине коридора между "карманами" - 24 м.

Ширина коридоров определяется в зависимости от интенсивности людского потока и его плотности (отношение числа эвакуирующихся из помещения к площади пути эвакуации) и должна соответствовать требованиям эвакуации согласно СНиП. Наименьшая ширина главных коридоров принимается равной 1,5 м, второстепенных - 1,2 м. Следует отметить, что ширина коридоров, рассчитанная по требованиям эвакуации, может быть различной для зданий разного назначения и степени их огнестойкости.

Предельное расстояние от выхода из помещения на этаже до эвакуационного выхода устанавливается СНиП. Эти расстояния для некоторых общественных зданий приведены в табл. 14.1.

#### Предельные расстояния до эвакуационного выхода

Таблица 14.1.

Наименование общественного учреждения	Предельное расстояние от выхода из помещения на этаже до эвакуационного выхода (в лестницу или наружу), м	
	Помещение расположено	
	между эвакуационными выходами	В тупиковом коридоре
Школы, средние и высшие учебные заведения	50	25
Гостиницы	40	20
Больницы	35	15
Детские дошкольные учреждения	20	10

Вертикальными коммуникациями являются такие конструктивные элементы как лестницы и пандусы, а также различные механические подъемные средства, - лифты, эскалаторы, подъемники. Лестница состоит из лестничных маршей и лестничных площадок - этажных и междуэтажных. Материалом для лестниц в общественных зданиях является железобетон (сборный или монолитный) или стальные конструкции.

Марш представляет собой несущую конструкцию из наклонных балок (косоуров), на которые оперты ступени. В современном строительстве эти два основных элемента лестницы могут быть раздельными или единой конструкцией. В массовом строительстве применяют сборные железобетонные лестницы из мелкогабаритных элементов (состоят из сборных ступеней и косоуров) и из крупногабаритных элементов (сборные марши и лестничные площадки). Широкое распространение в общественных зданиях, выполненных в железобетонном каркасе, получили Z-образные марши с полуплощадками.

По своему функциональному назначению и общему архитектурному решению выделяют лестницы входные, главные, вспомогательные, служебные, аварийные, пожарные. Главные лестницы предназначены для движения основного потока посетителей. Они располагаются в вестибюле и связывают его с основными (главными) помеще-

ниями, в зданиях I и II степени огнестойкости главные лестницы допускается делать открытыми и подчеркнута парадными, широкими, с богатой отделкой. При этом должно обеспечиваться требуемое нормами количество эвакуационных лестниц.

Главные лестницы выделяют, в основном, в зрелищных, спортивных, выставочных, крупных торговых и т.п. зданиях. В других случаях в здании может быть несколько равнозначных основных лестниц.

Вспомогательные лестницы сооружают для дополнительной связи между этажами. Служебными лестницами пользуется, в основном, персонал общественного учреждения и они размещаются при служебных входах в здание.

Главная и особенно вспомогательные лестницы выполняют функцию путей эвакуации людей из здания.

В соответствии с требованиями противопожарных норм эвакуационная лестница должна быть несгораемой и заключена в изолированный объем из несгораемых конструкций, - лестничную клетку.

В здании с этажа, выше первого, должно быть не менее двух эвакуационных выходов в лестничные клетки, при этом 50% лестниц должны иметь естественное освещение.

Площадь этажа в здании, расположенная между противопожарными стенами (брандмауэрами) зависит от этажности и степени огнестойкости здания приведена в табл. 14. 2.

**Площадь этажа между противопожарными стенами в зданиях различной этажности и степени огнестойкости**

Таблица 14.2.

Степень огнестойкости здания	Наибольшее число этажей	Площадь, м <sup>2</sup> , этажа между противопожарными стенами в здании*				
		1 – этажном	2 – этажном	3-5 – этажных	6-9 – этажных	10-16 – этажных
I	16	6000	5000	5000	5000	2500
II	16	6000	4000	4000	4000	2200
III	5	3000	2000	2000	-	-

\* В зданиях I, II степени огнестойкости при наличии автоматического пожаротушения площадь этажа может быть увеличена не более чем вдвое.

Эвакуационные выходы на этаже должны располагаться рассредоточено. Эвакуационные лестницы должны иметь одинаковое количество ступеней в каждом марше. Минимальное количество ступеней в марше - 3, максимальное - 18 (в детских дошкольных учреждениях 15). В качестве эвакуационных не могут быть использованы лестницы винтовые и с забежными ступенями.

Двери в лестничных клетках и на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. Минимальная ширина двери - 0,9 м в свету, высота, - 2 м. На путях эвакуации не должны располагаться раздвижные и вращающиеся двери, турникеты.

Ширина лестничного марша должна быть не менее ширины двери в лестничную клетку и принимается не менее 1,2 м и не более 2,4 м. Ширина лестничной площадки, - не менее ширины марша. Сборные площадки имеют стандартную ширину 1,0; 1,3; 1,6; 1,9 м. Между маршами предусматривается зазор не менее 0,10 м для пропуска пожарного шланга. Высота поручня 0,9 м от уровня проступи. При ширине марша более 1,5 м

желательно установить поручни с двух его сторон. В зданиях дошкольных учреждений и школ с первыми классами лестничные марши должны иметь ограждение высотой не менее 1,2 м. При этом горизонтальное членение ограждения не допускается, а вертикальные элементы ограждения устанавливаются с просветом не более 100 мм.

Пандусы - плоские конструкции, связывающие разновысотные уровни пола. Их устраивают снаружи и внутри здания на путях движения людей. Пандусы выполняют с уклоном:

- 1: 8 (наружный) и 1: 6 (внутренний) - для общего использования
- 1: 12 - для передвижения инвалидов на креслах-колясках
- 1: 20 - в стационарах, лечебных учреждениях.

В связи с тем, что пандусы из-за малого уклона приобретают значительную прожектенность, применение их внутри здания следует ограничивать.

Вдоль обеих сторон всех внутренних лестниц и пандусов устраиваются поручни (перила) на высоте 0,9 м от уровня пола и на расстоянии 0,05 м от стены. Поручень с внутренней стороны лестницы должен быть непрерывным, его завершающие части делают длиннее лестничного марша (пандуса) на 0,3 м.

Лифты, подъемники, эскалаторы являются механическими средствами вертикальной связи между этажами. Они не рассматриваются как пути и средства эвакуации. Лифты по своему назначению подразделяются на пассажирские, больничные, грузовые (в т.ч. малогазуовые) и специальные. В общественных зданиях число пассажирских лифтов принимается по расчету, но не менее двух. Один из лифтов должен иметь кабину глубиной не менее 2,1 м для транспортировки человека на носилках.

В многоэтажных общественных зданиях, постоянно посещаемых людьми, пассажирские лифты предусматриваются:

- в зданиях высотой 2 этажа и выше - для инвалидов на креслах-колясках, а также высших учебных заведений, НИИ и т.д. при разности отметок пола первого и последнего этажа 13,2 м и более;
- в зданиях управления, кредитно-финансовых и пр. а также профилакториев и санаториев - 3 этажа и выше;
- в зданиях больниц, амбулаторий, поликлиник, родильных домов устанавливается больничный лифт при высоте 2 этажа и выше.

В многоэтажных общественных зданиях используются пассажирские лифты грузоподъемностью 1000, 1600 кг вместимостью соответственно 12 - 20 чел. Грузовые лифты применяются с грузоподъемностью кабин 500 - 5000 кг; лифты малой грузоподъемности - до 100 кг (магазинные, библиотечные, кухонные и т.п.). Размеры кабины лифта 1,4×2,1 м позволяют пользоваться лифтом инвалидам на креслах-колясках.

В многоэтажном общественном здании лифты, - в зависимости от их количества и планировочного решения, - размещаются одиночно или группой. Лифты блокируются с лестничными клетками. Группы лифтов размещаются в специальных лифтовых холлах. Ширина холла определяется расстановкой лифтов: при однорядном расположении - 2,2 м, при двухрядном, - от 3,3 до 5 м.

Скорость движения кабины обычного пассажирского лифта 0,9 - 1,4 м/сек, скоростного - 2, 2,8 и 4 м/сек, больничного - 0,5 м/сек. Кабина лифта с помощью подъемного механизма перемещается в лифтовой шахте, выполненной из негорючих материалов (кирпич, бетон, металл). Машинное помещение лифта с подъемным механизмом размещается, как правило, над шахтой. Высота машинного помещения не менее 2,1 м.

Расстояние от лифта до двери наиболее удаленного помещения с присутствием людей не должно превышать 60 м.

#### 14.1.1. Учебно-воспитательные здания

Группа зданий учебно-воспитательного назначения включает: дошкольные учреждения общего типа и специализированные, оздоровительные и объединенные с начальной школой, общеобразовательные и специализированные школы и школы - интернаты, межшкольные учебно-производственные комбинаты, средние и высшие учебные заведения и пр.

Существуют государственные и частные учебно-воспитательные учреждения, в которых предусматривается весьма широкий диапазон педагогических, медицинских и других услуг. Размещаются эти учреждения, как правило, в отдельно стоящих специализированных зданиях, но также и в пристроенных к жилым зданиям (или встроенных) объемах. Ниже рассматриваются государственные (муниципальные) учреждения, размещаемые в отдельных зданиях.

##### а) Дошкольные учреждения.

Они предоставляют педагогические и медицинские услуги по воспитанию, обучению, уходу и присмотру за детьми, а также методическую помощь родителям. Предназначены для групп детей в возрасте от 2 месяцев до 3 лет- детские ясли, а также от 3 до 6 (7) лет- детские сады. Расчетная вместимость здания яслей не должна превышать 10 групп (200 мест), здания детского сада - 12 групп (240 мест). Вместимость помещений группы не должна быть менее 10 мест в дошкольных учреждениях общего типа и не менее 5-в малых дошкольных учреждениях.

Детские дошкольные учреждения - ясли и сады, - в условиях массового строительства, как правило, объединяются в одном, отдельно стоящем здании. Объемно-планировочная структура зданий детских дошкольных учреждений строится на основе функциональных связей между основными группами помещений (рис.14.1).

В некоторых случаях, в частности в сельских населенных пунктах, детские ясли и сад объединяются с отделением общеобразовательной школы в составе учебно-воспитательного комплекса. Это способствует преемственности и целостности педагогического процесса, эффективности медицинского обслуживания детей, создает удобство для многолетних родителей (воспитание и обучение разновозрастных детей в одном месте).

Предусматриваются следующие типы дошкольных учреждений: дошкольные учреждения (ДУ) общего типа - от 4 до 10 детских групп, центр дошкольного воспитания (ЦДВ) - от 6 до 12 детских групп (рис. 14.3), комплекс дошкольного воспитания (КДВ) - до 60 детских групп, учебно-воспитательный комплекс (УВК) - от 2 до 6 детских групп при школьном отделении не более 12 ученических классов, дошкольное учреждение с первыми классами а также малые дошкольные учреждения. По желанию родителей и решению администрации может быть изменен профиль дошкольного учреждения в целом или отдельных детских групп.

В зависимости от числа детских групп дошкольные учреждения подразделяют на здания малой - до 4 групп, средней - до 5 - 8 групп и большой вместимости - до 9 - 14 групп. При вместимости более 14 групп создаются комплексы зданий.

В качестве объектов массового строительства, размещаемых в отдельном здании рекомендуются: дошкольные учреждения общего типа на 4, 6, 8, 10 групп, центр дошкольного воспитания на 6, 8, 10, 12 детских групп, групповые отделения комплекса дошкольного воспитания на 2, 3, 4 группы. Комплекс дошкольного воспитания объединя-

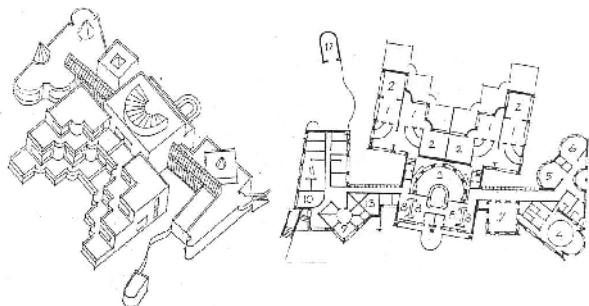


Рис. 14.3. Пример проектного решения Центра дошкольного воспитания на 6 групп (арх. Л. Смыгина. Институт общественных зданий): 1 – групповая; 2 – спальни; 3 – зал – арена; 4 – бассейн; 5 – изостудия; 6 – компьютерный класс; 7 – физкультурный зал; 8 – гардероб для приходящих групп детей из других ДУ; 9 – медицинские помещения; 10 – прачечная; 12 – гараж; 13 – служебно-бытовые помещения

ет систему дошкольных учреждений (ст 4 до 12), размещенных в отдельно стоящих и пристроенных к жилым домам зданиях. В составе комплекса проектируются также бассейн, зал-арена, помещения для детских кружков и секций, методические, административные, хозяйственные помещения. Учебно-воспитательный комплекс объединяет дошкольное отделение на 2, 3, 4, 6 групп и общеобразовательную школу I, II или I-II-III ступени.

Согласно требованиям действующих норм детские ясли - сады проектируются вместимостью 50, 95, 140, 190, 280 и 330 мест, соответственно на 2, 4, 6, 8, 12 и 14 групп. Комплексы детских яслей - садов проектируется на 560 - 660 мест (на 24 - 28 групп). Средняя по России ориентировочная суммарная вместимость детских садов - яслей составляет 70 - 90 мест на 1000 жителей. Но этот показатель должен корректироваться для каждого населенного пункта, исходя из конкретной демографической ситуации и потребности в детских дошкольных учреждениях.

Градостроительная практика показала, что для жилого района с населением более 4000 жителей наиболее экономичны детские ясли - сады вместимостью 280 и 330 мест, менее 4000, - 140 и 190 мест. Здания, объединяющие детские ясли - сад и начальную общеобразовательную школу вместимостью (25 + 40) и (50 + 80) мест целесообразно проектировать в малых городах, небольших населенных пунктах (рис. 14.4).

Архитектурное решение зданий и комплексов принимается в соответствии с характером окружающей застройки: в малоэтажной (коттеджной, усадебной) застройке рекомендуется размещение малых дошкольных учреждений вместимостью 0,5 - 3 группы; в 3 - 7 этажной застройке - вместимостью 4 - 10 групп, в застройке в 7 - 9 и более этажей рекомендуются здания на 8 - 10 групп.

Размещаются детские дошкольные учреждения общего типа в жилой застройке равномерно, из условия радиуса обслуживания 300 м в городах и 500 м в сельских по-

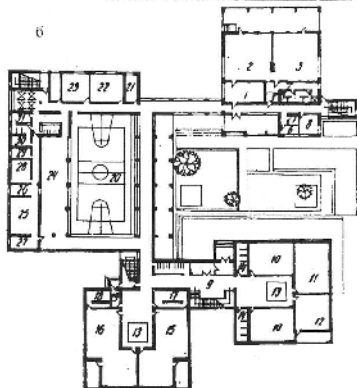
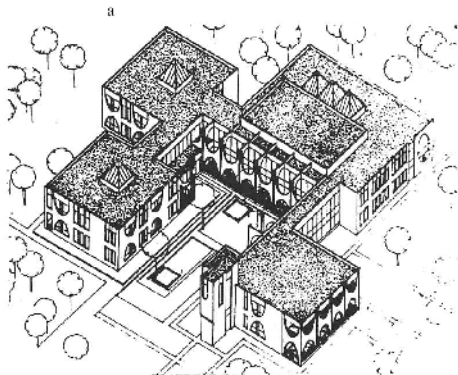


Рис. 14.4. Детские ясли – сад на 50 мест, кооперированные с малокомплектной школой на 108 учащихся (проект): а – аксонометрия; б – план 1-го этажа: 1 – приемная; 2 – игровая; 3 – спальня; 4 – туалет; 5 – буфет; 6 – кладовая; 7 – санузел персонала; 8 – кабинет заведующего; 9 – вестибюль шамоты; 10 – кабинет младших классов; 11 – мастерская младших классов; 12 – комната отдыха; 13 – холл – рекреация; 14 – санузел; 15, 16 – мастерские; 17 – инструментальная; 18, 19 – склады; 20 – спортзал; 21 – инструментальная; 22 – раздевальная; 23 – спортивная; 24 – столовая; 25 – кухня; 26 – радиаторная; 27 – мойка; 28 – склад сухих продуктов; 29 – холодильник; 30 – склад одежды; 31 – душевые и санузел персонала

Рис.  
14.4  
5 –  
туал  
– у  
– т  
сел  
сад  
Зав  
Пл  
меч  
кле  
ны  
до  
Уч  
вп  
хо  
му  
хэт  
на  
ко



**Рис. 14.4.** Детские ясли – сад на 50 мест, кооперированные с малокомплектной школой на 108 учащихся (проект): в – план 2 – этажа: 1 – раздевальная; 2 – групповая; 3 – спальня; 4 – туалетная; 5 – буфетная; 6 – гостирочная; 7 – кладовая чистого белья; 8 – кабинет старших классов; 9 – санузел; 10 – холл – рекреация; 11, 15 – лаборантские; 12 – лаборатория физики; 13 – лаборатория химии; 14 – лаборатория биологии; 16 – класс пеших; 17 – инвентарная; 18 – комната юншатов; 19 – учительская; 20 – кабинет директора; 21 – канцелярия; 22 – кабинет завуча; 23 – библиотека; 24 – технический центр; 25 – фотолаборатория; 26 – медицинская комната; 27 – изолятор

селениях, предпочтительно на озелененной территории, объединяющей участки яслей – садов и общеобразовательной школы.

Площадь земельного участка, занимаемого детским дошкольным учреждением, зависит от вместимости и природно-климатических условий района строительства. Площадь территории на одно место принимается из расчета: для яслей – садов до 100 мест – 40 м<sup>2</sup>, от 100 до 500 мест – 35 м<sup>2</sup>, свыше 500 мест – 30 м<sup>2</sup>; при строительстве в климатических подрайонах 1А, 1Б, 1Г, 1Д и 1А размеры участка могут быть уменьшены на 30 – 40%; при строительстве на рельефе с уклоном более 20% площадь участка допускается сократить на 15%.

Сформировалось три основных композиционных решения детского дошкольного учреждения: централизованный тип (единый объем, связи между группами помещений внутри здания), блокированные здания (связи между блоками по отопляемому переходу), павильонный тип (связи по не отопляемому крытому переходу или по открытому участку). Наиболее экономичен и удобен в эксплуатации централизованный тип двухэтажного здания, который и используется в массовом строительстве.

Объемно-планировочное решение детского дошкольного учреждения строится на основе трех базовых групп: помещения детской группы (раздевальная, приемная комната, игровая, групповая, спальня, туалеты, буфетные), общие помещения для всех

детских групп (залы для музыкальных и гимнастических занятий с кладовой-инвентарной, методический кабинет, медицинская комната, процедурный кабинет с помещением для приготовления дезинфицирующих средств, изолятор) и административно-хозяйственные помещения (пищблок, кабинет заведующего, хозяйственная кладовая и др.).

Главными помещениями являются групповые (в детских садах) и игровые (в яслях), к которым примыкают буфетная и туалет (в детских садах два помещения, - умывальная и уборная, в яслях - одно общее помещение). Входящие также в состав детских групп спальни отделяются от помещений групповых раздвижными перегородками.

В составе площадей детских яслей -садов, проектируемых для суровых условий I климатического района, предусматриваются отопляемые прогулочные веранды из расчета не менее 1,8 м<sup>2</sup> на 1 место для яслей и 2 м<sup>2</sup> - для детских садов. Прогулочные веранды для детей ясельного и дошкольного возраста должны быть раздельными (рис. 14.5).

Размеры ванны в бассейнах принимаются не менее 3 x 6 м для одного детского дошкольного учреждения и не менее 6 x 10 м - для комплекса дошкольных учреждений.

Площадь зала принимается: для музыкальных занятий, - из расчета не менее 2 м<sup>2</sup>, для физкультурных занятий - 4 м<sup>2</sup> на одно место в дошкольной группе.

Планировочное решение детского сада - яслей предполагает создание своеобразных автономных комплексов- групповых ячеек, - включающих все помещения каждой группы и отдельный вход. Для ясельных групп отдельный вход предусматривается, как правило, для каждой группы. Для детского сада допускается один вход на четыре группы. Следует учесть, что из каждой групповой ячейки и прогулочной веранды должно быть не менее двух рассредоточенных эвакуационных выходов. Площади помещений групповой ячейки приведены в таблице 14.3.

**Площади основных помещений групповых ячеек, м<sup>2</sup> (не менее)**

*Таблица 14.3.*

№ пп	Наименование помещений	Малье ДУ	ДУ общего типа, КДВ	УВК (дошкольное отделение)
1	Групповая	40	50	60
2	Спальная	40	46	50
3	Раздевальная	15	18	18
4	Буфетная	3,8	3,8	3,8
5	Туалетная	14	16	14

В качестве дополнительных рекомендуется включить в состав групповой ячейки следующие помещения: игровую 12 м<sup>2</sup>, ванну-бассейн (с ванной 1,8 x 1,8 м и кабиной для переодевания) 12 м<sup>2</sup>, открытую террасу-солярий 12 м<sup>2</sup>, открытую террасу-манеж 12 м<sup>2</sup>, комнату сушки одежды 4 м<sup>2</sup>, комнату персонала с санузлом 8 м<sup>2</sup>.

Состав и площади специализированных, сопутствующих и служебно-бытовых помещений ДУ общего типа и ЦДВ приведены в таблице 14.4.

Этажность детских дошкольных учреждений зависит от степени огнестойкости здания и числа мест: здания I, II и III степеней огнестойкости с числом мест до 150 возводятся одно- или двухэтажными, здания I, II степеней и вместимостью до 350 мест - трехэтажными. Для последних нормами предусматриваются планировочные и конструктивные ограничения: на третьем этаже следует располагать помещения только старших групп, залы для музыкальных и физкультурных занятий, прогулочные веранды и слу-

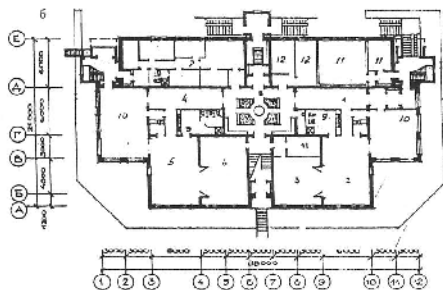
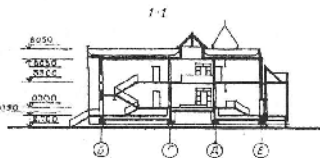
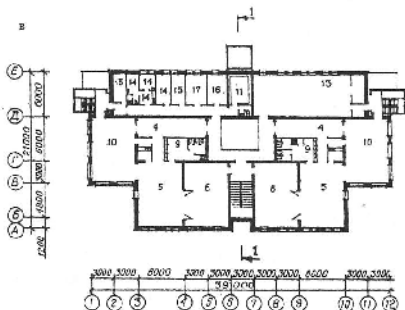


Рис. 14.5. Детские ясли-сад на 95 мест (проект для районов вечной мерзлоты): а – фасад; б – план

1 – этаж; в – план 2 – этажа; ясельная групповая ячейка: 1 – приемная; 2 – игровая; 3 – спальня; дошкольная групповая ячейка: 4 – раздевальная; 5 – групповая; 6 – спальня; прочие помещения: 7 – пищеблок; 8 – зимний сад; 9 – туалет; 10 – прогулочная веранда; 11 – технические помещения; 12 – врачевания; 13 – зал; 14 – медпункт; 15 – кладовая; 16 – кабинет заведующего; 17 – методический кабинет



жибно-бытовые помещения. Трехэтажное здание должно проектироваться не ниже II степени огнестойкости независимо от числа мест. Приведенные требования относятся к детским дошкольным учреждениям общего типа, здания специализированных учреждений должны иметь II степень огнестойкости и независимо от числа мест проектироваться не выше двух этажей.

Состав и площади помещений ДУ и ЦДВ

Таблица 14.4.

№ пп	Наименование помещений	ДУ общего типа 4-6 групп/8-10 групп (м <sup>2</sup> )	Центр дошкольного воспитания 6 групп/8-10 групп (м <sup>2</sup> )
1	Методический кабинет	10 / 12	12 / 14
2	Медицинские помещения: медицинская комната процедурный кабинет изолитер (приемных + туалет + палаты)	12 / 10 - / 8 (2 + 2 + 6) / (2 + 2 + 10)	12 / 22; (12 - 10) 8 / 10 (2 + 2 + 6) / (2 + 2 + 10)
3	Зал для музыкальных и гимнастических занятий	100 / 150	120 / 120
4	Физкультурный зал: раздевальня, душевые	Не предусмотрено	100 / 120 24(12 + 12) / 24(12 + 12)
5	Бассейн: зал с ванной 6 (7) × 3 м, раздевальня для мальчиков и девочек, душевые	- / 60-75 - / 24(12 + 12)  - / 8(4 - 4) - / 4(2 - 2) - / 8	60-75 / 60-75 24(12 + 12) / 48(12 × 4)  12(6 - 6) / 24(6 × 4) 4(2 - 2) / 8(2 × 4)

Помещения длительного пребывания детей (групповые, игровые) должны быть хорошо освещены естественным светом (К.Е.О.=1,5%), что обеспечивается при общей площади окон 1/4 - 1/5 от площади пола этих помещений.

В климатических подрайонах 1А, 1Б и 1Г в приемных и раздевальных помещениях, в туалетах и мочевых кухонной посуды допускается освещение вторым светом (через фрамуги, остекленные перегородки и т.п.). Буфетные, приемные изолятора и комнаты персонала могут не иметь естественного освещения.

Общеобразовательные учреждения.

К ним относятся общеобразовательные школы I ступени (начальное образование, 1-4 классы), II ступени (основное образование, 5-9 классы) и III ступени образования (полное среднее образование, 10-11 или 9-11 классы), а также гимназии, лицеи и др. (рис. 14.6).

Назначение общеобразовательной школы - обучение и воспитание детей и подростков с 7 (6) до 17 (18) лет. Планируется переход на 12-летнее обучение. Вместимость школьного здания определяется количеством параллельных классов. В зависимости от этого различают одно-, двух-, трех-, четырех-классные школы.

В составе микрорайона могут размещаться одно- трехкомплектные школы, - основная школа на 9 классов (225 учащихся), на 18 классов (450 учащихся), средняя полная школа на 11 классов (275 учащихся), на 22 класса (550 учащихся) и на 33 класса (825 учащихся). Последняя может размещаться и в жилом районе города. Школы являются самыми крупными общественными объектами в микрорайоне. Строительный объем

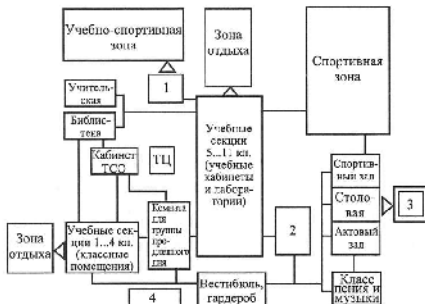


Рис. 14.6. Функциональная схема школьного здания: 1 – лаборатория биологии; 2 – помещения для группового обучения; 3 – хозяйственная зона; 4 – помещения администрации

школьных зданий составляет в среднем более 30000 м<sup>3</sup>, что намного превышает объемы других объектов общественного назначения в микрорайоне. Значительные размеры здания школы, его объемно - пространственная композиция во многом формируют архитектуру окружающей застройки. В последние годы получили распространение новые типы зданий, объединяющих школу с детским дошкольным учреждением, центром досуга, клубными и другими помещениями. Весьма актуальны такие комплексы для районов Крайнего Севера (см. рис. 14.7, 14.8).

В микрорайонах с населением от 6 до 12 тыс. жителей строятся полные средние школы, с населением до 18 тыс. жителей - школьные комплексы с объединенными общеобразовательными помещениями (спортивными и актовыми залами и др.). Основным типом, принятым для условий современной городской застройки является школа на 33 класса (1266 учащихся), что отвечает сложившейся демографии и системе обучения (рис. 14.9).

В основу объемно - планировочной структуры современного школьного здания положен блочный принцип, базирующийся на четком функциональном зонировании всего объема здания. В результате, в соответствии с учебным процессом, возрастом учащихся, объединяются и группируются близкие по функциям помещения, формируются их блоки (рис. 14.10, 14.11, 14.12).

Высота современных школьных зданий принимается с учетом численности учащихся и степени огнестойкости: вместимостью до 270 учащихся и степенями огнестойкости III а, V здание проектируется 1-этажным, IV степени огнестойкости - 2-этажным; вместимостью до 350 уч. и III б степени огнестойкости - 2-этажным; до 1600 уч. и III степени огнестойкости - 3-этажным. Здания I, II степеней огнестойкости могут проектироваться 4-этажными. При этом, на 4-ом этаже нельзя размещать первые классы, а остальных учебных помещений - не более 25%. Блочная структура позволяет проектировать гардеробы и выходы на участок для отдельных возрастных групп. Это обеспечивает максимальное использование пришкольной территории для пребывания детей на свежем воздухе во время перемен.

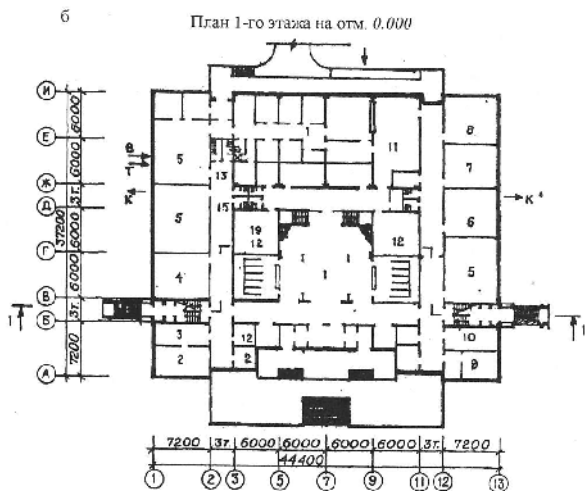
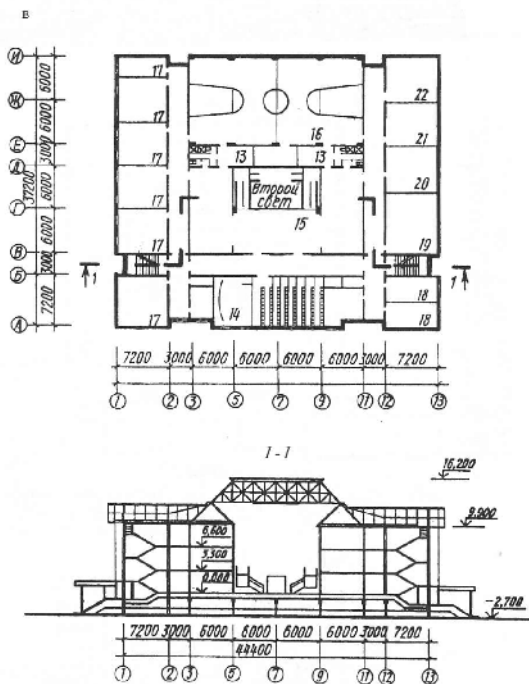


Рис. 14.7. Школа на 11 классов (264 учащихся) для климатического района 1А, Б, Г. Ткаковой проект: а – фасад; б – план 1-этажа



**Рис. 14.7.** Школа на 11 классов (264 учащихся) для климатического района 1А, Б, Г. Типовой проект: в – план 2-этажа; 1 – вестибюль с гардеробом и сушилкой; 2 – директор; 3 – канцелярия; 4 – кабинет профориентации; 5 – мастерская; 6 – помещение 1-класса; 7 – игровая 1-класса; 8 – спальня 1-класса; 9 – кабинет врача; 10 – кружковая; 11 – столовая (на сырье); 12 – техническое помещение; 13 – санузел; 14 – актовый зал; 15 – зимний сад; 16 – спортзал; 17 – учебный кабинет; 18 – спальни 2-4-классов; 19 – помещение для группы продленного дня; 20 – помещение 2-класса; 21 – помещение 3-класса; 22 – помещение 4-класса





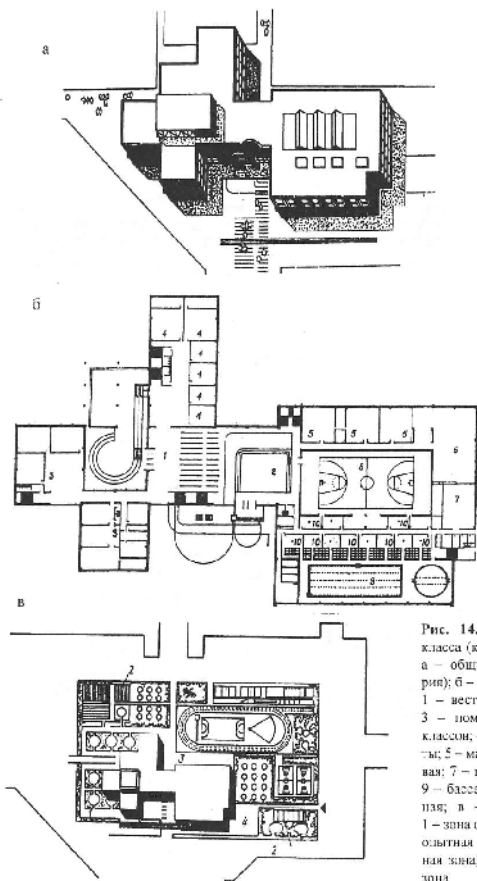


Рис. 14.10. Школа на 33 класса (конкурсный проект): а – общий вид (аксонометрия); б – план первого этажа; 1 – вестибюль; 2 – форум; 3 – помещения начальных классов; 4 – учебные кабинеты; 5 – мастерская; 6 – столовая; 7 – кухня; 8 – спортзал; 9 – бассейн; 10 – раздевальная; в – схема теплоснабжения: 1 – зона отдыха; 2 – учебно-озеленяющая зона; 3 – спортивная зона; 4 – лихтейловая зона

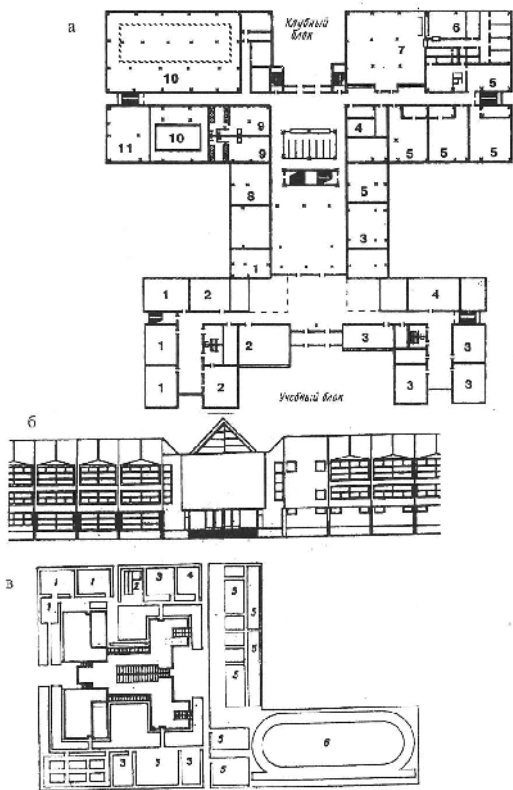


Рис. 14.11. Школа на 33 класса (конкурсный проект): а — план 1-этажа: 1 — помещения начальных классов; 2 — комната отдыха; 3 — учебный кабинет; 4 — лаборатория; 5 — мастерская; 6 — кухня; 7 — обеденный зал; 8 — библиотека; 9 — раздевальная; 10 — бассейн; 11 — технические помещения; б — главный фасад (фрагмент); в — схема генплана: 1 — садово-огородные участки; 2 — теплица; 3 — площадки для игр; 4 — площадки для отдыха; 5 — спортивные площадки; 6 — стадион

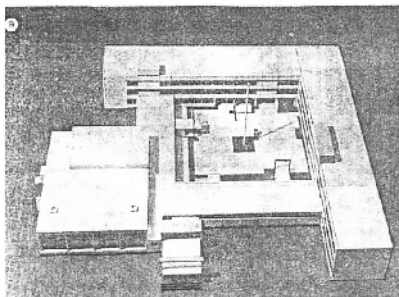
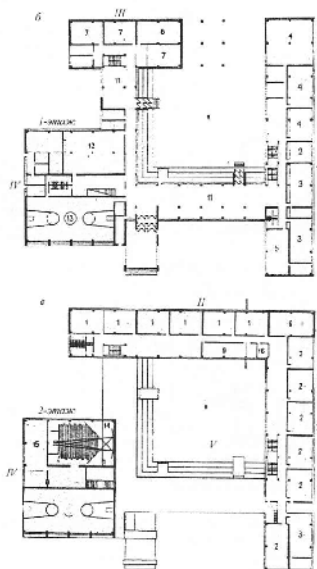


Рис. 14.12. Типовой проект школы на 30 классов для города (арх. В. И. Степанов и др., ЦНИИЭП учебных зданий):

а — общий вид со стороны главного входа (макет); б — план 1-этажа; в — план 2 и типовых этажей; 1 — учебный блок для учащихся V — X классов; II — учебный блок для учащихся I-IV классов; III — блок помещений для организации продленного дня; IV — блок залных помещений; V — двор — рекреация; 1 — классы; 2 — учебные кабинеты; 3 — лаборатории; 4 — помещения для трудового обучения; 5 — специализированный кабинет; 6 — кабинет технических средств обучения; 7 — помещения для групп продленного дня; 8 — класс музыки и ления; 9 — учительская; 10 — администрация; 11 — вестибюль — гардероб; 12 — обеденный зал; 13 — гимнастический зал; 14 — актовый зал; 15 — библиотека; 16 — технический центр



Основными группами помещений общеобразовательной школы являются учебные и общешкольные.

В ряде случаев этот перечень может быть дополнен. Например, в школах - интернатах, в школах продленного дня (с длительным или круглосуточным пребыванием учащихся) предусматривается группа спальных помещений.

Учебная группа помещений включает: учебные классы по основам наук с соответствующими учебными кабинетами и лабораториями, специализированные кабинеты, помещения по трудовому обучению и профессиональной ориентации, библиотеку-информационный центр, рекреации, кабинеты школьной администрации, медицинские помещения, вестибюль с гардеробом.

Площадь основных учебных помещений следует принимать из расчета 24 учащихся в помещении.

Расчетные показатели площади основных учебных помещений следует принимать не менее: для учебного класса (кабинета) - 3 м<sup>2</sup>/уч, мастерских по изучению технологий и труда - 7,5 м<sup>2</sup>/уч., специализированных мастерских для профильного обучения - 9 м<sup>2</sup>/уч., кабинетов черчения и рисования - 2,4 м<sup>2</sup>/ чел, актового зала - 0,22 м<sup>2</sup>/ чел, спортивного зала - 0,9 м<sup>2</sup>/ чел.

Библиотека проектируется из расчета 0,0035 м<sup>2</sup>/ед. фонда хранения и 2,4 м<sup>2</sup>/читательское место. На 10000 единиц хранения предусматривается 15 читательских мест. В полной средней школе с двумя параллельными потоками размещают библиотеку на 20000 ед. хранения и 30 читательских мест.

Административные помещения включают: кабинет директора площадью 16-25 м<sup>2</sup>, три кабинета заместителей, канцелярию и комнату технического персонала по 12 м<sup>2</sup>.

Медицинские помещения проектируются в составе трех кабинетов (включая медицинскую комнату, процедурную и кабинет зубного врача) площадью по 16-18 м<sup>2</sup>.

Кладовая уборочного инвентаря площадью 8 м<sup>2</sup> предусматривается на каждом этаже.

Площадь вестибюля с гардеробом принимается из расчета 0,35 м<sup>2</sup>/уч., рекреаций - 2 м<sup>2</sup>/уч. Рекреационные помещения располагаются при учебных помещениях на этажах в форме залов или уширенных (до 2,8 м) коридоров.

Санузлы для учащихся проектируют из расчета 0,15 м<sup>2</sup>/уч. При уборной для девочек предусматриваются кабины личной гигиены (1 на 70 девочек). Санузлы для персонала размещают отдельно.

Общешкольная группа помещений включает: центр досуга, зрительный зал с экраном и кинопроекционной, лекционную аудиторию, спортивные залы и бассейн с обслуживающими помещениями, кабинеты и студии для кружковой работы (художественного воспитания, технического творчества и др.) а также столовую с кухонным блоком, видео-кафе с буфетом.

Центр досуга (рекреационный центр) включает: зал-форум из расчета 1,5 м<sup>2</sup>/уч, вестибюль с гардеробом площадью 0,3-0,4 м<sup>2</sup>/посетителя, административные помещения площадью (16-24 м<sup>2</sup>)×4, медицинский кабинет 18 м<sup>2</sup>, комнату родителей 30 м<sup>2</sup>, комнаты инженерно-технического персонала 12 м<sup>2</sup>×3, санузлы из расчета 1 унитаз и 2 писсуара на 100 мужчин и 1 унитаз на 50 женщин. Предполагается посещение центра учащимися соседних школ а также местным населением. Использование этой группы помещений возможно на коммерческой основе, с предоставлением платных услуг.

Для общей физической подготовки, занятий гимнастикой, легкой атлетикой и другими видами спорта проектируются спортзалы размерами 12×15 м, 18×15 м высотой

до низа выступающей конструкции 4,6-6,0 м, 24×15 (12) м высотой 6-7 м, 36 (30)×18 м, 42×24 м высотой 7-8 м. Площадь пола спортзала назначается из расчета не менее 1,4 м<sup>2</sup>/уч. К спортзалу примыкают: тренерская с инвентарной 10-20 м<sup>2</sup>, кладовая хранения уборочного инвентаря 4 м<sup>2</sup> (одна на группу залов), раздевальные, душевые и уборные для занимающихся.

Бассейн проектируется с двумя ваннами- основной размерами 25,0×11,5 (и более) м и дополнительной -для обучения плаванию 10х6 м. Глубина воды(переменная, от наименьшей к наибольшей) соответственно 1,2-1,8 м и 0,60-0,85 м.

При спортзалах и бассейне предусматриваются раздевальные с душевыми для мальчиков и девочек. Раздевальные оборудуются одноярусными шкафами размером в плане 600×300 мм. При раздевальной проектируется уборная (1 унитаз и 1 умывальник). При бассейне предусматривается кабинет медсестры с лабораторией анализа воды (6 + 6) м<sup>2</sup>.

Зрительный зал проектируется из расчета не менее 0,7 м<sup>2</sup>/ место с количеством мест не менее 60% учащихся. Киноаппаратная принимается площадью 27 м<sup>2</sup>. При зрительном зале следует разместить лекционную аудиторию на 2-3 учебных группы площадью 1 м<sup>2</sup>/ место.

При проектировании здания школы все основные учебные помещения должны быть размещены в наземных этажах. Они должны быть хорошо изолированы от источников распространения шума и запахов.

Учебно-производственные помещения (комнаты ручного труда, учебные мастерские по обработке дерева и металла с примыкающей инструментальной кладовой, учебно-методические кабинеты по профессиональной ориентации) следует размещать на первом этаже.

Спортивные залы проектируют на первом этаже с самостоятельным выходом на участок.

Столовые в общеобразовательных школах проектируют, как правило, догоготовочного типа и рассчитывают на обслуживание всех учащихся в четыре посадки, т. е., на 25% вместимости школы.

Гардеробные верхней одежды проектируются централизованными (при вестибюле) или раздельными ( по разновозрастным группам, поэтажно при рекреациях, по классам ).

Кабинет директора и канцелярию следует располагать на первом этаже вблизи главного входа. Также при входе должна быть расположена комната технического персонала.

Условием создания полноценной гигиенической среды в учебных помещениях является обеспечение требуемого уровня естественного освещения и необходимой инсоляции. Это достигается правильной ориентацией окон учебных помещений по сторонам горизонта (см. табл. 14.5)

Наиболее полно отвечает этим требованиям объемно - планировочное решение школьного здания с односторонним размещением учебных классов и кабинетов. Возможно также двустороннее размещение углом, но совершенно недопустимо обращение окон на три-, четыре стороны горизонта, т. к. в этом случае любая ориентация фасада не сможет обеспечить требуемые параметры микроклимата и световой режим. Опыт эксплуатации школьных зданий показал, что наиболее эффективной с точки зрения обеспечения требуемого естественного освещения (К.Е.О 1,5 - 2,5%) в учебных помещениях является каркасно-панельная система здания с высотой этажа 3,3 м и глубиной класса до 6 м. Требуемый уровень освещения может быть достигнут также и при использовании конструкторской схемы с продольными или поперечными несущими стенами.

## Оптимальная и допустимая ориентация окон учебных помещений школ

Таблица 14.5.

Помещения	Ориентация окон помещений в климатических районах			
	I, II, III		IV	
	оптимальная	допустимая	оптимальная	допустимая
Классные комнаты	Ю, В, ЮВ	Не более 25% на ЮЗ и З	Ю, ЮВ	Любая, кроме З и ЮЗ
Кабинеты и лаборатории (кроме кабинетов биологии и черчения)	Ю, В, ЮВ	Не более 50% на остальные стороны горизонта	Ю, В, ЮВ	Любая, кроме З и ЮЗ
Кабинеты черчения и изобразительных искусств	С, СВ, СЗ	Любая, кроме ЮВ и ЮЗ	С, СВ, СЗ	Любая, кроме З и ЮЗ
Лаборатория биологии	Ю	ЮВ, ЮЗ, В, З	Ю	В, ЮВ, ЮЗ, З

Другим важным условием обеспечения необходимого гигиенического режима в учебных и вспомогательных школьных помещениях, спальнях, комнатах школ - интернатах является осуществление их сквозного проветривания, что становится возможным только при односторонней застройке рекреаций. Поэтому планировка с размещением помещений по обе стороны рекреационных коридоров для школьного здания неприемлема.

Здания общеобразовательных школ размещаются на обособленных земельных участках, которые рассматриваются как неотъемлемая часть учебно-воспитательного процесса. Участок разбивается на функциональные зоны: физкультурно-спортивную, отдыха, учебно-опытную, хозяйственную. В каждой зоне размещаются открытые площадки, оборудованные в соответствии с видом деятельности. Рекомендуется физкультурно-спортивную зону размещать вблизи блока общешкольных помещений, учебно-опытную - вблизи хозяйственной, которая должна иметь непосредственную связь с помещением столовой; площадки отдыха размещаются вблизи учебных блоков в соответствии с дифференциацией детей по возрасту.

Площадь зон земельных участков принимается в зависимости от типа школы: для основной школы (9 классов) - физкультурно-спортивная 5444 м<sup>2</sup>, отдыха 480 м<sup>2</sup>, учебно-опытная 960 м<sup>2</sup>, хозяйственная 500 м<sup>2</sup>; для средней полной школы (11 классов) - физкультурно-спортивная 5606 м<sup>2</sup>, отдыха 705 м<sup>2</sup>, учебно-опытная 1090 м<sup>2</sup>, хозяйственная 500 м<sup>2</sup>.

Хозяйственная зона должна иметь самостоятельный въезд, изолированный от входа учащихся на участок, от остальных зон ее следует отделять защитной полосой зеленых насаждений.

Участок школы должен быть озеленен. Общая площадь озеленения (включая все виды зеленых насаждений) должна составлять не менее 40% общей площади участка школы.

При строительстве школы на затесненных участках допускается устройство эксплуатируемой кровли, на которой размещают озелененные площадки отдыха. Площадь

ки на кровле должны иметь ограждение высотой не менее 1,6 м и вертикальными элементами ограждения с просветами не более 0,1 м. С эксплуатируемой кровли должно быть не менее двух эвакуационных выходов. Покрытие кровли и утеплитель должны быть негорючими.

Применение новых истолов обучения с широким использованием компьютеров, телевидения, аудиосистем и пр. потребовало введения в состав школы новых помещений (технический центр, телестудия, пункт управления и др.), внесения изменений в традиционную объемно-планировочную структуру учебного здания. Примеры современных решений школьных зданий приведены на рис. 14.13, 14.14).

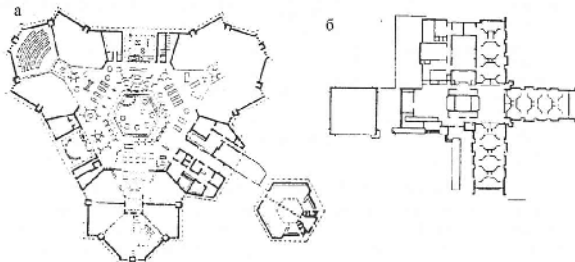


Рис. 14.13. Школы с концентрированным планом (США): а – школа в Давилле, Калифорния; б – школа в штате Иллинойс

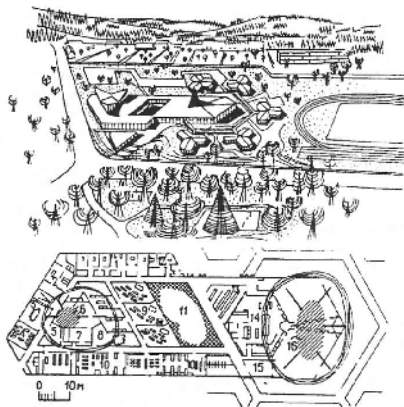


Рис. 14.14. Школа с техническими средствами обучения в Марли ле – Руа (Франция): общий вид здания, план школьного центра: 1 – администрация; 2 – медпункт; 3 – учительская; 4 – класс; 5 – релаксационные помещения; 6 – телестудия; 7 – пункт управления; 8 – складские помещения; 9 – естественные науки; 10 – специализированные классы; 11 – внутренний двор; 12 – сторож; 13 – гардероб; 14 – кухня; 15 – библиотека; 16 – универсальный зал; учебная секция

#### 14.1.2. Физкультурно-оздоровительные и спортивные здания

Физкультурно-оздоровительные и спортивные объекты подразделяются на открытые плоскостные сооружения (спортивные площадки, поля с газонным покрытием) и крытые сооружения (отдельно стоящие корпуса, функциональные блоки и блоки-пристройки к жилым и общественным зданиям).

а) Физкультурно-оздоровительные учреждения.

Этот вид общественных учреждений предназначен для организованных и самостоятельных спортивно-оздоровительных занятий и активного отдыха различных социально-возрастных групп населения (рис. 14.15, 14.16, 14.17).

Массовые типы физкультурно-оздоровительных учреждений подразделяются на местные объекты повседневного обслуживания населения, приближенные к жилью и размещаемые в микрорайонах, жилых кварталах в радиусе пешеходной доступности, равной 500 м, а также объекты периодического обслуживания, размещаемые в пределах жилых районов города из расчета транспортно-пешеходной временной доступности, равной 15 мин.

Крытые сооружения, приближенные к жилью и физкультурно-оздоровительные клубы микрорайонов размещаются во встроенных, встроено-пристроенных и пристроенных объемах.

При наличии в микрорайоне школы с развитым спортивным комплексом помещений, которыми могут пользоваться не только школьники, но и население, самостоятельный физкультурно-оздоровительный клуб в микрорайоне можно не строить.

Районные объекты представлены следующими типами: физкультурно-оздоровительный центр муниципального района, специализированные отделения детской- юношеской спортшколы, комплекс физкультурно-рекреационных сооружений, специализированные любительские клубы. Эти учреждения размещаются в отдельно стоящих зданиях. Данные для проектирования помещений детско-юношеской спортивной школы (ДЮСШ) и любительского спортклуба приведены в табл. 14.6.

#### Расчетные показатели специализированных отделений ДЮСШ

Таблица 14.6.

Виды спорта	Количество систематически занимающихся (чел.)	Единовременная пропускная способность ЛПС/ крытого сооружения (чел.)	Рекомендуемая площадь спортивного зала на 1 чел. ЕПС (м <sup>2</sup> )	Примечание
Баскетбол	254	24	22,9	
Волейбол	254	24	22,9	
Бильярд	370	15	50,0	
Борьба	254	24	22,9	
Настольный теннис	210	24	18,8	
Бокс	254	24	18,3	
Плавание	210	48	8,8 площади бассейна	6 м <sup>2</sup> /чел.- площадь зала подготовительных занятий

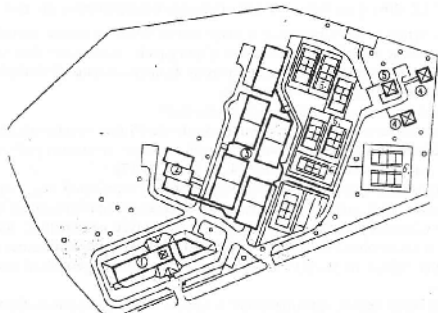


Рис. 14.15. Физкультурно – оздоровительный центр жилого района (проект реконструкции стадиона "Фрезер," г. Москва): 1 – роликодром; 2 – корпус физкультурно – рекреационного центра; 3 – теннисный центр; 4 – павильоны разделальных при открытых сооружениях; 5 – хозяйственный блок; 6 – открытые плоскостные сооружения

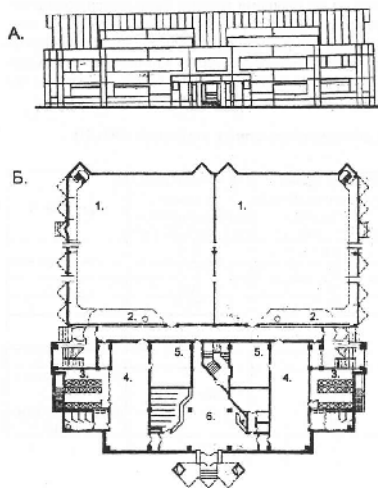


Рис. 14.16. Корпус крытых физкультурно-оздоровительных сооружений районного уровня обслуживания. Спортивный павильон на ул. Пришвина, г. Москва: а – фасад; б – план первого этажа: 1 – трансформируемые спортивные залы; 2 – инвентарные; 3 – душевые; 4 – разделальные; 5 – гардеробная; 6 – вестибюль

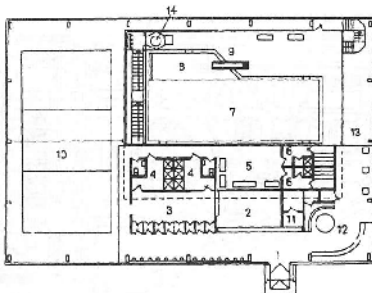


Рис. 14.17. Физкультурно – оздоровительный комплекс комплексной поставки (арх. И. Гунет, инж. Б. Беленький). Совмещенный план 1 и 2 – эляжей: 1 – вестибюль; 2 – гардероб; 3 – раздевальная с проходными кабинками; 4 – душевая; 5 – помещение тренажеров; 6 – сауны; 7 – ванна 16,67×6 м; 8 – малая часть залы для обучения детей; 9 – тобоган; 10 – спортзал 24×12 м; 11 – администрация; 12 – чайная; 13 – универсальное помещение; 14 – фильтры

При размещении физкультурно-оздоровительных учреждений в природной среде (в лесо-парковой зоне и пр.) рекомендуется проектировать их в виде комплекса, состоящего из отдельных навильонов. При этом должна сохраняться функциональная целостность группы помещений (основных и вспомогательных) данного вида спорта.

Пристройки и отдельно стоящие здания рекомендуется возводить высотой 1 - 3 этажа

Объекты спортивного назначения классифицируются по видам спорта (плавательные бассейны, велотреки, гимнастические залы и пр.), по типу сооружения (крытые и открытые), по архитектурному решению (отдельные сооружения в виде единого объема и комплексы, объединяющие несколько зданий), по масштабам обслуживаемой территории (микрорайонные, районные, межрайонные, общегородские). На рис. 14.18. приведен пример общегородского спортивного комплекса, в состав которого включены крытые и открытые спортивные сооружения и площадки для занятия практически всеми основными видами спорта.

Физкультурно-спортивные объекты в полном или неполном объеме включают следующие группы помещений (сооружений): основные, вспомогательные места для зрителей (в демонстрационных объектах). В учебно-тренировочных залах места для зрителей могут отсутствовать.

К основным относятся спортивные залы (или несколько залов), которые используются для учебно-спортивных занятий, тренировок, проведения соревнований, а также футбольные и хоккейные поля, баскетбольные и волейбольные площадки, легкоатлетические манежи, ванны бассейнов и пр. Основные помещения (сооружения) проектируют в соответствии с действующими нормами и требованиями к проведению спортивных соревнований.

Вспомогательные помещения (сооружения) обеспечивают нормальное функционирование основного, его техническую эксплуатацию, обслуживание спортсменов, а также посетителей в спортивно-зрелищных сооружениях (рис. 14.19).

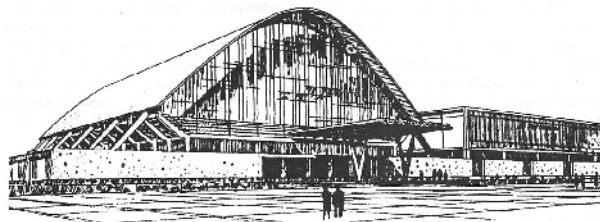
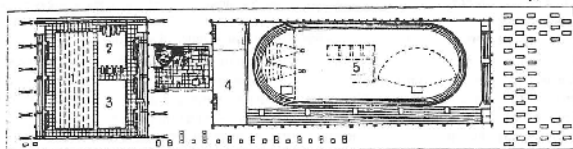
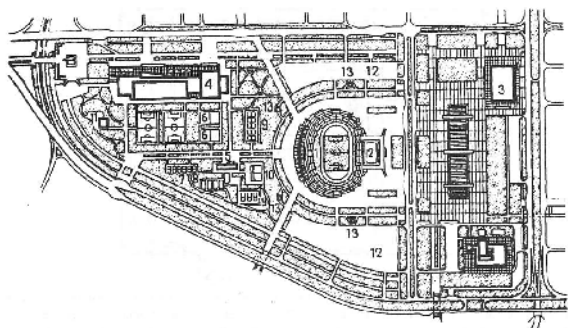


Рис. 14.18. Общегородской спортивный комплекс в г. Тольятти, Россия (ЦНИИЭП им. В. С. Мезенцева. Арх. Б. Азеринцев и др.); 1 – спортзал; 2 – главная спортивная арена; 3 – Дворец спорта; 4 – универсальный спортклуб с бассейном, легкоатлетическим манежем; 5 – павильон – раздевальная; 6 – футбольные поля; 7 – волейбольные площадки; 8 – баскетбольные площадки; 9 – теннисные корты; 10 – площадки ручных игр; 11 – хозяйственный блок; 12 – явотстойки; 13 – уборные. План первого этажа: 1 – ванна для плавания 50x21м, 2 – ванна для прыжков 20x16м; 3 – учебная ванна 25x16м; 4 – зал подготовительных занятий; 5 – легкоатлетический манеж; главный фасад

ди-  
ств  
спс  
пер  
нос  
тел  
тре  
сов  
кос  
ни;  
экс

три  
зал  
шю  
спс

кру-  
ран  
сос  
ств

осп  
Сос  
пла

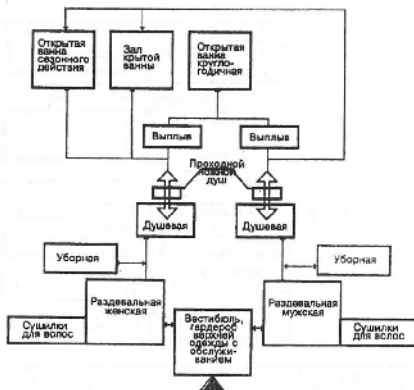


Рис. 14.19. Структурная схема раздевальных в бассейне

Существует тенденция строительства крытых спортивных сооружений круглогодичного использования. Однако при этом выявились ограничения в масштабе: господствовавшая долгое время практика строительства крупных дорогостоящих дворцов спорта себя не оправдала по причине больших затрат на техническое обслуживание и персонал. Перспективно направление возведения спортивных сооружений комплектной поставки. Например, показанный на рис. 14.17, типовый проект здания в сборных металлических конструкциях. В последние годы получает развитие строительство рассомтренных выше школьных и межшкольных физкультурно-спортивных зданий и комплексов, которые обслуживают и другие учебные заведения, а также население города. Такое функциональное объединение существенно повышает эффективность использования спортивных сооружений при снижении материальных затрат на их возведение и эксплуатацию.

Архитектурное решение таких физкультурно-спортивных комплексов предусматривает различные варианты объединения школьного бассейна, универсального спортзала и физкультурных помещений. В градостроительном аспекте школьные и межшкольные спортивные залы и бассейны создают единую сеть учебно-спортивных и спортивно-оздоровительных сооружений города.

В зарубежной практике получает распространение (в основном, в крупных и крупнейших городах) размещение спортивных залов и бассейнов в подземном пространстве, что позволяет значительно снизить эксплуатационные затраты, размещать эти сооружения в сложившейся городской застройке без нарушения ее архитектуры и существенно экономить городскую землю.

Объемно-планировочное решение спортивного корпуса определяется габаритами основного зала и размещением относительно его группы вспомогательных помещений. Соответственно, сформировались четыре варианта композиционного решения здания плавательного бассейна: торцовый, продольный, периметральный и блочный (рис. 14.20).

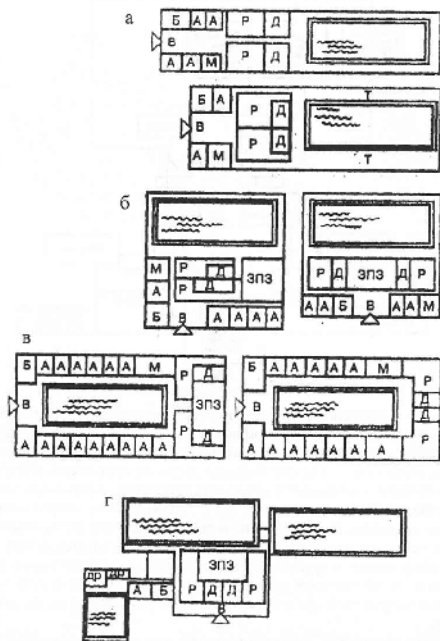


Рис. 14.20. Схемы размещения вспомогательных помещений относительно основного зала бассейна: а – тип I; б – тип II; в – тип III; г – тип IV; В – вестибюль; Б – буфет; А – административные помещения; Д – душевые; Р – раздевалки; ЗПЗ – зал подготовительных занятий; М – медицинский кабинет; Т – трибуна

Торцовый вариант (рис. 14.20, а) имеет ограниченное применение из-за тесноты помещений, сложности в размещении детской ванны, зала подготовительных занятий и технических помещений.

Продольная композиция широко используется для учебно-тренировочных бассейнов (рис. 14.20, б). Эта схема предусматривает одностороннее размещение вспомогательных помещений вдоль основного зала, что создает определенные функциональные, экономические и архитектурные преимущества.

Периметральный вариант предполагает обстройку вспомогательными помещениями основного зала с трех сторон (рис. 14.20, в). Такая схема функционально оправдана и примыкает, в основном, при проектировании крупных демонстрационных корпусов, с местами для зрителей и развитым блоком помещений обслуживания. Но при этом появляются длинные темные коридоры, протяженные санитарно-технические коммуникации, что ведет к увеличению стоимости здания.

Блочный вариант предусматривает вынесение спортивных залов, ванн для спортивного плавания, для прыжков и учебного плавания в отдельные блоки, которые объединяются вспомогательными помещениями (рис. 14.20, г). Сочетание различных по высоте и размерам объемов позволяет создавать интересные архитектурные композиции. Недостатком является увеличение площади застройки, а также площади наружных стен, что увеличивает затраты на отопление комплекса.

Во всех вариантах, кроме блочного, вспомогательные помещения решаются в 2-3 этажа. При этом, раздевалные и душевые помещения располагаются на уровне обходной дорожки бассейна. В практике проектирования используются сочетания различных объемно-планировочных схем, в частности, продольное и торцовое (угловое) расположение вспомогательных помещений относительно основного зала (рис. 14. 21).

Фасад 1-8

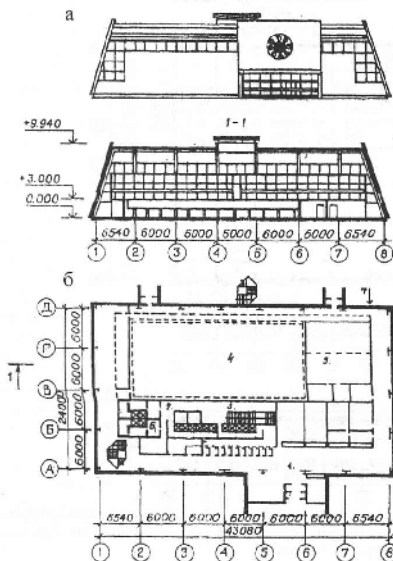


Рис. 14.21. Плавательный бассейн в легких металлических конструкциях: а - фасад; б - план: 1 - вестибюль; 2,3 - раздевалные и душевые; 4 - ванна для плавания; 5 - залы подготовительных занятий; 6 - сауны

### 14.1.3. Здания торгово-бытового обслуживания

Предприятия торгово-бытового назначения являются элементами системы обслуживания населения. Эффективность обслуживания определяется, с одной стороны, максимальным приближением торгово-бытовых объектов к потребителю, с другой - созданием крупных концентрированных центров с широким диапазоном услуг.

К торгово-бытовым относятся предприятия торговли (магазины, рынки), общественного питания (рестораны, столовые, кафе и пр.), бытового обслуживания (парикмахерские, прачечные-химчистки, дома моды, бани и пр.).

Основным объектом розничной торговли является магазин. В зависимости от вида реализуемых товаров выделяют продовольственные и непродовольственные магазины, среди которых универсамы (магазины с универсальным ассортиментом товаров) и специализированные (с товарами определенного вида). Распространение системы самообслуживания в торгово-бытовых зданиях вызвало строительство крупных универсамов (рис. 14.22).

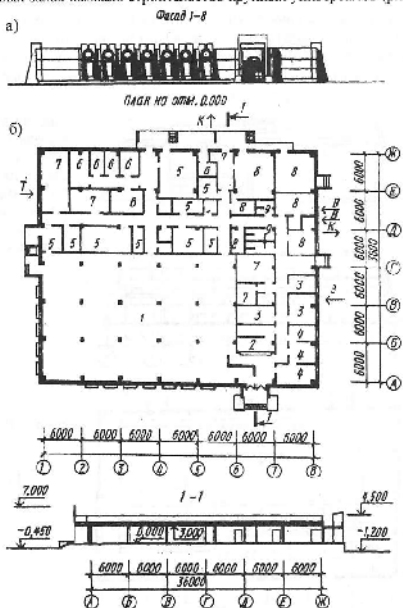


Рис. 14.22. Универсам: а - фасад; б - план: 1 - торговый зал; 2 - кафетерий; 3 - конторские помещения; 4 - отдел заказов; 5 - технические помещения; 6 - бытовые помещения персонала; 7 - кладовые; 8 - охлаждаемые камеры, 9 - санузлы

В современных условиях аренды торговых площадей и существования частных владений широко распространены многочисленные мелкие предприятия, предоставляющие набор разнообразных товаров.

Состав помещений и объемно-планировочное решение магазина должны отвечать элементам и направлению функционально-технологического процесса, в соответствии с которым размещаются основные группы помещений: торговые залы, кладовые, подсобные, помещения администрации и персонала, технические помещения.

В проектной практике используются следующие объемно-планировочные схемы: фронтальная (размещение помещений вдоль линии главного фасада), глубинная (вдоль оси, перпендикулярной главному фасаду), угловая и смешанная.

Магазины размещаются в составе торговых центров, в отдельно стоящих зданиях, в пристройках (встройках) при жилых домах.

Планировочное построение крупного торгового центра основано на вертикальном зонировании пространства: торговые залы размещают на первом этаже, складские, технические и часть подсобных помещений размещают на последнем этаже и в подвале (рис. 14.23). При размещении торговых залов на этажах (кроме первого) следует устанавливать эскалаторы.

В торговых залах, имеющих в плане форму квадрата или прямоугольника с соотношением сторон от 2:1 до 3:1, создаются наиболее благоприятные условия для организации технологического процесса (движения покупателей, расстановки оборудования и т.д.). Такие залы проектируются, в основном, в отдельно стоящих зданиях.

Торговые залы встроенных магазинов в силу пространственных ограничений, связанных с конструкциями основного здания, имеют форму сильно вытянутого прямоугольника. Такая форма усложняет процесс торговли и взаимосвязь торговых и складских помещений, увеличивает путь движения товаров, вынуждает разбивать пространство на отсеки с отделами продажи товаров различных видов.

Высоту торгового зала принимают в зависимости от его площади: 3,3 м при площади до 300 м<sup>2</sup> и 4,2 м - при площади более 300 м<sup>2</sup>. Высота подсобных, складских и административных помещений принимается равной 3,3 м.

В зависимости от радиуса обслуживания, вида и количества оказываемых услуг предприятия торгового бытового обслуживания подразделяют на предприятия местного и городского значения.

Предприятия бытового обслуживания населения по характеру предоставления услуг и технологии производства можно разделить на две группы: 1) предприятия непосредственного контакта с потребителем (парикмахерская, мастерские срочного ремонта одежды и обуви, приемные пункты заказов и т.п.); 2) предприятия централизованного выполнения заказов.

Предприятия первой группы относятся к категории общественных объектов и размещаются равномерно на территории жилой застройки (радиус обслуживания от 300 до 700 м) и в общественных центрах (микрорайона, жилого района, города). Эти объекты проектируются в виде 1-2 этажных блоков в составе торгового или общественного центров, некоторые (пункты приема заказов, парикмахерские на 3-5 рабочих мест и пр.) могут размещаться в одноэтажных блоках-пристройках к жилым многоэтажным домам. Предприятия большей мощности (от 25 до 150 рабочих мест) и комплексные следует размещать в отдельно стоящих зданиях.

Предприятия второй группы следует характеризовать как производственные и размещать в отдельных специализированных зданиях, главным образом, в промышленных и коммунально-складских зонах города.

Рынки также являются объектами городского или районного значения. Крытые рынки в крупных городах рекомендуется размещать на расстоянии не более 1 - 1,5 км от жилой застройки в крупных городах и не более 1,5 - 2 км - в малых. Размеры земельного участка для рыночного комплекса устанавливаются в зависимости от торговой площади: принимается 14 м<sup>2</sup> территории на 1 м<sup>2</sup> торговой площади до 600 м<sup>2</sup> и 7 м<sup>2</sup> - свыше 3000 м<sup>2</sup>. На 1 торговое место отводится 6 м<sup>2</sup> торговой площади. В состав территории рынка, кроме самого здания включается также хозяйственный двор с участками разгрузки продуктов и стоянкой грузового транспорта. Размещение рынка должно предусматривать возможность организации удобных подъездов и подходов к нему, но при этом транспортные и пешеходные пути должны быть изолированы и не должны пересекаться. На предпроектной территории следует предусмотреть стоянку личного автотранспорта и площадки для сезонной торговли.

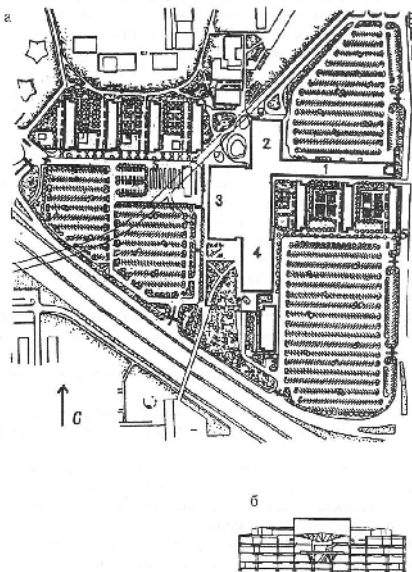


Рис. 14.23. Торговый центр жилого района Востра Фредунда в г. Гетеборге (Швеция): а - схема генерального плана: 1 - здание с административными учреждениями района и магазинами; 2 - универсальные магазины; 3 - блок специализированных магазинов; 4 - офисы; 5 - жилой корпус; б - разрез блока специализированных магазинов

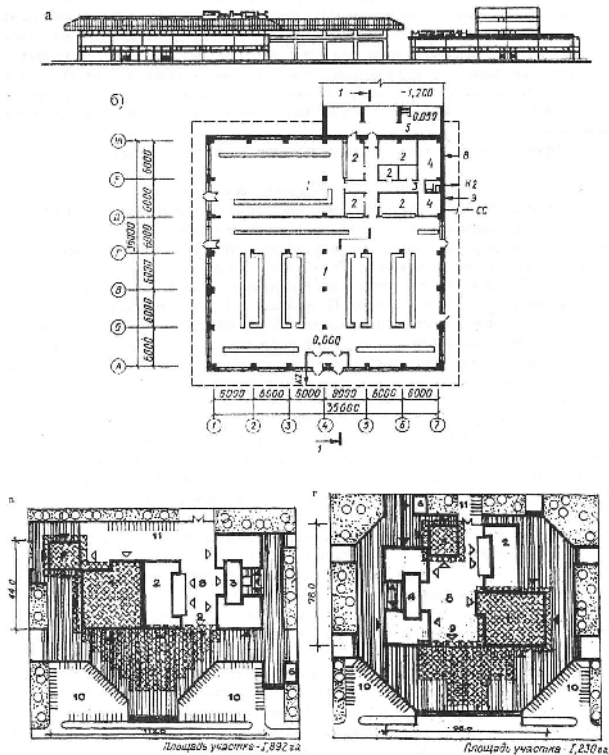


Рис. 14.24. Крытый рынок: а - главный фасад комплекса рынка; б - план торгового зала: 1 - торговые ряды; 2 - кладовые; 3 - санузлы; 4 - технические помещения; 5 - рама; в, г - варианты генплана: 1 - торговые помещения; 2 - помещения для хранения товаров, контрольная станция, бытовые помещения; 3, 4 - столовая, гостиная, месса розничной торговли, пункт бытового обслуживания; 5 - нестационарный торговый зал; 6 - уборная; 7 - место для сезонной торговли; 8 - хозяйственный двор; 9 - торговля с автомашин; 10 - стоянка грузовых машин; 11 - стоянка легковых машин

В объемно-планировочном решении крытых рынков сложились три основных варианта: павильонный, централизованный (композиция из одного, двух или трех залов) и комбинированный (сочетание павильонов с залами). К централизованному типу относятся рынки центрической композиции - прямоугольные, многоугольные, квадратные, круглые. Применяются планировочные схемы с единым нерасчлененным объемом и многоярусными. Холодильные камеры размещают, как правило, в цокольном (подвальном) этаже. Важную роль в архитектурном решении крытого рынка играет конструкция покрытия.

Пример проектного решения рыночного комплекса приведен на рис. 14.24.

#### 14.1.4. Лечебно-профилактические здания

Учреждения здравоохранения охватывают весьма широкий круг зданий и сооружений медицинского назначения. Различные формы лечебной и других видов деятельности составляют функциональную основу номенклатуры типов этих учреждений. Среди всего многообразия выделяют лечебные и профилактические учреждения.

Лечебными являются прежде всего больницы (учреждения), в которых проводится стационарное лечение больных. По профилю лечебного процесса и соответствующему составу лечебных отделений различают больницы общего типа (комплексные) и специализированные. В отдельные группы выделяют инфекционные и детские больницы. По территориальному признаку выделяют больницы краевые (республиканские), областные, городские, районные и сельские. Вместимость больниц колеблется от 100 до 1500 коек (рис. 14.25).

Больницы общего типа относятся к массовым медицинским учреждениям. Они проектируются многофункциональными, со специализированными отделениями. Лечение больных с каким-либо основным заболеванием осуществляется в специализированных однопрофильных больницах (глазные, туберкулезные, онкологические и пр.). Строительство специализированных больниц осуществляется по индивидуальным проектам.

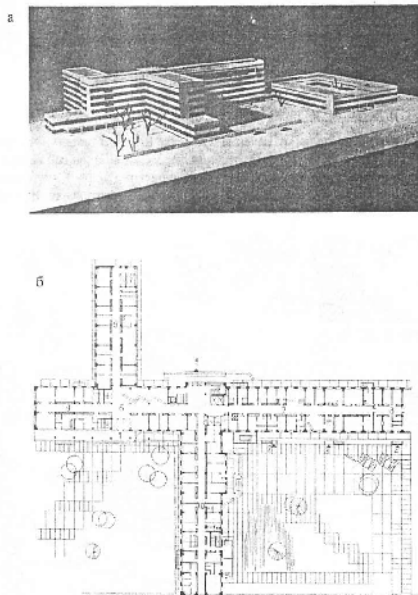
Поликлиники относятся к учреждениям профилактики, предупреждения заболеваний и эта функция выдвигает их в разряд учреждений массового строительства. Существует два основных типа поликлиник: в составе больничного комплекса (располагаются на территории больницы) и городские (размещаются в жилой застройке и обслуживают население по месту жительства). В зависимости от численности обслуживаемого населения для поликлиник проектом устанавливается количество посещений в смену (от 100 до 150).

Отличим поликлиники от больницы является отсутствие стационара (палатных отделений). В состав помещений поликлиники входят врачебные (различного профиля) и лечебно-диагностические кабинеты, помещения для ожидания приема, вестибюль со справочной и регистратурой, технические помещения и санузлы. В проектах городских поликлиник до 20 - 30% общей площади отводят помещениям для ожидания в виде широкого (не менее 3,2 м) коридора или отдельных холлов при группе кабинетов.

Больницы общего типа и поликлиники являются основными объектами здравоохранения.

Объемно-пространственное решение современной больницы представляет собой сложный комплекс, в основе построения которого лежит строго функциональное зонирование. Комплекс включает: многоярусный (до 9 - 12 этажей) корпус стационара, корпуса отделений, поликлинику, пищеблок, хозяйственный корпус (прачечная, мастер-

ские, гараж, котельная). Связь между стационаром, поликлиникой и вспомогательными корпусами в современных больничных комплексах осуществляется по подземному отапливаемому переходу с применением электрокаров. Тем самым сокращается длина коммуникаций, территория освобождается от внутриквартального транспорта, улучшается экология. В зарубежной практике есть примеры включения в комплекс учебного и научного учреждений медицинского профиля, а также жилых помещений персонала (рис. 14.26, 14.27). Подобные решения в отечественном строительстве больничных комплексов приведены в разделе 14.2.



**Рис. 14.25.** Районная больница на 300 коек с поликлиникой на 800 посещений в смену: а – общий вид (макет); б – план 1-го этажа больницы: 1 – главный вход; 2 – приемное отделение для детей; 3 – приемное отделение для взрослых; 4 – вход в отделение скорой помощи; 5 – выход в парк; 6 – вестибюль с гардеробом; 7 – приемное отделение; 8 – отделение скорой помощи; 9 – административные помещения; 10 – обсервационное отделение на 6 коек

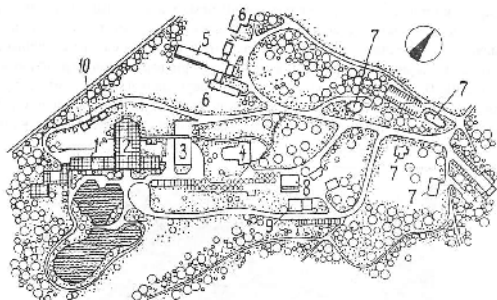


Рис. 14.26. Клиника восстановительного лечения в поселке Ronsdorf близ г. Вупперталь (Германия). Генплан: 1 – лечебный корпус; 2 – палатный корпус; 3 – хозяйственный корпус; 4 – внутренний двор многоцелевого назначения; 5 – здание института физиологии трудовой деятельности; 6 – общежитие персонала; 7 – жилой дом персонала; 8 – мастерские; 9 – котельная; 10 – оранжерея

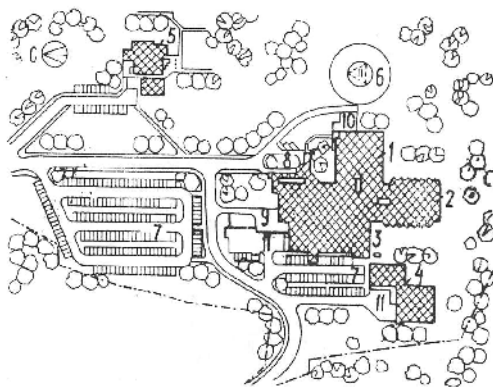


Рис. 14.27. Больница в г. Гусшенхаузен (Германия). Генплан участка: 1 – восточный палатный корпус; 2 – южный палатный корпус; 3 – лечебный корпус; 4 – котельная и прачечная; 5 – школа медсестер и жилой корпус; 6 – вертолетная площадка; 7 – открытая автостоянка; 8 – планый вход; 9 – подъезд для лежачих больных; 10 – вход в инфекционное отделение; 11 – хозяйственный вход (в уровне подземного этажа)

ор  
он  
ты  
  
ни  
кр  
бл  
во  
по

Рис.  
сек.  
конт.  
пу.  
роп.  
гик.  
тив.  
2 -  
кой  
пр.  
7 -  
ни  
то.  
не.  
ко.  
се.

Конфигурация плана здания больницы во многом определяется требованиями ориентации окон помещений по сторонам горизонта: окна операционных и реанимационных залов в районах 45 - 550 с. ш. должны быть ориентированы на С, СВ, СЗ; палаты в больницах для туберкулезных и инфекционных больных - на ЮВ.

Учет всех функционально-технологических и санитарно-гигиенических требований находит отражение в достаточно сложной композиции зданий - асимметричные, круглые и т.п. (рис. 14.28). В композиции больничного комплекса доминирует палатный блок, однородный по своей планировочной структуре. Этот блок, а также ряд планировочно типизированных блоков лечебно-диагностических, вспомогательных и подсобных помещений составляют основу блок-секционного метода проектирования больниц.

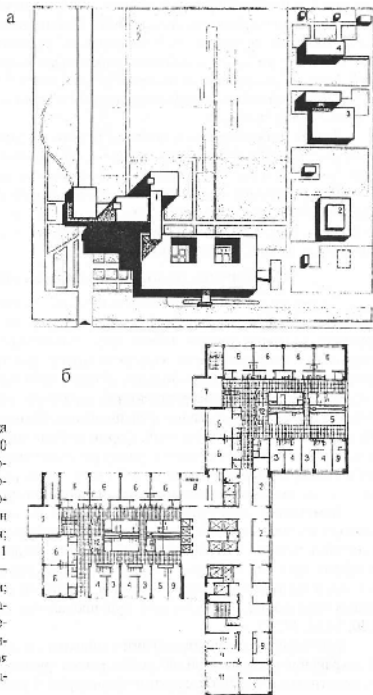


Рис. 14.28. Клиническая больница скорой медицинской помощи на 800 коек: а - генплан; 1 - главный корпус; 2 - лицевой блок; 3 - станция скорой помощи с гаражом; 4 - патологоанатомический корпус; б - план типовой секции: 1 - ассистентская; 2 - перевязочная; 3 - палата на 1 койку; 4 - палата на 2 койки; 5 - процедурная; 6 - палата на 4 койки; 7 - помещение дневного пребывания больных; 8 - столовая с буфетом; 9 - кабинет врача; 10 - кабинет зав. отделением; 11 - учебная комната; 12 - пост дежурной медсестры

Нормами устанавливаются размеры всех основных отделений и служб больницы. Высота этажей с размещением палат и кабинетов принимается 3,3 м, высота операционных должна быть не менее 3,6 м. Здания оборудуются специальными больничными лифтами и грузовыми подъемниками грузоподъемностью 500 и 1000 кг с размерами кабин в плане 1,0 х 1,5 м и 1,5 х 2,0 м, а также пассажирскими лифтами грузоподъемностью 320 и 500 кг. По условиям эвакуации больных лестничные площадки проектируют шириной не менее ширины марша, но не менее 1,5 м.

Одним из основных элементов больницы является палатное отделение, вместимость которого принимается в среднем на 60 коек. Отделение состоит из двух секций по 30 коек. Палатная секция включает палаты, лечебно-диагностические и подсобные помещения. Секции планировочно разделяют блоком помещений медицинского персонала, лечебно-диагностических и подсобных. При палатах проектируются уборные и душевые. Централно, по возможности на равном удалении от палат, размещают пост дежурной медсестры отделения. Площадь палаты для пациентов с общим (непрофильным) заболеванием принимается из расчета 7 м<sup>2</sup> на 1 койку. В многопрофильных больницах в каждой палатной секции предусматривают 20% однокопечных, 20% двухкопечных и 60% четырехкопечных палат.

Здания должны проектироваться с теплым чердаком и подвалом. Подвал предназначен, главным образом, для размещения технических помещений и проектируется высотой 2,9 - 4,2 м и более (в зависимости от высоты оборудования).

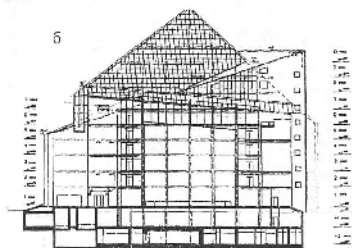
Для возведения зданий больниц широко использовалась каркасная система: для здания галатного отделения применялась сетка колонн 6,0 х 4,5 м (по глубине), для других зданий - 6,0 х 4,5; 6,0 х 6,0 и 6,0 х 3,0 м. С 80-х г. г. широко распространение получила панельная бескаркасная система.

#### 14.2. Перспективные решения общественных зданий

В современных условиях внешний облик отечественных общественных зданий все больше индивидуализируется. Архитектурная композиция, объемно-планировочная структура, соответствующая набору предоставляемых услуг, материал конструкций, внутренняя и внешняя отделка зависят от многих факторов: градостроительной ситуации (размеров, формы и местоположения земельного участка, наличия необходимой инженерной и социальной инфраструктуры, характера окружающей застройки и пр.), обновления и совершенствования функционально-технологического процесса, требований заказчика, объема инвестиций, формы собственности и др. Дальновидные собственники в требованиях к архитектурному решению предусматривают возможность, при необходимости, полной или частичной сдачи в наем рабочих площадей, перепрофилирования здания при минимальных затратах или его выгодную продажу.

Наметилась тенденция создания развитых специализированных и многофункциональных комплексов, строительства зданий с пространственной гибкостью, универсализацией использования рабочего пространства. Такие общественные здания, как банки, офисы, крупные магазины и торговые центры, рестораны и пр. - размещаются, как правило, в центральных районах городов. Архитектуру зданий характеризует выразительная образность, раскрывающая функциональное содержание объекта (рис. 14.29, 14.30, 14.31, 14.32).

При этом, перед архитекторами возникают сложные градостроительные проблемы сохранения исторической застройки, реконструкции отдельных зданий - исторических памятников, устройства сложных транспортных развязок и автостоянок при организации благоустроенных пешеходных зон.



Эксп.  
Секция

План

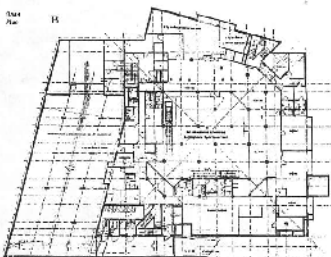


Рис. 14.29. Здание УниКредитбанка в Давном пер., г. Москва (Моспроект – 2, мастерская № 2, Москва; АМР, Австрия. Арх. Д. С. Солопов и др.); а – вид со стороны главного входа; б – разрез; в – план

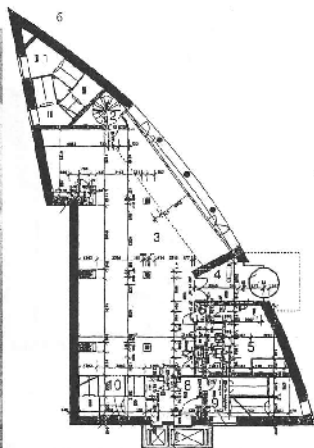
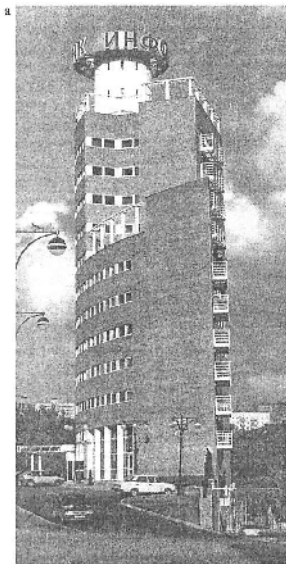


Рис. 14.30. Инфо-биз на пр. Варшавского, г. Москва. (Арх. А. Л. Бавыкиз и др.): а – общий вид; б – план первого этажа: 1 – лестница трехмаршевая; 2 – лестница винтовая; 3 – вестибюль; 4 – тамбур – пропускник; 5 – помещение охраны; 6 – коридор; 7 – санузел; 8 – тамбур – шлюз лифтохолла; 9 – лестница двухмаршевая; 10 – лестница трехмаршевая



Рис. 14.31. Административное здание в Плотниковом пер., г. Москва

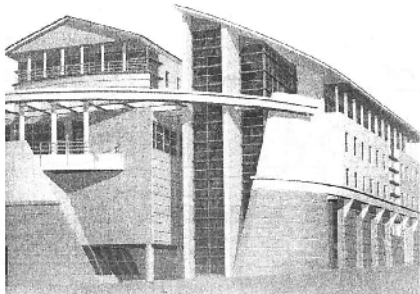


Рис. 14.32. Проект многофункционального комплекса на Селезневской ул., г. Москва (Архит. компания "С. Киселев и Партнер")

Решение этих задач потребовало активного использования многоуровневого подземного пространства, в котором размещают не только традиционные гаражи и автостоянки, но и транспортные, технические коммуникации, а также общественные объекты различного назначения: магазины, киноконцертные и спортивные залы, книгохранилища библиотек и пр. На рис. 14.33 показаны схемы зарубежных примеров использования подземного пространства. Из отечественной практики широко известны подземные магазины при некоторых станциях метро ("Сокол", "Пушкинская", "Тверская") и на Манежной площади в г. Москве.

Получению дополнительных рабочих площадей для общественных учреждений при реконструкции и модернизации зданий и кварталов исторической застройки способствует создание атриумного пространства путем перекрытия светопрозрачными конструкциями внутреннего двора.

В то же время строительство в г. Санкт-Петербурге Международного офисно-коммерческого центра "Атриум на Невском 25" (рис. 14.34) показывает, как в процессе архитектурно-художественного обновления и реставрационных работ в пространстве атриума воссозданы ценные в культурно-историческом отношении элементы застройки участка, - фасады в стиле классицизма. Перекрытый стеклянным фонарем внутренний двор превращен в интерьерное пространство с атрибутикой городской площади (цветной гранитный пол, фонтан, фонари, детали и малые формы традиционной морской тематики).

Стремление многих фирм и объединений разместить свои конторы в центральных районах столицы и крупнейших городов при существующей уличной сети и отсутствии достаточного числа автостоянок затрудняет автомобильное движение в районе, создает проблемы с временной парковкой, что мешает работе городских служб (в частности, уборке улиц). Вместе с тем, увеличение числа офисов, - не редко занимающих бывшие жилые помещения, - сопряжено с уменьшением жилого фонда района и числа жителей. Поэтому в ночные часы улицы центральных районов пусты и безжизненны.

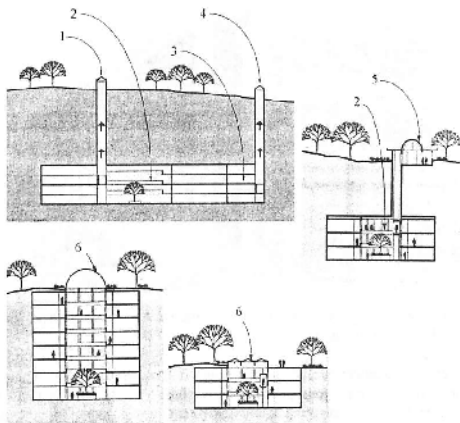


Рис. 14.33. Возможности использования подземного пространства для размещения общественных объектов (из зарубежного опыта): 1 – лифт главного входа; 2 – атриум; 3 – рабочие этажи; 4 – второй лифт; 5 – подземный навес над главным входом; 6 – светопрозрачное покрытие атриума

Выход из такого положения может быть найден в создании крупных административных центров в пригородной зоне мегаполиса или в малом городе. В таких центрах должна быть также создана полноценная инженерная и социальная инфраструктура, обеспечивающая человеку удовлетворение всех сезонных потребностей.

Примером создания такой зоны общественной и деловой активности за чертой города, вдали от центра Москвы является комплекс зданий делового центра "Мострансгаз" в пос. Газогород, Московская обл. (рис. 14.35). Комплекс, в составе многоэтажного корпуса центра управления и зданий, где размещены офисы, гостиница, ресторан, банк, бизнес-центр, супермаркет и пр. органично вписан в рельеф местности. Композиционное построение основано на контрастном сопоставлении вертикали доминирующего в застройке пирамидального многоэтажного объема главного корпуса центра управления и горизонтальных малоэтажных корпусов других служб. Все корпуса имеют подземные 3-уровневые автостоянки. Глазный вход расположен по центральной оси пирамидального (главного) корпуса, вестибюль размещен в 5-этажном атриуме и галереями связан с другими корпусами. В интерьере вестибюля создан живописный зимний сад с элементами искусственного и естественного озеленения, фонтанами, декоративными бассейнами.

Торговый центр "ЗАР" расположен на периферии, на Рублевском шоссе (г. Москва). Он размещен в трехэтажном здании с подземным гаражом (рис. 14.36). В здании четко выделены торговая и офисная части. Композиционное решение определено градостроительной ситуацией - примыкание участка к жилой застройке, размещение

объекта на фоне монотонного массива многоэтажных зданий. Центром композиции явился круглый атриум торговых площадей, внутри которого установлены эскалаторы и лифт. Венчает здание ажурная металлическая солнцезащитная конструкция. Архитектура здания торгового центра позволила создать определенный акцент в общей композиции застройки.

Угловое положение на развилке городских магистралей определило общую клиновидную форму здания магазина "Айсберг" в П. Новгороде (рис. 14.37). Композиция построена на сочетании 5-этажного клиновидного основного объема и 3-этажной обстройки. Торговые помещения занимают 1, 2 и 3 этажи, на 4 и 5 этажах размещается администрация, подвальный этаж занимают технические и подсобные помещения. Современное стилистическое решение здания магазина подчеркивает окружающую застройку традиционной архитектуры.

Интересно архитектурное решение крупного магазина "Все для дома" ("Гвоздь"), возведенного на Волоколамском шоссе на окраине Москвы (рис. 14.38). 4-этажное здание с подвальным этажом в плане представляет урезанный полукруг. Торговые залы размещены на 1, 2 и 3 этажах, на 4 этаже расположены помещения администрации и закусовая, в подвале - склады и технические помещения. Склады связаны с торговыми залами грузовыми лифтами. Транспортировка грузов на 2, 3 этажах осуществляется электрокарами по галерее, опоясывающей торговые площади по периметру здания. На перекрытии галерей устроены антресоли, которые используются для хранения товаров, что позволяет увеличить торговую площадь. Пол первого этажа поднят на 1,5 м над уровнем земли, что позволило обеспечить естественное освещение подвала. Оригинальное архитектурное решение с элементами стиля "хай-тек" позволило создать интересный, запоминающийся образ предприятия торговли.

Применение современных эффективных методов лечения с использованием нового медико-технологического оборудования потребовало новых архитектурных решений зданий поликлиник. Вместе с тем, практика показывает целесообразность включения в работу медицинского учреждения учебного процесса. Этим обусловлено размещение в комплексе поликлиники медицинского училища на 960 учащихся, как это сделано в проекте поликлиники на 1100 посещений в смену, построенной в коммунально-складской зоне Казанской железной дороги в районе станции "Сортировочная" (г. Москва).

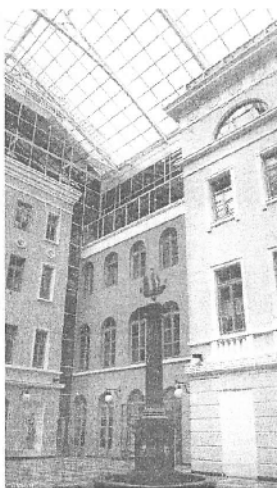
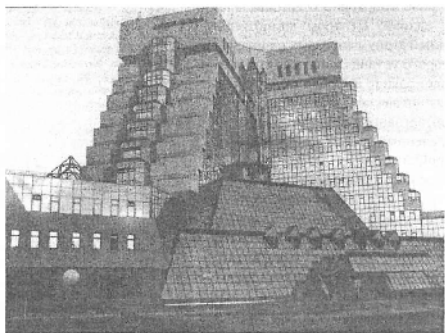
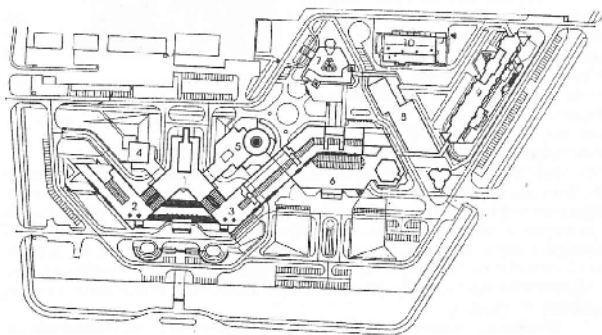


Рис. 14.34. Международный офисно - коммерческий центр "Атриум на Невском 25". г. Санкт - Петербург. (Арх. С. Соколов и др.)



а  
б



**Рис. 14.35.** Деловой центр "Мострансгаз", Московская обл., пос. Газопровод (Арх. И. А. Покровский и др.) а – вид со стороны атриума – пешеходный главный вход; б – генплан: центр управления; 2 – супермаркет; 3 – банк; 4 – малый конференцзал; 5 – ресторан, кафе, банк; 6 – бизнес-центр с конференцзалом; 7 – гостиница на 50 мест; 8 – спортивно – оздоровительный центр; 9 – офисы; 10 – энергоблок

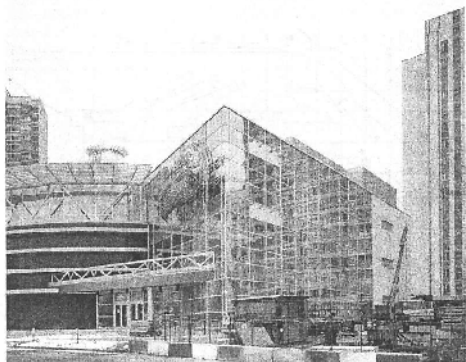
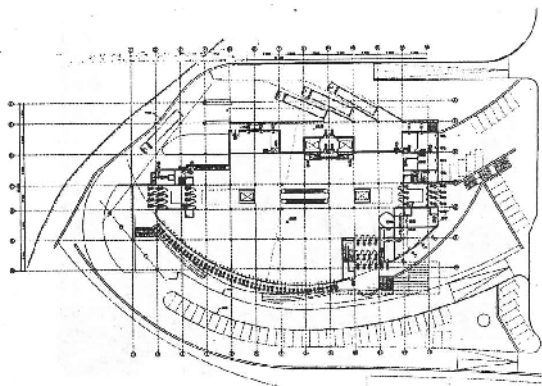


Рис. 14.36. Торговый центр "ЗАР" на Рублевском шоссе, г. Москва.  
(МНИИПОКОСиз, мастерская № 5)



Рис. 14.37. Магазин "Айсберг" в Нижнем Новгороде. (Творческая мастерская Быкова)



$\frac{1}{2}$

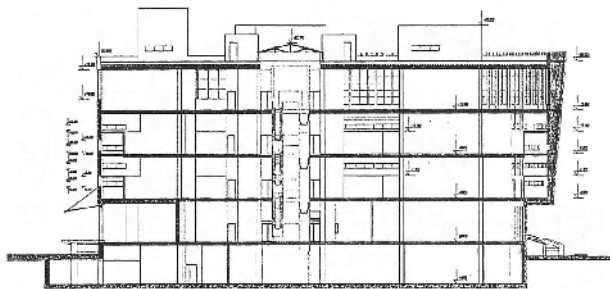


Рис. 14.38. Магазин "Все для дома" ("Гвозди") на Волоколамском шоссе, Москва. (Архит. бюро "Остоженка", директор А. Скский, арх. А. Ярагов и др.): 1 – планы этажей; 2 – разрез



3

4

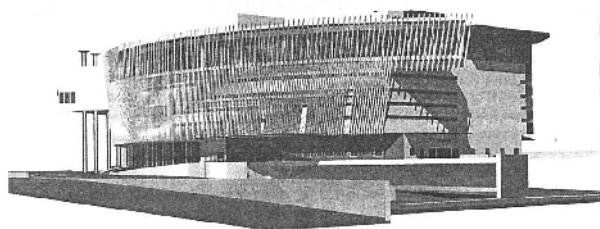
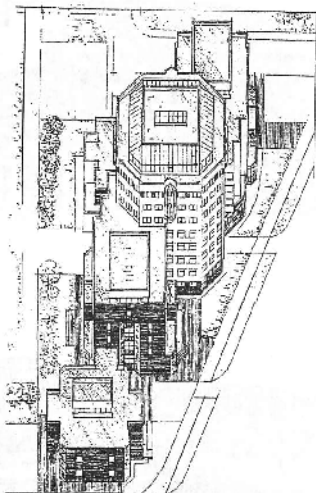


Рис. 14.38. Магазин "Все для дома" ("Гвоздь") на Волколамском шоссе, Москва. (Архит. бюро "Остоженки", директор А. Скопан, арх. А. Яралов и др.): 3 – вид со стороны МКАД; 4 – вид со стороны Москва – река.

Новые функциональные требования легли в основу проектов нового поколения поликлиник. На рис. 14.39. показан комплекс поликлиник на 1000 посещений в смену, спроектированный для микрорайона Южное Бутово (г. Москва). Комплекс объединяет блоки обслуживания взрослого населения, женскую консультацию и детское отделение. Входные группы помещений взрослых посетителей и детей изолированы друг от друга. Участок с размещаемыми поликлиниками максимально удален от группы жилых домов.



2  
1

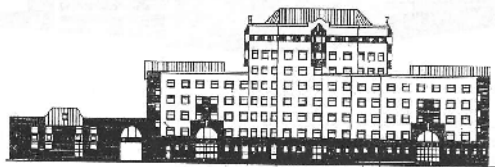


Рис. 14.39. Поликлиника на 1000 посещений в смену в Южном Бутово, г. Москва (МНИИЦ объектов культуры, отдыха, спорта и здравоохранения): 1 – фасад; 2 – аксиометрия

два  
дик  
Леч  
цен  
пре  
  
гоз  
ори  
рас  
по  
пла  
ка  
дел  
эта  
кли  
  
сов  
уко  
(М  
пот  
вкл  
диг  
ны  
тех  
  
объ  
ров  
обс  
ма"  
Ар  
  
слу  
обл  
худ  
коб  
ны  
  
жен  
вме  
сос  
кус  
зал  
ше  
  
рай  
зла

Композиция комплекса включает 8-этажный центральный объем, объединяющий два 5-этажных корпуса. Верхние этажи центрального корпуса занимают общие для поликлиники помещения (лаборатории, стерилизационная и пр.) и также администрация. Лечебно-профилактические кабинеты и отделения располагаются на нижних этажах. К центральному объему пристроен корпус женской консультации. При детском отделении предусмотрено отделение подолечения с зимним садом.

Сложная градостроительная ситуация - существенное ограничение участка многоэтажной жилой застройкой, его насыщенность магистральными сетями, - обусловила оригинальное архитектурное решение здания поликлиники на 850 посещений в смену, расположенной в микрорайоне Новые Черемушки в г. Москве (рис. 14.40). Здание решено компактным объемом переменной этажности (от 4 до 8 этажей), базирующимся на плане в виде многогранника с внутренним двором на уровне второго этажа. Планировка обеспечивает удобное размещение консультативно-диагностических и лечебных отделений, их кратчайшие связи с общими службами, занимающими верхние (с 6 по 8) этажи. При этом создана необходимая автономность структурных подразделений поликлиники.

Принципы композиционного построения и объемно-планировочной структуры современной общеобразовательной школы разработаны российской архитектурной наукой (рис. 14.41). Они нашли отражение в московских городских строительных нормах (МГСН) и реализовались в здании школы на 550 учащихся (22 класса с параллельным потоком), построенной в микрорайоне 5 Северного Бутова в г. Москве (рис. 14.42. см вклейку в конце книги). В состав школы, кроме блоков учебных классов и кабинетов, входит развитый спортивный блок с двумя бассейнами, спортивными залами и тиром, актовый зал на 300 мест, библиотека, столовая на 250 мест, административные и инженерно-технические помещения.

Композиция школьного здания строится на сопоставлении ажурного остекленного объема "форума" и монументальных параллелепипедов учебных блоков. Объемно-планировочное решение обеспечивает разделение потоков младших и старших школьников с обособленными вестибюлями и гардеробными. Радиально расходящиеся от "форума" (центра) коридоры ведут к актовому залу, столовой, бассейну и другим помещениям. Архитектура здания стилистически созвучна окружающей экспериментальной застройке.

Эстетическое воспитание детей осуществлялось, главным образом, в различных студиях, кружках, отделениях, размещаемых при общеобразовательных школах, клубах, общегородских и районных общественных центрах. Однако полноценное обучение и художественное воспитание детей, их приобщение к искусству в условиях специфической художественно-артистической среды может быть реализовано в специализированных школах искусств.

Примером может служить детская школа искусств им. М. А. Балакирева, сооруженная в районе Выхино в г. Москве (рис. 14.43. см вклейку в конце книги). Эта школа вместимостью 1200 учащихся относится к учреждениям внешкольного образования. В состав школы входят отделения музыкальное, хореографическое, изобразительных искусств, драматическая студия, а также концертный зал на 400 мест, буфет, спортивный зал, библиотека, административно-технические помещения; отдельно на участке размещен блок инженерно-технических помещений.

В градостроительном аспекте здание школы завершило формирование ансамбля районного общественного центра, включившего в себя киноконцертный зал, комплекс зданий научно-исследовательского института, универмаг и пешеходную эспланаду.



1  
—  
2  
—  
3

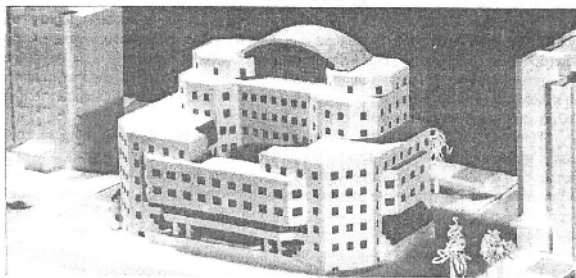
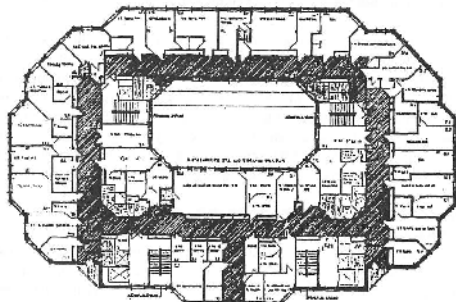
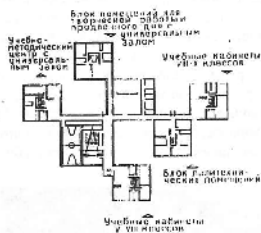


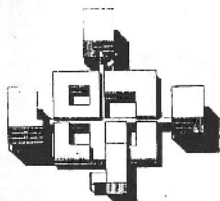
Рис. 14.40. Поликлиника на 850 посещений в смену в микрорайоне Пески Черемушки, г. Москва:  
1 – фасад; 2 – план типового этажа; 3 – макет



I



II



III

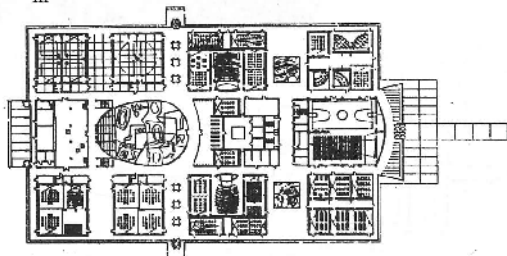
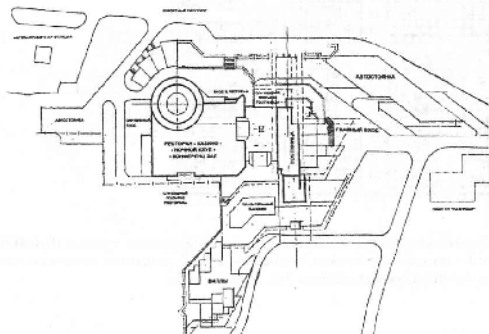


Рис. 14.41. Перспективные направления развития композиции школьных зданий. (ЦНИИЭП учебных зданий): I – школы из компактных блоков; II – школы с развитыми школьными центрами; III – школа с концентрированным двором. Арх. В. И. Степанов

В сложившейся градостроительной ситуации школа занимает угловое положение в планировочной структуре общественного центра, что определило Т-образную в плане объемно-пространственную композицию основного 3-этажного корпуса с блоками-вставками во внутренних углах. Вестибюль главного входа размещен в атриумном пространстве треугольного в плане углового блока. Атриум объединяет вестибюли учебного отделения и концертного зала. Группировка и размещение учебных помещений различных видов искусств осуществлены на основе зонирования по принципу "шумных" и "тихих" отделений: в одном блоке музыкальное, хоровое, оркестровое отделения, в другом - по другую сторону основного корпуса - отделения изобразительных искусств, библиотека, зона отдыха (зимний сад, буфет).



Рис. 14.44. Курортно - гостиничный центр "Лазурная" в г. Сочи: а - общий вид; б - схема генплана



щй  
ров  
жес  
пла  
цен  
лие  
го С  
ная  
"Ли  
соо  
эта:  
ны  
и п  
го |  
пос  
пог  
пят  
Тен  
нук  
ми

Следует отметить, что здание возведено из сборных железобетонных конструкций.

Пластика архитектурно-конструктивных элементов и цветовое решение интерьеров создают определенную эстетическую материальную среду, способствующую художественному образованию детей, развитию их творческих способностей.

Представляет интерес прогрессивная тенденция формирования генерального плана курорта г. Сочи, которая реализовалась в строительстве новых общественных центров: курортно-гостиничного комплекса "Лазурная", возведенного в сложившейся линейной планировочной структуре курортной зоны черноморского побережья Большого Сочи (рис. 14.44), а также "Пик-Отеля" и группы вилл в высокогорном поселке Красная поляна.

В сложном архитектурно-композиционном построении комплекса зданий центра "Лазурная" роль доминанты играет 23-этажный гостиничный корпус. Другие здания и сооружения (блок ресторана, казино, ночного клуба и конференц-зала, группа малоэтажных вилл, открытый бассейн и др.) размещены по двум взаимно перпендикулярным композиционным осям комплекса. Здания органично вписаны в рельеф местности и производят впечатление естественного слияния с окружающим ландшафтом.

Примером строительства специализированных общественных центров городского района может служить культурно-спортивный центр новой Олимпийской деревни, построенной на Юго-Западе Москвы. В составе этого крупного и сложного общественного комплекса находится и теннисный центр (рис. 14.45), включающий три крытых и пять открытых кортов. В подземном этаже размещена автостоянка на 200 автомашин. Теннисный центр расположен за группой жилых домов и открывается на рекреационную зону, решенную как целостная ландшафтная композиция, с открытыми спортивными сооружениями, водоемами, малыми архитектурными формами.



Рис. 14.45. Теннисный центр в новой Олимпийской деревне, г. Москва. (ОАО "Моспроект", мастерская № 15, арх. Н. В. Миндруд и др.)

# ЧАСТЬ V. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

## Глава 15. Конструкции нулевого цикла

### Понятия и терминология

К конструкциям *нулевого цикла* - относится часть сооружения ниже «нулевой» отметки здания, за которую условно принимают уровень чистого пола первого этажа.

Задачей конструкций нулевого цикла является восприятие нагрузок и распределение давления от здания на основание.

Основные геометрические параметры фундаментных конструкций (рис. 15.1):

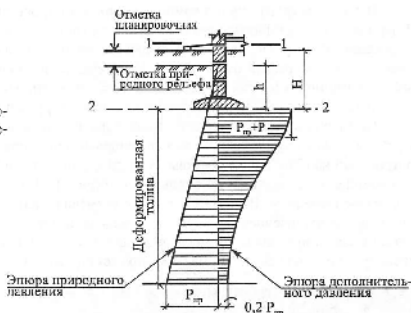


Рис 15.1. Схема глубины заложения фундамента и сжимаемой толщи основания

- *Обрез фундамента* (сечение 1-1) – верхняя плоскость конструкции;
- *Подшва фундамента* (сечение 2-2) нижняя плоскость фундамента, непосредственно опирающаяся на грунт;
- *Глубина заложения фундамента* - расстояние от отметки планировки территории (H) или от отметки естественного рельефа (h) до подошвы фундамента.

Могут быть варианты соотношений H и h:

$H > h$  - в случае подсыпки;

$H < h$  - в случае срезки;

$H = h$  - в случае совпадения стенок планировки и естественного рельефа.

Основания и фундаменты в значительной степени определяют устойчивость и прочность сооружений.

*Основание сооружения* - толща грунтовых пластов, воспринимающая давление от фундаментов и дающая осадку под действием этого давления, так называемая, деформируемая толща.

Различают два вида давлений:

*Природное* - от собственного веса пластов грунта, возрастающее по глубине оседания;

*Дополнительное* от здания (или сооружения)- уменьшающееся по глубине основания за счет увеличения площади распределения давления.

*Высота сжимаемой толщи основания* - считается от отметки подошвы фундамента до отметки, на которой величина дополнительного давления уменьшается до значения 0,2 природного давления ( $P_{дог.} = 0,2P_{пр}$ ).

Основания делятся на естественные и искусственные.

*Естественные основания* - толща грунта, залегающая под фундаментом и воспринимающая нагрузку от здания.

*Искусственные основания* - грунты, не способные в пределах сжимаемой толщи, воспринять нагрузку от здания, песуную способность которых увеличивает, прибегая к специальным инженерным мероприятиям.

### Основания

Для определения несущей способности и деформативности грунтов основания проводят инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания, предшествующие процессу проектирования и строительства. Цель исследования заключается в выявлении физических и механических свойств грунтов, расположения пластов и их мощностей, уровня грунтовых вод, их химического состава и скорости движения.

Исследования проводят путем бурения или шурфования. Образцы грунта отбирают при каждом изменении пласта, но не реже чем через 0,5 м. По результатам разведки составляют схемы геологического строения площадки строительства (рис.15.2), по которым устанавливается возможность использования основания в его естественном виде или необходимость проведения ряда мероприятий по его усилению.

К естественным основаниям предъявляют ряд требований:

- небольшая и равномерная сжимаемость;
- достаточная несущая способность;
- устойчивость к воздействию грунтовых вод;
- отсутствие «пучения» (пучение – это изменение объема грунта вследствие сезонного промерзания и оттаивания);
- неподвижность.

Все грунты классифицируются на пять групп:

А - скальные; Б - крупнообломочные; В - песчаные; Г - глинистые; Д – особые грунты (лессовые, вечномёрзлые, солончаковые).

В естественном состоянии между частинами грунта существуют поры, размеры которых уменьшается под действием нагрузок, что приводит к уплотнению, сжатию пластов основания и их осадки.

*Скальные грунты* - практически несжимаемы, не подвержены пучению и поэтому являются прекрасным основанием под здания, но трудны в разработке.

*Крупнообломочные грунты* - так же мало сжимаемы, водоустойчивы и обладают хорошей несущей способностью.

*Песчаные грунты* - могут воспринимать достаточно большое давление. Их свойства зависят от размера частиц (диаметром от 0,05 до 2,0 мм.) структурной массы и подразделяются на гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые.

*Гравелистые, крупные и средней крупности пески* являются хорошим основанием, под нагрузкой быстро осаживаются и при замерзании не вспучиваются.

*Мелкие и пылеватые пески* подвержены воздействиям грунтовых вод, могут приобретать свойство текучести.

*Пылеватые пески* - в водонасыщенном состоянии приобретают свойство плавучести.

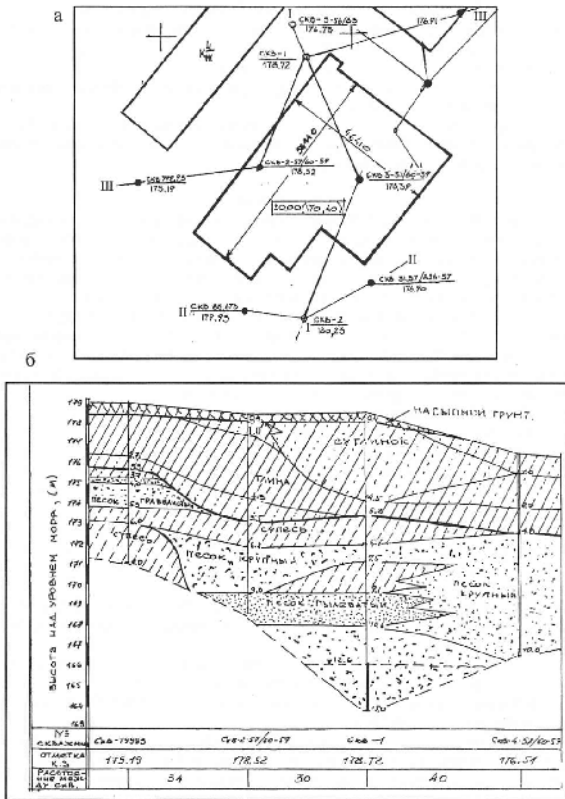


Рис. 15.2 Геологическое строение площадки строительства: а – план площадки с нанесением схемы расположения скважины; б – геологический разрез по линии III – III

Глинистые грунты - в зависимости от степени увлажнения изменяют свою несущую способность. В сухом и маловлажном состоянии хорошее основание. Незначительно и медленно деформирующиеся под действием нагрузок. При увлажнении глинистых грунтов их несущая способность снижается, и они из твердого могут переходить в пластичное состояние. Вспучивание при заморозании характерно для всех глинистых грунтов.

**Суглинки** — это глинистые грунты с примесями песка в различных пропорциях.

**Лессовидные грунты** - разновидность глинистых грунтов, содержащие крупные вертикальные поры. При увлажнении их структура быстро разрушается, и они дают *просадку*, приводящую к аварийному состоянию возведенных на таких основаниях сооружений.

**Лессовые грунты** строительной площадки по просадочности подразделяют на два типа: I тип - просадка грунта от собственного веса при замачивании не более 5 см, II тип — толщина грунта проседает более чем на 5 см.

При строительстве на лессовых грунтах осуществляют комплекс мероприятий, включающих подготовку основания (строительные методы укрепления и уплотнения грунтов), водозащитные (планировка территории, устройство водонепроницаемых отмолок, отвод аварийных вод за пределы зданий в ливневочную сеть) и конструктивные меры (повышение прочности и пространственной жесткости, разрезка зданий осадочными швами на отсеки, устройство железобетонных поясов, усиление фундаментных конструкций...).

Мероприятия по предотвращению аварийных ситуаций выбирают в соответствии с типом просадочности лессового грунта. Если для I типа лессовидного грунта достаточно провести инженерную подготовку основания и водозащитные мероприятия, то для II типа - необходимо добавить и конструктивные меры.

**Искусственные основания.** Существует три основных метода создания искусственного основания :уплотнение; укрепление; замена слабого грунта.

**Уплотнение** - это механический способ укрепления грунтов основания:

-поверхностное уплотнение с применением щебня или гравия осуществляется катками, трамбовками, вибраторами;

-глубинное уплотнение при помощи устройства песчаных или грунтовых свай. Осуществляется бурением скважин вибраторами с одновременной засыпкой песком. Благодаря вибрации песок утрамбовывается и хорошо заполняет скважины, уплотняя одновременно грунт основания.

**Укрепление** грунтов физико-химическими методами. В этих случаях грунт закрепляется за счет нагнетания через перфорированные трубы (инъекторы) растворов, создающие при затвердении камневидный грунт.

В зависимости от вида грунта применяют:

- **цементизацию** (жидкое цементное молоко) для крупных и средних песков, трещиновидных скальных пород;

- **битумизацию** (жидкие битумные мастики) для мелких и пылеватых песков;

- **силикатизацию** (растворы жидкого стекла и хлористого кальция) для пылеватых и лессовидных грунтов. Многие памятники архитектуры удалось спасти с помощью химического закрепления грунтов под их фундаментами: Успенский Собор, церковь Ризположения и святого Лазаря в Москве, здание Московской консерватории им. Чайковского, Одесский оперный театр и др.

-замена слабого грунта на более прочный преследует снижение напряжения в естественном грунте при передаче нагрузки от фундамента. Для этого устраивают гравийные или песчаные подушки высотой, обеспечивающей напряжение в естественном основании соответственно его несущей способности.

### Фундаменты

Проектирование фундаментов заключается в выборе его конструктивного типа, материала из которого он выполняется, а также глубины заложения и наиболее экономичного способа возведения подземной части здания.

#### Классификация фундаментов

Конструктивный тип фундамента зависит от особенностей конструктивной схемы здания, с одной стороны, и требований грунтовых условий, с другой. Фундаментные конструкции классифицируют на следующие группы: - ленточные, столбчатые, плитные, коробчатые, свайные.

*Ленточные* фундаменты представляют собой непрерывные ленты (подземные стены) под несущими стенами или каркасом наземной части здания.

*Столбчатые* - отдельно стоящие в виде стаканов или столбов. Отдельно стоящие столбы, с уложенными по ним фундаментными балками, применяют довольно часто при строительстве малоэтажных жилых домов. Фундаменты «стаканного» типа предназначаются для зданий каркасной конструктивной системы.

*Плитные фундаменты* представляют плиту под всем сооружением. Применяются при строительстве многоэтажных зданий, на неравномерно сжимаемых грунтах.

*Коробчатые фундаменты* проектируют для высотных зданий с тяжелыми нагрузками, приходящимися на его подземную часть. Они могут выполняться как в монолитном, так и сборно-монолитном вариантах.

*Свайные фундаменты* применяются при строительстве на слабых основаниях, при приходящихся на них значительных нагрузок и в индустриальном строительстве с целью снижения сроков строительства и трудозатрат.

#### Нагрузки и воздействия

Основная роль фундаментных конструкций заключается в восприятии и передаче воздействий от здания на основание. При этом они сами подвергаются ряду как силовых, так и не силовых воздействий.

К силовым статическим нагрузкам относят собственную массу конструкций здания и воспринимаемая им полезная нагрузка, «объемное» давление грунта, его упругий отпор и неравномерная деформация основания.

Кроме того фундамент испытывает ряд динамических воздействий: ветровые, сейсмические и вибрационные.

При высоком уровне стояния грунтовых вод возникает гидростатическое давление по боковой плоскости фундамента и его подошве, а при основании, состоящем из глинчатых грунтов, возникают силовые воздействия на конструкцию фундамента вдоль его вертикальных плоскостей.

К не силовым воздействиям относятся - переменные температура и влажность, как по высоте, так и по толщине фундамента (при наличии теплого повала или подполья); агрессивные воздействия химических примесей в составе грунтовых вод.

Поэтому при проектировании зданий и сооружений принимается ряд мер, обеспечивающих оптимальный режим эксплуатации конструкций нулевого цикла.

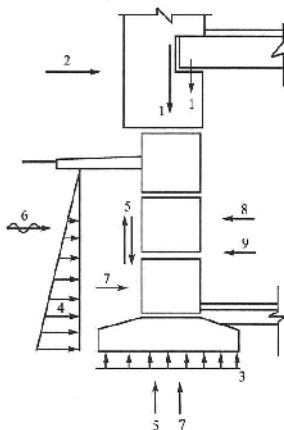
Например, воздействия сил гучения устраняют правильным выбором глубины заложения фундаментов; миграция грунтовой влаги через конструкцию может быть исключена или прервана при покоси устройства гидроизоляции; воздействие неравномерных осадок грунтов основания – их заменой или укреплением; горизонтальные подвижки и вибрации - отсылкой вертикальных пазух по внешнему контуру фундаментов амортизационными материалами (керамзитовый гравий, песок, шлак...).

Исходя из выше перечисленных нагрузок и воздействий, фундаментные конструкции должны обеспечивать – прочность, устойчивость, долговечность, а также экономичность и индустриальность при их возведении. Материал фундаментных конструкций, размеры сечения, форма, конструктивный тип и глубина заложения должны удовлетворять предъявляемым требованиям.

Материалом фундаментов служит естественный или искусственный камень. Наибольшее распространение получили бетонные и железобетонные (сборные и монолитные) конструкции. Применение бута и бутобетона ограничено местными условиями.

*Глубина заложения фундаментов* зависит: от конструктивных особенностей здания (наличие или отсутствие подвалов, разводки инженерных коммуникаций и др.); от глубины заложения фундаментов смежных зданий; от величины и характера нагрузок на основание; от геологических и гидрогеологических условий участка (виды грунтов, их несущая способность, наличие грунтовых вод, их отметки и колебания уровня); от климатических особенностей района строительства (глубина промерзания грунта).

Глубина заложения фундаментов под наружные стены и колонны (тапливаемых зданий) при непучинистых грунтах не зависит от глубины промерзания и может назначаться минимальной равной 0,5 м от уровня проектной планировочной отметки поверхности земли.



**Рис. 15.3.** Основные воздействия на конструкции фундамента и стены подвала: 1 – вертикальные нагрузки; 2 – горизонтальные силовые воздействия; 3 – отпор грунта; 4 – боковое давление грунта; 5 – силы гучения грунта; 6 – вибрации; 7 – миграция грунтовой влаги; 8 – тепловой поток; 9 – диффузия водного пара

В случаях, когда основание фундамента состоит из рыхлых или слоистых и пучению грунтов (крупнообломочных с глиняным заполнением, пылеватых и мелкозернистых песков, супесей, суглинков и глин) глубину заложения фундаментов назначают в зависимости от нормативной глубины сезонного промерзания грунта, оговоренной в задании на проектирование наряду с геологическими и гидрогеологическими данными строительной площадки.

При отсутствии исходных данных следует определять нормативное значение глубины промерзания грунтов по СНиП 2.02.01-87.\* «Основания зданий и сооружений», а также СНиП 23-01-99 «Строительная климатология и геофизика». Расчетную глубину заложения фундаментов наружных стен и колонн отапливаемых зданий определяют умножением нормативного значения глубины промерзания на понижающий коэффициент, учитывающий тепловой режим подвальной части здания и конструктивные особенности цокольного перекрытия.

Ниже приведен пример расчета определения глубины заложения фундамента на основании требований, изложенных в выше перечисленных СНиПах

**Пример. Определение глубины заложения фундамента.**

**1. Исходные данные.**

- ♦ Наименование района строительства ..... Москва
- ♦ Характеристика грунтов площадки ..... суглинки
- ♦ Уровень грунтовых вод ..... на глубине 3,0м. от поверхности земли

II. *Определить на основе теплотехнических расчетов глубину заложения фундамента в соответствии с требованиями СНиП 2.0 2.51 – 87\**

1. Нормативная глубина сезонного промерзания ( $d_{н}$ ) определяется по формуле:

$$d_{н} = d_0 \sqrt{M_t} \quad \text{л/}$$

где,  $M_t$  - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе, принимаемый по СНиП 23-01-99/Строительная климатология и геофизика/ или по результатам наблюдений гидрометеорологических станций данного района.

$d_0$  - величина, принимаемая равной для:

- ♦ суглинков и глин ..... 0,23 м.
- ♦ супесей, песков мелких и пылевидных ..... 0,28 м.
- ♦ песков гравелистых, крупных и средней крупности ..... 0,30 м.
- ♦ крупнообломочных грунтов ..... 0,34 м.

для города Москвы значение  $M_t = 34,3$  определено в результате подсчета по ниже приведенной таблице:

месц.	XI	XII	I	II	III
среднемесячная температура	-2,20	-7,50	-10,20	-9,66	-4,70

для суглинков  $d_0 = 0,23$  м,

$$d_{н} = 0,23 \sqrt{34,3} = 1,26 \text{ м.}$$

2. Расчетная глубина сезонного промерзания  $d_r$  (м) определяется по формуле:

$$d_r = k_f d_{н},$$

где,  $k_f$  - коэффициент, учитывающий влияние теплового режима сооружения по табл. 1 СНиП 2. 02. 01 – 87\*.

Данный коэффициент учитывает, как среднесуточную температуру воздуха в помещении прилегающем к наружным фундаментам, так и конструктивные особенности дощельного перекрытия. Считая, что здание проектируется с подвалом (техническим подпольем) с температурой воздуха в помещении подвала равной  $10^{\circ}\text{C}$ , коэффициент  $k_0$  - принимается по вышеназванной таблице 1 СНиП 2.02.01-87\*,  $k_0 = 0,6$ , тогда -  $d_f = 0,6 \cdot 1,26 = 0,76$  м.

2. Глубина заложения фундаментов под наружные стены отапливаемых зданий должна назначаться в зависимости от отметки уровня грунтовых вод, чтобы не допустить морзного пучения грунтов оснований.

Это условие отражается таблицей 2 СНиП 2.02.01-87\*. Условия таблицы наглядно представлены на схеме 1, отражающая зависимость глубины заложения фундамента от отметки уровня грунтовых вод и характеристики грунтов основания.

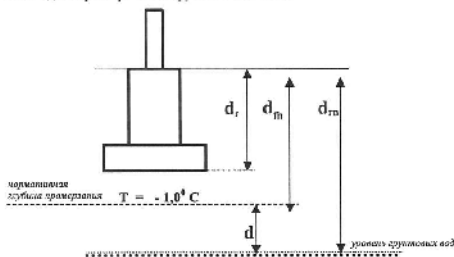


Схема 1. Расчетные параметры:

$d_f$  - глубина заложения фундамента;

$d_н$  - нормативная глубина сезонного промерзания;

$d_{гв}$  - уровень грунтовых вод;

$d$  - расстояние между глубиной промерзания и уровнем грунтовых вод.

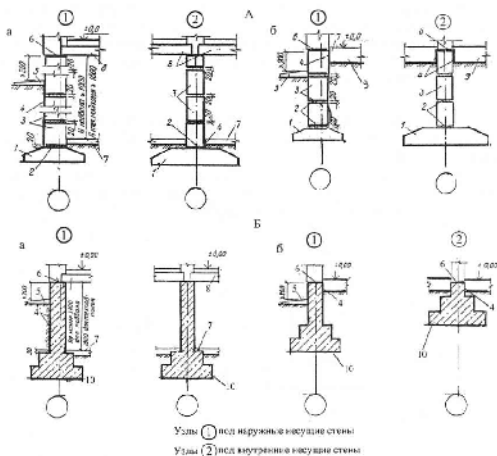
*Назначение глубины заложения фундамента в зависимости от уровня грунтовых вод.*

1. глины, суглинки  $d_f > d_н$
2. пески (мелкие), суглики при  $d > 2,0$  м  $d_f < d_н$
3. пески (крупные), гравий скалистый  $d_f$  не зависит от  $d_н$

Глубину заложения фундамента в приведенном примере (при суглинистом основании) следует назначать ниже уровня промерзания (смотри расчет пункт 2, где  $d_н = 1,26$  м). Поэтому назначаем глубину заложения фундамента равной 1,30 м.

### Конструкции фундаментов

Ленточные фундаменты подразделяются на сборные и монолитные (рис. 15.4). Монолитные фундаменты выполняются из каменной кладки или бетона. Фундаменты бутовой кладки применяют в малоэтажном строительстве в районах, где бутовый камень является местным материалом. Конструкция нежесткая и трубуема. Наиболее рационально выполнять монолитные фундаменты из бетона с применением инвентарной опалубки. Уширение фундамента к подошве для уменьшения давления на грунт осуществляется уступами шириной 150-250 мм. Высота уступа зависит от материала фундамента: 350-600 мм (бутовый при двух рядах кладки) и 300 мм (бутобетонный).



**Рис. 15.4.** Конструкции ленточных фундаментных стен: А – из сборных бетонных блоков; Б – монолитные фундаменты; а – сечения фундаментов под стены зданий с подвалами; б – сечения фундаментов под стены зданий без подвала; 1 – фундаментная плита; 2 – цементно – песчаный раствор; 3 – бетонные стеновые блоки; 4 – обмазка горячим битумом за два раза; 5 – отмостка; 6 – два слоя толя или гидроизола на битумной мастике; 7 – конструкция пола подвала; 8 – шпальное перекрытие; 9 – конструкция перекрытия первого этажа по грунту; 10 – монолитная фундаментная подушка

Ленточные фундаменты из сборных бетонных и железобетонных элементов являются наиболее рациональным решением при наличии индустриальной базы. Конструкция непрерывных ленточных фундаментных стен собирается из железобетонных трапециевидного сечения блоков-подушек и прямоугольных бетонных стеновых блоков сплошных или пустотелых, укладываемых рядами на цементном растворе с перевязкой вертикальных швов. В местах пересечения стен и в угловых соединениях горизонтальные ряды кладки армируются стальными сварными сетками. (рис. 15.5).

Пустотелые блоки для стен подвалов могут применяться только в условиях сухих грунтов, с низким уровнем грунтовых вод.

При основании из сухих и маловлажных песков для зданий малой и средней этажности - устраивают прерывистые фундаменты (подушки раскладывают с зазором, с последующей засылкой их сухим песком). При различных отметках заложения фундаментов наружных и внутренних стен здания, переход от пониженных отметок уровня подошвы к повышенным должен быть отнесен от места пересечения стен и осуществляться уступами с отношением его длины к высоте, как 2:1 (при длине уступа в 1,2 м - высота должна быть не более 0,6 м).

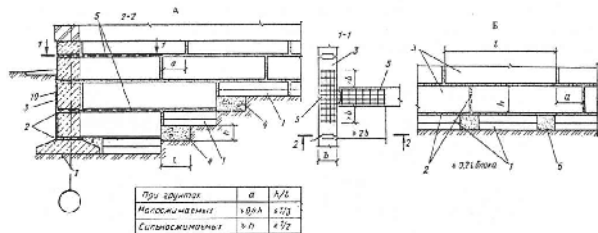


Рис. 15.5. Детали конструкций сборных ленточных фундаментов: А – примыкание фундаментов наружной и внутренней стен; Б – деталь прерывистого ленточного фундамента; 1 – фундаментная плита; 2 цементно – песчаный раствор; 3 – бетонные блоки стен подвала; 4 – монолитный бетон; 5 – арматурная сетка; 6 – засыпной утрамбованный грунт

Наиболее индустриальным решением являются ленточные фундаменты панельных зданий стеновой конструктивной системы (рис. 15.6). Они выполняются из железобетонных подушек и цокольных панелей стен подвала или технического подполья. Панели внутренних стен могут быть глухими или иметь проемы для проходов и пропуска коммуникаций.

Наружные цокольные панели проектируют утепленными или холодными в зависимости от теплового режима подвальной части здания.

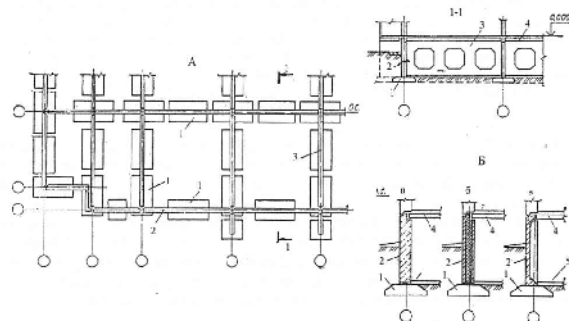
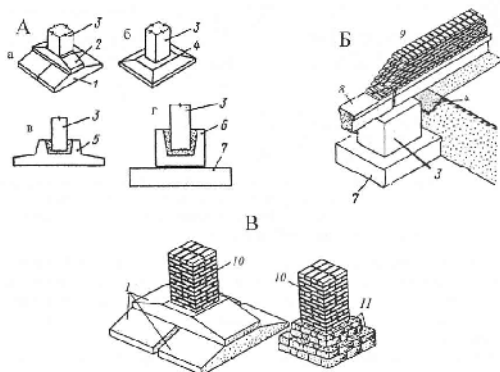


Рис. 15.6. Сборные ленточные фундаменты панельных зданий: А – фрагмент плана при несущих продольных и поперечных стенах; Б – варианты конструкций наружных цокольных панелей, а – легкогобетонных б – трехлопных; в – ребристых железобетонных; 1 – железобетонная фундаментная подушка; 2 – наружная цокольная панель; 3 – цокольная внутренняя панель; 4 – цокольное перекрытие; 5 – конструкция пола подвала

Столбчатые фундаменты применяют при строительстве малоэтажных зданий, передающих на грунт давление меньше нормативного, или при глубоком заложении (3-5 м) несущего слоя грунта основания (рис.15.7).



**Рис. 15.7.** 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

Столбчатые фундаменты могут быть монолитными и сборными. При стеновой конструктивной системе возводимого сооружения, они устанавливаются под углами стен, в местах пересечений наружных и внутренних стен, но не реже чем через 3-5 м по длине стены.

Фундаментные столбы связывают железобетонными балками, на которых возводят стены. Балки имеют прямоугольное, тавровое или Г-образное сечение. Для предотвращения фундаментных балок при осадках здания от выпирания грунта, под ними оставляют зазор величиной в 5-7 см, а при вероятности выпирания фундаментных балок, вследствие пучения грунтов оснований, устраивают песчаные отсыпки на глубину 50-60 см.

Для каркасных зданий индустриального строительства применяют сборные фундаментные элементы в виде «стаканов» или «пирамид», устанавливаемых на фундаментные подушки, уложенные по песчаной подготовке высотой 5-10 см (рис.15.8). Колонны заводят в отверстия стаканов с последующим бетонированием. При установке пирамид на фундаментные подушки колонны сваривают с оголовком пирамиды.

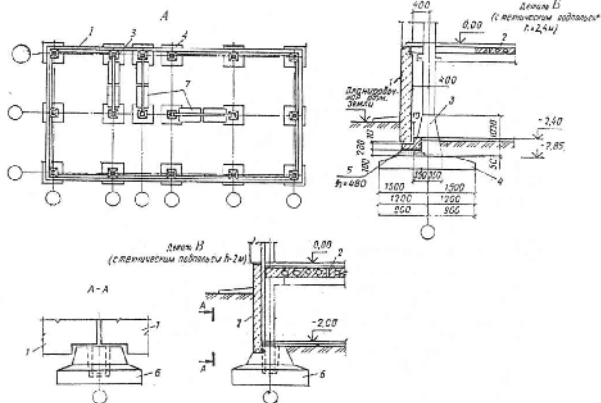


Рис. 15.8. Фундаменты каркасно - панельного здания: А - схема плана; Б, В - детали опирания колонны на фундаментные пирамидки (Б) или на фундаментные стаканы (В); 1 - наружная цокольная панель; 2 - цокольное перекрытие; 3 - пирамидальное основание колонны; 4 - фундаментная подушка; 5 - фундаментная балка; 6 - фундаментный стакан под колонну

В каркасных зданиях ленточные фундаменты устраивают из железобетонных подушек под цокольные панели стен-диафрагм жесткости и стен лестничных клеток.

Цокольные наружные панели опирают непосредственно на фундаментные стаканы или на специальные фундаментные балки, уложенные на стаканы.

*Плитные фундаменты* устраивают при значительных нагрузках от сооружения; низкой несущей способности грунтов основания; при недопустимости неравномерных осадок здания; при необходимости надежной защиты основания от проникновения влаги. Фундаментные плиты могут иметь плоскую или ребристую конструкцию. В зданиях с несущими стенами, их устанавливают на ребра фундаментной плиты. В каркасных зданиях колонны устанавливают в местах пересечений ребер (рис.15.9).

Иногда для соединения отдельно стоящих фундаментов в единую жесткую систему проектируют конструкцию фундаментов из перекрестных железобетонных лент, не соединенных плитой.

*Коробчатые фундаменты* (рис.15.10) обладают повышенной жесткостью, применяются для высотных зданий с тяжелыми нагрузками. Верхняя и нижняя плиты такой конструкции соединены монолитными вертикальными стенами (ребрами) на всю высоту подземной части здания.

Верхняя плита может выполняться как в монолитном, так и сборном вариантах. В зависимости от объемно-планировочного решения здания коробчатые фундаменты могут иметь высоту в 2-3 этажа.

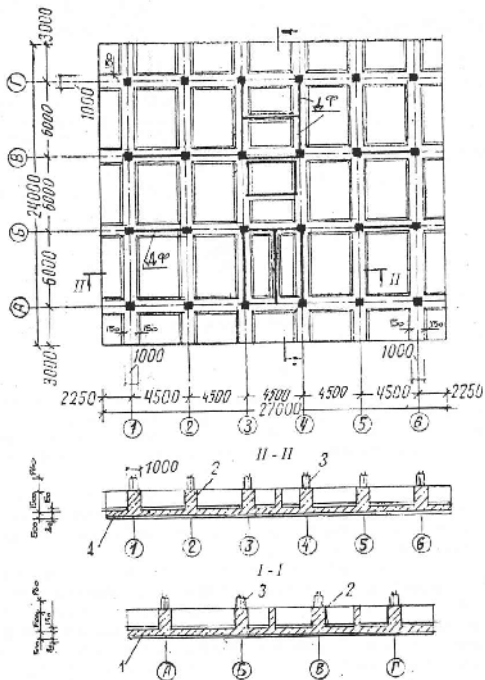


Рис. 15.9. Пример плитного фундамента каркасного здания: 1 – сплошная железобетонная плита с ребрами вверх; 2 – ребра плиты; 3 – колонны; ДФ – диафрагмы жесткости

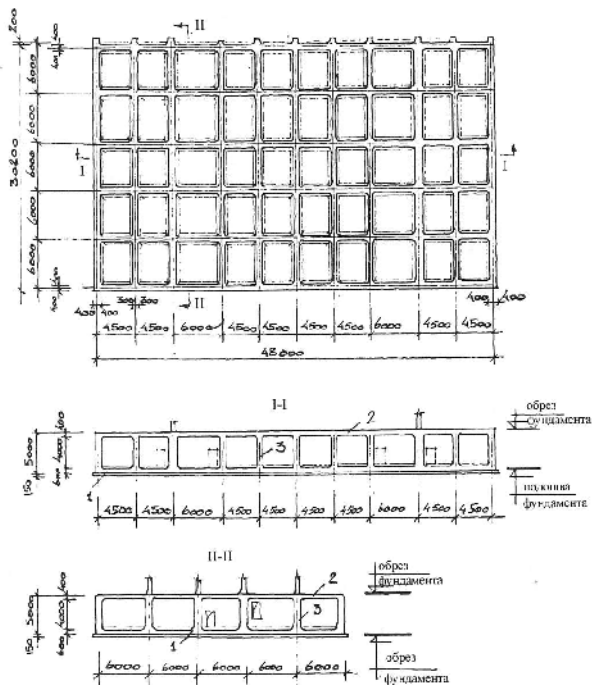


Рис. 15.10. Пример решения фундамента в виде железобетонных замкнутых коробок: 1 – нижняя плита; 2 – верхняя плита; 3 – поперечные стенки фундамента

Свайные фундаменты применяют при разнообразных грунтовых условиях для зданий различных конструктивных систем и этажности. Свайные фундаменты устраивают на деревянных, бетонных и стальных сваях. По способу погружения в грунт различают - забивные и набивные сваи. *Забивные* - погружают в грунт в готовом виде, *набивные* - изготавливают непосредственно в грунте в заранее пробуренных скважинах.

По характеру работы в грунте различают - сваи стойки (острие сваи опирается на прочный грунт) и висячие сваи, передающие нагрузку при помощи силы трения между поверхностью сваи и грунта (рис.15.11).

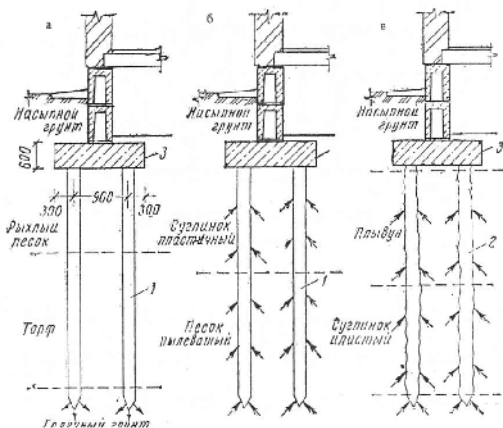


Рис 15.11. Свайные фундаменты: а - сваи - стойки; б, в - сваи висячие; 1 - забивные сваи; 2 - набивные сваи; 3 - железобетонный ростверк

В зависимости от величины передаваемых на грунт нагрузок и механических свойств грунта сваи устанавливают в один-два ряда или в шахматном порядке, соединяя их оголовки монолитными или сборными балками-ростверками, для равномерного распределения нагрузок. (рис. 15.12). Совместная работа сваи и сборной ростверка обеспечивается сваркой. В монолитном варианте сваривается арматура сваи и каркас ростверка.

Расстояние между сваями устанавливается расчетом, но должно быть не менее трех толщин (диаметров) свай.

В панельных зданиях высотой не более 12 этажей с перекрёстно-стеновой конструктивной схемой, с плитой перекрытия размером на конструктивную ячейку - применяют *безростверковый* свайный фундамент. Роль ростверка в этом решении выполняют продольные и поперечные стены первого этажа.

Ри  
рж  
3 -

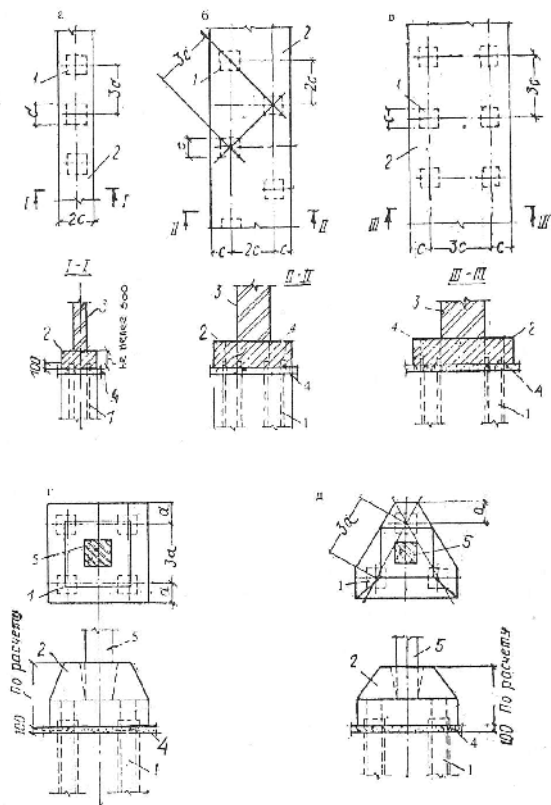


Рис 15.12. Схемы расстановки свай под фундаментами: а – однорядная; б – шахматная; в – двухрядная; г, д – варианты свайного фундамента под колонну; 1 – свая; 2 – монолитный ростверк; 3 – стена здания; 4 – железобетонная или бетонная подготовка; 5 – колонна

Конструкции нулевого цикла гражданских зданий требуют устройства *гидроизоляции*. Выбор варианта конструктивного решения гидроизоляции зависит от характера воздействия грунтовой влаги. От режима расположенных помещений и водонепроницаемости материалов конструкций подземной части здания.

Влага поступает в фундаментные конструкции через грунт атмосферной влагой или грунтовой водой. Капиллярный подсос влаги вызывает отсыревание стен подвала и первого этажа. Препградой этому процессу служит устройство горизонтальной и вертикальной гидроизоляции (рис.15.13).

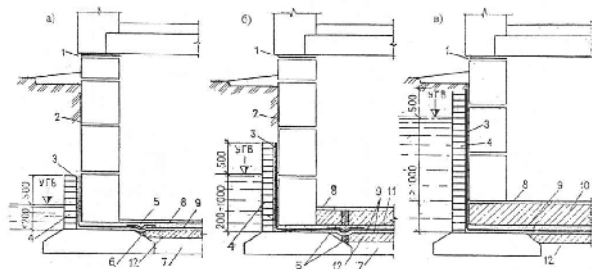


Рис. 15.13. Гидроизоляция фундаментов: а – при напоре грунтовых вод менее 200 мм; б – при напоре 200 – 1000 мм; в – при напоре свыше 1000 мм; 1, 2, 3 – гидроизоляции: рулонная (1), окрасочная (2) (промазка горячим битумом за два раза), оклеечная (3); 4 – защитная стенка из кирпича; 5 – стеклоткань; 6 – деформационный шов; 7 – глина; 8 – пол подвала; 9 – стяжка; 10 – железобетонная плита; 11 – пригрузочный слой бетона; 12 – бетонная подготовка

При отсутствии в здании подвальной части горизонтальную гидроизоляцию укладывают в уровне цоколя выше отметки уровня поверхности земли, а во внутренних стенах – в уровне обреза фундамента. При наличии подвала прокладывают второй уровень горизонтальной гидроизоляции по его полом. Горизонтальная гидроизоляция выполняется из двух слоев рулонного материала (рубероида на мастике, гидроизол, гидростеклоизол, изопласта и др.) или слоя асфальтобетона, цемента с гидроизоляционными добавками.

Вертикальная гидроизоляция предназначена для защиты стен подвалов.

Ее конструкция зависит от степени увлажнения грунтов основания. При сухих грунтах ограничиваются двухразовой обмазкой горячим битумом, флизиолом или седеконной мастикой. При влажных грунтах – устраивают влагостойчивую цементную штукатурку с оклеечной гидроизоляцией рулонными материалами за два раза. Для защиты вертикальной гидроизоляции устанавливают прижимные стенки из кирпича или асбестоцементных листов.

При высоком уровне грунтовых вод принимаются специальные меры усиления конструкций фундаментов, вплоть до устройства герметических коробчатых конструкций из железобетона или металла.

собст  
прия  
таль  
гося

Рис. 1  
верти  
роизо  
мости  
клюд  
ся п  
11 – 3

стекл  
мент  
стен  
толщ  
щитн  
выпо  
руша

изоля

Промышленная индустрия вырабатывает гидроизоляционные материалы, способствующие упрощению технологии защиты фундаментных конструкций от неблагоприятных воздействий грунтовых вод. На рис. 15.14 приведен пример решения горизонтальной и вертикальной гидроизоляции фундаментных стен при помощи самоклеящегося рулонного битумного материала на основе стеклоткани.

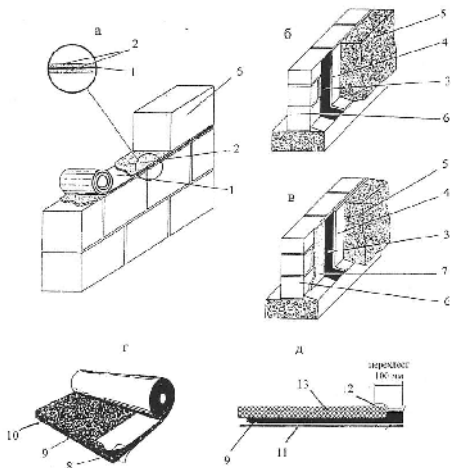


Рис. 15.14. Гидроизоляция подземной части здания: а, б, в – гидроизоляция горизонтальная (а) и вертикальная (б, в); г – самоклеящиеся ленты; д – состав самоклеящейся рулонной ленты; 1 – гидроизоляционная лента, армированная стеклотканью; 2 – подкладочный и защитный слой из цементного раствора; 3 – гидроизоляционная мастика; 4 – внешний защитный и дренажный самоклеящийся материал; 5 – грунт; 6 – стена фундамента; 7 – цементный раствор; 8 – самоклеящаяся полоса по краю рулона шириной 60 мм; 9 – битумный слой; 10 – геотекстильная прокладка; 11 – защитный слой из прорезиненной бумаги; 12 – прорезиненный охранный слой

При выполнении горизонтальной гидроизоляции битумная лента, армированная стеклянной сеткой, укладывается по цементному слою и защищается по верху также цементным раствором. (рис.15.14, а). Для вертикальной гидроизоляции вертикальных стен подземной части зданий (рис.15.14, б,в) состав самоклеящейся рулонной ленты толщиной в 2 мм многослоен – битумная лента на основе стеклоткани имеет нижний защитный слой из прорезиненной бумаги и верхний слой из геотекстильного материала, выполняющего роль дренажного слоя, а также защищающего от корней растений, разрушающих конструкции подземной части зданий.

При устройстве монолитной плиты фундамента под ней прокладывают гидроизоляцию из двух слоев рулонного гидроизоляционного материала, препятствующего



## Глава 16. Каркасы

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

Основное компоновочное преимущество каркасных систем в свободе планировочных решений, в связи с редко расставленными колоннами, имеющие 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 материалы прочные и жесткие - для несущих элементов каркаса, и тепло - звукоизоляционные материалы - для ограждающих. Использование высокоэффективных материалов позволяет добиться снижения веса здания, что положительно сказывается на статических свойствах здания.

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

### 1. По характеру статической работы: (рис. 16.1)

- *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 (создание рамных конструкций) и вертикальными связями, расположенными в перпендикулярном направлении рамам каркаса. Связями служат стержневые элементы (крестовые, порталные) или стеновые диафрагмы., соединяющие соседние ряды колонн. Вертикальные и горизонтальные нагрузки воспринимаются рамами каркаса и вертикальными пилонами жестких связей.

- *связевые* - отличаются простотой конструктивного решения соединений колонн с ригелями, дающее подвижное (шарнирное) закрепление. Каркас (колонны, ригели) воспринимает только вертикальные нагрузки. Горизонтальные усилия передают 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.*

*Рамная система* каркасных зданий обладает большой жесткостью, устойчивостью и создает максимальную свободу планировочных решений. Система обеспечивает надежность в восприятии нагрузок и равномерность деформаций рам, расположенных в здании в продольном и поперечном направлениях. Недостаток (при сборном железобетонном каркасе) - сложность в унификации узловых соединений из-за разных величин усилий в них по высоте здания. Такое решение железобетонного каркаса наряду со стальным находит применение в сложных грунтовых условиях и в сейсмических районах.



Рис. 16.1. Конструктивные схемы кирпичных зданий: а – рамная; б – рамно – связевая; в – связевая; 1 – колонна; 2 – ригель; 3 – рамный узел; 4 – плоскость перекрытия; 5 – стены (диафрагма) жесткости; 6 – шарнирный узел

рез  
стр  
ши  
мел  
он  
юг  
дни  
пер  
блс  
зев  
тиз  
ма  
кар  
каг  
ме:  
код  
ны  
ноч  
ло:  
1.0  
кас  
кр  
до:  
гос  
нес  
ше  
в н

При изготовлении рамного каркаса из сборного железобетона применяется резка его несущих элементов на Г-Т-Н-образные элементы, связывающая перпендикулярно узловые соединения в наименее напряженные участки — места нулевых изгибающих моментов от вертикальных нагрузок.

**Рамно-связевая система** обеспечивает пространственную жесткость за счет совместной работы поперечных рам, вертикальных диафрагм жесткости и перекрытий, выполняющих функцию жестких горизонтальных дисков. Вертикальные нагрузки передают на каркас как на рамную систему. Горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно плоскости рам, воспринимают вертикальные диафрагмы жесткости и диски перекрытий, а нагрузки, действующие в плоскости рам, воспринимает рамно-связевая блок, состоящий из вертикальных диафрагм жесткости и рам каркаса.

В результате проведенных теоретических исследований доказано, что рамно-связевая система удовлетворяет условию минимального расхода материала в несущих вертикальных конструкциях при нулевой жесткости поперечных рам, то есть когда система превращается в чисто *связевую*.

**Связевая система** все вертикальные нагрузки передает на стержневые элементы каркаса (колонны и ригели), а горизонтальные усилия воспринимают жесткие вертикальные связевые элементы (стенные диафрагмы и ядра жесткости), объединенные между собой дисками перекрытий. В связевом каркасе ограничена прочность и жесткость стыков ригелей с колоннами. Узлы конструируют наплавами с помощью стальных стержней («рыбу»), ограничивающих защемление.

Внедрение связевой системы в производство элементов сборного железобетонного каркаса позволило провести широкую унификацию его основных элементов (колонн и ригелей) и их узловых соединений.

Разработана номенклатура индустриальных железобетонных изделий серии 1.020-1 (рис. 16.2), позволяющая возводить как гражданские, так и промышленные каркасно-панельные здания любой конфигурации и этажности.

В состав номенклатуры серии помимо колонн и ригелей, включены панели перекрытий, диафрагм жесткости и наружных стен.

Из унифицированных элементов могут быть запроектированы каркасы с продольным и поперечным расположением ригелей.

**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 3,0; 6,0; 7,2; 9,0 и 12,0 м.
- шаг колонн в направлении пролета ригелей соответствует 3,0; 6,0; 7,2 и 9,0 м.
- высота этажей в соответствии с назначением и укрупненным модулем ЗМ составляет 3,3; 3,6; 4,2; 6,0 и 7,2 м.

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

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

**Конструктивные элементы:**

- колонны имеют высоту в 2 - 4 этажа, что позволяет в зданиях, с соответствующей этажностью, применять бесстыковые колонны. Наряду с бесстыковыми колоннами в номенклатуру включены следующие типы колонн: - нижние высотой в два этажа и

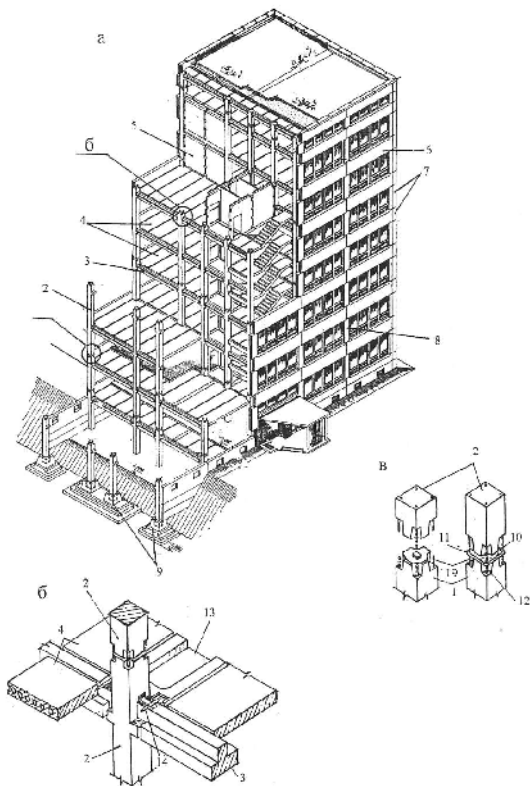


Рис. 16.2. Каркасное здание серии 1.020 - 1: а - аксиометрическая схема конструкции здания; б - узел сборки перекрытия около колонны, в - узел стыковки колонны; 1, 2 - колонны одноэтажные (1) и двухэтажные (2); 3 - ригель; 4 - плиты перекрытия; 5 - стенки диафрагмы жесткости; 6, 7, 8 - стеновые панели поясные(5), угловые (7) и прогеселенные (8); 9 - фундаментные конструкции; 10 - выпуски арматуры колонны; 11 - стальной хомут; 12 - бетон замоноличивания; 13 - панель - распорка перекрытия; 14 - стальные соединительные детали

расп  
четы  
длин  
лонг  
уста  
ноко  
стен  
в лес  
юлн

умен  
той  
дени

Плг  
на р  
ют м  
тойч

свое

сбор  
меж  
ноч  
кий  
верт

тонн  
дах,  
руко  
3,0  
фраг  
тале  
лич

сущ  
В не  
пане

посе  
Пан  
стол

20 м

расположением низа колонны ниже нулевой отметки на 1,1м; средние – высотой в три четверти и верхние в один-три этажа. Предусмотрены колонны сечением 30х30 см для зданий высотой до 5-ти этажей и колонны сечением 40х40см для всех остальных. Колонны выпускаются двухконсольными и одноконсольными. Двухконсольные колонны устанавливаются по средним и крайним рядам при навесных панелях наружных стен. Одноконсольные колонны располагают по крайним рядам при самонесущих наружных стенах и по средним рядам при одностороннем примыкании стен-диафрагм жесткости в лестничных клетках. Стык осуществляется на сварке выпусков арматуры с последующим замоноличиванием и расположением его выше плоскости консоли на 1050 мм.

- *Ригели* - таврового сечения с полкой пониже для опирания плит перекрытия, что уменьшает его конструктивную высоту. Стык ригеля с колонной выполняет со скрытой консолью и приваркой к закладным деталям консоли и колоппы (частичное защемление).

- *Перекрытия* - многослойные плиты высотой 220 мм и пролетом до 9,0м. Плиты типа 2Т применяют для пролетов 9 и 12м. Элементы перекрытий разделяют на рядовые и связевые (плиты распорки). Связевые плиты перекрытия устанавливают между колоннами в направлении перпендикулярном ригелям, обеспечивая их устойчивость.

Перекрытия испытывают поперечный изгиб от вертикальных нагрузок и изгиб в своей плоскости от горизонтальных (ветровых, динамических) воздействий.

Необходимая жесткость горизонтального диска перекрытия, собираемого из сборных железобетонных элементов, достигается установкой связевых плит-распорок между колоннами, стальной закладных соединительных элементов и устройством шпальных швов из цементного раствора между отдельными плитами. Полученный жесткий горизонтальный диск, воспринимающий все нагрузки, включает в совместную работу вертикальные диафрагмы жесткости.

*Стены - диафрагмы жесткости* монтируют из бетонных панелей высотой в этаж, толщиной 140мм. и длиной, соответствующей расстоянию между колоннами в пределах, которых они установлены. При шпале колонн 7,2 и 9,0м стены-диафрагмы проектируют составными из двух-трех панелей, с координационными размерами по ширине 1,2, 3,0 и 6,0 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 36,0 м.

*Панели наружных стен* могут быть запроектированы самонесущими или висящими (навесными) конструкциями. (рис.16.3). Разрезка стен на панели - двухрядная. В номенклатуру входят поясные простеночные, под карнизные, паралетные, шокольные панели.

Панели самонесущих стен устанавливают по цементно-песчаному раствору на шокольные или простеночные панели и крепят поверху к закладным деталям колонн. Панели висящих стен навешивают на ригели, консоли или опорные металлические столики колонн и закрепляют в плоскости перекрытия.

Привязка панелей самонесущих и несущих стен к каркасу единая – с зазором 20 мм между наружной гранью колонны и внутренней гранью панели наружной стены.

Изоляция стыков панелей решена по принципу закрытого стыка.

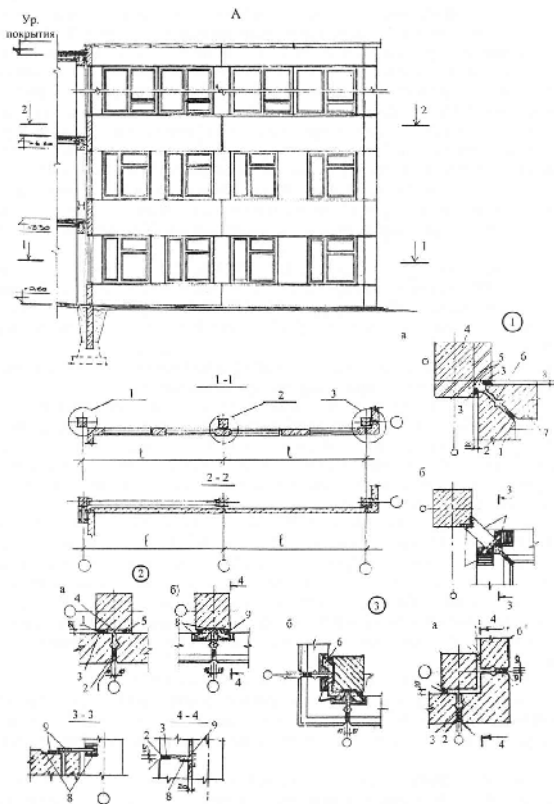


Рис. 16.3. Фрагмент фасада каркасного здания серии 1.020-1: А — схема разрезки наружной стены на панели; а — герметизация вертикальных стыков; б — крепление верха панели к колонне; 1 — защитный слой; 2 — эластичная мастика; 3 — упругий шнур (гермит); 4 — колонна; 5 — кирпичная кладка; 6 — цементный раствор; 7 — наружная стеновая панель; 8 — стальные закладные детали; 9 — стальные соединительные элементы



Компактные в плане отапливаемые здания длиной до 150 м проектируют без температурных швов. Здания с изрезанным очертанием плана, приводящее к ослаблению горизонтальных дисков перекрытий, расчленяют на температурные блоки, длина которых увязана с членением объемной формы здания, но не превышает 60 м.

Как и в серии 1.020.1 каркас КМС-К1 собирают из колонн, ригелей, плит перекрытий, панелей жесткости и навесных панелей наружных стен.

*Колонны* - выполняют одно- и двух-этажными, с одного сечения 400х400 мм, а их несущая способность меняется с изменением марок бетона и процента армирования переходом от гибкой (стержни) к жесткой (стальные профили) арматуре. В серии предусмотрены колонны рядовые, фасадные и колонны с вылетом консолей до 1,2 или 1,8 м., служащие опорами для плит балконов и лоджий.

Стык колонны располагают на 710 мм выше плиты перекрытия, что упрощает монтаж. При монтаже колонн применяют специальные кондукторы, обеспечивающие соосность. Соединение осуществляется ванной сваркой плоских торцов колонн, с последующей иньекцией цементного раствора.

Ригели - таврового сечения высотой 450, 600 и 900 мм (последний для пролетов в 12,0м). Колонну соединяют с ригелем при помощи его опирания на скрытую (в высоте ригеля) консоль и с частичным заземлением установленной по верхней полке ригеля специальной фасонки - «рыбки», а также сваркой с закладными элементами консоли колонны. Значения воспринимаемых таким узлом изгибающих моментов и растягивающих усилий ограничены пределом текучести «рыбки». Поэтому в расчетах при восприятии вертикальных нагрузок заземление ригеля на опоре не учитывают, рассматривая его как шарнирное соединение.

Различают ригели рядовые и фасадные. Ригель фасадный имеет Z - образную форму, которая диктуется особенностью его работы - опирание плит перекрытий на нижнюю полку с одной стороны и навесной наружных стеновых панелей на верхнюю полку с другой стороны.

Перекрытия - выполняют из многопустотных настилов высотой в 220 мм. Настилы различают в соответствии с размещением в плане - рядовые, фасадные, настилы-распорки, сантехнические и доборные.

Для создания единого диска перекрытия боковые поверхности настилов имеют шпунтовые углубления, которые (после их раскладки) замоноличивают, создавая шпунтовые швы, воспринимающие сдвигающие усилия..

Стены жесткости - проектируют из железобетонных панелей высотой на этаж и толщиной в 180 мм. Они имеют одну или две полки для опирания настилов перекрытий. Соединение с несущими элементами каркаса осуществляют при помощи стальных сварных связей числом не менее двух по каждой стороне.

Панели наружных стен - могут иметь горизонтальную или вертикальную разрезку по фасадной плоскости здания (рис. 16.5).

При двухрядной (горизонтальной) разрезки панели наружных стен подразделяют на поясные (лепточные), простеночные и угловые.

Координационные размеры панелей наружных стен горизонтальной разрезки по длине соответствуют шагу колонн, а по высоте составляют - 1,2; 1,5; 1,8 и 3,0 м. Простеночные панели могут быть высотой в - 1,5; 1,8 и 2,1м, а шириной кратны модулю 300 мм.

При вертикальной разрезке - все размеры панелей по длине и высоте кратны модулю 300 мм.

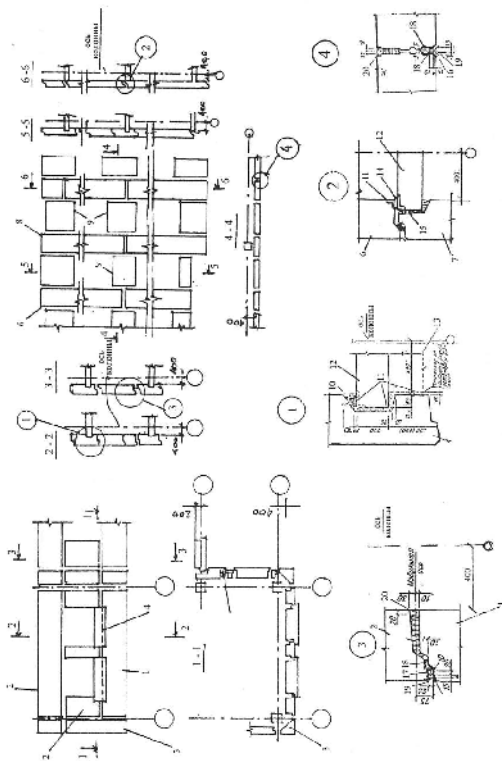


Рис. 16.5. Фрагменты фасадных панелей каркаса КМС-1: А, Б — разрезка наружных стеновых панелей; горизонтальная (А) и вертикальная (Б); 1, 2, 3, 4 — стеновые панели; — панель (1), простеночная (2), угловая (3) и полукожная (4); 5 — металлическая стойка; 6, 7, 8, 9 — панели вертикальной разрезки фасадной плоскости; панель на этаж (6), панель с нижним выносом (7), панель с верхним выносом (8) и простеночная панель (9); 10 — опорные элементы; 11 — цементный раствор; 12 — панель перегородки; 13 — фасадный ригель; 14 — стальная соединительная планка; 15 уплотнительный шнур; 16 — армирующая лента; 17 — мастика; 18 — герметик; 19 — защитная краска; 20 — заглушка

Узел опирания панелей наружных стен унифицирован для разных систем перекрытия на панели фасадных плоскостей. Панели опирают на несущую конструкцию перекрытия (ригель, или настил) на глубину в 100 мм и приваривают при помощи закладных и соединительных элементов на расстоянии 600 мм в плане от оси колонны. Верх панели крепят к колонне, так же с помощью сварки соединительных элементов.

Горизонтальные стыки панелей наружных стен осуществляются в четверть с нахлесткой в 75 мм. Изоляция вертикальных и горизонтальных сопряжений панелей выполняется по принципу закрытого стыка

Система позволяет создать многовариантные объемно-планировочные решения за счет применения колонн с консолями больших вылетов (1,2 - 1,8 м) для создания лоджий, консольных ригелей с вылетом до 3,0 м, образующих выступающие объемы. Возможно устройство залных помещений с пролетами в 18,0 - 24,0 м. Разнообразие архитектурных композиций зданий достигается применением двухрядной (горизонтальной) и вертикальной разрезы, так же различных вариантов защитно-отделочных слоев наружных стеновых панелей.

### Безригельный каркас

Основной архитектурный недостаток каркасных систем для применения 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 узловых 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. 16. 6) – сборный безкапитальный каркас, состоящий из колонн квадратного сечения и плоских плит перекрытий.

Сетки колонн 6 x 3 и 6 x 6 метров при необходимости могут увеличиваться до размеров 6 x 9 и 9 x 12 метров. Сечение колонн 30x30 см и 40x40 см высотой в один или несколько этажей с максимальной высотой до 15,3 м.

Плиты перекрытия в плане размером 2,8x2,8 м толщиной от 16 до 20 см. В зависимости от расположения, подразделяются на:

- надколонные, межколонные и плиты – вставки. Членение перекрытия на сборные элементы сделано с таким расчетом, чтобы стыки плит располагались в зонах с наименьшей величиной (приближаемая к нулю) изгибающих моментов от вертикальных нагрузок.

Последовательность монтажа перекрытия на монтируемые колонны ведется в следующем порядке: - устанавливаются и привариваются к арматуре колонн надколонные плиты, затем межколонные и, наконец, плиты-вставки. Межколонные и плиты-вставки имеют шпонки, позволяющие легко осуществить их соединения на сварке. После замоноличивания стыков создается пространственная жесткая конструкция.

Преимущество системы в отсутствии выступающих элементов в потолочной плоскости и в простоте монтажа, с помощью легких мобильных кранов.

Безригельная рамная или рамно-связевая каркасная система гражданских зданий высотой до 16 этажей рассчитана на вертикальные нагрузки на перекрытие в 1250 кг/м<sup>2</sup>. При больших нагрузках (2000 кг/м<sup>2</sup>) ограничивают этажность здания – 9-тью этажами.

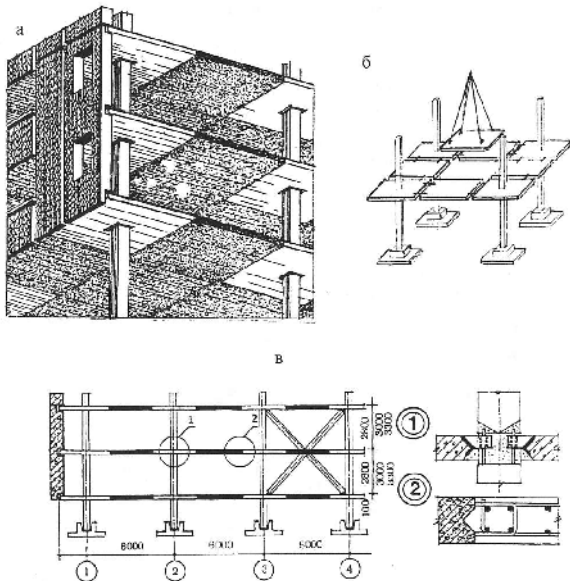


Рис. 16.6. Система безригельного каркаса (КУБ): а - общий вид; б - схема последовательности монтажа; в - схема разреза здания

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

Безригельный каркас универсален - он с успехом применим, как в жилых зданиях, так и общественных (детских садах, школах, торговых предприятиях, спортивных и зрелищных) сооружениях и пр.

Система со скрытыми ригелями в плоскости перекрытия (КШС) проектируется по связевой схеме из сборных элементов: колонны, плиты, 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. 16.7).

Плиты перекрытия имеют высоту в 30 см и состоят из верхней плиты, толщиной в 6 см, и нижней - 3 см и перекрещенных бортовых ребер. При монтаже плиты перекрытий укладывают на временные капители колонн и опоры, которые устанавливают уже на смонтированный нижний уровень. Плиты перекрытия могут быть выполнены на ячейку с опиранием на колонны по 4 углам или разбиты на две плиты, соединенные монолитным армированным швом. Конструкция, собранная из сборных элементов колонн и плит перекрытий – работает как единая статическая система, воспринимающая все силовые воздействия, за счет сил сцепления, возникающих между отдельными сборными элементами, и напряжений стальных канатов.

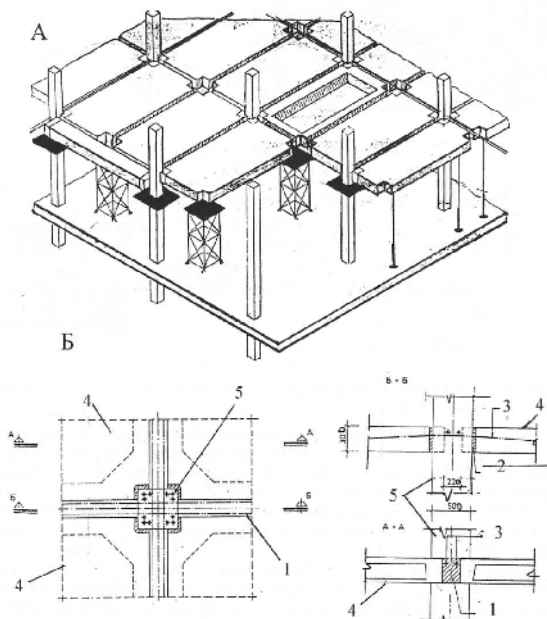


Рис.16.7. Каркас со скрытыми ригелями (КПНС): А – схема сборки; Б – узел плана перекрытия у колонны; 1 – монолитный ригель; 2 – шов омоноличивания; 3 – канатная натяжная арматура; 4 – плита перекрытия; 5 – колонна

## Глава 17. Наружные стены и их элементы

### 17.1. Общие требования к конструкциям наружных стен и их классификация

Наружные стены – наиболее сложная конструкция здания. Они подвергаются многочисленным и разнообразным силовым и несиловым воздействиям (рис.17.1). Несущие наружные стены воспринимают нагрузку от собственной массы и временные нагрузки от открытых на стены перекрытий и крыш, воздействия от ветра, неравномерных деформаций основания, сейсмика и др. С внешней стороны наружные стены подвержены действию солнечной радиации, атмосферных осадков, переменных температур и влажности наружного воздуха, уличного шума, а с внутренней – воздействию теплового потока и потока водяного пара (рис.17.1).

Выполняя функции внешнего ограждения, основного конструктивного и композиционного элемента фасадов, а часто и несущей конструкции, наружная стена должна отвечать требованиям прочности, долговечности и огнестойкости, соответствующим классу капитальности здания, обеспечивать благоприятный температурно-влажностный режим ограждаемых помещений, обладать декоративными качествами, защищать помещения от неблагоприятных внешних воздействий. Одновременно конструкция наружной стены должна удовлетворять общетехническим требованиям издустриальности и минимальной материалоемкости, а также экономическим требованиям. При этом необходимы как экономия единовременных затрат при строительстве, так как наружные стены являются самой дорогой конструкцией (до 25% от стоимости конструкции здания), так и сокращение эксплуатационных затрат на отопление здания, поскольку основные теплопотери идут через наружные стены и их элементы.

В наружных стенах обычно располагаются проемы бокового освещения помещений и проемы в открытые летние помещения балконов и лоджий, поэтому в комплекс конструкции стены включают створное светопрозрачное заполнение проемов и конструкции открытых помещений. Все эти элементы и их сопряжения со стенами также должны отвечать перечисленным выше требованиям. В стенах из сборных элементов и этот комплекс включают также стыки элементов наружных стен между собой и с внутренними конструкциями. Статические функции стен и их изоляционные свойства обеспечивает взаимодействие с внутренними конструкциями, поэтому проектирование наружных стен включает разработку их связей с внутренними стенами, перекрытиями, карнизом.

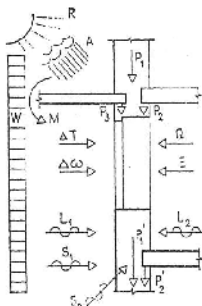
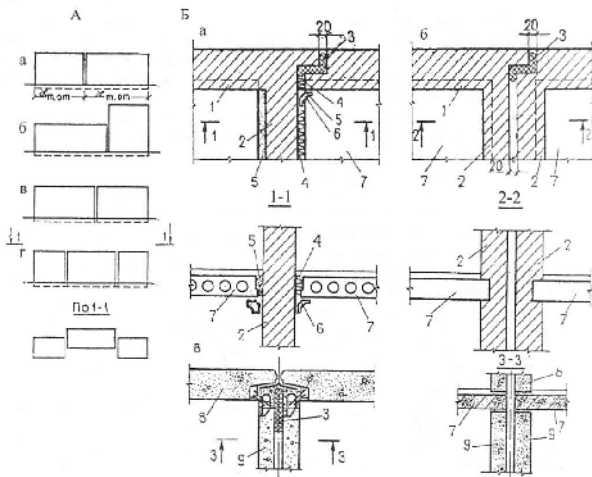


Рис. 17.1. Нагрузки и воздействия на конструкцию наружной стены.  $P_1$  – собственная масса стены;  $P_2$  – вертикальная нагрузка от перекрытия;  $P_3$  и  $M$  – вертикальная нагрузка и изгибающий момент от балочной плиты;  $W$  – давление от ветра;  $R$  – солнечная радиация;  $A$  – атмосферные осадки;  $\Delta T$  и  $\Delta \omega$  – перепады температура и влажность воздуха;  $L_1, L_2$  – внешней и внутренней шум;  $S_1, S_2$  – сейсмические воздействия;  $Q$  – тепловой поток;  $P$  – поток пара

Наружные стены (также как и все остальные конструкции зданий) в зависимости от природно-климатических, инженерно-геологических условий строительства и специфики решения здания рассекают вертикальными деформационными швами различных типов – температурно-усадочными, осадочными, антисейсмическими и др. (рис.17.2).



**Рис. 17.2.** 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 – панель; 7 – плита перекрытия; 8 – панель наружной стены; 9 – то же, внутренней

*Температурно-усадочные швы* устраивают во избежание образования в стенах трещин и перекосов, вызываемых концентрацией усилий от воздействия переменных температур воздуха и усадки материалов (каменной кладки, бетонов). Такие швы рассекают только наземную часть здания.

Расстояния между швами (длину температурного отсека здания) назначают по расчету в соответствии с климатическими условиями строительства и физико-техническими параметрами материалов наружных стен. Длины отсеков колеблются от 40 до 100 м для кирпичных и от 75-150 м – для панельных стен. При этом наименьшее размеры температурных отсеков относятся к наиболее суровым климатическим условиям.

*Осадочные швы* предусматривают в местах резких перепадов этажности здания (осадочные швы I типа), а также при значительной неравномерности деформаций осно-

вапия  
вания  
разни  
ранис  
тире  
турнс

болыг  
верти

ка де  
не от  
Прог  
стью  
ших

здан

мой

конс

ные

маю  
нов,

вкл  
перп  
рос

сме

при  
рен

тал  
зда  
ти

эта

при  
ре

ни  
ши

11 -

вания по протяженности здания, вызванные спецификой геологического строения основания (осадочные швы II типа). Осадочные швы I типа устраивают для компенсации разницы вертикальных деформаций высокой и низкой частей здания. С этой целью опирание перекрытий низкой части на несущей конструкции высокой части здания проектируемой шарнирным и конструкцию осадочного шва выполняют аналогично температурно-усадочному.

При жестких сопряжениях высокой и низкой частей здания, а также в случаях большой неравномерности деформаций основания здания разрезают на жесткие отсеки вертикальными швами по всей высоте – вплоть до подошвы фундамента.

В особых инженерно-геологических условиях, например, сейсмических, разрежка деформационными швами расчленяет здание на элементарные прямоугольные в плане отсеки и осуществляется на всю высоту здания от крыши до подошвы фундамента. Протяженность отсеков назначается по расчету в соответствии с расчетной сейсмичностью территории строительства и физико-техническими свойствами материалов несущих конструкций.

Конструкции наружных стен классифицируют по признакам:

- статической функции стены, определяемой ее ролью в конструктивной системе здания;
- материалу и технологии возведения стены, определяемым строительной системой здания;
- конструктивному решению - в виде однослойной или слоистой ограждающей конструкции.

По статической функции различают несущие, самонесущие и ненесущие наружные стены (см. рис. 3.3).

*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 др. конструкции.

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

В зданиях с ненесущими наружными стенами из листовых материалов иногда применяют *навесные* конструкции имеющие специальные элементы навески на внутренние конструкции зданий.

Несущие стены воспринимают наряду с вертикальными нагрузками и горизонтальные воздействия, являясь вертикальными элементами жесткости сооружений. В зданиях с несущими наружными стенами функции вертикальных элементов жесткости выполняют каркас, внутренние стены, диафрагмы или стволы жесткости.

Несущие и ненесущие наружные стены могут быть применены в зданиях любой этажности. Высоту самонесущих стен ограничивают в целях предотвращения неблагоприятных в эксплуатационном отношении взаимных смещений самонесущих и внутренних несущих конструкций, сопровождающихся местными повреждениями отделки помещений и появлением трещин. В панельных домах, например, допустимо применение самонесущих стен при высоте здания не более 5 этажей. Устойчивость самонесущих стен обеспечивают гибкие связи с внутренними конструкциями.

Предельная этажность несущей стены зависит от несущей способности и деформативности ее материала, конструкции, характера взаимосвязи с внутренними конструкциями, а также от экономических соображений. Так, например применение слоистых несущих панельных стен целесообразно в домах высотой до 17 этажей, несущих кирпичных стен в зданиях средней этажности, а несущей стальной оболочковой конструкции в 70-100 этажных зданиях.

Основной характеристикой конструктивного решения наружной стены является ее слоистость.

Традиционной для стен любой строительной системы является однослойная\* конструкция: из кирпича (или блоков естественного камня) – сплошная кладка, из дерева – рубленая стена из бревен или брусьев, в бетонном домостроении – однослойная стена из легких или ячеистых бетонов автоклавного твердения.

До середины 1990-х годов однослойная конструкция в России являлась основной для всех строительных систем зданий, составляя свыше 80% в общем объеме строительства.

Слоистые конструкции, например в виде облегченной кладки кирпичных стен применялись в основном для экономии одновременно затрат. В связи с пониженной несущей способностью их применяли в качестве несущих преимущественно в зданиях до 5 этажей или для верхних этажей многоэтажных.

Политика экономии затрат энергоресурсов на отопление зданий на государственном уровне отразилась на радикальном повышении требований к сопротивлению теплопередаче всех ограждающих наружных конструкций, отраженных в СНиП П-3-79\*, введенных в действие Министерством строительства РФ с марта 1998г.

Новые нормы (даже для районов РФ с умеренным климатом) потребовали увеличения в 2,8-3,5 раза сопротивлений теплопередаче наружных стен по сравнению с действовавшими на протяжении 70 лет предшествовавшими нормами проектирования и всем историческим опытом строительства.

Практически это означало увеличение толщины однослойной кирпичной стены сплошной кладки с 51 см до 155 см легобетонной панельной с 30-38 см до 90-105 см, стены из ячеистых автоклавных бетонов с 25 до 75 см, а стен деревянного сруба до 60 см. В связи с явной неэкономичностью таких конструкций происходит радикальный переход от однослойных конструкций к слоистым с эффективными утеплителями.

Соответственно это сопровождается перестройкой промышленности строительных материалов и промышленных изделий для наружных стен.

В связи с тем, что для большинства конструкций переход от однослойных стен к слоистым конструкциям приводит к снижению их несущей способности, подвергается пересмотру и выбор конструктивных систем зданий. Для несущих слоистых конструкций наружных стен основной областью применения остаются здания малой и средней этажности, как с продольными, так и с поперечными внутренними стенами. В многоэтажных зданиях основными конструктивными системами становятся поперечно- и перекрестно-стеновая либо каркасная с несущими наружными стенами.

\* Термин "однослойная" конструкция означает обеспечение одним материалом (слоем) функциями прочности и теплоизоляции и условно не учитывает наличие отделочных слоев.

Область рационального применения однослойных паружных стен резко ограничивается территориями с жарким климатом, а также индивидуальным малоэтажным строительством.

Одновременно с радикальным пересмотром конструкций наружных стен и конструктивных систем зданий происходит резкое расширение видов строительных систем зданий. Наряду с традиционной бескаркасной системой домов с кирпичными стенами и наиболее индустриальной панельной, широко внедряются сборно-моноплитные и моноплитные системы различных модификаций, влияющие на конструирование несущих стен нового поколения, срочно внедряемых в строительство многоэтажных капитальных зданий с индустриальной технологией возведения.

Соответственно далее рассмотрение вопросов конструирования наружных стен дано дифференцированно – для индустриальных технологий возведения и для традиционного строительства.

### **17.2. Наружные стены многоэтажных зданий индустриальных технологий возведения**

Соответственно современной политике энергосбережения основным типом наружных стен стала слоистая, преимущественно трехслойная (без учета отделочных слоев). Существенно реже применяется двухслойная в силу ее меньшей теплоэффективности. Крайне редко применяют однослойные – только при наличии промышленно освоенного производства керамических или легкобетонных камней с многочисленными мелкими пустотами. Малая теплопроводность кладки из таких камней позволяет удовлетворить нормативные требования к сопротивлению теплопередаче стены при ее толщине 60-65 см (рис. 17.3).

Наряду с этой конструкцией проходят проверку в экспериментальном строительстве однослойные стены из полистиролбетона плотной 250-350 кг/м<sup>3</sup> в двух вариантах – мелкоблочном из камней ЮНИКОН (разработка МНИИТЭП и ВНИИЖелезобетона) и моноплитном (разработка НИИЖБ).

Однако основной объем капитального строительства реализуется с применением слоистых стен многослойных модификаций.

Основным и наиболее массовым типом слоистой конструкции стены является трехслойная с внешними слоями из тяжелого или конструктивного легкого бетона (панельная, моноплитная или комбинированная), кирпича, блоков из автоклавного ячеистого или легкого бетона и средним слоем из эффективного утеплителя с коэффициентом теплопроводности в пределах 0,1 - 0,04 Вт/м °С.

В качестве таких утеплителей применяют минераловатные и стекловатные плиты, плиты пенополистирола, пеностекла, фибролита и др.

В соответствии со строительно-технологической системой возведения здания получили распространение трехслойные и двухслойные наружные стены полносборной, моноплитной и комбинированной конструкции (табл. 17.1).

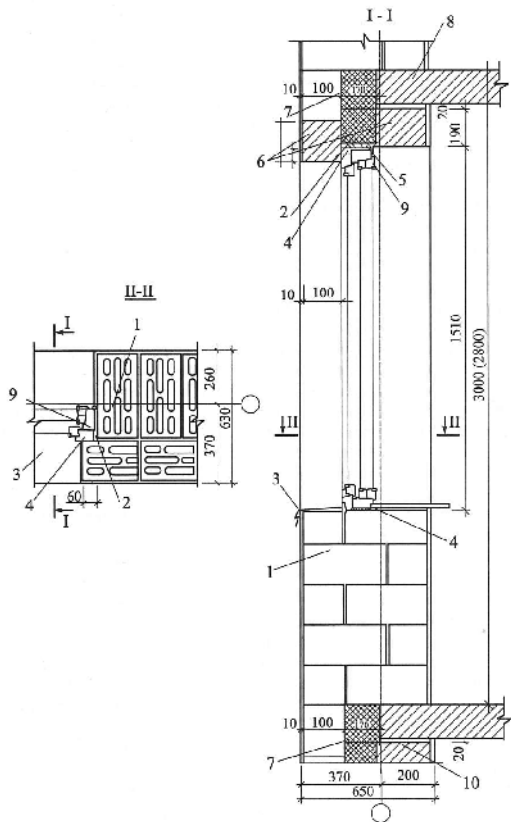
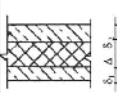
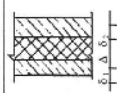
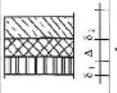
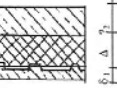
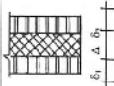
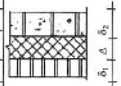


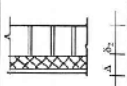


Рис. 17.3. Опослойная конструкция несущей наружной стены из многоспустных легкобетонных блоков: 1 – стеновой камень; 2 – теплоизоляция; 3 – слив из оцинкованной стали; 4 – уплотняющая прокладка; 5 – деревянная доска; 6 – керамзитобетонная перемычка; 7 – жесткий утеплитель; 8 – плита перекрытия; 9 – оконный блок; 10 – цементный раствор

Таблица 17.1. Основные типы слоистых конструкций наружных стес для зданий индустриальных технологий возведения

Тип конструкции	Эксп. сечения стесы	Статич. функция	Техно-логическое решение	Материалы толщину (б, д, е, ж) стесов стесы, в мм.	Материалы толщину (б, д, е, ж) стесов стесы, в мм.	Область применения в зданиях	
1	2	3	4	5	6	7	
Трехслойная		Несущая самоподушка несущая	Панельная полуборная	Тяжелый или легкий бетон $\delta \geq 60$	Эффект углетеплота $\lambda = 0,1-0,04$ , $\Delta$ -по расчету	Тяжелый или легкий бетон $\delta \geq 100$	Панельно-каркасно-панельных, монолитных, возводимых в туннельной среде
		То же	Монолитная	То же $\delta_1 \geq 70$	То же	$\delta \geq 160$	Монолитных возводимых в щитовой опалубке
		Несущая	Комбиниров. (монолитно-каркасная)	Каждый из лицевых лицевых $\delta_1 = 120$	То же	Монолит. бетон $\delta \geq 160$	Монолитных, возводимых в щитовой опалубке
		То же	Комбиниров. панельно-монолит. с лицевой наружной газобетонной «экстернулай»	Профильно-ролевая железобетонная панель «экстернулай» $\delta_1 \geq 110$	То же	То же $\delta_2 \geq 160$	То же

1		То же	Слойная облицовка	Липовой шпатель $\delta_1=120$	То же	То же	Монолитный, воздушный, туфельной опалубке	8
2		То же	Слойная облицовка	То же	То же	То же	То же	7
3		«А»-террасно-параллельная самонесущая и висящая в высоту, длиной	Слойная облицовка в опалубке из пенополистирольных блоков	Перфорация $\delta_1 \geq 60$	Тяжелая или конструктивный легкий бетон $\Delta=180$	Целопленочный листовой $\delta_2 \geq 60$	С монолитными или сборными бетонными внутренними стенами либо с каркасом	6
4		Несущая	Двухслойная ручная кладка	Липовой шпатель $\delta_1=120$	Отсутствует	Газобетонные блоки $\gamma=450 \text{ кг/м}^3$ $\delta_2=300$	Монолитный, воздушный, туфельной опалубке	5
5		То же	Комбинированная	Эффект. Угловатый $\Delta$ - по расчету	То же	Газобетонные блоки $\delta_2=300$	То же	4

Любая из этих конструкций должна удовлетворять требованиям прочности, долговечности, минимальной деформативности, теплоизоляции, взаимодействия с внутренними несущими конструкциями здания и обладать архитектурно-декоративными свойствами.

Требования прочности удовлетворяют применением для внешних слоев конструкций материалов с высокой прочностью на сжатие (тяжелых бетонов класса не менее В15, легких конструктивных бетонов - В10, кирпича марок 75 и выше и т.п.), предусмотренных проектом способами взаимосвязи между конструктивными слоями стены и связей стены с внутренними конструкциями здания.

Связи между внешними слоями стен проектируют жесткими или гибкими. При наличии жестких связей внешние слои конструкции работают совместно, что с точки зрения требований прочности наиболее целесообразно. Конструкция жестких связей в зависимости от материала решается различно: в кирпичной - перевязкой кладки через 4-6 рядов по горизонтали или по вертикали (колодцевая кладка), в бетонной панельной - устройством тонких армированных ребер, расположенных по контуру панели и проемов в ней (рис.17.4).

В пещущих стенах с гибкими связями между слоями все вертикальные нагрузки от крыши и перекрытий передают только на внутренний несущий слой, на него же через систему гибких связей передают нагрузку от утепляющего и внешнего слоев. При этом последний становится только ограждающим.

В качестве гибких связей, как правило, используют нержавеющую и другие стойкие к атмосферной коррозии марки низколегированной стали, либо стержни горячекатаной стали классов А-1, А-2 Вр1 с противокоррозионным покрытием.

Совместную работу наружных и внутренних стен обеспечивают в кирпичных стенах перевязкой кладки стен в бетонных панельных - бетонными дискретными шпунтовыми связями (либо петлевыми связями) и сваркой по закладным деталям и арматурным выпускам, в бетонных монолитных - единым монолитным сечением пересекающихся внутренних стен и внутреннего монолитного слоя наружной стены с постановкой в местах их пересечений глухих вертикальных арматурных каркасов (рис.17.5).

Как видно из рис.7.4 и 7.5 в конструировании пещущих слоистых стен возникает противоречие между требованиями прочности и строительной теплотехники.

Устройство жестких связей обеспечивает большую прочность и равномерность распределения нагрузок в конструкции стены, но сопровождается возникновением сквозных теплопроводных включений, вызывающих избыточные теплопотери и неравномерное распределение температур на внутренней поверхности стены.

При гибких связях обеспечивается практическая непрерывность теплоизоляционного слоя при перегрузке внутреннего несущего и возможном неравенстве долговечности внешних слоев конструкции и металла связей.

Выход из отмеченных противоречий в конструктивном "смягчении" недостатков прилипаемых связей. В трехслойных железобетонных стенах с жесткими связями влияние теплопроводных включений существенно снижает замена тяжелого бетона слоев и ребер конструктивным легким бетоном, а распределение температур на внутренней поверхности стены выражается путем утолщения (и соответственного с повышением прочности и тепловой инерции) внутреннего слоя.

В стенах с гибкими связями путем к выравниванию долговечности связей и материала стен служит увеличение количества связей (или их сечений), а к повышению прочности внутреннего бетонного слоя замена в нижних этажах конструктивного армирования расчетным и повышение класса бетона по прочности на сжатие.

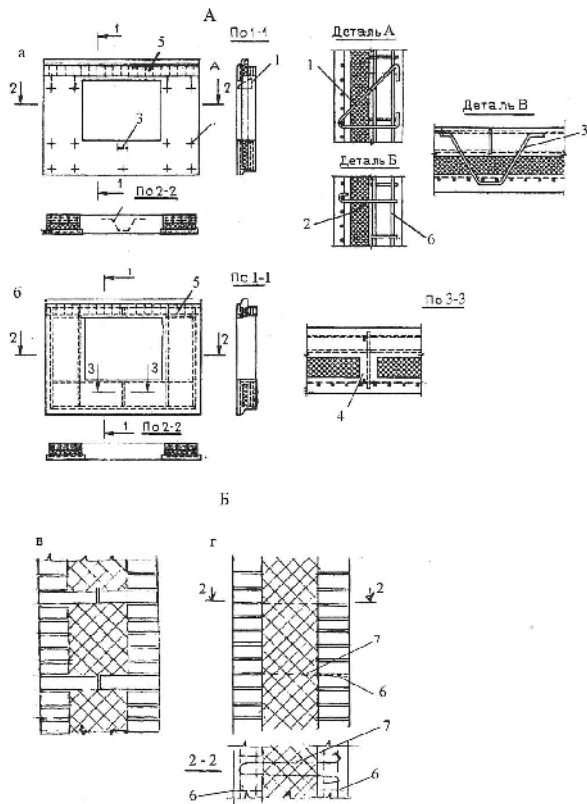


Рис. 17.4. Связи между слоями трехслойных стен: А – в панельных стенах: а – гибкие связи; б – жесткие связи; Б – в кирпичных стенах: в – жесткие; г – гибкие; 1 – подвеска; 2 – распорка; 3 – подхос; 4 – жесткая связь; 5 – арматура перемычки; 6 – арматурный каркас; 7 – петлевой анкер

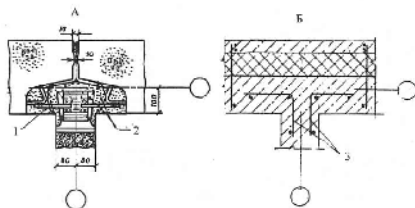


Рис. 17.5. Связи между наружными и внутренними стенами. А – в панельных зданиях, Б – в монолитных: 1 – сварные стальные связи; 2 – шпунцовые бетонные связи по протяженности стыка; 3 – пространственные арматурные каркасы

При ненесущих слоистых стенах острота проблемы прочности конструкций уменьшается. Возникает обратная задача исключения случайной передачи нагрузки на ненесущую стену. С этой целью в зоне пересечения перекрытием внутреннего слоя ненесущей наружной стены под перекрытием устанавливают упругие прокладки, а вертикальную нагрузку от наружных стен передают на перекрытие поэтажно, опирая внутренний слой наружной стены на него по слою цементно-песчаного раствора. Чтобы предупредить смещение стены из плоскости под действием горизонтальных воздействий (например, ветрового толса) наружную стену крепят к внутренней стальными связями (в панельных стенах) и армированием - в монолитных (рис. 7.6).

Следующим после требований прочности служит при проектировании наружных стен требование долговечности и трещиностойкости наружного слоя, которое удовлетворяется применением высоких классов или марок стенового материала по прочности на сжатие (см. выше), его соответствия требованиям к марке стенового материала по морозостойкости для каждого климатического района (см. СНиП П-03.01-84\*) и конструктивными мероприятиями. К числу таких при бетонных стенах является назначение толщины внешнего слоя не менее 60 мм, армирование его сетками с ячейкой не более 100, исключая образование и выход на фасадную поверхность продуктов атмосферной коррозии арматуры, а также дополнительное армирование наружного слоя в углах проемов дополнительными Г-образными арматурными сетками. Особое внимание в проектировании стен уделяется теплоизоляции всех сопряжений наружных стен с внутренними и перекрытиями, как зон формирования теплопроводных включений.

Соответственно в эти сопряжения вводят вертикальные и горизонтальные вкладыши из негорюемых теплоизоляционных материалов. Поскольку в большинстве слоистых стен применяют сгораемые и трудносгораемые утеплители при гибких связях между конструктивными слоями возникает опасность распространения огня при пожаре через утепляющие слои.

Защитой от этого служат вкладыши из негорюемых утеплителей во всех вертикальных и горизонтальных сопряжениях наружных стен с внутренними конструкциями, а в трехслойных панелях с гибкими связями дополнительная "окантовка" их торцов негорюемым утеплителем. (см. рис. 17.6).

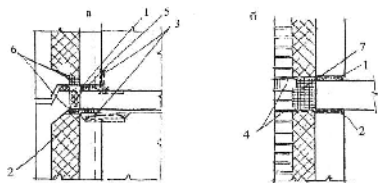


Рис. 17.6. Схемы связей несущих наружных стен с несущими внутренними конструкциями и теплоизоляция зон сопряжений слоистых наружных стен с внутренними несущими конструкциями: а – в панельных стенах; б – в комбинированных (монолитно – кирпичных). 1 – цементный раствор; 2 – упругая прокладка; 3 – сварные стальные связи; 4 – арматурные связи; 5 – утепляющий вкладыш; 6 – "окантовка" торцов панелей негорючим утеплителем; 7 – вкладыш из негорючего утеплителя

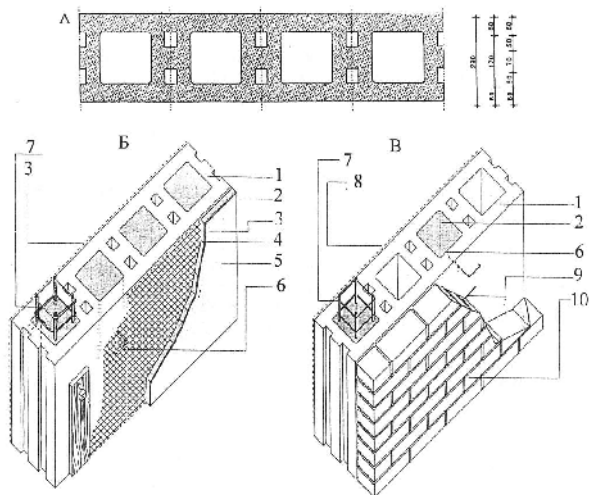


Рис. 17.7. Трехлопастные наружные стены "альтернативной" конструкции: А – стеновой оставляемый пенополистирольный элемент опалубки; Б – наружная стена с мокрой штукатуркой; В – то же, с наружной кирпичной облицовкой; 1 – стеновой элемент опалубки; 2 – монолитный бетон; 3 – сетка Рабиту; 4 – штукатурке (мелкозернистый бетон); 5 – краска; 6 – анкер для сетки Рабиту; 7 – арматурный каркас; 8 – анкер для крепления облицовки; 9 – армирование кладки; 10 – лицевой кирпич

Радикальным способом устранения влияния теплопроводных включений служит применение "альтернативной" монолитной слоистой конструкции с внешними слоями и соединительными ребрами из теплоизоляционного материала и внутренним - из конструктивного бетона (рис.17.7). Внешние слои и ребра в такой конструкции образуют пустотелые блоки оставляемой огалубки из пенополистирола, отделываемые мокрой штукатуркой или наружной облицовкой. В настоящее время такие конструкции находят применение в строительстве зданий малой и средней этажности и при надстройках в процессе реконструкции.

Архитектурные требования у внешнему защитно-декоративному слою наружных бетонных или комбинированных стен удовлетворяют различными способами в соответствии со строительной системой и ролью проектируемого здания в застройке. В массовом полносборном строительстве для фасадного слоя применяют облицовку керамическими плитками различных размеров и цвета, стеклянными плитками, тонкими плитками пиленого естественного камня, либо отделкой декоративными бетонами на белом или цветном цементе, бетонами с крупным заполнителем из мраморного, гранитного или стеклянного щебня, либо покраской стойкими к атмосферным воздействиям красителями (на основе ПВАЦ, ЦИВХ) или гидрофобными эмалями.

Применение цветных облицовок и покрасок в их различных сочетаниях и размещении явилось новым композиционным средством в архитектурной композиции массовой застройки, которое активно перенесено в архитектуру индивидуальных и уникальных объектов.

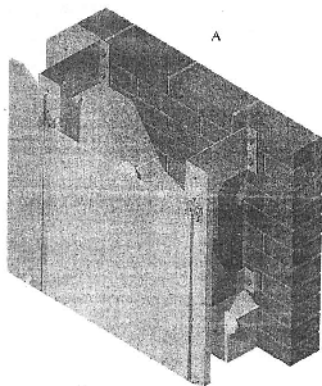
В комбинированных слоистых наружных стенах с внутренними монолитными бетонным слоем наружный слой выполняют из того же бетона, кладкой лицевого кирпича или навесной полносборных железобетонных "скорлупи".

Наконец, для наружного слоя стен уникальных (строившихся или реставрируемых) зданий применяют навесную облицовку из плит естественного камня или керамогранита. Навеска осуществляется по каркасу из нержавеющей стали закрепленному (через утеплитель) к каменному (бетонному) внутреннему слою стены. Образованная в зоне размещения каркаса воздушная прослойка, сообщаясь с наружным воздухом, обеспечивает осушающую вентиляцию наружных стен (вентилируемые фасады - рис.17.8).

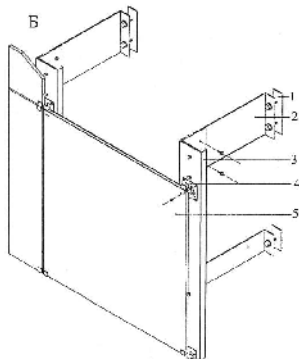
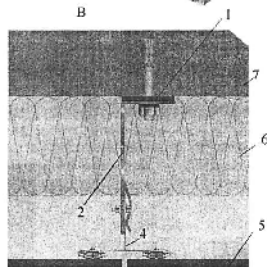
Детали конструирования наружных стен существенно различаются. Поэтому их рассмотрение приведено применительно к каждому конструктивно-технологическому типу стены.

**17.2.1. 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 (табл.17.2). 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".

В связи с этим детально рассмотрим только конструирование трехслойных панелей однорядной разрезки из тяжелого бетона класса по прочности на сжатие не менее В15 или конструктивного легкого класса не менее В10.



**Рис. 17.8.** Слоистая конструкция наружной стены системы "вентилируемый фасад": А – общий вид конструкции, Б – аксонометрическая схема каркаса для навески облицовки; В – горизонтальное сечение стены; 1 – теплопроводка; 2 – хромпштейн из оцинкованной или нержавеющей стали; 3 – несущий профиль; 4 – скоба; 5 – плита облицовки; 6 – утеплитель; 7 – стена



Утепляющий слой выполняют как правило из жестких плит с коэффициентом теплопроводности в пределах  $0,10 - 0,04 \text{ Вт/м}^2\text{С}$ . В экспериментальном строительстве для утепления панелей применяют заливочные пенопласты вспенивающиеся и полимеризующиеся во внутренней полости панели.

Отрицательный влажностный баланс стены в процессе эксплуатации обеспечивается при соотношении толщин внутреннего и наружного бетонных слоев не менее  $1,2:1$ .

сл  
пр  
(р  
  
ар  
ми  
но  
на  
не  
ру  
юл  
ть  
ф  
пл  
  
та  
  
вн  
  
ин

## Схемы разрезки наружных стен на панели и области их применения

Таблица 17.2.

Область применения	Эскиз	Область применения панелей с проемом	Эскиз	Область применения панелей с проемом	Эскиз	Область применения панелей с проемом
Односторонняя		Крестообразная с проемом		Вертикальная - тип I		●
Двусторонняя		Крестообразная		Вертикальная - тип II		●
Ш-образная		Двухрядная		Плоская - тип I		●
Г-образная		Двухрядная (с арматурными сетками)		Плоская - тип II		●

■ - для несущих стен терричн легкой этажности; □ - то же, для средней и малой этажности; ○ - то же, для малой этажности; ● - для несущих стен

Как отмечалось выше (рис.17.4) связи в трехслойных панелях между бетонными слоями проектируют жесткими или гибкими. В Москве получил применение также компромиссный вариант в виде жестких точечных (шпоночных) железобетонных связей (рис.17.9).

Наружный слой панелей проектируют толщиной не менее 60мм и конструктивно армируют сварной сеткой, внутренний - не менее 100мм с двойным конструктивным армированием сварными каркасами, расположенными перпендикулярно лицевой поверхности. Гибкие связи в трехслойных панелях должны обеспечивать передачу усилий с наружного слоя на внутренний, а их расположение не препятствовать свободным температурным деформациям фасадного слоя (рис.17.11) С этой целью применяют в конструкции три типа стержневых связей - подвески, подкосы и распорки. Подвески передают нагрузку от внешнего слоя на внутренний полностью, содержат растянутый и сжатый подкосы, надежно заанкеренные в обоих бетонных слоях. Назначение подкосов фиксировать положение слоев и ограничивать их взаимный сдвиг в горизонтальной плоскости в связи с чем они располагаются горизонтально.

Распорки - предназначены для передачи от наружного слоя внутреннему горизонтальных воздействий и фиксации положения плит теплоизоляции.

Повышение несущей способности трехслойных панелей достигается утолщением внутреннего слоя до 140-160 мм, повышением класса бетона и процента армирования.

В настоящее время такие несущие конструкции получили применение в панельных зданиях продольно-стеновой системы высотой до 17 этажей.

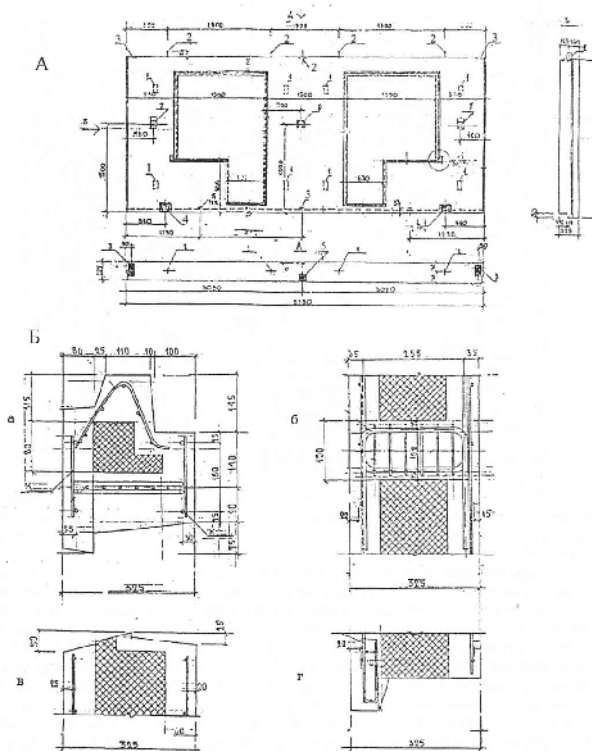


Рис. 17.9. Трехслойная бетонная панель с бетонными шпунцовыми связями между слоями: А – схема армирования; 1 – бетонная шпонка; 2 – подъемная петля; 3 и 4 – закладные детали; 5 – петлевой выпуск; Б – детали сечений трехслойной панели со шпунцовыми связями: а – армирование стыкового гребня; б – то же, соединительные шпонки; в – подоконных зон; г – надоконных зон

**Устойчивость** несущих наружных стен обеспечивает их пространственное взаимодействие с перекрытиями и примыкающими внутренними стенами. Возможность совместной статической работы сборных элементов дают конструкции стыков и связей между ними.

Все сборные элементы панельных зданий объединяют между собой стальными связями: панели наружных стен должны иметь связи с внутренними конструкциями и между собой не менее чем в двух уровнях по высоте этажа, панели перекрытий должны иметь связи между собой и со стенами. Все перечисленные связи относятся к поэтажному, обеспечивающим совместную работу конструкций в пределах этажа. В ряде случаев прибегают дополнительно к устройству межэтажных связей: вертикальным арматурным соединением панелей несущих стен, смежных по высоте этажей. Межэтажные стальные связи, пересекающие горизонтальные стыки стен с перекрытиями, применяют в сейсмостойком строительстве, а в обычных условиях главным образом для стен, не связанных непосредственно со стенами перпендикулярного направления во избежание лавинного обрушения конструкций при аварийных воздействиях.

Стальные связи должны быть защищены от воздействия огня и атмосферной коррозии. Защиту от огня создает замоноличивание связей бетоном или раствором. Специальные антикоррозионные покрытия (металлизация цинком и др.) предусматривают для элементов связей, расположенных в стыках панелей наружных стен. Связи между внутренними конструкциями находятся в условиях постоянных температур и влажности и потому не требуют специальной защиты от коррозии.

При конструировании связей для уменьшения расхода стали предусматривают использование в качестве элементов постоянных связей стальных монтажных деталей (монтажных петель, болтов, арматурных выгусков и т.п.) или штампованных закладных деталей.

Наружные стены подвергаются воздействию вертикальных и горизонтальных (ветровых) нагрузок, неравномерных деформаций основания и температурно-влажностных деформаций отдельных панелей и стен в целом. В соответствии с условиями статической работы стен в их горизонтальных стыках возникают сжимающие усилия от вертикальных нагрузок и сдвига при изгибе стены в своей плоскости от неравномерных деформаций основания, от изменений температуры наружного воздуха, от горизонтальных силовых воздействий из плоскости стен, отрывающих наружные стены от внутренних конструкций (воздействия ветра, внецентренного приложения вертикальной нагрузки и др.).

Вертикальные стыки воспринимают усилия сдвига, растяжения и сжатия при изгибе стены в своей плоскости (от воздействия неравномерных деформаций основания) и температурно-влажностных деформаций.

Рассмотрим последовательно конструктивные меры для восприятия и передачи названных усилий в горизонтальных и вертикальных стыках.

**Горизонтальные стыки.** Передачу усилий сжатия от вертикальной нагрузки в горизонтальных стыках осуществляют разными способами, соответственно которым различают четыре типа горизонтальных стыков: контактный, платформенный, комбинированный и монолитный (рис. 17.10). В контактном стыке усилие передается через слой раствора непосредственно с панели на панель, в платформенном - через торец панели перекрытия, опирающейся на стену, в комбинированном - через панель стены и торец перекрытия, в монолитном - через бетон замоноличивания стыка.

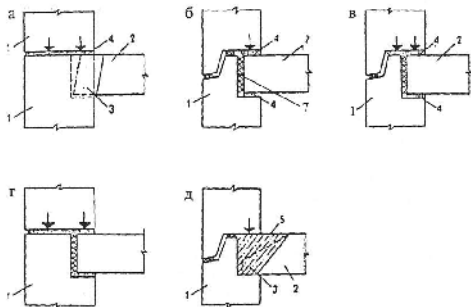


Рис. 17.10. Горизонтальные стыки панелей всухих наружных стен и схемы передачи в них вертикальной нагрузки: а – контактный; б – пластформный; в – комбинированный профилированный; в – то же, плоский; д – монолитный; 1 – панель наружной стены; 2 – панель перекрытия; 3 – опорный "палец" панели перекрытия; 4 – цементный раствор; 5 – бетон замоноличивания; 6 – угловая прокладка; 7 – утепляющий вкладыш

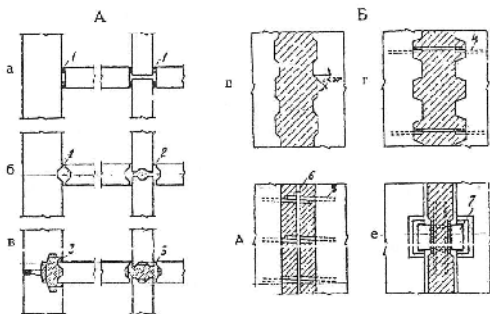


Рис. 17.11. Вертикальные стыки панелей стен: А – в плане; Б – в фасаде; а – плоские; б – профилированные бесшпоночные; в – профилированные с бетонными шпонками; г – шпоночные с замоноличенными стальными связями; д – с вертикальным армированием по горизонтальным петлевым выпускам; е – со стальными замоноличенными шпонками; 1 – звукоизоляционная прокладка; 2 – растзор; 3 – бетон замоноличивания; 4 – сварная арматурная связь; 5 – петлевой выпуск; 6 – вертикальная арматура; 7 – стальные накладки, приваренные к закладным деталям

Дополнительное разнообразие в конструкцию стыка вносит специальная водоотводящая профилировка с противодождевым гребнем.

Наибольшее распространение в обычных условиях строительства получил контактно-платформенный горизонтальный стык панелей несущих наружных стен и платформенный - внутренних.

Условия сдвига по горизонтальным стыкам несущих стен воспринимают обжатые вертикальной нагрузкой швы из цементного раствора. Силы трения и сцепления раствора с бетоном панелей в таких стыках обычно превосходят усилия сдвига от воздействия ветра, внецентренного приложения вертикальных нагрузок и изменения температуры наружного воздуха. При более интенсивных горизонтальных силовых воздействиях, например сейсмических, сопротивление горизонтальных стыков сдвигающим усилиям увеличивают путем устройства специальных армированных межэтажных шпунцовых связей.

**Вертикальные стыки панелей несущих наружных стен между собой и внутренними конструкциями** работают преимущественно на восприятие усилиями сдвига и растяжения в плоскости и из плоскости стены. Воздействия сдвига в обычных условиях строительства передают на бетонный шпунцовый шов, образующийся при замоноличивании капота вертикального стыка, имеющего шпунцовое рифление стыковых граней панелей. В сейсмостойком строительстве усилия сдвига воспринимают железобетонные или стальные шпонки (рис.17.11).

Усилия растяжения передают на стальные сварные и петлевые связи (см. рис.17.5).

В полносборных зданиях особое внимание уделяют тепло- и гидроизоляции стыков панелей наружных стен. Устранение избыточных теплотерь в местах сопряжений панелей наружных стен с внутренними и перекрытиями способствует установке в полости вертикальных и горизонтальных стыков вкладышей из эффективных негорючих утеплителей. Способы защиты стыков от протечек выбирают в соответствии с климатическими условиями. Различают три типа гидроизоляции стыков - закрытый, дренажный и открытый (рис.17.12). Первый применяют в районах с сухим климатом. Он заключается в установке (с наклейкой) с паружной стороны уплотняющих прокладок из пористой резины (гернит или др.) с нанесением на прокладку герметизирующей мастики, имеющей хорошую адгезию к бетону и растяжимость: нетвердеющая на основе полиизобутилена или отверждающаяся (эпоксидная, бутилкаучуковая или др.).

Дренажные стыки применяют в районах с умеренной влажностью. Наряду с описанной гидроизоляцией они содержат дополнительное конструктивное защитное (от протечек) устройство в виде специальной профилировки горизонтальных стыков - противодождевой гребень, дренарующих отверстий и водоотводящих фартуков в местах пересечения вертикальных и горизонтальных стыков.

Открытые стыки применяют преимущественно в приморских районах, отличающихся большой интенсивностью ливней в сочетании с ветром, формирующих так называемый "косой дождь". В таких условиях неизбежно попадание дождя в стыки и задача конструктора не пропустить дождевую влагу в помещение, обеспечив конструктивно ее отвод из внешней зоны стыка. Этой цели служат устройства защитного гребня в горизонтальном и водоотводной преграды (экрана) - в вертикальном. В качестве водоотводного экрана используют жесткие поливинилхлоридные профили, резиновый лист, гофрированную алюминиевую ленту. Водоотводящие фартуки в местах пересечения вертикальных и горизонтальных стыков выполняют из резиновой ленты, алюминиевого листа или фольгоизола.

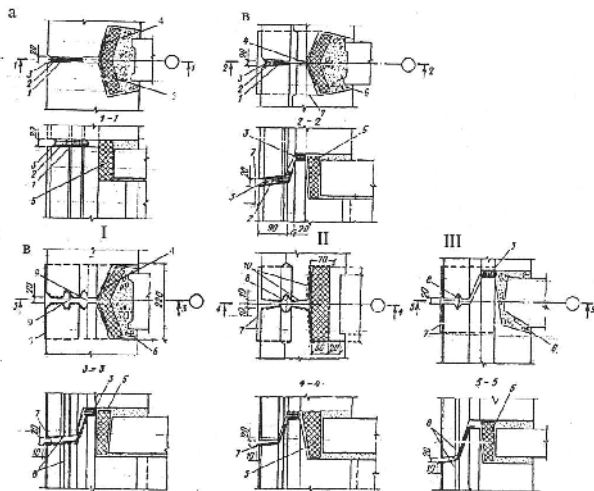


Рис. 17.12. Системы изоляции стыков панелей наружных стен: а – закрытый стык; б – дренажный, в – открытый стык в вариантах: I – с вакуумсоединенным каналом, II – с рифленой алюминиевой водоотводящей лентой, III – с лабиринтной формой вертикального стыка: 1 – улитчатая прокладка; 2 – герметизирующая мастика; 3 – защитное покрытие; 4 – воздухозащитная прокладка; 5 – утепляющий вкладыш; 6 – бетон замоноличивания; 7 – водоотводящий фартук; 8 – водоотводная лента; 9 – декомпрессионный канал; 10 – гидроизоляция обмазка

### 17.2.2. Слоистые наружные стены зданий монолитной, сборно-монолитной и комбинированной строительных систем

Выбор типа наружной стены в таких зданиях во многом определяется конструктивно-технологическим типом опалубки. При мелко- или крупнощитовой опалубке первым этапом является бетонирование всех стен, включая наружные. При туннельной (объемно-переставной) опалубке в едином технологическом цикле бетонируют внутренние стены и перекрытия, стены продольных фасадов возводятся позже и могут быть весьма разнообразны. Их выбор зависит от эстетических и экономических требований.

В первом случае в процессе бетонирования формируется внутренний бетонный слой наружных стен толщиной не менее 160 мм, который в процессе строительства дополняют утеплителем и внешним слоем. Исключение составляет трехслойная конструкция с монолитным наружным слоем толщиной не менее 70 мм, формируемым в одном технологическом цикле с внутренним (рис.17.13).

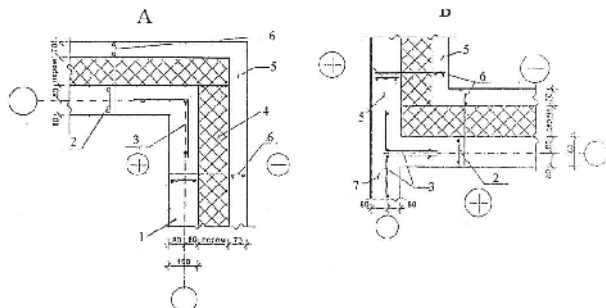


Рис. 17.13. Трехслойные наружные монолитные стены: А – деталь выступающего угла наружных стен; Б – то же, входящего угла: 1 – внутренний несущий монолитный слой; 2, 3 – его армированные поперечными плоскими и гнутыми каркасами; 4 – утеплитель; 5 – наружный монолитный слой; 6 – фиксирующий арматурный каркас; 7 – внутренняя монолитная стена

Однако этот вариант применяют сравнительно редко в связи с технологической сложностью получения удобоукладываемой фасадной поверхности внешнего бетонного слоя. Чаще стремятся для внешнего слоя применять материалы или изделия, обеспечивающие одновременно конструктивные (долговечность) и декоративные свойства - лицевой кирпич или крупные заранее отформованные из декоративного бетона облицовочные панели-скорлупы с рифленой или гладкой фасадной поверхностью (рис. 17.14, 17.15).

В строительной системе монолитного домостроения, основанной на применении туннельной (объемно-переставной) опалубки, наружные стены возводят после внутренних и перекрытий, что позволяет применять весьма разнообразные варианты конструкций - от полносборных двух- и трехслойных панелей до слоистых и однослойных стен ручной кладки.

В панельном варианте трехслойные панели образуют продольные наружные стены, а двухслойные навешивают на торцовые монолитные, которые после монтажа панелей становятся внутренним (третьим) слоем наружной торцовой стены (рис. 17.16)

Наряду с этими монолитно-панельными стенами в сборно-монолитном домостроении получили распространение ряд вариантов трехслойных стен с внешними слоями ручной кладки из кирпича, или из сочетания кладочных камней, например, наружного слоя из лицевого кирпича а внутреннего из блоков газобетонных или легобетонных (рис. 17.17, 17.18). При этом в надоконной части ячеистобетонные блоки и лицевой кирпич могут быть оперты на дополнительные перемычки из гнутого в уголок перфорированного листа нержавеющей стали. При одинаковой толщине внешнего и внутреннего кирпичных слоев в полкирпича непосредственно за внутренним слоем располагают слой пароизоляции, например из прокладочного рубероида или полиэтиленовой пленки. В случаях, если утеплитель поступает на стройку упакованным в полиэтиленовую пленку, установку пароизоляции не предусматривают. В конструировании всех вариантов слоистых стен решается ряд общих задач.

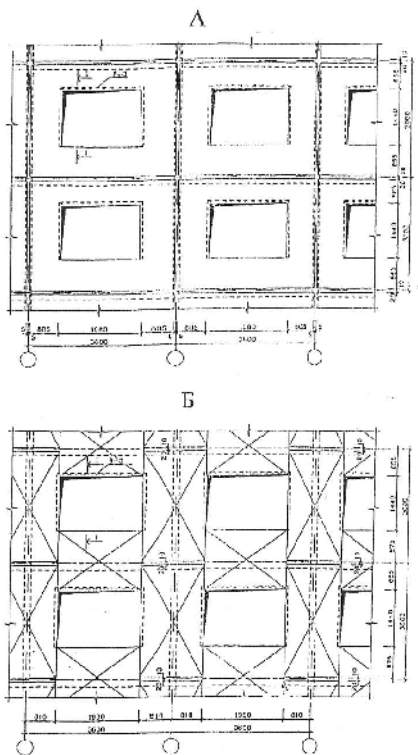


Рис. 17.14. Схемы раскладки сборных железобетонных облицовочных скрупок на фасаде: А – при "бубличной" раскладке скрупок; Б – при вертикальной полосовой раскладке

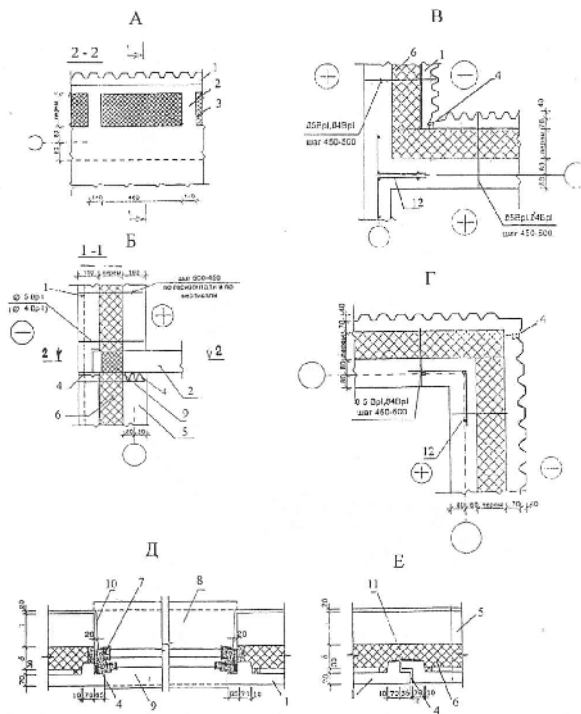


Рис. 17.15. Детали наружных стен, облицованных сборными железобетонными скорлупами с рифленой фасадной поверхностью: А – в уровне монолитного перекрытия; Б – горизонтального стыка; В – входящего угла наружных стен, Г – то же, выступающего; детали наружных стен, облицованных скорлупами с гладкой фасадной поверхностью и ребрами внутри; Д – сопряжение с оконным блоком; Е – вертикального стыка: 1 – рифленая скорлупа, 2 – перфорированный наружный участок монолитного перекрытия, 3 – песгораемый утеплитель, 4 – упругая прокладка, 5 – внутренний слой наружной стены, 6 – утеплитель, 7 – оконный блок, 8 – подоконная доска, 9 – слив из оцинкованной стали, 10 – штукатурка откоса, 11 – стальная пластина, 12 – гнутый арматурный каркас

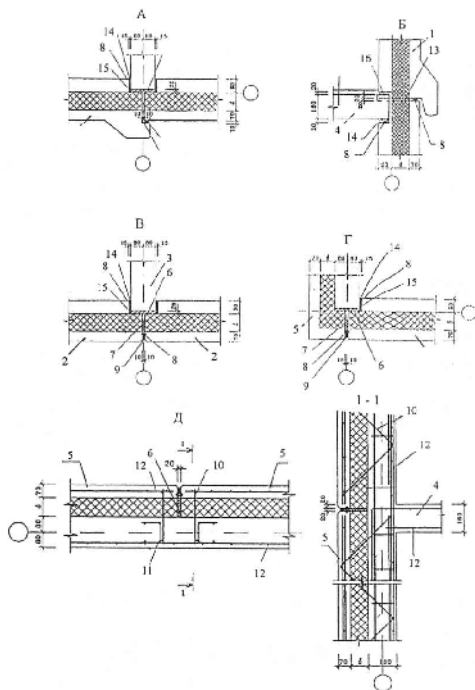


Рис. 17.16. Слитые панели наружных стен зданий с монолитными перекрытиями и поперечными стенами: А – рядовой вертикальный стык трехслойных панелей продольной стены с профилированным фасадным слоем; Б – то же, горизонтальный; В – рядовой вертикальный стык панелей с плоским фасадным слоем; Г – угловой стык с несущими трехслойной панелью продольного фасада и двухслойной торцевой; Д – крепление двухслойной панели к торцевой монолитной стене: 1 – трехслойная панель наружной стены с профилированным фасадным слоем; 2 – то же, с гладким; 3 – монолитная внутренняя стена, 4 – монолитные перекрытия, 5 – двухслойная панель наружной стены, 6 – утеплитель, наклеенный на внешний торец внутренней панели, 7 – утеплитель, 8 – упругая прокладка, 9 – герметизирующая мастика, 10 – каркас навески панели, 11 – стальной арматурный каркас, 12 – арматурная сетка, 13 – несгораемый утеплитель, 14 – затирка цементным раствором, 15 – конопатка, 16 – цементный раствор

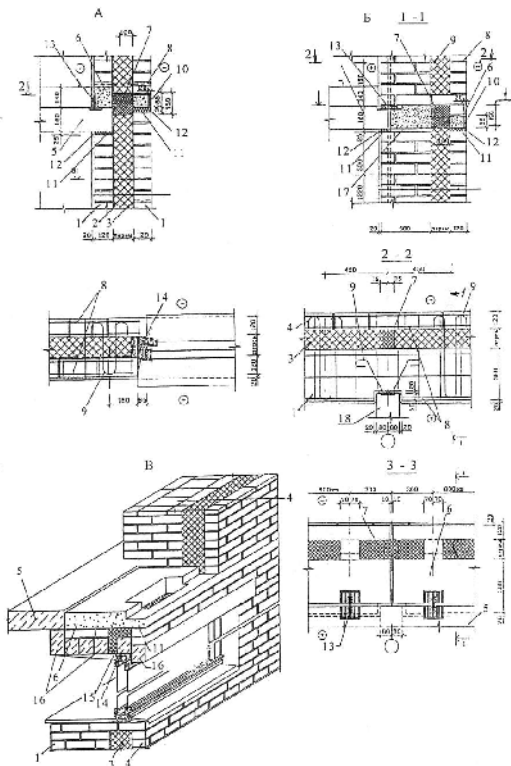


Рис. 17.17. Детали конструкций трехслойных кирпичных стен с опиранием слоя кирпичной кладки на керамзитобетонную фасадную балку: А — с одинаковой толщиной слоя; Б — с утолщенным внутренним слоем; В — ассиметрическая схема установки керамзитобетонной опорной фасадной балки: 1 — внутренний слой кладки, 2 — паронизоляция, 3 — утеплитель, 4 — наружный слой кладки, 5 — плита перекрытия, 6 — керамзитобетонная фасадная балка, 7 — негорючий утеплитель, 8 — сварная сетка, 9 — шпкер, 10 — декоративная плитка, 11 — упругая прокладка, 12 — расшивка раствором, 13 — сварная сетка, 14 — оконный блок, 15 — доска, 16 — железобетонная перемычка, 17 — цементный раствор, 18 — внутренняя стена

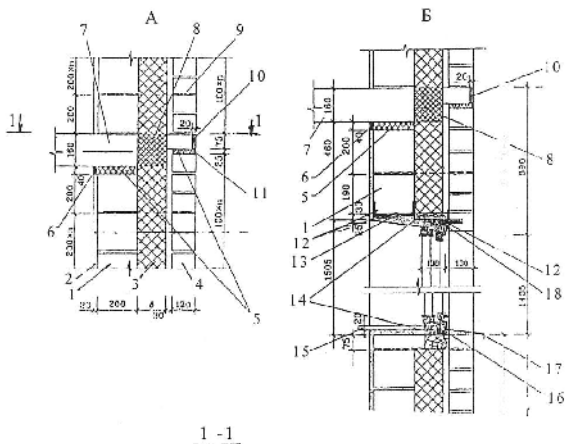


Рис. 17.18. Трехслойная стена из газобетонных блоков с эффективным утеплителем и облицовкой кирпичом: А – сечение по простенку; Б – сечение по оконному проему; 1 – блок из ячеистого бетона, 2 – штукатурка, 3 – утеплитель, 4 – лицевой кирпич, 5 – упругая прокладка, 6 – мастика, 7 – плита перекрытия, 8 – негорючий утеплитель, 9 – горизонтальное армирование кладки, 10 – декоративная плитка, 11 – расшивка, 12 – глухой уголок, 13 – штукатурка откоса, 14 – пеноуплотнитель (полиуретан), 15 – лощокинная доска, 16 – герметизирующая эластичная лента, 17 – слив, 18 – герметизирующая мастика

Первая - исключение раслоения конструкции, которое достигается установкой внешних слоев на перфорированную часть монолитного перекрытия, продленного наружу за грань внутреннего слоя стены. Перфорацию в перекрытии заполняют несгораемым утеплителем, что препятствует продольному распространению огня по сгораемым или трудносгораемым термоблокам в стенах и одновременно смягчает влияние теплопроводных включений по ребрам перекрытия (рис. 17.18). Иногда вместо того, чтобы продлевать перекрытие до фасадной поверхности применяют малотеплопроводную фасадную керамзитобетонную балку (см. рис. 17.17). В балке также предусмотрены пазухи для установки несгораемых теплоизоляционных вкладышей. Расслоению также препятствует горизонтальное армирование слоистой кладки, состоящее из продольных сварных сеток или каркасов вдоль каждого из слоев кладки, объединенных зашишенными от коррозии стальными анкерами. В тех случаях когда внутренний слой выполнен из газобетонных блоков, а наружный из лицевого кирпича в целях совпадения плоскостей горизонтальных швов кладки применяют так называемый "модульный" кирпич (250x120x88 мм).

Вторая задача - исключение передачи вертикальной нагрузки на несущую стену. Оно обеспечивается упругими прокладками под перекрытием или под керамзитобетонной балкой.

Двухслойные конструкции наружных стен в зданиях рассматриваемой строительной системы применяют в виде двухслойной кладки из газобетонных блоков плотностью 400-450 кг/м<sup>3</sup> и лицевого кирпича с взаимной перевязкой через 5 рядов и установкой слоистой стены поэтажно на перекрытие и фасадную легкобетонную балку (рис. 17.19).

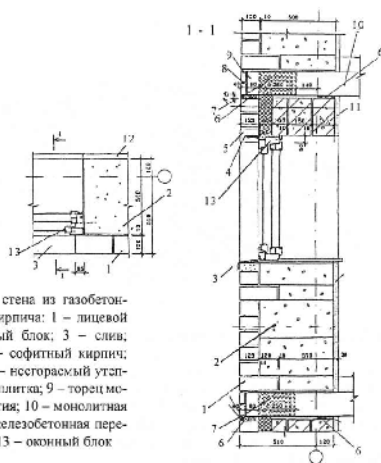
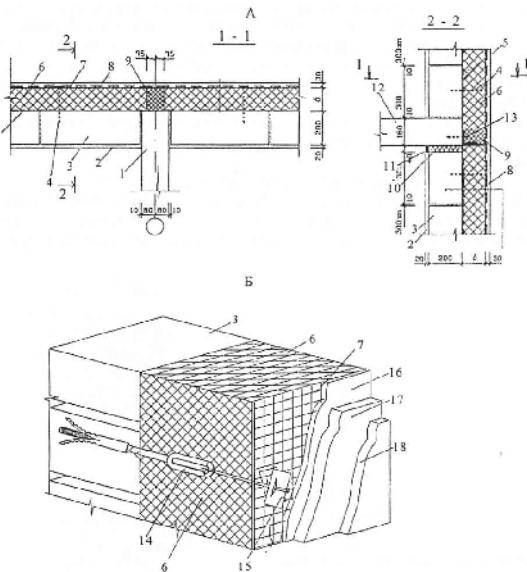


Рис. 17.19. Двухслойная стена из газобетонных блоков и лицевого кирпича: 1 - лицевой кирпич; 2 - газобетонный блок; 3 - слив; 4 - стальной уголок; 5 - софитный кирпич; 6 - упругая прокладка; 7 - несгораемый утеплитель; 8 - декоративная плитка; 9 - торец монолитной плиты перекрытия; 10 - монолитная плита перекрытия; 11 - железобетонная перемычка; 12 - штукатурка; 13 - оконный блок

В связи с тем, что такая стена является очень массивной (толщина 66-71см) с ней конкурирует двухслойная конструкция стен из легобетонных блоков или блоков из ячеистого бетона, утепленных снаружи жесткими плитами эффективного утеплителя, и наружной штукатурки полимерным раствором повышенной паропроницаемости по сетке из стекловолокна или по стальной оцинкованной сетке (рис. 17.20).

Утеплитель наклеен на стеновые блоки и поэтажно оперт на ступенчатые уголки из перфорированного листа нержавеющей стали, пристреленные к торцам плит перекрытия. По наружным торцам внутренних стен и перекрытий утеплитель имеет расчески из негорящего утеплителя.



**Рис. 17.20.** Двухслойная стена из блоков ячеистого (легкого) бетона с наружным слоем из эффективного утеплителя: А – сечения стены; Б – деталь конструкции; 1 – монолитная внутренняя стена, 2 – штукатурка, 3 – стеновой блок, 4 – крепежный элемент, 5 – пароизоляция, 6 – утеплитель, 7 – пластмассовая или оцинкованная проволочная сетка, 8 – наружная штукатурка, 9 – негорящий утеплитель, 10 – упругая прокладка, 11 – расшивка, 12 – монолитная плита перекрытия, 13 – стальной уголок, пристреленный к торцу плиты перекрытия, 14 – качающийся крюк, 15 – запорная пластина, 16 – грунтовочный слой штукатурки (5 мм), 17 – второй слой штукатурки, 18 – декоративная обработка штукатурки

## 17.3. Наружные стены зданий традиционных строительных систем

### 17.3.1. Каменные стены

Материалами для каменных стен служат кирпич, керамические камни, камни из природного материала или блоки из легкого или автоклавного ячеистого бетона, уложенные горизонтальными рядами на цементно-песчаном или известковом растворе с взаимной перевязкой вертикальных швов. Такая конструкция называется кладкой.

Существует большая номенклатура изделий из искусственных камней. Наиболее распространенным является кирпич керамический полнотелый и пустотелый (эффективный), имеющий по сравнению с первым лучшие теплотехнические характеристики.

Форма и размеры кирпича изменялись на протяжении веков, но всегда оставались такими, чтобы каменщику было удобно работать с ним. Вес современного кирпича не превышает 4,3 кг, что свободно может поднять рукой один человек. Размеры рядового кирпича 250 x 120 x 65 мм. Самая большая грань, на которую кладут кирпич, называется - *постель*, длинная боковая - *ложок*, и малая - *тычок*.

Существует полторный кирпич, имеющий толщину в 88 мм. Иногда его называют модульным, так как с учетом растворного шва в 12 мм составляет высоту ряда кладки 100 мм (1М - модуль).

Керамические камни - это кирпич удвоенной высоты - 250x120x138 мм.

Кроме обжиговых керамических изделий, изготавливают силикатный кирпич. Он готовится из смеси извести и кварцевого песка в автоклавах. Прочностные показатели силикатного кирпича идентичны керамическому кирпичу, но он менее морозостоек и водостоек, более теплопроводен. Силикатный кирпич нельзя применять в конструкциях фундаментов и цоколей зданий, для кладки печей.

В последнее время разрабатываются новые варианты керамических изделий. К ним относится сверхтеплый кирпич "Термолюкс" (рис. 17.21, А). Обладая хорошими теплоизоляционными свойствами (коэффициент теплопроводности кладки 0,18 - 0,20 Вт/м °С), он имеет и высокую прочностную характеристику (М100 - М125), позволяющую возводить здания высотой до девяти этажей.

"Термолюкс" дает возможность строить теплое жилье, отвечающее требованиям по энергосбережению без дополнительных мероприятий по утеплению стен. Он запроектирован по принципу термоса. Имеет верхнюю сплошную "постель", а все тело между "тычковыми" стенками, разрезано пятью воздушными прослойками. Перемычки между прослойками расположены по принципу лабиринта. Небольшими "мостиками холода" являются тычковые стенки толщиной в 15 мм. Но в кладке они также расположены в шахматном порядке. Сплошная верхняя постель не дает раствору проваливаться вовнутрь пустот, сохраняет теплотехнические свойства и экономит материал.

Периризованные керамические камни (рис. 17.21, Б) выпускают различных габаритов - 250x120x140 мм, 510x260x219 мм, 398x253x219 и 380x253x219 мм. Высокий уровень теплозащиты этих камней достигается пустотностью и замкнутой пористостью. В отличие от кладки стен из обыкновенного кирпича, керамические камни укладываются на постель из раствора, а вертикальные швы заменены пазорезным зацеплением блоков. Крупные габариты камней делают кладку быстрой и снижают расход раствора. Размеры керамических камней хорошо сочетаются с кирпичом, что позволяет отделять стены облицовочным кирпичом. Технические характеристики кирпича и керамических камней различной модификации сведены в табл. 17.3.

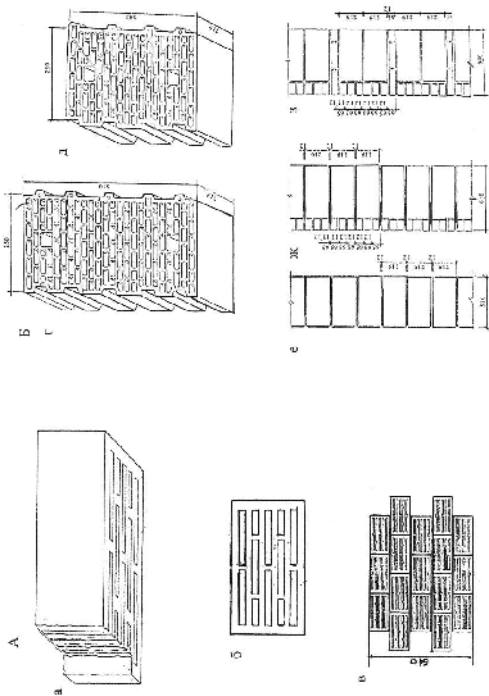


Рис. 17.21. Конструкция стен из новых стеновых керамических изделий: А — кирпич "Термокакс", Б — керамические круглоформатные камни; а — обшивки над кирпичом "Термокакс"; б — сечение по его плоскости; в — сечение по его плоскости; г — план кладки из кирпича "Термокакс"; д, и — керамический круглоформатный деловой камень (г) и доборный камень (д); е, ж, з — типы стен: — однослойные (д), е общевойсковой (е), с общевойсковой и прокладным рядом из кирпича (з)

### Характеристика кирпичных изделий

Таблица 17.3.

№№	Эскиз изделия	Наименование изделия	Марка М	Теплопроводность $\lambda$ , Вт/С <sup>0</sup> м	Плотность, кг/м <sup>3</sup>	Морозостойкость /циклов/	Водопоглощение /процент/
1		Кирпич полнотелый	от М-75 до М-300	от 0,65 до 0,75	от 1600 до 1800	15, 25, 35, 50	10 - 12
2		Кирпич керамический/пустотелый/ (38% пустот)	от М-75 до М-300	0,43	1200	50	6 - 10
3		Кирпич керамический/пустотелый/ (13% пустот)	от М-75 до М-300	0,51	1750	50	8 - 10
4		Кирпич полуторный лицевой	от М-100 до М-150	0,65	1750	25, 35, 50	-
5		Камень керамический двойной	от М-125 до М-150	0,43	800	35	-
6		Силикатный кирпич	от М-150 до М-200	от 0,75 до 0,90	1800	15 - 35	10 - 12
7		Эффективный силикатный кирпич	М-150	0,65	1800	25	10 - 12
8		Кирпич фактурный «антик»	М-150	0,92	1800	25	0 - 12

**Прочность** конструкции стены обеспечивают прочность камня и раствора, укладка камней с взаимной перевязкой вертикальных швов, как в плоскости стены, так и в плоскостях примыкающих стен.

Различают несколько видов кладки стен:

- двухрядную (цепную) с перевязкой вертикальных швов в каждом ряду;
- многорядную (ложковую) с перевязкой вертикальных швов через 5-6 рядов.

Рядность кладки определяется числом «тычковых» рядов по отношению к числу предшествующих «ложковых» рядов (рис. 17.22).

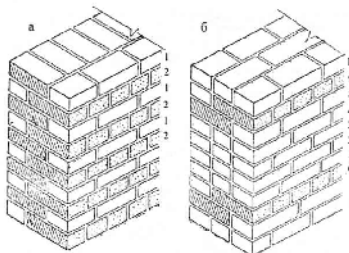


Рис 17.22. Сплошная кирпичная кладка: а, б – системы перевязок кладки: – цепная (а) и шестирядная (б)

Кладки, выполненные из одного кирпича называют сплошными (однородными) в отличие от облегченных слоистых, включающих в свою структуру утепляющие материалы.

Все размеры стен кратны габаритам изделий, из которых они выкладываются. Так кирпичные стены сплошной кладки имеют толщину 250, 380, 510 или 640 мм, что соответствует 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 кирпича. Каждые четыре ряда кладки по высоте (с учетом толщины растворного шва в 10-12мм. и высоте кирпича 65 мм) составляют 300 мм. (75x4=300 мм). При модульном размере кирпича высотой в 88 мм- каждый ряд кладки равен 100мм.

Несущая способность каменных стен зависит от технических характеристик используемых материалов. Так расчетное сопротивление сжатию кирпичной кладки при изменении марки раствора от нулевой до М200 и марки кирпича от М35 до М300 возрастают от 0,04 до 0,35 МПа.

Дополнительное повышение несущей способности каменной кладки дает её армирование сварными сетками, укладываемые через 2-5 рядов.

Для повышения прочности кладки при её изгибе проводят вертикальное армирование, дополненное вертикальными железобетонными монолитными включениями (комплексная кладка) и поэтажными монолитными поясами. К такому конструктивному решению прибегают в особых случаях, например в сейсмостойком строительстве при высокой расчетной сейсмичности.

Устойчивость каменных наружных стен обеспечивается их пространственным взаимодействием с внутренними несущими конструкциями - стенами и перекрытиями. При этом наружные стены жестко связывают с внутренними перевязкой кладки, с перекрытиями - заводкой их конструктивных элементов в толщу стены и анкерровкой стальными элементами.

Устойчивость фасадных продольных стен обеспечивается расстановкой поперечных внутренних стен с расчетным шагом, зависящим от качества кладки и конструкции перекрытий. Так, в малоэтажных зданиях с деревянными перекрытиями шаг поперечных внутренних стен равен 12 м, а в домах со сборными железобетонными перекрытиями - достигает 30 м.

**Долговечность** каменных стен обеспечивает морозостойкость материалов, применяемых для внешней части кладки. Большинство каменных материалов удовлетворяют требованиям по морозостойкости. Исключения составляют конструкции стен из ячеистых бетонов. Для повышения их морозостойкости фасадную поверхность блоков из ячеистого бетона покрывают защитно-стелочным слоем из морозостойкого поризованного раствора или выполняют кладку стен с кирпичной наружной облицовкой толщиной в 1/2 кирпича. Связь облицовки с кладкой обеспечивают стальными скобами или перевязкой тычковыми рядами кирпичной кладки через каждые три ряда камней по высоте стены.

**Теплозащитная способность** наружных стен назначается в соответствии с гигиеническими требованиями и с учетом экономических топливных ресурсов. Толщину стены принимают по наибольшему из значений, полученных в результате расчетов требуемых  $R_{\Sigma}^{тп}$ , экономически целесообразного сопротивления  $R_{\Sigma}^{э}$  и статического расчета.

Для уменьшения толщины стены или повышения ее сопротивления теплопередаче применяют пористый, поризованный кирпич или пустотелые камни. Увеличение теплозащитных свойств кладок из этих элементов достигается за счет меньшей теплопроводности по сравнению с кирпичом.

Наиболее эффективно с точки зрения теплофизики применение слоистых стен, в которых несущую функцию выполняет более прочный материал, а теплозащитные функции - эффективный малотеплопроводный материал. Различают несколько видов таких кладок (рис. 17.23):

- трехслойные стены с заполнением внутренней полости, образованной наружными кирпичными стенками, легким бетоном или термозкладками;
- варианты колодезных кладок с вертикальными диафрагмами;
- конструкция кладки с уширенным швом (воздушная полость);
- заполнение эффективного утеплителя в уширенный шов.

**Трехслойные стены с горизонтальными диафрагмами** (рис. 17.23, а, б, в) состоят из двух вертикальных кирпичных стенок, соединенных между собой горизонтальными диафрагмами из тычковых рядов или однострочными тычками, заходящими на 0,5 кирпича в бетонную массу заполнения средней полости.

**Трехслойные стены с вертикальными диафрагмами** (колодезная кладка) (рис. 17.23, г) - связь в них между наружными стенками осуществляется вертикальными поперечными диафрагмами через 3-4 ложка по длине стены. Полученные ряды колодезь могут быть заполнены легким бетоном или плитным утеплителем.

**Стены с воздушной прослойкой** (рис. 17.23, д) - состоят из внутренней несущей стены и наружной отражающей в 0,5 кирпича, связанные между собой тычковыми рядами через каждые 4-5 ложковых ряда. Между стенками оставляют зазор не более 50 мм толщиной, который по теплотехническим качествам примерно равен кладке в 1,5 кирпича.

С целью повышения теплозащитных свойств стены, зазор может быть заполнен эффективным мягким утеплителем. Такой вариант стены называется - *кладка с уширенным швом*.

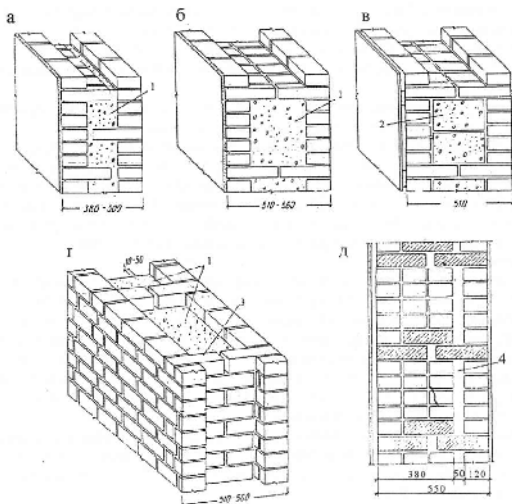


Рис. 17.23. Облегченные кирпичные стены: а, б – с заполнением легким бетоном; в – с термовкладышами; г – колодезная кладка; д – кладка с воздушным зазором; 1 – легкий бетон; 2 – термовкладыши; 3 – вертикальная кирпичная диафрагма; 4 – воздушная полость

### Детали стен из мелкогабаритных элементов

Основными элементами кирпичных стен являются проемы, перемычки и простенки. Конструкция, перекрывающая проем сверху называется перемычкой. Различают несущие и ненесущие перемычки. Ненесущая перемычка воспринимает собственный вес и вес кладки, расположенной над ней. Несущая перемычка, кроме перечисленных нагрузок, несет нагрузку от перекрытия, опирающегося на нее.

Перемычки могут выполняться из кирпича (рис. 17.24), тогда они носят название рядовые или арочные.

Рядовые перемычки устраивают над проемами шириной не более 2,0 м по временным деревянным настилам. В нижний ряд по слою цементного раствора укладывается стальная арматура, заанкерная в кладку, по которой выводят стену, высотой не менее четырех рядов, иногда армированную.

Арочные перемычки хорошо воспринимают нагрузку, но трудоемки в изготовлении. Они выполняют определенную архитектурную функцию и могут иметь различное очертание – плоские, лучковые, циркульные, клинчатые и др.

Рис  
же  
кн  
уст  
— Э  
мы  
по.  
ист  
ше  
ше  
блн  
ни  
пр  
ж  
ли  
кл  
не  
ча  
че  
ни  
по  
ка  
12



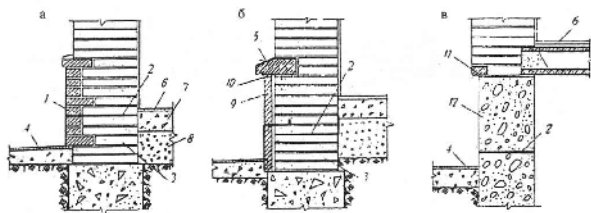


Рис. 17.25. Конструктивные варианты цоколей: а — облицовка кирпичом; б — облицовка плитами; в — бетонные блоки; 1 — лицевой кирпич; 2 — гидроизоляционный слой; 3 — полнотелый глиняный кирпич; 4 — отмостка; 5 — кордонный камень; 6 — пол первого этажа; 7 — бетонная подготовка; 8 — уплотненная подсыпка; 9 — каменные плиты; 10 — осадочный зазор; 11 — кордон из железобетонных брусьев; 12 — стена подвала из бетонных блоков

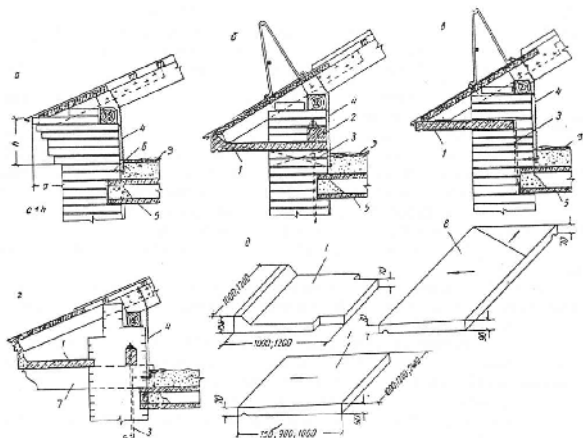


Рис. 17.26. Венчающие карнизы: а — образованный напуском кирпича; б, в — из сборных железобетонных плит; г — то же, по консольным балкам (кронштейнам); д — карнизные плиты; 1 — карнизная плита; 2 — анкерная балка; 3 — анкер; 4 — проволоочная скрутка; 5 — панель чердачного перекрытия; 6 — звершенный кестыль; 7 — консольная балка; 8 — угловая карнизная плита; 9 — шлаконазестковая корка

### Варианты конструкций наружных кирпичных стен

Внедрение энергосберегающих технологий в строительную индустрию потребовало разработки систем теплоизоляции наружных стен зданий.

Обеспечение несущей способности и оптимальных тепловых характеристик возможно при конструировании многослойных ограждений. Разработано четыре типа наружного ограждения жилых зданий:

- колодезная кладка;
- система наружной теплоизоляции;
- система внутренней теплоизоляции наружной стены;
- вентилируемые фасады.

Эффективная колодезная кладка (рис. 17.27) с плитным утеплителем и воздушной полостью состоит из кирпичных продольных стенок, связанных между собой через 120 см поперечными кирпичными диафрагмами. В полость, образованную наружными стенами и связующими диафрагмами, устанавливают плитный утеплитель, обернутый полиэтиленовой пленкой. Фиксация плит утеплителя производят с помощью оцинкованных стальных скоб. Между утеплителем и наружной стеной кладки толщиной в 120 мм оставляется воздушный зазор для циркуляции воздуха. Внутренний слой кладки в зависимости от приходящей на него нагрузки может иметь толщину в 120, 250 и 380 мм. Плиты утеплителя применяют толщиной в 100 или 250 мм.

В пределах этажа между кирпичными стенками устраивается перевязка двумя тычковыми рядами, между которыми прокладывают арматурную сетку.

Это решение необходимо для предотвращения осадки плит утеплителя.

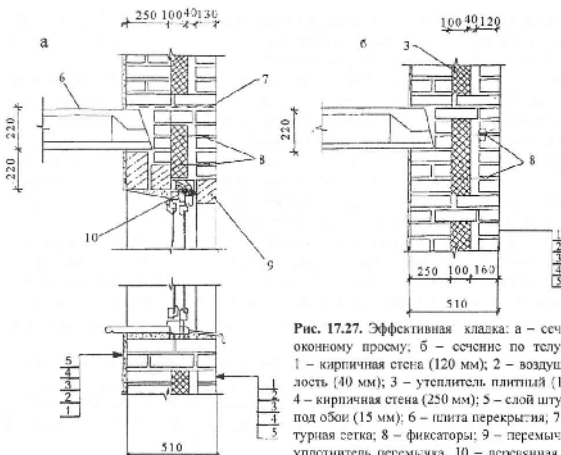
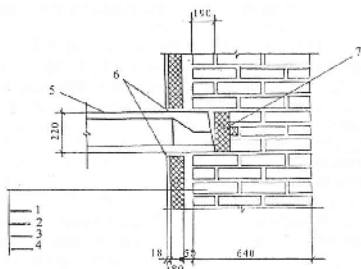


Рис. 17.27. Эффективная кладка: а – сечение по оконному проему; б – сечение по телу стены; 1 – кирпичная стена (120 мм); 2 – воздушная полость (40 мм); 3 – утеплитель плитный (100 мм); 4 – кирпичная стена (250 мм); 5 – слой штукатурки под обои (15 мм); 6 – плита перекрытия; 7 – арматурная сетка; 8 – фиксаторы; 9 – перемычка; 10 – уплотнитель перемычка; 11 – болт; 12 – анкер; 13 – синтетическая сетка

**Система наружной теплозащиты** (рис. 17.28) в традиционном строительстве применяется при капитальном ремонте или при реконструкции существующих зданий. По массиву кирпичной стены толщиной 380, 510 или 640 мм с наружной стороны наклеивают теплоизоляционный слой, выполняемый из минераловатных или полистирольных плит. По слою утеплителя располагается сетка из стекловолокна. Для крепления утеплителя и сетки по поверхности стены с шагом 500x500 мм устанавливают крепежные элементы-анкера. По сетке наносится защитно-декоративный слой из паропропускаемой трехслойной штукатурки.

**Рис. 17.28.** Сплошная кладка с утеплителем с внутренней стороны: 1 – наружный слой кладки; 2 – воздушная прослойка; 3 – утеплитель по деревянной обрешетке; 4 – гипсокартонная плита; 5 – плита перекрытия; 6 – щель для воздуха обмена



**Система наружной теплоизоляции** рациональна с точки зрения строительной физики. Накапливаемая в зимний период влага в толще конструкции легко испаряется из утеплителя и наружного штукатурного слоя в летний период.

А это очень важно, так как накопленная избыточная влага приводит к пересушиванию ограждения, снижению теплозащитных свойств, разрушению за счет сезонных колебаний температуры, возникновению грибковой плесени.

**Система внутренней теплоизоляции** наименее эффективная конструкция, так как в процессе эксплуатации возможно накопление влаги между утеплителем и массивом стены. Поэтому утеплитель всегда крепится к стене на отnose, а образуемый зазор должен быть вентилируемым. Для этой цели устраивают у пола и потолка щели, способствующие воздухообмену с внутренним воздухом помещения.

В традиционном строительстве к системе с внутренней теплоизоляцией прибегают редко, главным образом при реконструкции памятников архитектуры, чтобы не искажать исторический фасад наружной теплоизоляцией. Назначение типа материала теплоизоляции и ее сечение должны контролироваться расчетным анализом годового цикла влагосодержания конструкции стены, в целях обеспечения положительного влажностного баланса конструкции.

**Система с вентилируемым фасадом** – самая дорогая и трудоемкая, но позволяет вести монтажные работы в зимний период года. Она предназначается в основном для кварталных зданий I класса. Система состоит из внешней облицовочной оболочки, утеплителя прикрепленного к массиву стены и воздушной полости между внешней оболочкой и утеплителем.

Описание работы навесного вентилируемого фасада дается в разделе 17.2.

### 17.3.2. 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 – *брусчатые, брусчатые, каркасные и щитовые.*

**Брусчатые стены** (рис. 17.29) – 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.

Бревна укладывают в венцы комлями попеременно в разные стороны, чтобы выравнивать горизонтальные ряды сруба. Соединения бревен в углах производится – *с остатком или без остатка.*

При рубке углов с сестатком (*в чашку*) концы бревен выпускают за наружную плоскость стены на длину, равную диаметру или 2/3 бревна.

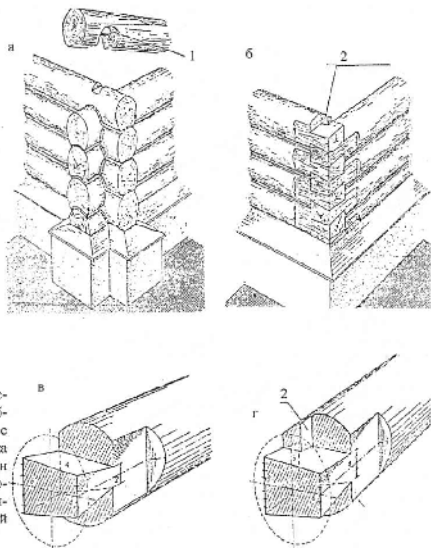


Рис. 17.29. Угловые соединения бревен сруба: а, б – общий вид сруба с врубкой с остатком (а) и без остатка (б); в, г – детали углов стен рубленых без остатка; простая лапа (в) и лапа с коренным шипом (г); 1 – потайной шип; 2 – коренной шип

При рубке без остатка производят резку бревен друг з друга в *лапу* или в *поллапу*.

Сопряжение бревен в углах производится в поддерева, поэтому в каждом венце оси сопрягаемых стен различны в уровнях на половину диаметра бревна.

Кроме соединений в (круглые или четырехгранные шипы). Шипы вставляют в заранее выбранные в бревнах гнезда, располагаемые в шахматном порядке с расстоянием 100-150 см.

Для беспрятственной осадки венцов при высыхании пазы для шипов делают на 1,5 - 2,0 см глубже.

Между венцами прокладывают уплотнительный мягкий материал - войлок, пакля, мох, синтипон и др.

**Брусчатые стены** (рис. 17.30) производят из заранее заготовленных на заводе брусьев, исключаящих ручную обработку бревен и вязку углов.

Брусья, также как и бревна, укладываются венцами с прокладкой уплотняющего материала между рядами для исключения продуваемости. Для сдвигания рядов служат нагели и шипы, которые вставляют в просверленные отверстия и высоту, которых, как и в бревенчатых стенах делают с запасом на осадку.

Для более плотного соединения рядов между собой, а также для уменьшения продуваемости иногда в брусках на всю ширину устраивают шпунты и гребни.

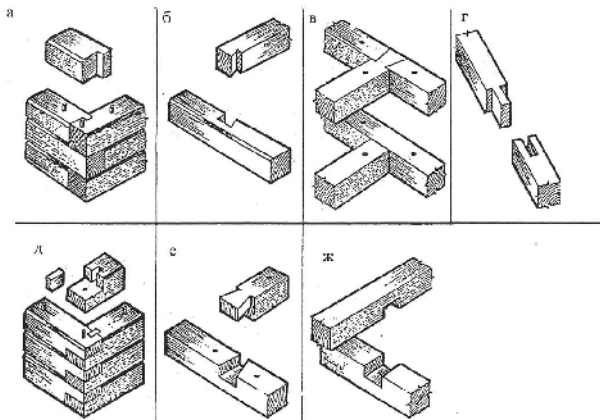


Рис. 17.30. Соединения брусчатых стен: а - угловое соединение брусьев в перевязку с коренным шипом; б - сопряжение внутренней стенки с наружной полусковороднем; в - сопряжение внутренней стены с наружной в перевязку; г - сращивание брусьев; д - угловое сопряжение брусьев в поддерева на нагелях и оставных шпонках; е - сопряжение внутренней стены с наружной сквороднем; ж - сопряжение брусьев в перекрестии

Сопражение брусев в углах может выполняться в полдерева или в перевязку с коренным шипом. Примаыкание внутренних стен к наружным осуществляется впритык с коренным шипом и пазы или *двусторонним хвостом (сквозным или потайным - сквороднем)*.

Деревянные дома дают значительную осадку, поэтому над дверными и оконными коробками оставляют зазор, размером 5% высоты проема, заполняемый упругим материалом (рис. 17.31).

Особое внимание следует обращать на конопатку швов между венцами. В течение первых 1,5- 2,0 лет сруб (высотой в этаж) даст осадку по высоте на 15-20 см, что следует учитывать при его возведении.

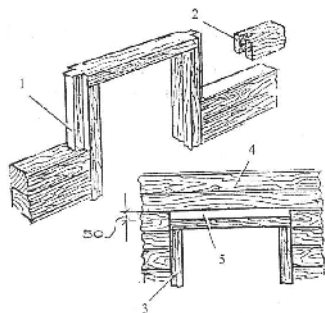


Рис. 17.31. Установка дверной коробки: 1 - паз; 2 - шип; 3 - дверная коробка; 4 - брус; 5 - зазор

Устойчивость бревенчатых и брусчатых стен обеспечивается связью их в углах и в пересечении с примыкающими стенами, располагаемые на расстояниях не более 6 - 8 м. друг от друга. При больших расстояниях стены укрепляют сжимами во избежания выпучивания. Сжимы выполняют из вертикальных, парных брусев, устанавливаемых с двух сторон стены и скрепляемых по высоте между собой через 1,0 - 1,5 м. болтами

**Каркасные деревянные стены** (рис. 17.32) 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 поперечки по углам здания. Каркас обшивается с двух сторон, а внутренняя полость заполняется утепляющим материалом (плитным, рулонным или сыпучим).

Утеплитель может укладываться в один или несколько слоев, вплотную друг к другу или с воздушным зазором, повышающий теплоизоляционные свойства стены. Для исключения конденсата в утепляющем материале, прикладывают пароизоляционный слой с внутренней стороны стены (сразу за внутренней обшивкой).

Обшивка стоек выполняется из досок толщиной 1,9-2,5 см, прибиваемых к ним горизонтальными рядами. Для повышения жесткости обшивка может выполняться в 2 слоя, причем первый по стойкам под углом 45°, что повышает общую жесткость здания.

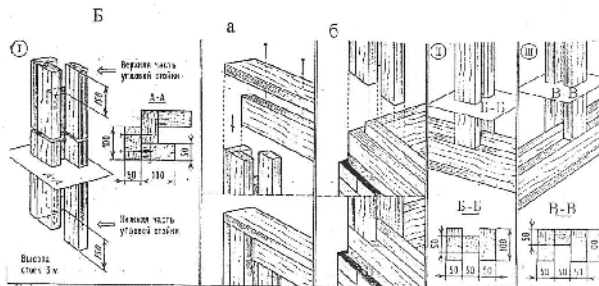
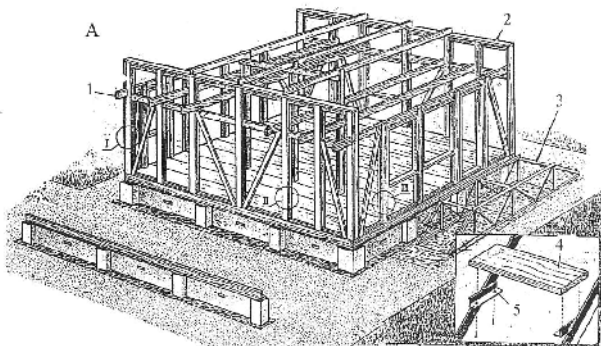


Рис. 17.32. Пример решения каркасно – деревянного дома: А – общий вид каркаса дома; Б – узловые соединения; а, б – верхняя (а) и нижняя (б) части угловой стойки; 1 – выступающие концы балок; 2 – Т – образная балка обвязки; 3 – сараяной каркас крыльца; 4 – ступени; 5 – уголлок под ступени.

Каркасно-обшивные дома обеспечивают любую степень теплозащиты. Недостаток – много детальности, возможность замачивания в период сборки утеплителя и его осадки в процессе эксплуатации.

Этот недостаток гасится в конструкциях с каркасно-обшивными стенами - *под сруб* с обшивкой из пластин под брус или бревно.

Каркасно-обшивные стены - трехслойная конструкция деревянных стен, сохраняющая внешний облик бревенчатой или брусчатой стены, но имеющие высокие теплозащитные и прочностные характеристики. Конструкция - сэндвичного типа (рис. 17.33) с утеплителем из стекловолкна, обладающим малой плотностью и малым коэф-

фициентом теплопроводности. Это легкий, мягкий эластичный, негорючий материал. С наружной стороны обшивка состоит из полубрусьев или полубревен, толщиной в 75мм.. С внутренней стороны обшивка может быть выполнена из досок или имитировать брусчатую (бревенчатую) структуру.

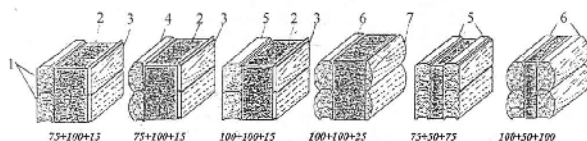


Рис. 17. 33. Конструкции деревянных стен сэндвичного типа: 1 – деревянный брус; 2 – утеплитель; 3 – доска внутренней обшивки; 4 – полубревно; 5 – оцилиндрованный брус; 6 – полубревно

Брусья (бревна) вертикально связывают между собой деревянными цилиндрическими нагелями. Торцы обшивок заводятся в пазы стоек, обеспечивая неизменяемость стен.

По современным требованиям энергосбережения толщину однослойных деревянных стен следует назначать толщиной в 45- 50 см, что практически невыполнимо. Выше приведенное решение сэндвичной конструкции стены, повышает теплотехнические характеристики, снижает материалоемкость и стоимость.

**Щитовые стены** (рис. 17.34) собираются из укрупненных элементов заводского изготовления - стеновых утепленных щитов.

Щиты состоят из рамной обвязки, наружного и внутреннего слоев обшивки из досок, между которыми закладывается утеплитель. Щиты по ширине кратны модулю 3М, а по высоте – соответствуют высоте этажа здания. Щиты могут быть глухими или с оконными (дверными) коробками.

Различают щитовые дома бескаркасной и каркасной конструктивных систем.

Стены бескаркасной системы собираются из щитов, устанавливаемых на нижнюю и скрепленных верхней обвязками.

В каркасных домах нагрузку воспринимают деревянные стойки, а щиты служат заполнением каркаса и ограждением.

Наиболее ответственным соединением в щитовых домах являются стыки. Чаще всего стыковое соединение выполняют *в шипит*. В этом случае на боковой стороне щита в его обвязке выбирают паз, а на другой - ставят гребень, заходящий в паз при стыковке щитов. Шов заподлицо перекрывают узкой доской –нащельником, для которого на боковых гранях щитов оставляют специальные четверти, кроме того, герметизируют мастикой и клейкими эластичными лентами.

**Панельные стены** (рис.17.35) – проектируют однорядной с 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.

Для наружной обшивки применяют цементно-стружечные плиты, водостойкие фанеры, шпунтованные доски и др.

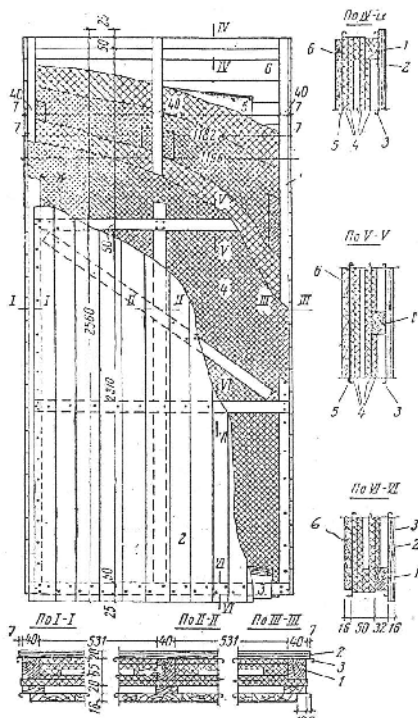


Рис. 17.34. Наружный стеновой дощатый щит: 1 – элементы каркаса щита; 2 – наружная вертикальная дощатая обшивка; 3 – воздухопроницаемый слой (бумага); 4 – четыре слоя плитного утеплителя; 5 – пароизоляция; 6 – внутренняя обшивка

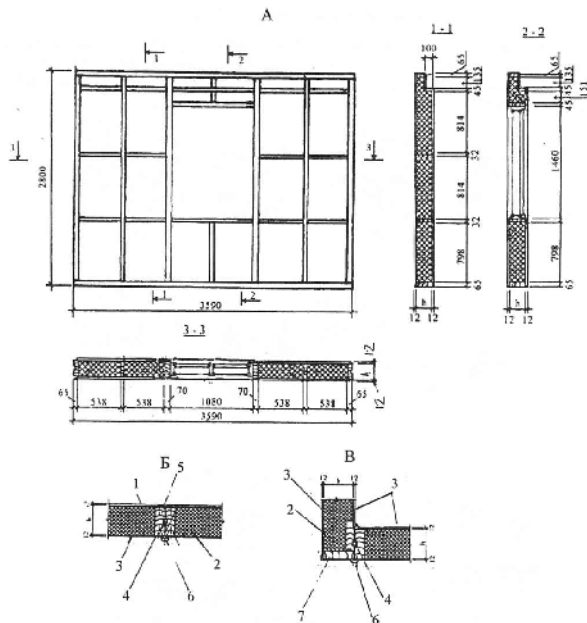


Рис. 17.35. Наружные деревянные стеновые панели: А – схема панели; Б, В – стыки стеновых панелей: рядовой (Б) и угловой (В): 1 – гипсокартонный лист; 2 – утеплитель; 3 – цементно-стружечная плита; 4 – брусок; 5 – штапик; 6 – нащельник; 7 – обвязка каркаса

Для внутренней обшивки – гипсокартонные листы, твердые древесноволокнистые плиты, по которым прокладывают пароизоляционный слой из полиэтиленовой пленки или пергамина, предохраняющего от увлажнения утеплитель. В качестве утеплителя применяют пенополистирольные или минераловатные плиты.

Панели имеют полную заводскую готовность: их поставляют на постройку с заполненными дверными и оконными проемами.

Прочность и устойчивость панельных стен достигается устройством связей панелей с конструкциями перекрытий, а также жесткими узловыми соединениями панелей между собой. Использование крупно листовых обшивок повышает жесткость панелей, а при применении мелко листовых или погонных штучных изделий в теле панелей устанавливают дополнительные раскосы.

## 17.4. Балконы, лоджии, эркеры

Балконы, эркеры, лоджии существенно повышают комфортность квартир за счет связи с внешней средой и одновременно они обогащают пластику фасадов (рис. 17.36).

Рациональность их применения зависит от климатических особенностей района строительства.

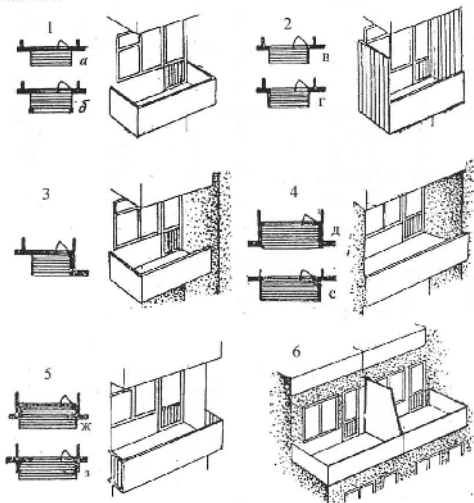


Рис. 17.36. Типы летних помещений: 1 – открытый балкон (а – консольный, б – на столбах); 2 – балкон с ветрозащитными экранами с одной (в) или двух (г) сторон; 3 – угловой балкон; 4 – лоджия (д – заглубленная, е – выступающая); 5 – лоджия – балкон (ж – полузаглубленная, з – примыкающая к фасадной плоскости); 6 – терраса

Открытые летние помещения в умеренной климатической зоне целесообразно размещать при общей комнате и кухне, а в южных районах и при спальне.

Глубина летних помещений должна быть не менее 90 см для средних климатических районов и не менее 120-180 см для южных, так как там часто размещают летом спальное место и места для приема пищи.

В жарком климате балконы и лоджии, затеняющие помещения от избыточной инсоляции, незаменимы.

Эркеры, дающие увеличение освещенности и инсоляции внутреннего объема помещения, хорошо применять в северных районах.

Конструктивные особенности балконов, лоджий, эркеров многовариантны и зависят от строительной и конструктивной систем здания.

**Балконы** — открытые консольные площадки с выносом 90-120 см от плоскости стены, имеющие по трем сторонам ограждения высотой до 1,0 м. Форма балконов может быть разнообразна — прямоугольная, трапециевидная, треугольная, криволинейная, пилообразная и др.

Балконы выполняют в квартире две основные функции: служат для отдыха и как место выполнения различных хозяйственных дел (развешивания цветов, сушки белья, проветривания вещей, хранения продуктов...)

По своей статической схеме балконные плиты могут работать: (рис. 17.37)

- как консольная плита, передающая изгибающий момент и вертикальную опорную реакцию на конструкцию стены и перекрытие здания;

- как балочная плита, имеющая варианты: а) решения опирания сторон: - на консольные балки, подвеску к внутренним поперечным стенам здания или опирания на выносные стойки.

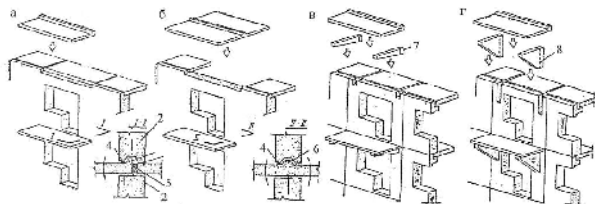


Рис. 17.37. Схемы передачи изгибающего момента и вертикальных усилий от балконной плиты на конструкцию: а — наружной несущей стены; б — железобетонной панели перекрытия (в наружной стене); в — железобетонной панели перекрытия; г — кирпичной стены; 1 — балочная плита; 2 — наружная стена; 3 — перекрытие; 4 — термотит; 5 — утеплитель; 6 — противоокаевой гребень; 7 — консоль; 8 — кирпичная стена

Сопряжение балконной плиты с наружной стеной и перекрытием должно удовлетворять не только требованиям прочности, но и обеспечивать теплоизоляцию. Поэтому при выполнении балконных плит из тяжелого бетона в стык между балконной плитой и плитой перекрытия укладывают теплоизоляцию. Балконная плита может быть выносной консольной частью панели перекрытия, отформованной из легкого бетона.

Балконная плита имеет гладкую нижнюю плоскость или выступающие по контуру ребра, но во всех случаях по низу наружных граней плиты, должен быть устроен — слезник, не допускающий замокания наружной поверхности стены здания. Верхняя плоскость балконной плиты выполняется с уклоном от фасадной плоскости стены в 1-2%.

Гидроизоляционный ковер укладывают по верху плиты с заделкой его верх по стене здания. По слою гидроизоляции устраивают по цементной или асфальтовой стяжке пол из керамических плиток, расположенный на 50-70 мм ниже пола помещения, к которому примыкает балкон и на 100-120 мм ниже уровня дверного порога.

Лоджии (рис. 17.38) могут быть встроены в объем здания или выступать за фасадную плоскость — выносные, но в обоих случаях они имеют глухое боковое ограждение. При встроены в объем здания лоджий требуется устройство примыкающих утепленных боковых (торцовых) стен.

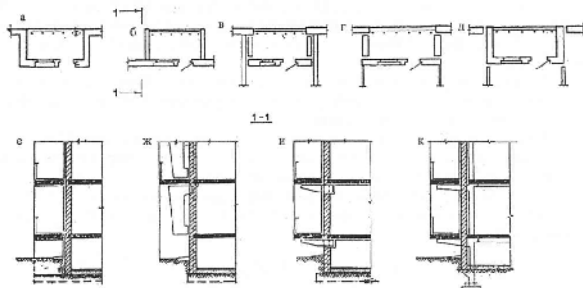


Рис 17.38. Лоджии: а – вогнутая; б – выпуклая; в – конструкция вогнутой лоджии в панельном здании с поперечными несущими стенами; г – то же, с продольными; д – с использованием объемного блока; е – конструкция выпуклой лоджии на несущих поперечных стенах; ж – то же, на навесных стенах; з – и – на консольных балках; к – на консольных колоннах

В перекрытиях лоджий, заведенных на наружную стену, с целью исключения мостиков холода, устанавливают теплоизоляционные прокладки.

Конструкция выносных лоджий осуществляется с помощью дополнительных, перпендикулярных фасаду несущих или навесных боковых стен, выступающих консолей колонн каркаса или заземленных в поперечных внутренних стенах консольных балок.

Несущие боковые стены лоджий применяют только для зданий средней этажности. При этом для обеспечения совместной осадки лоджий и стен здания боковые щитки-стены лоджий опирают на участки фундаментов поперечных внутренних стен, вынесенных за плоскость фасада.

Ограждения балконов и лоджий выполняют из металлических решеток, укрепленных в бетонной плите перекрытия лоджии (балкона). Ограждение может быть глухим с обшивкой решетки декоративными листами стеклопластика, гофрированного металла и др., а также с устройством кирпичной стенки толщиной в четверть кирпича.

Разработаны конструкции раздвижного остекления лоджий, что в наибольшей степени отвечает требованиям комфортности в средней и северной климатических зонах России. При остеклении балконов или лоджий возникает существенный недостаток, выражающийся в уменьшении светового потока в среднем на 15-20%, так как широкие вертикальные и горизонтальные импосты рам ограждения препятствуют прохождению светового потока.

Безрамная конструкция остекления устраняет этот недостаток. Она представляет собой каркас, собранный из четырех алюминиевых профилей, который с точностью до 2 мм повторяет размеры проема балкона или лоджии. Верхний горизонтальный алюминиевый профиль – несущий, с полками, по которым катается пара сдвоенных роликовых опор, несущих полотна закаленного стекла (рис. 17.39). Нижний профиль является направляющим. Вертикальные профили с щеточными уплотнителями обеспечивают плотное примыкание стекол к стенам лоджии (балкона). Все элементы каркаса крепятся

к стенам, потолку и ограждению лоджии или балкона. Готовое остекление представляет собой сплошную стену из закаленного стекла толщиной 6 мм без рам и вертикальных стоек. Для проветривания предусмотрен механизм фиксации открытых створок.

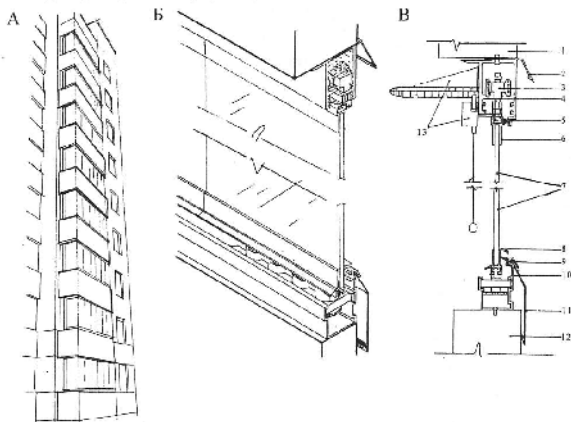


Рис. 17.39. Безрамное остекление лоджий (балконов): А – общий вид; В – разрез по стеклянному ограждению; В – верхний и нижний узлы крепления стекла: 1 – верхнее перекрытие; 2 – верхний отлив; 3 – система двухрядных роликов на шарикоподшипниках; 4 – верхний алюминиевый (несущий) профиль; 5 – верхний щеточный уплотнитель; 6 – верхний стеновый профиль; 7 – заклеенное стекло; 8 – нижний стеновый профиль; 9 – нижний силиконовый уплотнитель; 10 – нижний алюминиевый (направляющий) профиль; 11 – нижний отлив; 12 – ограждение лоджии (балкона); 13 – трехпозиционный вентиляционный фиксатор с защелкой

Эркер (рис. 17.40) – вынесенный за фасадную плоскость объем внутреннего пространства обеспечивает увеличение инсоляции полезной площади комнаты и эстетически облагораживает интерьер. В плане эркеры могут иметь различную конфигурацию – прямоугольную, треугольную, трапециевидную, полукруглую и др.

Эркер является активным средством композиции здания, подчеркивает членение и пластику фасадной плоскости. Он может быть отдельным композиционным акцентом, может ритмично повторяться по вертикальной плоскости здания, или же чередоваться с плоскими участками стены и западающими лоджиями, создавать активную светотеневую пластику фасада.

Стены эркеров могут быть как несущими, так и ненесущими, могут выполняться в виде объемного элемента, навешиваемого на конструкции здания.

При несущих стенах эркеры устанавливаются на фундаментные конструкции. При навесной системе – эркерный объем может не доходить до фундаментов, прерываться в любом месте по вертикали.

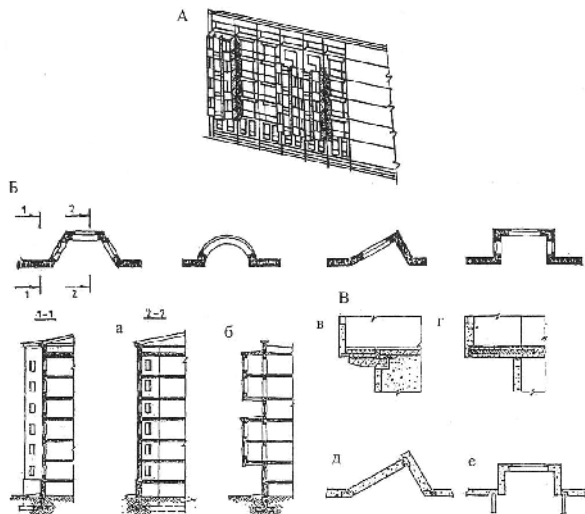


Рис. 17.40. Эркеры: А — элемент фасадной плоскости с эркерами; Б — формы эркероз; В — схемы конструктивных решений; а — несущего эркера; б — висящего, в — опирания эркера на консольные балки; г — на консоль панели перекрытия с утепляющей прослойкой; д — эркер из стеновых панелей; е — то же, из объемного элемента

Несущие облегченные наружные стены эркера опирают на различного типа консоли внутренних несущих конструкций - консоли колонн каркаса, балки, защемленные во внутренних стенах, консоли плит перекрытий.

В навесных эркерах необходимо соблюдать условия теплозащиты нижнего и верхнего его перекрытий, являющиеся наружными ограждающими конструкциями.

Разработан индустриальный объемный эркерный элемент, предназначенный для применения как при новом строительстве, так и при капитальном ремонте и реконструкции жилых домов.

Объемный эркер состоит из наружной железобетонной трехслойной стены и одного верхнего несущего перекрытия, изготавливается по стеновой технологии и поставляется на стройку с максимальной степенью заводской готовности.

При строительстве зданий на крутых уклонах или уступающей в глубину фасадной плоскостью устраивают открытые террасы, расположенные над эксплуатируемыми объемами. Полы таких террас служат эксплуатируемыми крышами перекрываемых объемов, что требует внимательного отношения к вопросам гидроизоляции.

ляны  
покры

верми  
чиваю  
конст  
ке. В т  
устрои

ней ср  
прим  
здани:

стены  
должн  
здани:

ларст  
допол  
нует  
ротня

Рис. 1  
и горн  
герис

## 17.5. Светопрозрачные ограждения гражданских зданий

Существуют четыре типа светопрозрачных ограждений – окна, витражи (стеклянные стены), витрины (предназначаемые для осмотра экспозиции) и светопрозрачные покрытия (крыши).

Основными требованиями, 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 в избежания перегрева внутренней среды помещений требуется устройство солнцезащитных конструкций.

**Окна** – светопрозрачные ограждения, обеспечивающие комфортность внутренней среды зданий и непосредственно связаны с формированием его фасада. Различные приемы размещения окон и выбор их габарита зависит 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 ЭМ и дополнительному 1,5 М, то есть – 300 мм или 150 мм. Не эти ограничения не препятствуют созданию вариативности дизайна окон и систем их открывания – распашные, поворотные, раздвижные (рис. 17.41)

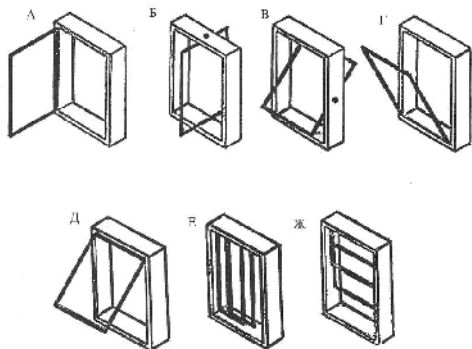


Рис. 17.41. Схемы открывания створок: А – распашные; Б, В – поворотные на вертикальной (Б) и горизонтальной (В) осях; Г, Д – с нижним (Г) и верхним (Д) подвесом; Е, Ж – раздвижные по горизонтали (Е) и вертикали (Ж)

Конструкция заполнения проема - состоит из оконной коробки и подоконной доски. Оконная коробка (окопный блок) собирают из рамы и укрепленных в ней переплетов стекольных полотен.

Переплеты стекольных полотен собирают из вертикальных элементов (створок) и горизонтальных - фрамуг. И те и другие могут быть глухими или открывающимися. По числу створок окна бывают одностворные, двухстворные, трехстворные и т.д.

Створки и фрамуги открываются внутрь помещения, это обеспечивает удобство и безопасность их эксплуатации.

В производстве окон применяют следующие материалы - стекло, дерево, пластмасса, металл. 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: теплоизоляцию зимой; теплозащиту летом; звукоизоляцию; а также удовлетворять эстетическим требованиям.

Для большинства регионов России наиболее важной ограждающей функцией для окон является защита от потери тепла. В этих целях применяют двойное и тройное остекление или стеклопакеты, значительно сокращающие потери тепла, так как внутренняя камера стеклопакета заполнена инертным газом (аргоном, криптоном).

Для уменьшения теплопотерь путем излучения, применяют низкоэмиссионные (с пониженной излучающей способностью) стекла. Низкоэмиссионные или селективные стекла получают в результате нанесения на их поверхность оксидов металлов.

Защита от перегрева достигается применением солнцезащитных стекол, имеющих на поверхности тончайший светоотражающий металлический слой, работающий как зеркало.

Применение стекол типа «триплекс» (армированное полимерной пленкой) защищает их от механических повреждений.

Ламинирование (дублирование) стеклянных плоскостей различными покрытиями из металлов и полимеров дает возможность придать стеклу добавочные свойства - повышение огнестойкости, снижение хрупкости и осколочности.

На рисунке 17.42 представлены решения окон с двойным, тройным остеклением и с примененным стеклопакетом.

Для конструкции рам и обвязок служит дерево, металл и пластмасса.

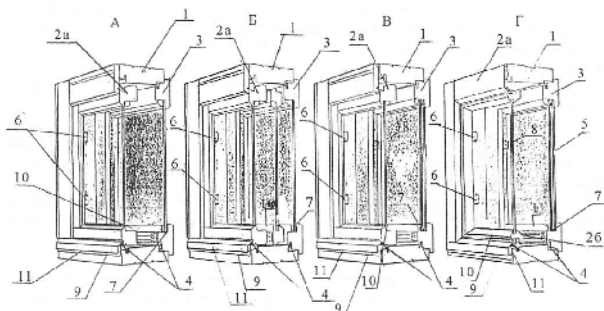
Деревянные оконные блоки для гражданских зданий изготавливают в соответствии со стандартом в двух сериях (рис. 17.43).

- серия Р - с внутренними и наружными переплетами, устанавливаемые раздельно;

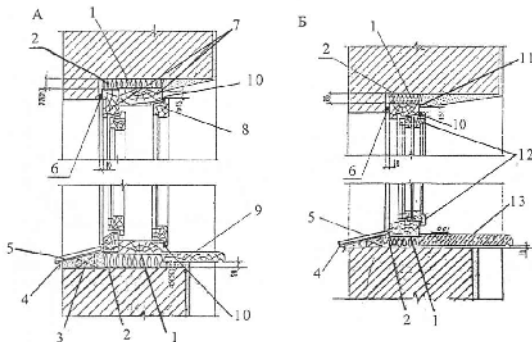
- серия С - со спаренными переплетами, скрепленными для их совместного открывания и закрывания.

В спаренных переплетах внутренние створки навешивают на оконную коробку, а наружные створки - на внутренние. Спаренные переплеты по отношению к разделным более экономичны по расходу древесины, дешевле в изготовлении и обладают большей световой площадью. Створки соединяют между собой с помощью винтов. Для устранения продувания обвязочные профили створок в обоих вариантах могут выполняться с выступающим краем - наплавом, закрывающим щель между створкой и коробкой. К наплаву крепят упругие прокладки, снижающие продуваемость окон.

Традиционно в России производили деревянные окна, но жесткие условия эксплуатации требуют более легких и долговечных современных материалов.



**Рис. 17.42.** Типы деревянных и деревоалюминиевых окон: А, Б – раздельное двойное (А) и тройное (Б) остекление; В, Г – тройное остекление (стекло + стеклопакет); Г – алюминиевый оклад наружной рамы; 1 – коробка, ламинированная доска; 2, а, 2, б – внешняя рама деревянная (а) и алюминиевая (б); 3 – фигурная элутрешняя рама с пахлонным скосом кромки; 4 – дэнойной улплотнитель; 5 – одлокамерный стеклопакет; 6 – регулируемые болтовые петли; 7 – силиконовая изоляция; 8 – алюминиевая промежуточная пластина стеклопакета; 9 – алюминиевая защитная планка; 10 – двойная силиконовая изоляция; 11 – система стока; 12 – алюминиевый оклад по уличной поверхности коробки



**Рис. 17.43.** Конструкция деревянных окон: А – раздельная конструкция переплетов (серия Р); Б – сварная конструкция переплетов (серия С); 1 – руберонд; 2 – конюпатка; 3 – бэбшкка; 4 – металлический слив; 5 – юстыль; 6 – герметик; 7 – брусок оконной составной коробки; 8 – переплеты створок; 9 – деревянная подоконная доска; 10 – улплотнитель; 11 – оконная коробка; 12 – сварные переплеты с напвнвном; 13 – железобетонная подоконная доска

Цикличность количества переходов через 0 °С изменения температуры в осенне-зимний период в России в 10 раз больше, чем в европейских странах. Поэтому требуется довести оконный блок до максимальной защищенности от атмосферных воздействий.

Дополнительные мероприятия для увеличения долговечности окон привели к разработке систем дерево-алюминиевых окон.

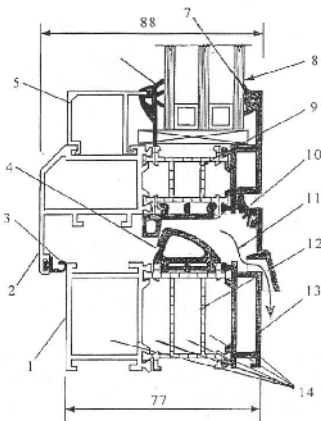
Деревянный оконный блок с наружной стороны закрывают изолирующей обшивкой из алюминиевых профилей, предохраняющих от проникновения влаги и защищающих от ультрафиолетовых лучей и, как следствие, - получение увеличения срока службы древесины.

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

На рис.17.44 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.

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

**Рис. 17.44.** Нижний узел алюминиевого узла: 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 – пяти камерное сечение коробки



Заполнение световых проемов вариантное: стекло + стекло (двойное); стеклопакет (двойное); или стекло – стеклопакет (тройное); двойной стеклопакет (тройное).

Стекло и стеклопакет закрепляют в рамной обвязке при помощи штапиков, прижимающих резиновые уплотнители к стеклу. Для сброса стекающей со стекла влаги, предусмотрено специальное отверстие в оконной коробке.

Алюминиевые профили позволяют получить поверхности высокого качества, их можно анодировать или окрашивать в различные цвета - натуральный алюминий, золотой, коричневый и темно-коричневый.

Пластмассовые окна (рис. 17.45) копируются 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 окон и их конструкции. Остекление так же много вариантное - одинарное, двойное или тройное.

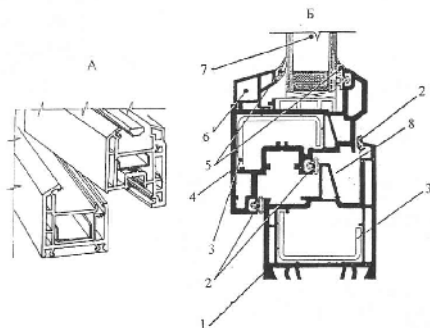


Рис. 17.45. Нижний узел пластмассового окна: А – общий вид; Б – сечение нижнего узла; 1 – профиль коробки; 2 – уплотнители створки; 3 – металлический профиль; 4 – профиль створки; 5 – уплотнители стекла; 6 – штапик по периметру остекления; 7 – стеклопакет; 8 – уплотнительный упор

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.

Профили, из которых выполняют коробку и створки окна, могут иметь скосы, что дает хороший оптический эффект и обеспечивает отвод воды с внешней поверхности.

Витражи и витрины являются элемент 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. 17.46).

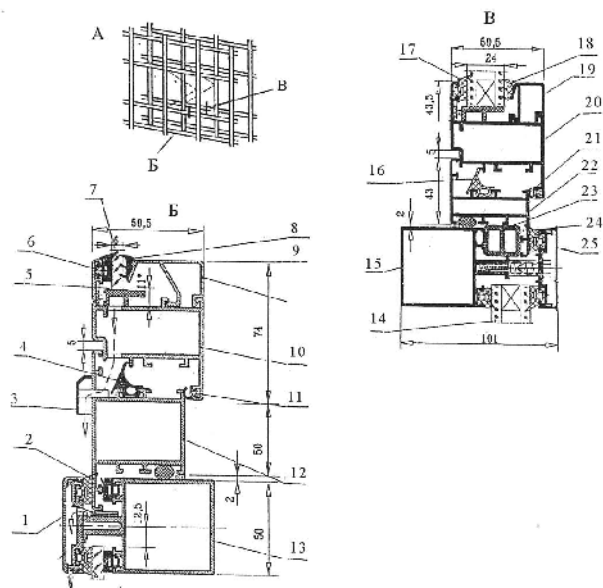


Рис. 17.46. Витраж из алюминиевых профилей: А - монтажная схема плоскостей витража; Б, В - узлы витража с установкой створки в наружной плоскости (Б) с одинарным остеклением и внутренней (В) с установкой стеклопакета; 1 - декоративная накладка; 2, 8, 11, 17, 18, 21, 24 - резиновые уплотнительные профили; 3 - сдвиг; 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 - термоост; 25 - внутренняя отделочная накладка

Наружную плоскость заполняют глухим (не створным) остеклением, а во внутренней - возможно устройство поворотных, окладных створок и фрамуг, обеспечивающих вентиляцию между стеклянными плоскостями в избежания замерзания стекол, а также доступ из помещения, например, для смены экспозиции в витрине.

Навесные стеклянные фасадные плоскости призваны играть ведущую роль в архитектуре зданий. В современной архитектуре используется прием сочетания крупных остекленных поверхностей с участками стен, облицованных полированным гранитом. Получаемые фасадные плоскости отражают в своей поверхности окружающую среду, создавая эффект зеркальной архитектуры.

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.

Сетку структуры крепят к несущим элементам здания (перекрытиям и стенам). Импосты сетки выполняют из тонкостенных замкнутых профилей с применением единообразных накладок с любым тонированием. В местах примыкания к конструкциям перекрытий применяют непрозрачные стекла и прикладывают пакеты утеплителя, улучшающих тепловой режим.

Отделы структуры, закрывающие функциональные помещения, состоят из глухих и поворотных створок, включающих в свое поперечное сечение термомостики из полимерных материалов.

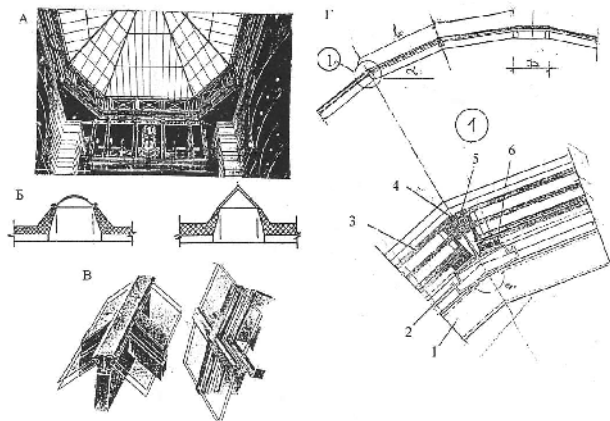


Рис. 17.47. Светопрозрачные конструкции покрытий: А - общий вид интерьера атриума; Б - схемы фонарей покрытия; В - обиде виды конькового и бокового узлов покрытия; Г - сечение по конструкции покрытия овальной фермы; 1 - несущий стальной ригель; 2 - прогоны; 3 - двухкамерный стеклопакет; 4 - мастика; 5 - уплотнители; 6 - утепляющая прокладка

Система позволяет многовариантно решать остекление фасадов. Стекла могут устанавливаться встык без видимых несущих профилей, создавая единую плоскость или подчеркнута членить ее торцами несущих профилей на отдельные ячейки. Структурная система фасадов позволяет реализовать любые архитектурные решения, придать зданиям индивидуальный облик.

**Стекланные плоскости покрытий** (рис. 17.47) применяют в перекрытиях атриумов, в конструкциях второго света, в сложных формах покрытий и др.

Нетрадиционные области применения стекла стали возможны в результате получения конструкционного стекла с повышенной прочностью. Разработанные технологии термической или ионной закалки стекла позволяют изготавливать крупногабаритные плоские стеклянные изделия строительного назначения.

Светопрозрачные конструкции атриумов, фонарей или сложных форм прозрачных 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.

Примеры архитектурных решетий стеклянных плоскостей приведены на рис. 17.8.

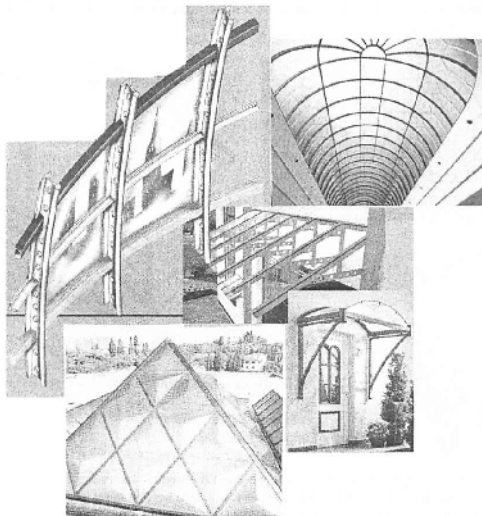


Рис. 17.48. Примеры архитектурных решений стеклянных плоскостей

## Глава 18. Внутренние стены и перегородки

Вертикальные внутренние ограждения образуют несущие стены, вентиляционные и дымо-пентилационные блоки и шахты, перегородки, стены лифтовых шахт и санитарно-технических кабин. Стоимость всех этих конструкций составляет 15 - 18%, а затраты труда до 25% общих затрат по зданию.

Внутренние стены являются несущими конструкциями, совмещающими прочностные и ограждающие функции, шахты лифтов - самонесущими и несущими, а перегородки-несущими.

Общей ограждающей функцией внутренних вертикальных конструкций является звукоизоляция от воздушного шума. Требуемый индекс звукоизоляции  $R_w$  зависит от назначения здания и расположения ограждения в его плане, а также от категории здания по уровню комфортности. Для обеспечения требований звукоизоляции применяют акустически однородные и акустически неоднородные конструкции. В качестве акустически однородных используют массивные однослойные ограждения, в качестве неоднородных — двойные стены и перегородки, стены с гибким экраном, многослойные легкие перегородки.

Выбор способа обеспечения требований звукоизоляции осуществляется с учетом необходимости удовлетворения конструкцией других функциональных требований и свойств используемых материалов.

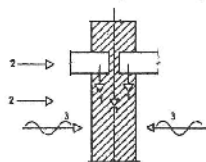


Рис. 18.1. Основные воздействия внутренних стен: 1 — вертикальные нагрузки; 2 — горизонтальные силовые воздействия; 3 — воздушный шум

Внутренние стены подвергаются силовым воздействиям нагрузок от собственной массы, перекрытий и покрытий, воздействиям ветра, сейсмических сил и др., а также акустическим воздействиям. В связи с этим внутренние стены должны удовлетворять требованиям прочности, огнестойкости и звукоизоляции (рис. 18.1). Поэтому внутренние стены возводят из прочных материалов — кирпича, блоков естественного камня, бетона (в виде блоков, панелей или монолита). Только в малоэтажных домах допустимо применение труднестояемых конструкций внутренних несущих стен, например деревянных оштукатуренных.

Звукоизоляция стен обеспечивается по принципу акустически однородного ограждения их массивностью.

Общим приемом определения размеров сечения стен является выбор наибольшего из размеров, полученных в результате статического и акустического расчетов. Приемы конструирования внутренних стен рассмотрены на примерах зданий с панельными монолитными и кирпичными конструкциями.

### 18.1. Внутренние панельные стены

Внутренние стены панельных домов имеют, как правило, одинарную разрезку. По длине стен применяется разрезка, соответствующая размерам конструктивно-шагнорочной ячейки. При наличии дверных проемов в панели их пресекают замкнутой с перемычкой над проемом и перемычкой (либо арматурной связью) под ним. В дополнение, к этой разрезке применяют Т- и Г-образные изделия (рис. 18.2). Панели внутренних стен работают на вращательное сжатие по статической схеме толстой пластинки, раскрепленной по вертикальным краям стенами перпендикулярного направления, а по горизонтальным — перекрытиями.

Рис. 18.2. Типы панелей внутренних стен



Панели несущих стен обычно имеют сплошное сечение. Многоступенчатые панели применяются в случае использования для несущих стен элементов с вентиляционными каналами. Материал панелей стен - тяжелый бетон. Стены из легкого бетона применяют только тогда, когда это технически обосновано или экономически целесообразно. Минимальный класс бетона стен по прочности на сжатие из тяжелого бетона В 15, из легкого В 10.

Толщина панелей внутренних несущих стен определяется прочностью среднего сечения панели, компоновкой узла опирания перекрытий на стену и требованиями звукоизоляции. Минимальная масса I и панелей сплошного сечения, отформованных из тяжелого бетона, в случае их применения в акустически однородных стенах и перегородках составляет 400 кг при индексе звукоизоляции от воздушного шума  $R_w = 50$  дБ, 300 кг при  $R_w = 45$  дБ и 150 кг при  $R_w = 41$  дБ, что соответствует толщинам панелей 160, 120 и 60 мм. При необходимости большей звукоизоляции в панельных зданиях применяются акустически неоднородные конструкции с гибкими экранами, либо однослойные конструкции большей толщины. Требования звукоизоляции учитывают при назначении не только сечений ограждающей конструкции, но и ее сопряжений с остальными элементами здания. Для этого предусматривают в стыках внутренних стен с наружными и с перекрытиями взаимный перепуск на глубину не менее 30 мм, устройство замонolithicиваемых сплошных сопряжений в стыках с несущими конструкциями, а в стыках с ненесущими конструкциями заделку герметизирующими упругими прокладками (рис. 18.3).

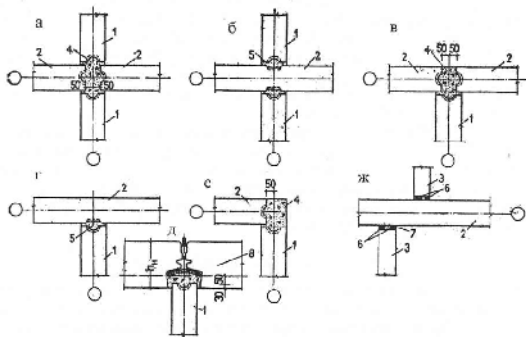


Рис. 18.3. Вертикальные стыки бетонных панелей внутренних стен и перегородок: а - е - стыки несущих панелей между собой и с наружной стеной, ж - стык ненесущих перегородок со стеновой панелью; 1 и 2 - панели поперечных и продольных внутренних стен; 3 - панель перегородки; 4 - бетон замонolithicивания; 5 - сплошные рифления стыковых граней панелей; 6 - упругие прокладки; 7 - цементно - песчаный раствор; 8 - панель наружной стены

Панели стен проектируют бетонными без расчетного вертикального армирования. В то же время в них предусматривают отдельные элементы расчетного армирования (в перемычках над проемами) и конструктивное двустороннее армирование вертикальными поперечными каркасами шагом 600-900 мм по всей плоскости панели, а также стальные элементы связей. Железобетонные панели (с расчетным вертикальным армированием) применяются редко, главным образом в нижних этажах высотных зданий при необходимости сохранения унифицированной толщины стены.

Горизонтальные стыки панелей обеспечивают прочность сооружения при силовых воздействиях. Эти стыки проектируют контактными с передачей вертикальной нагрузки от вышележащей стеновой панели к нижележащей через растворный или бетонный шов или платформенными с передачей нагрузки через опорные участки панелей перекрытия.

Платформенный стык (рис. 18.4) является наиболее распространенным, так как он позволяет применять изделия простейшей формы. Обычно он содержит три шва из цементного раствора: два горизонтальных (под и над перекрытием) толщиной не более 20 мм и один вертикальный (между торцами элементов перекрытий). Прочность стен в зоне стыка зависит от прочности раствора в них и величины площадки опирания перекрытий на стену. При изменении прочности раствора от нулевой до 15 прочность стены в зоне стыка возрастает в 2,5 - 2,7 раза. Поэтому требование к монтажу панелей на прочном растворе является обязательным.

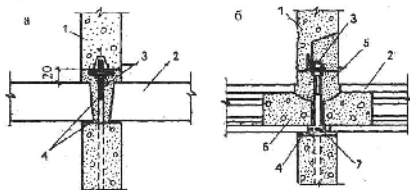


Рис. 18.4. Платформенный стык фиксатора: а - с панелями перекрытий сплошного сечения; б - с многоярусными настилами; 1 - панель стены; 2 - панель перекрытия; 3 - фиксатор; 4 - цементный раствор (или паста); 5 - бетон замолочивания; 6 - бетонные пробки в пустотах панели перекрытия; 7 - стык арматурных выпусков перекрытия

Контактный стык (рис. 18.5) выполняют с опиранием перекрытий на специальные консоли внутренних стен или с заведением железобетонных опорных выпусков - «пальцев» настилов перекрытий в соответствующие им пазы по верху стеновой панели по аналогии с применяемым опиранием перекрытий на наружные несущие стены (см. рис. 17.10). Недостаток первого варианта - необходимость устройства консолей. Они нежелательны в интерьере и усложняют изготовление панелей. Недостаток второго - опасность нарушения звукоизоляции перекрытия в местах его неплотного примыкания к стене (между «пальцами») и их выявление в интерьере.

Контактный стык применяют при сопряжениях панелей сильно нагруженных стен с многоярусными перекрытиями. Он исключает опасность хрупкого разламывания тонких сводиков железобетона над пустотами. Однако многоярусные железобетонные перекрытия применяют в платформенных стыках при повышении прочности опорных участков перекрытия путем замолочивания пустот.

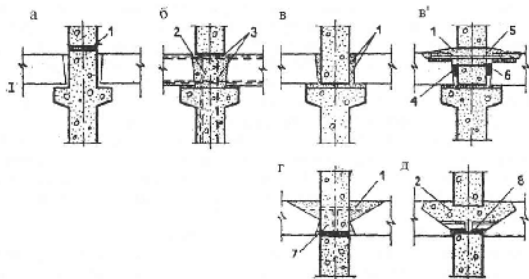


Рис. 18.5. Контактные стыки панелей внутренних стен с опиранием перекрытий на консоли стен: а – горизонтальный стык на растворе расположен выше уровня перекрытий; б – стык через монолитное ядро; в – стык на растворе в уровне низа перекрытий; в' – то же, а в зоне связей между перекрытиями через отверстия в панели стены; г, д – контактные стыки на пальцах (бетонных или стальных); 1 – цементный раствор; 2 – монолитный бетон; 3 – арматурные выпуски; 4 – звукоизоляционные прокладки; 5 – стальная накладка; 6 – отверстие в стеновой панели; 7 – железобетонный "палец"; 8 – стальной "палец"

Горизонтальные стыки стеновых панелей обычно проектируют плоскими. Обжатые горизонтальные плоские стыки обычно обеспечивают восприятие усилий сдвига от воздействия ветра за счет трения и сцепления раствора. При более интенсивных горизонтальных воздействиях, например сейсмических, прочность горизонтальных стыков на сдвиг увеличивают путем устройства железобетонных или стальных шпонок (рис. 18.6).

Прочность и звукоизоляция вертикальных стыков панелей несущих стен при этом, обеспечивают устройством шпоночных замоноличиваемых соединений с передачей распора от шпонок на стальные связи между панелями стен по аналогии с решением вертикальных стыков наружных стен (см. рис. 17.11).

Требования индустриализации приводят к расширению функций конструкций, которые насыщают элементами инженерного оборудования и сетей. В панелях внутренних стен размещают дымоветвляционные и вентиляционные каналы, отопительные регистры, стояки отопления, скрытую электропроводку (рис. 18.7). При расположении отопительных регистров из тонких стальных труб в бетонной панели внутренней несущей или самонесущей стены она совмещает с конструктивными функции нагревательного элемента – отопительной панели в системе отопления в панели поверху и понизу предусмотрены подрезки, позволяющие стыковать стояки при монтаже здания. Расположение стояков у краев стеновых панелей, примыкающих к наружным стенам, улучшает распределение температур на внутренней поверхности стен в зоне стыков.

Стены с дымовыми каналами, отводящими газы с температурой до 600°C (от плит, работающих на твердом топливе), допускается применять в зданиях высотой не более пяти этажей. Такие стены проектируют самонесущими и выполняют из панелей (дымоветвляционных блоков) высотой в этаж, отформованных из жаростойкого бетона.

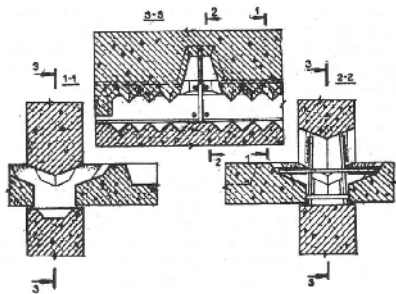


Рис. 18.6. Пример конструкции шпунтового горизонтального платформенного стыка панелей стен и перекрытий сейсмостойкого здания

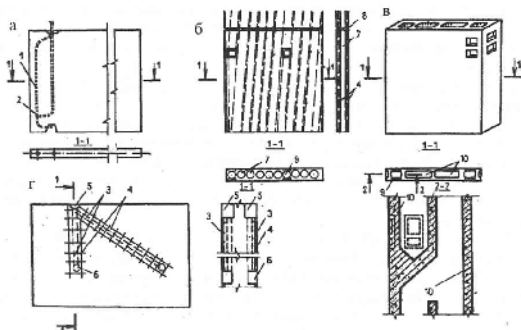


Рис. 18.7. Вертикальные внутренние конструкции, включающих элементы инженерного оборудования и сетей: а – стенная панель – отопительный прибор; б – самонесущая стена из вентиляционных блоков; в – несущий вентиляционный блок; г – панель стены с каналами скрытой электропроводки; 1 – нагревательный элемент; 2 – регулировочный кран; 3 – канал для электропроводки; 4 – арматурная сетка; 5 – лунка для распаячной коробки; 6 – ниша для индукционной розетки; 7 – вентиляционный канал; 8 – цементный раствор; 9 – риска для вентиляционного отверстия; 10 – сборный канал

Стены с дымовыми каналами, которые отводят газы с температурой не выше 200°C, также проектируют самонесущими, панели таких стен формуют из обычного тяжелого бетона класса не ниже В 30 или из легкого бетона класса В 15.

Стены с вентиляционными каналами проектируют несущими, самонесущими и не несущими. В зависимости от этажности здания и системы его вентиляции применяют вентиляционные блоки высотой в этаж с однорядным расположением круглых или

овальных каналов с площадью сечения не менее 200 см<sup>2</sup> или шахты с крупными каналами прямоугольного или квадратного сечения с отношением сторон до 1 : 1,5. Обособленность каналов в местах сопряжения блоков и шахт обеспечивается герметизацией горизонтальных стыков. Вентиляционные блоки применяют для несущих и самонесущих стен, вентиляционные шахты — для самонесущих или несущих конструкций, устанавливаемых на перекрытия (в зданиях повышенной этажности).

Вентиляционные панели и шахты, устанавливаемые выше чердачного перекрытия или бесчердачного покрытия, проектируют утепленными с сопротивлением теплопередаче их стенок в наружных участках не менее 0,85R<sub>0</sub>Tr для наружных стен.

Шахты дымоудаления (в зданиях высотой более 9 этажей) проектируют бетонными самонесущими или несущими с пределом огнестойкости не менее 1ч.

Компоновка в панелях стен элементов инженерного оборудования или сетей не должна приводить к снижению их трещиностойкости или звукоизоляции. С этой целью предусматриваются конструктивное армирование вентиляционных блоков и шахт сварными сетками вдоль лицевых плоскостей и дополнительное армирование у поверхности стеновых панелей в местах расположения каналов скрытой электропроводки. В панелях межквартирных стен предусматривают раздельные каналы для скрытой электропроводки в смежных квартирах, исключается устройство сквозных отверстий в панелях в местах расположения лунок для установки распаячных коробок, штепсельных розеток и выключателей.

Лифтовые шахты выполняют из тяжелого бетона класса В 20 в виде объемно-пространственных железобетонных блоков-тюбингов на один или два лифта. В комплекте с ними применяют плоскую железобетонную плиту покрытия шахты и стойки-тумбы под буфер кабины лифта. Шахты лифтов проектируют как самонесущие конструкции с толщиной стенок не менее 100 мм. Для обеспечения звукоизоляции стенки и фундамент шахты отделяют от примыкающих конструкций воздушным зазором. Зазор в 20-40 мм между шахтой и междуэтажными перекрытиями заполняют звукоизоляционными прокладками.

Внутренние стены монолитных и сборно-монолитных зданий проектируют монолитными, из тяжелого класса по прочности на сжатие не ниже В25 и толщиной не менее 160 мм, в домах высотой до 16 этажей с малым шагом поперечных стен. В домах большей этажности (либо с широким шагом поперечных стен) толщину внутренних стен принимают не менее 200 мм. Как и панельные, монолитные внутренние стены проектируют преимущественно бетонными (без расчетного вертикального армирования). Конструктивное армирование состоит из поперечных сварных каркасов шагом 600-900мм, связанных отдельными горизонтальными стержнями с шагом 400-500мм в единый арматурный блок. Его составляющими элементами является расчетный арматурный каркас над дверной перемычкой и конструктивные каркасы по остальному контуру проема.

Эти приемы являются основными при проектировании элементов монолитных внутренних стен. Остальные конструктивные приемы связаны непосредственно с типом примыкающих конструкций (сборных или монолитных) и схемы их бетонирования (одновременного или последовательного).

При одновременном бетонировании внутренних стен и перекрытий в объемно-переставной опалубке обеспечивается неразрывность плит перекрытий с сопутствующим их двойным армированием на опоре. Однако эта технология связана с поэтапным бетонированием внутренних и наружных (их внутреннего слоя) стен. Для обеспечения их совместной работы предусматривают арматурные шпонки шагом не более 900 мм

(рис.18.8), входящие между элементами сборных конструкций или в монолит примыкающей стены.

При бетонировании в штитовой опалубке обеспечивается одновременное возведение наружных (внутреннего слоя) и внутренних стен (продольных и поперечных), что существенно упрощает устройство арматурных связей между ними: их выполняют из гнутых арматурных каркасов (рис.18.9). По высоте этажа каркасы связываются между собой отдельными стержнями не менее, чем в двух уровнях.

Для устройства междуэтажных связей вертикальные арматурные каркасы выводят на 200 мм выше уровня междуэтажного перекрытия, что позволяет стыковать их «вперехлест» с каркасом выше расположенного этажа. В местах перехлеста каркасы связывают вязальной проволокой.

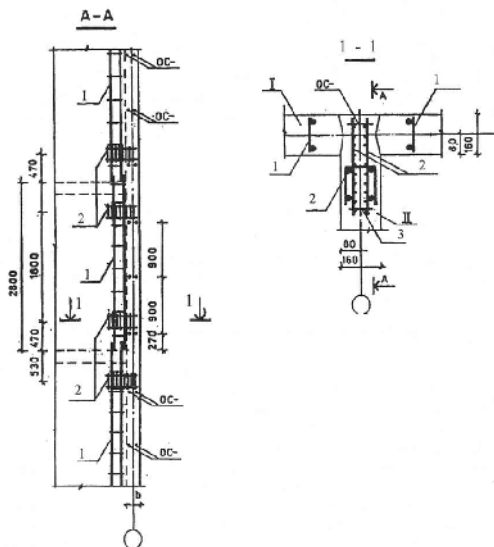


Рис. 18.8. Схема устройства шпуночных связей при поэтажном бетонировании пересекающихся монолитных стен: 1 – арматурный каркас; 2 – каркас шпонки; 3 – отдельные стержни; О.С. – отдельные стержни

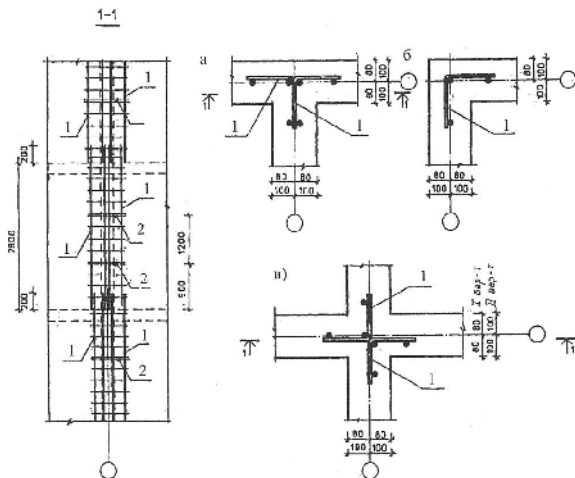


Рис. 18.9. Армирование вертикальных узлов сопряжения бетонных массивных стен при их одновременном бетонировании: а – Т-образное; б – угловое и в – крестобразное; 1 – гнутый арматурный каркас; 2 – отдельные стержни

## 18.2. Внутренние стены из мелкоформатных элементов

Внутренние стены из кирпича, как правило, возводят сплошной кладкой из пустотелых кирпичей с марками камня и раствора по прочности на сжатие, удовлетворяющими требованиям расчета на силовые воздействия. Толщина внутренних стен малоэтажных зданий колеблется от 250 до 380 мм. В многоэтажных зданиях применяют высокомарочные кирпичи, чтобы толщина стен не превышала 510-640 мм. В целях экономии толщины стен прибегают к армированию сечений стен сварными сетками, прокладываемыми в горизонтальных швах.

В местах примыкания внутренних стен к наружным в зданиях высотой более 7 этажей устанавливают стальные анкерные связи в уровне перекрытий каждого этажа. Связи заходят в каждую из примыкающих стен не менее чем на 1,0 м от угла их пересечения и заканчиваются крючками.

Проемы внутренних стен решают за счет укладки сборных железобетонных перемычек или устройства арочных проемов.

В малоэтажном строительстве часто прибегают к возведению внутреннего каркаса из кирпичных столбов. Кладку таких столбов ведут из полнотелого кирпича и раствора высоких марок. Размеры столбов диктуются расчетом на силовые воздействия.

Наименьшее сечения столбов: - 380x510 мм ( 1,5 х2 кирпича) или 380x380 мм (1,5х1,5 кирпича) - допускаются в 1-2 этажных зданиях или в верхних этажах многоэтажных.

Имея достаточно большую площадь поперечного сечения, кирпичные столбы обладают малой несущей способностью. Увеличение их несущей способности достигается за счет применения поперечного и продольного армирования. (Рис. 18.10)

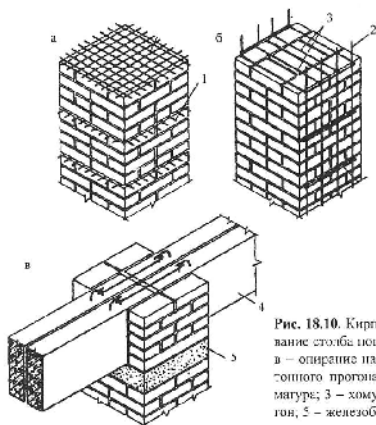


Рис. 18.10. Кирпичные столбы: а, б — армирование столба поперечное (а) и продольное (б); в — опирание на кирпичный столб железобетонного прогона; 1 — сетка; 2 — продольная арматура; 3 — хомуты; 4 — железобетонный прогон; 5 — железобетонная опорная плита

Поперечное армирование осуществляют сварными сетками из проволоки диаметром 3-5 мм с ячейками 30-120 мм. Сетки укладывают в горизонтальные швы через 3-5 рядов кладки.

Продольное армирование применяют для высоких (более 5,0 м) внецентренно нагруженных столбов, выполняя его из вертикальных стержней, связанных между собой по высоте хомутами.

При опирании железобетонных балок (прогонов) на столбы для равномерного распределения давления на кладку устраивают железобетонную подушку по горизонтальному сечению столба.

Во внутренних стенах для вентиляции помещений кухни, санитарных узлов выводят вентиляционные каналы. При наличии плит, печей, каминов или деревянных колонок прокладывают дымовые каналы.

Дымовые и вентиляционные каналы размещают во внутренних стенах группами. Такое расположение способствует улучшению тяги в вентиляционных каналах за счет подогрева воздуха в них теплом дымовых каналов.

Защитные стены каналов должны быть не менее 1/2 кирпича, а сечение канала 140x140 мм с разделительной стенкой между ним в 120 мм. Поэтому внутренние стены с каналами должны иметь толщину не менее 380 мм или местное уширение (рис. 18.11).

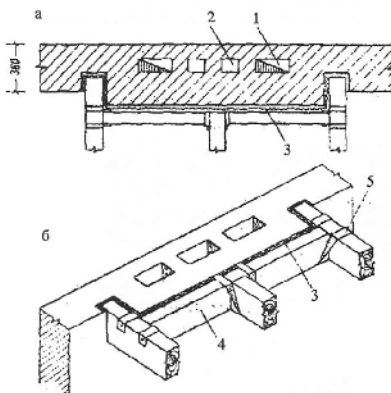


Рис. 18.11. Дымовые и вентиляционные каналы: а, б – размещение каналов в стенах план (а) и общий вид (б); 1 – дымоход; 2 – вентиляционные каналы; 3 – изоляция; 4 – ригель; 5 – хомут

Дымовые каналы выполняют сечением 270 x 140 мм (1 x 1/2 кирпича), для ванн колонок (дровяных и газовых) – 140 x 140 мм (1/2x1/2 кирпича). Для участков стен с дымовыми каналами в местах соприкосновения с деревянными конструкциями устраивают противопожарные разделки. Горизонтальные разделки выполняют у перекрытий и вертикальных стен и перегородок (рис. 18.12).

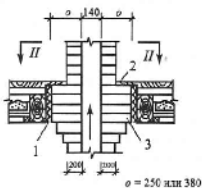


Рис. 18.12. Детали дымовых каналов: а – горизонтальная разделка; б – расположение дымовых труб на крыше; в – установка труб относительно конька крыши; 1 – изоляция; 2 – цементный раствор; 3 – разделка кирпичом

Горизонтальная разделка должна иметь не менее 380 мм от внутренней поверхности дымового канала до деревянного элемента. Вертикальная разделка - это самостоятельная кирпичная стенка между печью или дымовой трубой и примыкающей к ней деревянной стеной или перегородкой.

Дымовые и вентиляционные каналы выводят по верх крыши при помощи труб, высота которых зависит от их расположения по отношению к коньку крыши (рис. 18.12).

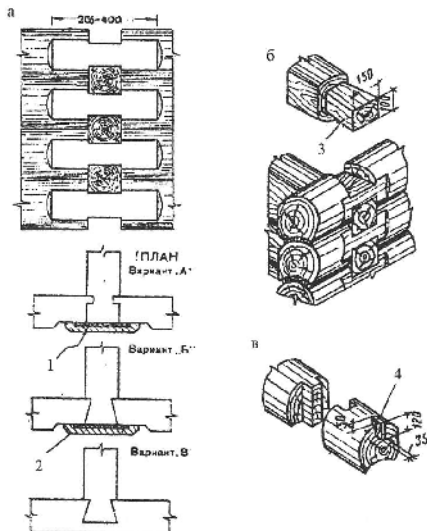
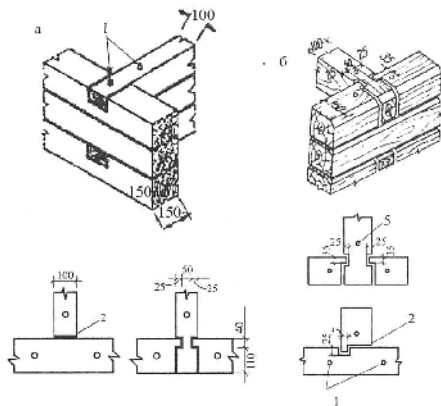


Рис. 18.13. Конструкции внутренних бревенчатых стен: а, б - примыкание внутренней стены к наружной план (а) и общий вид (б); в - стык бревен по длине стены; 1 - мягкий уплотнитель; 2 - обшивная доска; 3 - сквороден; 4 - вставной шип

Деревянные внутренние несущие стены применяют в малоэтажном жилищном строительстве. Они могут быть выполнены из брусков, бревен, иметь щитовую, каркасно-щитовую или панельную конструкцию. Бревенчатые и брусчатые стены соединяют с наружными на врубках типа «ласточкин хвост». Наружные и внутренние стены выполняют из бревен и брусков разной высоты. Отдельные ряды стены соединяют между собой при помощи шипов или нагелей. (рис. 18.13, рис. 18.14).

Рис. 18.14. Примыкание внутренних и наружных брусчатых стенов:  
 а – сопряжение с пол – деревом; б – сопряжение впритык; 1 – нагель; 2 – конопатка



### 18.3. Перегородки

Несущие 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 или пенобетонные блоки и др.)

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

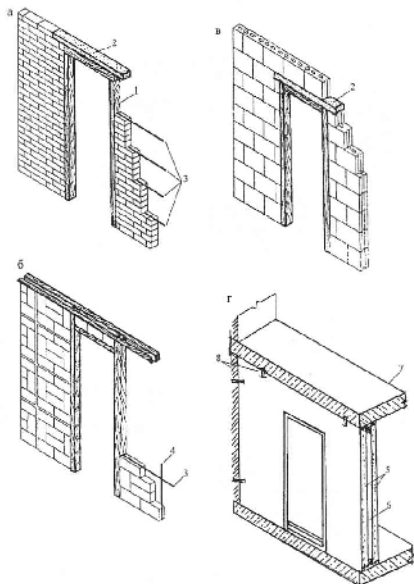
Перегородки из штучных строительных изделий выполняют из кирпича, гипсобетонных плит, керамических блоков или камней из легкого или ячеистого бетона (рис. 18.15). Их устанавливают в помещениях с нестандартными размерами или при отсутствии индустриальных изделий. Кладку таких перегородок производят на цементном растворе с перевязкой швов.

Кирпичные перегородки толщиной в половину кирпича при высоте свыше 3,0 м и длине более 5,0 м армируют полосовой сталью. Прочность кладки из кирпича на "ребро" обеспечивается за счет вертикального и горизонтального армирования.

Зазоры, щели между перегородками, капитальными стенами, потолком и полом должны быть заполнены упругими материалами, монтажными пенами и проклеены эластичными самоклеющимися лентами или расшиты цементным раствором.

Для повышения звукоизоляционных качеств изолируемых помещений, межквартирные перегородки проектируют акустически раздельными, то есть выполняют из отдельных вертикальных конструктивных слоев с воздушным зазором между ними в 40 - 60 мм.

**Рис. 18.15.** Перегородки из мелкогабаритных элементов: а – кирпичная толщиной 120 мм; б – из гипсобетонных плит; в – из легкобетонных камней; г – из кирпича на ребре (65мм); 1 – деревянная стойка; 2 – поперечный ригель; 3 – горизонтальная арматура; 4 – вертикальная арматура; 5 – гипсобетонная панель; 6 – воздушный зазор; 7 – панель перекрытия; 8 – анкерная связь.

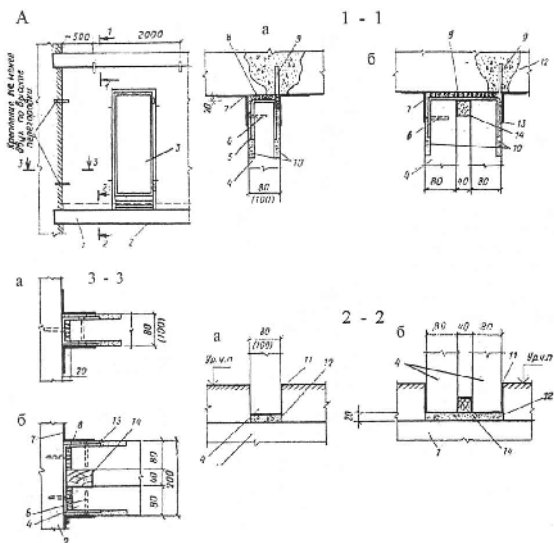


*Панельные перегородки* - формируют из тяжелого и легкого бетона толщиной не менее 60 мм. Перегородки выполняют из одинарных или спаренных гипсобетонных панелей с звукоизоляционным зазором между ними в 60мм (рис. 18.16).

Крепление панелей высотой до 3,0 м к несущим вертикальным конструкциям производят в двух точках, при большей высоте - в трех точках. Крепление к потолку по длине перегородки производят не менее чем в двух местах с расстоянием от края панели на 0,5 м. Крепление осуществляют приваркой анкеров (арматурных стержней) к закладным деталям на гранях перегородочных панелей.

*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 нижней направляющих и раскрепленных ими стоек, устанавливаемых с шагом 600 мм (рис.18.17).

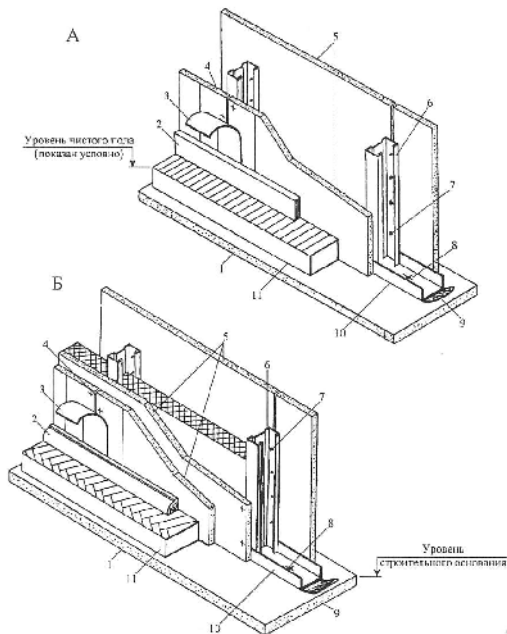
Каркас обшивают гипсокартонными листами с последующим разнообразным декоративным покрытием (краска, обои, облицовочные плитки, декоративная штукатурка



**Рис.18.16.** Перегородки из гипсобетонных панелей: А – сбилий вид установки; а – вариант перегородки из однослойных гипсобетонных прокатных панелей; б – то же, из двух панелей с воздушным зазором; 1 – панель междуэтажного перекрытия; 2 – стена; 3 – дверной блок; 4 – гипсобетонная панель; 5, 13 – скобы; 6 – гвозди; 7 – проклейка (ткань, самоклеющаяся лента); 8 – конопатка (памя, самоотвердеющая пена); 9 – анкер; 10 – заделка мелкозернистым раствором; 11 – слой рубероида; 12 – цементный раствор; 14 – деревянный антисептированный брус

и т. д.). Листы сбиивки крепят к каркасу при помощи самонарезных винтов. Гипсокартонные листы (ГКЛ) идеально подходят для жилых помещений, так как не содержат токсических компонентов. Они представляют собой изделие из негустого гипсового сердечника, все плоскости которого, кроме торцевых кромок, оклеены картоном при помощи клеящих добавок. Гипсокартонные листы имеют невысокую плотность, низкую теплопроводность, хорошую звукоизоляционную способность. Специальные добавки вводимые, при необходимости, в массу при изготовлении гипсокартонных листов могут повышать их водо- и огнестойкость.

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



**Рис. 18.17.** Сборные гипсокартонные перегородки с металлическим каркасом: А – перегородка с воздушной полостью; Б – перегородка с установкой звукоизоляционного материала; 1 – выравнивающая цементная стяжка; 2 – шурупы; 3 – стыковочная лента для проклейки швов; 4 – стык гипсокартонных листов; 5 – гипсокартонный лист; 6 – металлическая стойка; 7 – самонарезающие (саморезы) с шагом 300 мм; 8 – дюбель с шагом 400–600 мм; 9 – упругая самоклеящаяся лента; 10 – металлическая направляющая

Индекс звукоизоляции  $J_a$  воздушного шума каркасных перегородок в зависимости от материала обшивки, заполнения и числа слоев обшивки может колебаться в пределах 35-55 дБ (см. табл. 18.1).

**Индекс звукоизоляции  $J_a$  конструкций каркасных перегородок**

Таблица 18.1.

Перегородка (в плане)	Толщина, мм			Суммарная толщина, мм	Предельная эффектив- ность, час	Индекс звукоизоляции воз- душного шума $J_a$ , дБ
	Питомой плиты	Наддувного громоздителя	Звукоизоля- торной слои			
	14x14	65	-	93	0,5	37
		75		103		
		90		118		
		100		128		
		120		153		
		150		178		
	2x14-2x14	65	-	121	1,5	45
		75		131		
		90		146		
		100		156		
		120		186		
		150		206		
	2x14x14	35	50	102	1	46
		25		117		
		45		152		
		55		142		
		60		192		
		100		192		
	2x14-2x14	15	50	121	1,5	47
		25		131		
		45		146		
		55		156		
		60		206		
		100		206		
	2x14-2x14	2x15	2x50-100	186	3	54
		2x25		206		
		2x40		236		
		2x50		256		
		2x100		356		
		2x100		356		

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

Раздвижные перегородки применяют в общественных зданиях различного назначения - школах, детских учреждениях, клубах, спортивных залах, ресторанах, конструкторских бюро, офисных учреждениях и многих других.

В жилых зданиях - такие перегородки дают возможность более рационально использовать площадь квартиры в зависимости от потребностей ее жильцов.

По своему конструктивному решению их можно подразделить на *гармоночные* (жесткие и мягкие) *складывающиеся* и *пружинораздвижные* (рис. 18.18).

*Гармоночные перегородки* (работают по принципу мехов гармошки) состоят из стоек, скрепленных металлическим связями, типа "ножниц", устраиваемых в два ряда по высоте и соединенных вертикальной пластиной для синхронной работы. К каркасу крепят обшивку с двух сторон из жесткого или мягкого материала (клеенная фанера, столарная плита или поливинилхлоридное полотно, имитирующее кожу). Включение в полость перегородок звукоизолирующих материалов, повышает их акустические качества.

*Складчатые перегородки* проще в конструктивном решении. Они представляют собой набор створок, соединенных петлями, складывающихся при движении. Створки поворачиваются на вертикальной оси, в то время как резчик направляющей движется по направляющей. Шарнирно складывающиеся перегородки звукопроницаемы, так как не

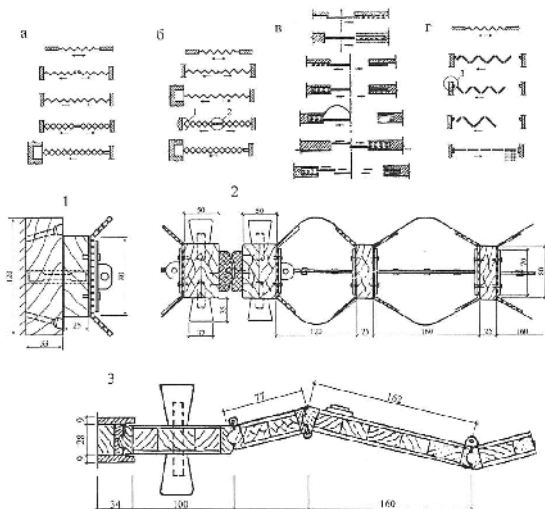


Рис. 18.18. Трансформируемые перегородки: а – гармончатые жесткие; б – гармончатые мягкие; в – прямораздвижные; г – ширинораскладывающиеся

удаётся полностью изолировать швы между створками. При соединении створок-щитов в шпунт этот недостаток устраняется.

*Прямораздвижные перегородки и двери* движутся по направляющим полозьям на роликах и могут закрывать проемы любых размеров. Направляющие полозья могут устанавливаться как в верхней (потолок), так и нижней (пол) плоскости перегородок. Для повышения акустических качеств по периметру перегородки устанавливают уплотнители, а роликовая подвеска выполняется на шарикоподшипниках или синтетических шинах.

В современных общественных зданиях применяют каркасные перегородки, выполняемые из тонкостенных алюминиевых (стальных) профилей. Они предназначены для разделения отдельных офисных помещений. Конструкция таких перегородок выполняется из вертикальных и горизонтальных импостов, соединенных между собой саморезными винтами. Профилям можно придать любую обтекаемую форму, что повысит эстетичность перегородок. Вертикальные импосты закрепляют в верхних и нижних направляющих, расположенных в конструкциях перекрытий. Ячейки, образованные пересечениями элементов вертикальных и горизонтальных импостов, заполняют стеклом (одинарным или двойным), либо любым непрозрачным отделочным материалом. Можно получить перегородочную стенку, состоящую из прозрачных и непрозрачных участков, со вставкой стеклянных дверей или жалюзийных решеток.

## Глава 19. Перекрытия

Конструкции перекрытий испытывают силовые воздействия от постоянных, временных и особых нагрузок, подвергаются акустическим воздействиям, воздействиям тепловых потоков на чердачные перекрытия и на перекрытия над подпольями и проездами. В соответствии с воздействиями к конструкциям перекрытий предъявляют ряд требований:

- **Статические** - обеспечение прочности и жесткости.

Прочность определяется способностью перекрытия, не разрушаясь, выдерживать нагрузки (собственный вес, полезная и временная нагрузка).

Жесткость характеризуется величиной относительного прогиба конструкции (отношение абсолютного прогиба конструкции к ее пролету), нормируемого в пределах  $1/200$  пролета для жилых зданий.

- **Звукоизоляционные** - определяются функциональными особенностями разделяемых помещений. Звукоизолирующая способность должна обеспечиваться от ударного, воздушного и структурного шумов.

- **Теплотехнические** - предъявляются к перекрытиям, разделяющие помещения по вертикали с различными температурными режимами. Эти требования устанавливаются для чердачных, цокольных перекрытий, а так же для перекрытий над проездами.

- **Противопожарные** - устанавливают в зависимости от класса здания и диктуют выбор материала и тип несущих конструкций.

- **Специальные** - водо- и газонепроницаемость, био- и химическая стойкость. Эти требования возникают, если перекрытия разделяют помещения с различной влажностной или агрессививно-химической средой (прачечные, санузлы и бани или химических лабораторий, котельные и т.п.)

*Перекрытия можно классифицировать по следующим признакам:*

- по местоположению в здании - цокольные, междуэтажные, чердачные;
- по конструктивному решению - балочные, безбалочные;
- по материалу - железобетонные (сборные и монолитные), со стальными или деревянными несущими балками;
- по звукоизоляции - на акустически однородные и неоднородные (слоистые);
- по методу монтажа - на сборные, монолитные, сборно-монолитные;
- по пожарной опасности - непожароопасные (КО), малопожароопасные (К1) и умеренно пожароопасные (К2).\*

- **Безбалочные (плитные) перекрытия** - выполняются из железобетонных панелей или плит (настилов), имеющих различные конструктивные схемы опирания: (рис. 19.1)

1. по двум сторонам на несущие - продольные или поперечные стены;
2. по трем или четырем сторонам;
3. с опорами по углам панели перекрытия на колонны здания;
4. по короткой стороне и двум углам;
5. по двум смежным сторонам и одному углу;
6. с опорой по двум коротким сторонам плит перекрытий на стены или ригели;
7. по двум коротким и одной длинной стороне.

\* Классификация приведена на основании СНиП 21 - 07 - 97 "Пожарная безопасность зданий и сооружений".

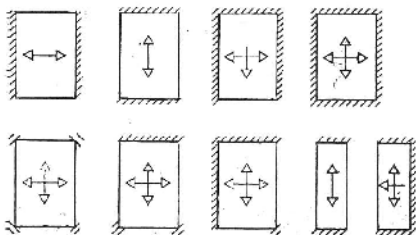


Рис. 19.1. Схемы опирания сборных элементов перекрытий

Сечение панелей и настилов может быть сплошным, одно-, двух или трехлопным (с расположением плотного и тяжелого бетона в нижней или нижней и верхней зонах сечения), либо многоспустными (рис. 19.2). Существует большая номенклатура изделий панелей и настилов перекрытий

Многоспустные настилы - высотой 220мм, используют для пролетов от 2,4 до 7,2 м (с кратностью в 60 см.), а высотой 300 мм - для пролетов - 9,0; 10,5 и 12,0 м.

Сплошные плоские железобетонные панели высотой 140 (160)мм, длиной 4,2 + 6,3 м и шириной 2,4 + 4,2 м. применяют в перекрытиях крупнопанельных зданий с опиранием по контуру или на три стороны.

Рёбрстые настилы или плиты типа 2Г применяют для перекрытий пролетов более 9,0 м в общественных зданиях, в сочетании с устройством конструкции подвесного потолка.

Для создания жесткого горизонтального диска, связывающего несущие элементы здания в пространственную устойчивую систему, осуществляют ряд конструктивных мероприятий:

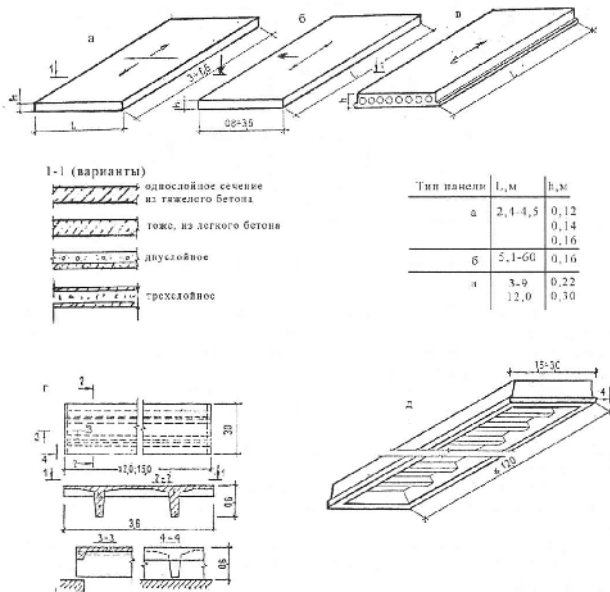
- сборные железобетонные настилы связывают между собой и с несущими стенами стальными анкерами;
- в стыковых гранях панелей и настилов предусмотрено рифление, позволяющее создавать шпильчатые швы путем заполнения цементно-песчаным раствором пазы между шпильками.

Глубина заделки настилов в стенах панельных зданий колеблется от 70 мм (внутренние стены) до 90 мм (наружные). В кирпичных и крупноблочных зданиях площадка опор плит перекрытий составляет 110 мм (рис. 19.3).

Зазор между торцами настилов и наружными стенами утепляют эффективными теплоизоляционными материалами.

При каркасной конструктивной системе возведения зданий возможны решения безбалочной конструкции перекрытий. Такие решения рассмотрены в главе 16 "Каркасы".

**Балочные перекрытия** собирают из несущих балок и заполнения между ними - наката. Балки могут выполняться из дерева, железобетона, металла.



1-1 (варианты)

-  однослойное сечение из тяжелого бетона
-  тоже, из легкого бетона
-  двухслойное
-  трехслойное

Тип панели	L, м	h, м
а	2,4-4,5	0,12
		0,14
		0,16
б	5,1-6,0	0,16
		0,22
в	3-9	0,22
		12,0

Рис. 19.2. Сборные элементы перекрытий: а, б – панели сплошного сечения; в – многослойные панели; г – настилы типа 2Т; д – ребристый настил

Перекрытия по деревянным балкам устраивают только в малоэтажном строительстве, в районах, где лес является местным строительным материалом.

Пожарные нормы запрещают применять деревянные перекрытия в домах, высотой более двух этажей.

Деревянные балки могут иметь сплошное или составное сечение. Для опирания элементов (межбалочного заполнения - наката) по бокам балок прибивают бруски, называемые черепными.

Концы балок, заведенных в несущие стены, антисептируют, изолируют 2-мя слоями рубероида и анкеруют в каменных стенах (рис 19.4). Заполнение между балками выполняют из щитового дощатого наката.

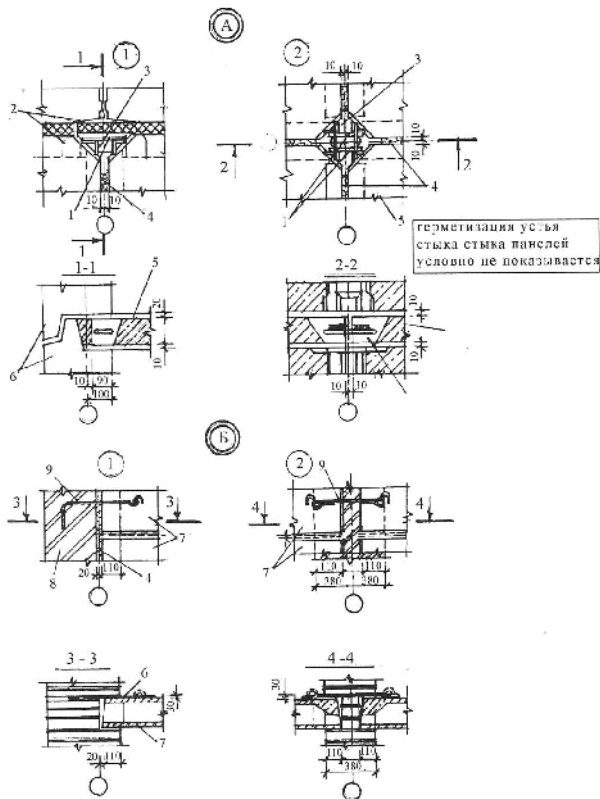
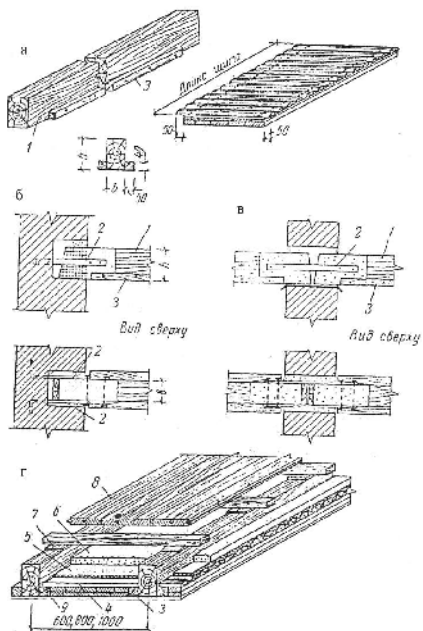


Рис. 19.3. Конструктивные узлы панелей и настилов перекрытий: А – опирание панелей перекрытий в конструктивной панельной системе с малым шагом поперечных стен; Б – опирание на кирпичные стены; узлы под №1 – опирание на наружные стены; узлы под №2 – опирание на внутренние стены; 1 – соединительный стержень; 2 – термовкладыш; 3 – бетон замноличивания; 4 – цементный раствор; 5 – настил перекрытия; 6 – панель наружной стены; 7 – плиты перекрытия; 8 – кирпичная наружная стена; 9 – соединительная арматура



**Рис. 19.4.** Перекрытия по деревянным балкам: а – элементы перекрытия (балки и шпунтовой накат); б – заделка балки в каменных стенах: наружной (б) и внутренней (в); г – общий вид перекрытия; 1 – деревянная балка; 2 – стальной анкер; 3 – черновой брусок; 4 – трехслойный шпунтовый накат; 5 – глиняная смазка; 6 – звукоизоляционный слой; 7 – звукоинвизиционная прокладка; 8 – досчатый пол толщиной 29 мм; 9 – штукатурка

Деревянные перекрытия относятся к акустически слоистым конструкциям. Для обеспечения звукоизоляции на накате располагают звукоизоляционный слой по водоизоляционной стяжке. Стяжка выполняется из рупонных материалов или по смазке глинянопесчаным раствором. Для звукоизоляции используют минераловатные плиты или другие эффективные легкие пористые материалы.

Дощатые полы в деревянных перекрытиях выполняют по лагам, уложенным на балки по упругим прокладкам. Для вентиляции подпольного пространства, по углам помещения устраивают вентиляционные решетки. Потолки оштукатуриваются или подшиваются листами сухой штукатурки.

Перекрытия по железобетонным балкам состоят из балок таврового сечения, устанавливаемых с шагом 600, 800, 1000 мм и межбалочного заполнения из плит бетонного наката, пустотных легкобетонных блоков или керамических камней (рис 19.5).

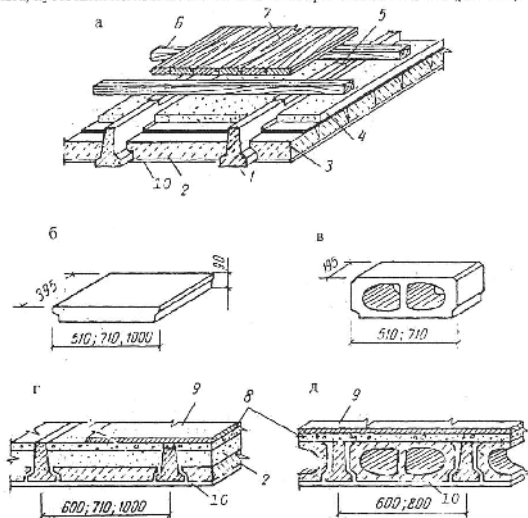


Рис. 19.5. Сборные железобетонные балочные перекрытия: а – общий вид; б – железобетонная плита; в – легкобетонный камень вкладыш; г, д – варианты решений перекрытия; 1 – железобетонная балка; 2 – накат из легкобетонных плит; 3 – гидроизоляционный слой; 4 – звукоизоляция; 5 – звукоизоляционная прокладка; 6 – лаги; 7 – длинный лаг; 8 – выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора; 9 – покрытие пола; 10 – затирка цементным раствором

Поверх наката укладывают звукоизолирующий слой. Снизу накат и балки штукатурят.

Балочные конструкции перекрытий по стальным балкам в настоящее время редко применяют в новом строительстве, но достаточно широко при реконструкции и ремонте существующих зданий.

Песушия стальные балки двутаврового сечения устанавливают с шагом 1,0 – 1,5 м друг от друга и используют сгораемое или несгораемое заполнение. Концы балок заанкеруют в стенах, с устройством в местах их опор распределяющих бетонных подушек.

При сгораемом заполнении на нижние полки балок укладывают дощатый накат, по которому располагают звукоизоляционный слой. На верхние полки настлаивают деревянные лаги с укладываемым по ним дощатым полом.

Нестроемое межблочное заполнение выполняется из монолитного или сборного железобетона (сборные бетонные и керамические блоки и плиты).

Монолитную железобетонную плиту толщиной в 60-80 мм располагают в плоскости верхних полочек балки, а балка по своей высоте омоноличивается. При таком решении получается ребристая конструкция с ребрами вниз (рис. 19.6).

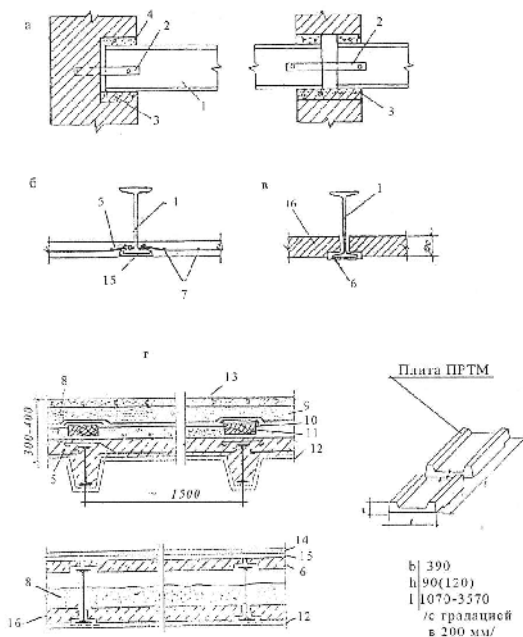


Рис. 19.6. Перекрытия по стальным балкам: а – спирание концов балок на стены; б – перекрытие с монолитной железобетонной плитой; в – перекрытие со сборными железобетонными плитами ПРТМ, г – примеры решения перекрытий со стальными балками; 1 – стальная балка; 2 – стальной анкер; 3 – бетонная подушка; 4 – заделка раствором; 5 – монолитная железобетонная плита; 6 – металлическая сетка; 7 – арматура монолитной плиты; 8 – засыпка; 9 – лага; 10 – рулонный материал; 11 – опоры под лаги; 12 – заливка; 13 – доски пола; 14 – керамическая плитка пола; 15 – цементный раствор; 16 – сборные железобетонные плиты; 16 – гипсобетонный блок

При сборном варианте элементы наката укладываются от нижних полкам балок, при этом они не несут нагрузку, приходящуюся на перекрытие, что позволяет использовать керамические, шлакобетонные и гипсошлаковые блоки и плиты. При реконструкции зданий используют плиты типа ПРГМ, укладываемые по нижним полкам стальных балок.

**Монолитные перекрытия** (рис. 19.7) - возводятся на строительной площадке при помощи щитовой или туннельной опалубки. По своей, конструктивной схеме они могут быть:

- **ребристыми (балочными)**, состоящие из главных и вспомогательных балок, объединенных монолитной плитой;
- **кессонными** с взаимопересекающимися балками одинаковой высоты;
- **безбалочными** - в виде сплошной монолитной плиты, опираемой на вертикальные несущие конструкции.

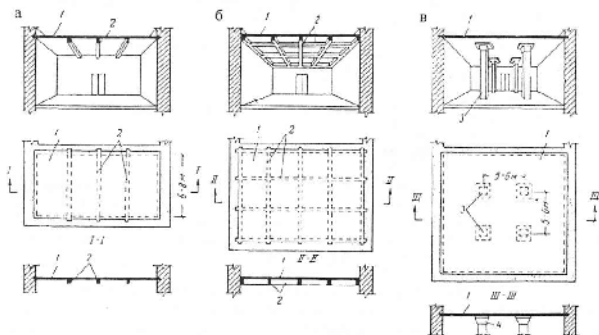


Рис. 19.7. Монолитные железобетонные перекрытия: а - ребристые; б - кессонные; в - безбалочные; 1 - плита, 2 - балка; 3 - колонна; 4 - капитель колонны

Ребристые перекрытия состоят из плиты, второстепенных (ребер) и главных (прогонов) балок. Высота главных балок выше второстепенных. При квадратном плане перекрываемого помещения применяют вариант кессонного перекрытия, в котором все ребра, поддерживающие плиту перекрытия имеют одинаковую высоту.

Все элементы перекрытия балочной (плиты и балки), а также безбалочной системы (плиты и колонны) жестко связаны между собой.

Монолитные безбалочные перекрытия работают по схеме многопролетной неразрезной конструкции, с опорами на несущие стены. Защищение несущих монолитных перекрытий осуществляется по контуру или по трем сторонам (рис. 19.8).

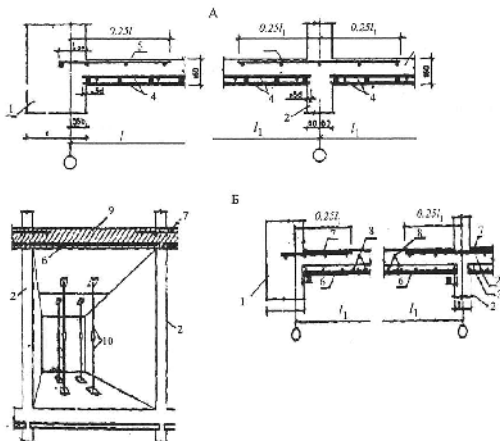


Рис. 19.8. Монолитные и сборно-монолитные перекрытия: А – монолитные неразрезные перекрытия; Б – сборно-монолитные перекрытия; 1 – паружная стена; 2 – внутренняя стена; 3 – монолитная плита перекрытия; 4 – нижнее армирование; 5 – верхнее армирование (на опорах); 6 – сборная железобетонная "скорлупа"; 7 – верхняя арматурная сетка; 8 – нижняя арматурная сетка; 9 – монолитное перекрытие, 10 – телескопические стойки

Получили распространение монолитно-сталежелезобетонные перекрытия, применяемые в общественных зданиях. В таком перекрытии, в качестве арматуры и, одновременно, опалубки служит оцинкованный стальной профилированный настил, высотой волны 80 мм, по которому укладывается бетонный слой в 40 мм, создавая общую высоту плиты перекрытия в 120 мм. Штампованный префилированный настил крепится к несущим двутавровым металлическим балкам при помощи штырей. Для повышения несущей способности перекрытия в гофры настила могут быть проложены арматурные стержни.

Сборно-монолитные перекрытия устраивают по нижним сборным плитам "скорлупам", выполняющим роль несъемной опалубки, и верхнего слоя монолитного бетона, толщиной 100 - 120 мм. Сборные скорлупы (толщиной 40 - 60 мм) опирают на несущие стены и подпирают на период монтажа телескопическими металлическими стойками (рис. 19.8).

Сборно-монолитные перекрытия могут быть решены с использованием вкладышей из легковесных керамических или других видов легковесных камней (рис. 19.9). Такой вид сборно-монолитного перекрытия представляет собой часторебристую конструкцию, с небольшим расстоянием между монолитными ребрами, определяемым размерами камня-вкладыша.

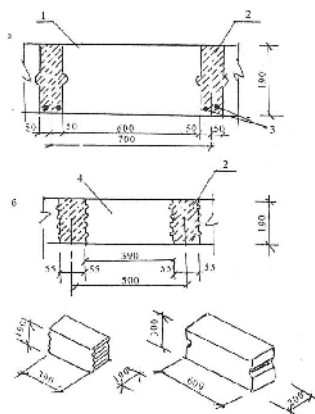


Рис. 19.9. Сборно - монолитные перекрытия с использованием межкаркасных элементов: а - фрагмент схемы сборно - монолитного перекрытия; б - элемент межблочного заполнения; 1 - лачисто - бетонный блок; 2 - монолитная балка; 3 - арматура; 4 - бетонный блок

Камни-кладушки укладываются параллельными рядами по разреженной опалубке. В образовавшиеся между камнями зазоры устанавливают арматурные каркасы, а поверху укладывают металлическую сетку и производят бетонирование. После твердения бетона образуется перекрытие с монолитными ребрами, в его толще, с плоской поверхностью потолка, подготовленной под отделочные работы.

Междуплитные перекрытия должны обеспечивать защиту от распространения воздушного и ударного шумов. Это требование обеспечивается применением как акустически однородных, так и акустически неоднородных перекрытий (рис. 19.10).

Акустически однородные перекрытия выполняются настилкой полов непосредственно по несущим однослойным или слоистым железобетонным панелям, масса которых достаточна для поглощения воздушного шума до нормативного уровня. Энергия ударного шума гасится устройством упруго-мягких полов непосредственно по железобетонным несущим элементам перекрытий. Материалами для таких полов могут служить двухслойные рулонные покрытия - теплозвукоизоляционный линолеум на мягкой пористой основе или ковровые покрытия различных видов.

Акустически неоднородные конструкции междуплитных перекрытий применяют в следующих четырех основных вариантах:

- со слоистым полом, с раздельным полом, с раздельным потолком; с раздельным полом и потолком (рис. 19.10).

Первые два вида представляют собой конструкцию, в которой полы устраивают по звукоизоляционным прокладкам (слоистым или ленточным), укладываемых по несущей части перекрытия.

Нормативный уровень звукоизоляции воздушного и ударного шумов достигается всем комплексом слоев конструкции перекрытия. При повышенных требованиях к уровню звукоизоляции перекрытия, применяют подвесные потолки.

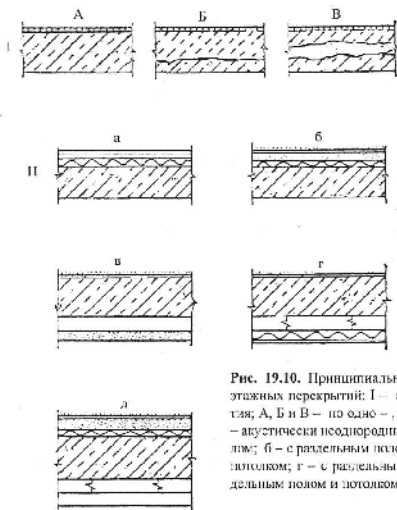


Рис. 19.10. Принципиальные схемы звукоизоляции междуэтажных перекрытий: I — акустически однородные перекрытия; А, Б и В — по одно-, двух- и трехслойным панелям; II — акустически неоднородные перекрытия: а — со слесеным полом; б — с раздельным полом; в — с раздельным самонесущим потолком; г — с раздельным подвесным потолком; д — с раздельным полом и потолком

### Полы

К полам, помимо требований звукоизоляции, предъявляются требования износоустойчивости, малого теплоусвоения; санитарно-гигиенические, декоративные и экономические (в эксплуатации, так и производстве).

В зависимости от назначения помещений к полам предъявляются дополнительные требования: негорючесть; водонепроницаемость, бесшумность, биостойкость и др.

В конструкции пола могут быть выделены следующие слои:

- *покрытие* - верхний слой. По материалу из которого он выполняется, определяется наименование пола (дощатый, паркетный, плиточный и т.п.);

- *прослойка* - промежуточный слой, связывающий покрытие с нижележащим слоем;

- *основание* - слой, распределяющий нагрузку на несущую часть перекрытия;

- *стяжка* - слой пола служащий его основой и выравнивающий поверхность нижележащего слоя или придания уклона покрытию пола;

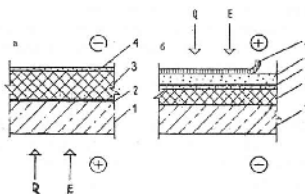
- *гидроизоляционный слой*, препятствующий проникновению влаги в конструкцию перекрытия;

- *теплоизоляционный слой*, устраивается в тех случаях, когда перекрытие играет роль наружного ограждения (над проездами, подпольями, помещениями холодильных камер, в перекрытиях холодных чердаков);

- паронизляционный слой, укладывают в утепленных перекрытиях с целью предотвращения конденсации водяного пара в теплоизоляционном слое. Слой паронизляции выполняют из рулонных материалов (рубероид, пергамин и др.) и устанавливают на пути теплового потока перед теплоизоляционным слоем (рис. 19.11);

- звукоизоляционный слой - снижающий уровень ударного и воздушного шумов конструкции перекрытия.

Рис. 19.11. Схемы утепленных перекрытий: а - чердачного; б - по-кольного; 1 - несущий элемент; 2 - паронизляционный слой; 3 - утеплитель; 4 - выравнивающая стяжка; 5 - покрытие пола; Q - тепловой поток; E - поток пара



Устройство пола начинается с укладки звукоизоляционного слоя (рис.19.12) непосредственно на несущую конструкцию перекрытия или (при его неровности) на сухую засыпку из мелкого помола керамзитового песка. Кроме того засыпка дополнительно снижает уровень ударного шума на 3-5 дБ при толщине в 3-10 мм. Звукоизоляционный слой отделяет источник шума от несущей конструкции перекрытия, колебания которого и являются причиной возникновения шума в помещении. Роль звукоизоляционного слоя не допустить или ослабить эти колебания.

Для предотвращения образования звуковых мостиков, основание раздельного пола должно быть надежно изолировано не только от несущей части перекрытия, но и от

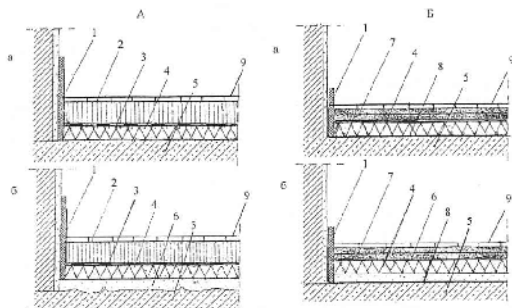


Рис. 19.12. Структурная система устройства полов: А, Б - полы по наливной(А) и сборной (Б) стяжке; а - звукоизоляция по несущей конструкции перекрытия; б - звукоизоляция, укладываемая на выравнивающую засыпку; 1 - лигта хромочная из минеральной ваты; 2 - наливная стяжка; 3 - бумага подстилающая; 4 - звукоизоляционный слой; 5 - несущая конструкция перекрытия; 6 - засыпка; 7 - гипсокартонные листы; 8 - пленка полиэтиленовая

примыкающих строительных конструкций (стен, колонн). С этой целью вдоль стен крепится на ребро кромочная упругая лента.

Функцию ослабления колебаний перекрытий в современных конструктивных решениях выполняет эластифицированный (прошедший обработку обжатием) пенополистирол толщиной 20-30 мм. Снижение уровня колебаний жестких несущих конструкций достигается за счет значительно более низкого динамического модуля упругости слоя эластифицированного пенополистирола.

По звукоизоляционному слою устраивают (по слою прокладочного рубероида) выравнивающие наливные или сборные стяжки, служащие основой для покрытия пола.

Традиционной является стяжка из цементно-песчаного раствора, но в настоящее время для устройства наливных стяжек широко применяется смесь сухого гипса с добавками, которые после затвердения водой, гораздо быстрее, чем цементно-песчаная стяжка набирает прочность. Кроме того гипс является экологически чистым материалом.

Сборные стяжки выполняют из гипсоволокнистых листов, склеиваемых клеем ПВА и скрепляемых специальными самонарезаемыми шурупами. По стяжке укладывают покрытие пола в виде - паркета, ламината, линолеума, ковровых настилов, керамических или ПВХ-плиток и т.д.

Полы, в зависимости от типа и материала покрытия разделяют на:

А) *штучные* - выполняемые из штучных материалов (клепок и шитов паркета, керамических плиток, бетонных с мозаичным покрытием плит и др.);

Б) *рулонные* - из линолеума, синтетических ковров, резины и др.

В) *наливные* - бетонные, мозаичные, цементные, асфальтобетонные и др.

Примеры конструкций полов приведены на рис. 19.13.

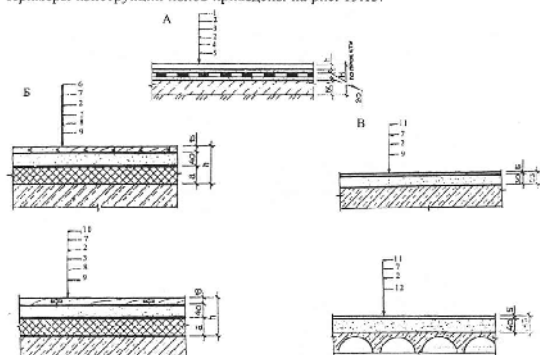


Рис.19.13. Схемы конструкций полов: А - наливные; Б - штучные; В - рулонные; 1 - асфальт; 2 - цементно - песчаная стяжка; 3 - гидроизоляция; 4 - подстилающий слой бетона; 5 - грунт основания с керамзитованным щебнем или гравием крупностью 40 - 60 мм; 6 - паркет штучный; 7 - мастика клеящая; 8 - звукоизоляционный слой; 9 - панель междуэтажного перекрытия; 10 - штит паркетный однослойный; 11 - линолеум на теплозвукоизоляционной подоснове; 12 - панель перекрытия пустотная

## Подвесные потолки

Подвесные потолки применяют в жилых и общественных зданиях. Они решают как архитектурно-композиционные задачи, так и функционально-технологические.

Конструкции подвесных потолков создают условия для многовариантных решений интерьеров. Они позволяют создать разнообразные по цветовой гамме, фактуре, рельефу, геометрической структуре потолочные поверхности.

Отрыв плоскости подвесного потолка от несущих конструкций перекрытий или покрытий, создает межпотолочное пространство, позволяющее расположить в нем воздуховоды кондиционирования воздуха, различные инженерные и электрические сети противопожарной системы. Таким образом межпотолочное пространство используется в функционально-технологических целях.

В зависимости от требований, которые предъявляются к конструкциям подвесных потолков, различают следующие виды:

- *звукоизоляционные*, обладающие звукопоглощающей поверхностью или обеспечивающие диффузность звукового поля;
- *противопожарные*, создающие барьер для распространения огня;
- *архитектурно-декоративные*, создающие в интерьере разнообразие по цвету, фактуре, рельефу или форме потолочной поверхности.

Существуют следующие конструктивные решения подвесных потолков:

- *самонесущий потолок*, где собственный вес конструкции и вес инженерного оборудования, расположенного на нем, передается непосредственно на стены. Чаще всего такое конструктивное решение принимается при устройстве подвесных потолков в коридорах общественных зданий;

- *подвесной потолок* - передает всю нагрузку, приходящуюся на его конструкцию, перекрытию или покрытию к которым он подвешивается.

Конструкция подвесного потолка состоит из несущих элементов (каркаса) и отражающих (потолочной плоскости).

Несущий каркас подвесного потолка выполняется из горизонтальных балок металлических профилей и тяжей (подвесок), прикрепляемых к несущим конструкциям перекрытий. Тяжи выполняются из двух частей - верхней и нижней, из круглой или полосовой стали. Верхняя часть крепится к перекрытию, а нижняя к горизонтальным несущим элементам подвесного потолка. Тяжи имеют регулирующие устройства в виде скоб пружин и т.п., для нивелирования потолочной плоскости.

Горизонтальные балки каркасов потолка могут располагаться в одном или двух уровнях. В первом варианте, расстояния между горизонтальными несущими элементами,кратно декоративным потолочным элементом.

При системе подвесных потолков с перекрестным каркасом - нижний уровень выполняется из несущих элементов, с расстоянием кратным величине потолочного изделия, а верхний (распределительный уровень) с шагом от 1,0 до 2,0м, что позволяет сократить число вертикальных подвесок (рис 19.14).

Закрепление декоративных потолочных элементов может осуществляться наглухо (несъемное закрепление) или съемным в течении срока эксплуатации.

Потолочные элементы крепят к несущему каркасу потолка так, что стыки между ними практически незаметны, но возможно решение, подчеркивающее графическую структуру плоскости потолка, например, с открытыми полками металлических профилей, на которые опираются потолочные изделия.

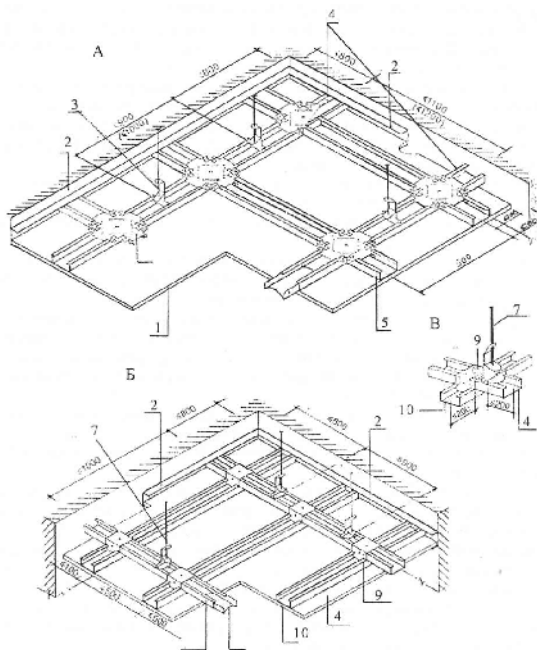


Рис. 19.14. Системы каркасов подвесных потолков: А, Б – одноуровневый (А) и двухуровневый (Б) несущий каркас потолка; В – деталь подвеса; 1 – гипсокартонный лист  $\delta = 12,5$  мм; 2 – направляющая по периметру; 3 – подвес с зажимом; 4 – несущий основной профиль каркаса; 5 – несущий раскрепляющий профиль каркаса; 6 – крепежный элемент; 7 – подвес с зажимом; 8 – соединительный элемент; 9 – крепежная скоба; 10 – несущий подвесной элемент каркаса

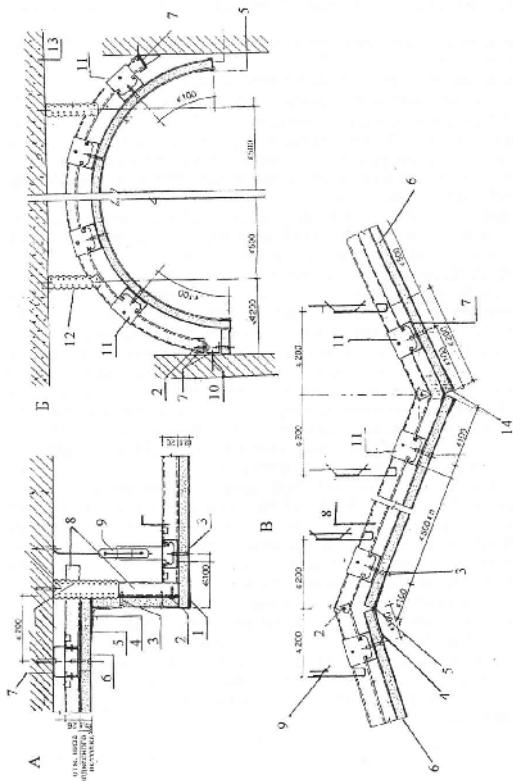


Рис. 19.15. Архитектурно-конструктивные формы гипсокартонных потолков: А – устройство перепалов; Б – криволинейная форма потолка; В – складчатая форма потолка, 1 – угловой профиль; 2 – самонарезающие винты  $L=15$  мм; 3 – самонарезающие винты  $L=25$  мм с шляпкой 200 мм; 4 – стыковочная лента; 5 – шпаклевка; 6 – гипсокартонный лист; 7 – крепежный подвесной элемент; 8 – металлический профиль каркаса потолка; 9 – регулировочное оседание; 10 – дюбель; 11 – крепежный элемент; 12 – подвес прямой с шлангом 500x600 мм; 13 – конструктивная перекрышка; 14 – обрамляющий профиль (буртик)

Для потолочных изделий используются следующие материалы:

- минераловатные плиты на базальтовой основе, пластмассы, дерево, гипсокартон и металл.

- Поверхность потолочных плит может быть как гладкой, так и рельефной с геометрическим рисунком.

- Металл широко применяется в конструкциях реечных потолков.

Алюминиевые реечные потолки предназначены как для внутреннего, так и возможны решения подшивки наружных козырьков, навесов... Рейки потолков имеют различные ширины 150 и 75 или 84 мм с зазором между рейками в 16 мм, закрываемый специальным профилем. Длина реек определяется габаритами помещения.

Изготавливают реечные панели из специального алюминиевого сплава с лакировкой поверхностей с двух сторон.

Разработаны потолочные плиты, состоящие из металлической основы, скрепленной с минераловатным материалом. Такие изделия обладают повышенной пожаро- и влагустойчивостью, а также звукопоглощающей способностью.

- Гипсокартонные листы в конструкции подвесного потолка эффективно противостоят воздействию огня, имеют способность "дышать" (отдавать и поглощать избыточную влажность), поглощать звук в области низких частот, и кроме того дают возможность создавать криволинейные поверхности (рис. 19.15). Они обладают пластичностью во влажном состоянии с восстановлением изначальных качеств после высыхания. Этим свойством пользуются при формировании криволинейных поверхностей потолков. Используя гипсокартонные листы, прошедших специальную механическую обработку, можно сформировать ломаную ступенчатую поверхность, расширить спектр архитектурных решений по организации интерьера помещений. При этом решаются и чисто инженерные задачи: можно закрыть выступающие металлические балки, повысить их огнестойкость, закрыть инженерные коммуникации и т.п.

В интерьерах современных общественных зданий устройство подвесных потолков является практической необходимостью, способствующей решению архитектурных и специальных задач функционального и технического порядка. Подвесные потолки могут применяться не только в общественных зданиях, но и в различных реконструируемых и переоборудуемых зданиях. В современном жилищном строительстве их применяют в ваннных комнатах, санитарных узлах, коридорах.

Используя отдельные стандартные потолочные изделия, можно решить различные как инженерно-технические, так и декоративные задачи, добиваясь разнообразия композиций, уровней эстетической выразительности, и высокого светового комфорта.

Световые потоки, направленные из проемов в потолок могут подчеркивать значимость главных в функциональном отношении зон или отдельных пространствобразующих элементов, способствовать направлению движения потоков людей, усиливать выразительность потолочной плоскости.

## Глава 20. Крыши

Крыши - наружная ограждающая и несущая конструкция здания, подверженная многочисленным силовым и не силовым воздействиям. Кроме того будучи наружной конструкцией она играет значительную роль в архитектуре зданий и застройки. Формы крыш определяют силуэт здания, играют значительную роль в панораме города, а цвет кровельных материалов входит в его колористическую характеристику (рис. 20.1. см вклейку в конце книги).

Для характеристики крыш в соответствии с общим решением здания применяют термины крыша, мансардная крыша и покрытие. Первый термин исторически применялся только к чердачным крышам, второй - к чердачным крышам, в которых часть пространства чердака предназначена для постоянного пребывания людей (жилая, административная или др. функции), третий - к наружным ограждающим бесчердачным конструкциям, совмещающим ограждающие и несущие функции в единой слоистой структуре (рис. 20.2). Ее традиционно применяют для промышленных и большепролетных общественных зданий с несущей конструкцией покрытия пространственной формы. В последнем случае устройство чердака технически сложно и эстетически неприемлемо: пространственные конструкции обычно имеют выразительную форму, играющую существенную роль в архитектурной композиции зданий.



Рис. 20.2. Схемы основных типов крыш: а - чердачная, б - мансардная, в - бесчердачная

В течение последних десятилетий совмещенные конструкции крыш получили широкое применение в массовых жилых и общественных зданиях.

Разработка конструкций крыш любого типа и назначения должна осуществляться на основе учета всех силовых и не силовых воздействий. К силовым относят воздействия собственной массы конструкции, снега, ветра, кратковременных эксплуатационных нагрузок и специфических инженерно-геологических воздействий (сеймика, просадки грунтов основания и пр.).

К несиловым относятся воздействия атмосферных осадков, солнечной радиации, переменной температуры и влажности наружного воздуха, химических реагентов, содержащихся в атмосфере и атмосферной влаге, теплового потока и потока пара (рис. 20.3). Соответственно конструкция крыши должна отвечать требованиям прочности, устойчивости, малой деформативности, гидро-, тепло- и пароизоляции, а ее внешняя поверхность - наружное покрытие (кровля) должна обладать водонепроницаемостью, морозостойкостью, химической и радиационной стойкостью. Кровельный материал должен отвечать по фактуре и цвету эстетическим требованиям.

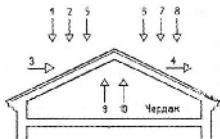


Рис. 20.3. Основные воздействия на конструкцию крыши: 1 – вертикальные нагрузки (постоянные); 2 – то же, временные (снег и др.); 3 – ветер; 4 – отсос; 5 – атмосферные осадки; 6 – переменная температура и влажность наружного воздуха; 7 – солнечная радиация; 8 – химические примеси воздушной среды; 9 – тепловой поток; 10 – диффузия водяного пара

фибролит, ячеистый и легкий бетон, керамзитовый гравий и пр.); парозащитно - из рулонных материалов (рубероид, пергамин, фольга и др.); гидроизоляцию - из кровельных плиток (глиняная, цементная или металлочерепица, асбестоцементные плоские плитки, шифер), листовых (кровельная сталь, волнистый асбестоцемент) или рулонных материалов (рубероид, стеклорубероид, гидроизол, фольгоизол и др.) либо из мастик. Основанием под кровлю служат деревянные доски или бруски (обрешетка), цементный раствор, асфальтобетон (стяжка), либо бетон несущей конструкции крыши. Практикой строительства выработаны целесообразные взаимосвязи материалов названных элементов. При деревянных несущих конструкциях применяют деревянное основание (обрешетку) и плитные или листовые кровельные материалы, при железобетонных - рулонные или мастичные. Все элементы конструкций могут быть совмещены (совмещенная крыша или покрытие), либо 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. Крыши с холодным чердаком является наиболее распространенной конструкцией. 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 или мокрым режимом.

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

Совмещенные крыши применяют в большинстве общественных зданий. В жилищном строительстве совмещенные крыши применяют в домах высотой до 4 этажей, строящихся во II и III климатических районах.

Для отвода воды с крыши ее верхнюю плоскость (скат) выполняют наклонной. По величине угла наклона (или его тангенса в дробях или процентах) ската к горизонту (уклону) различают три группы крыш: *крутые* (с уклоном ската более 15%), *пологие* (от 4 до 15%), *плоские* (2 - 3%). Величина уклона назначается в зависимости от изоляционных свойств кровельного материала и плотности его сопряжений. Например, крышам из черепицы придают максимальный уклон (до 50%), чтобы ускорить ствод воды в связи с не-

В случаях, когда поверхность крыши используют для прогулочных, игровых или спортивных площадок, размещения открытых кафе и пр. (эксплуатируемая крыша), ее покрытие и ограждения должны также отвечать архитектурно-декоративным требованиям и обладать механической прочностью.

Соответственно перечисленным требованиям конструкция крыши должна содержать несущие элементы, теплоизоляцию, пароизоляцию, гидроизоляцию и основание под нее. Несущие конструкции крыш выполняют из железобетона, дерева или металла; теплоизоляцию - из плитных или засыпных материалов (плиты пенополистирольные, минераловатные на синтетической связке, фибролит, ячеистый и легкий бетон, керамзитовый гравий и пр.); парозащитно - из рулонных материалов (рубероид, пергамин, фольга и др.); гидроизоляцию - из кровельных плиток (глиняная, цементная или металлочерепица, асбестоцементные плоские плитки, шифер), листовых (кровельная сталь, волнистый асбестоцемент) или рулонных материалов (рубероид, стеклорубероид, гидроизол, фольгоизол и др.) либо из мастик. Основанием под кровлю служат деревянные доски или бруски (обрешетка), цементный раствор, асфальтобетон (стяжка), либо бетон несущей конструкции крыши. Практикой строительства выработаны целесообразные взаимосвязи материалов названных элементов.

достаточной плотностью примыкания стельных черепиц друг к другу, а крышам с многослойной кровлей из приклеенных материалов - минимальный (до 3%) - см. табл. 20.1.

Крыша может иметь один или несколько скатов в зависимости от ширины здания и его конфигурации в плане. Ребра пересечения скатов имеют следующие названия - горизонтальное верхнее - конек крыши, выступающее наклонное - накосное ребро, заходящее наклонное - разжелобок или ендова. Иногда западающее ребро срезают узкой наклонной плоскостью - лотком. Лотки, ендовы и разжелобки служат для организации отвода воды с крыши. По их оси располагают приемные воронки водостоков.

#### Допустимые уклоны скатов крыши для различных материалов кровли

Таблица 20.1.

Материал кровли	Уклоны ската, град.
Волнистые асбестоцементные листы	$\geq 20$
Плоские асбестоцементные плитки	
в один слой	$\geq 35$
в два слоя	$\geq 25$
Стальные листы	$\geq 16$
Керамическая черепица	$\geq 40$
Цементная черепица	$\geq 25$
Рулонная кровля	
двухслойный рулонный ковер	$\geq 15$
то же трехслойный	$\geq 6$
то же четырехслойный	$\geq 3$

Водоотвод с крыши проектируют наружный или внутренний (через расположенные внутри здания стояки - водоотводы). Наружный водоотвод (рис. 20.4) проектируют организованным по желобам и водосточным трубам, либо неорганизованным непосредственно на прилегающую территорию с карнизного свеса крыши. Последний применяют только в малоэтажных зданиях, расположенных внутри квартальной застройки. Внутренний водоотвод наиболее надежен в эксплуатации, поэтому его применяют в большинстве жилых и общественных зданий, особенно, многоэтажных.

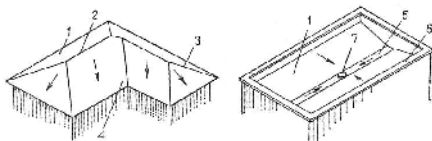


Рис. 20.4. Схемы водоотвода с крыши: а - наружный, б - внутренний: 1 - скат; 2 - конек; 3 - наклонное ребро; 4 - ендова, 5 - лоток внутреннего водоотвода, 6 - параллель; 7 - воронка внутреннего водоотвода

Крутые и пологие крыши обычно устраивают по деревянным или стальным несущим конструкциям (стропилам или стропильным фермам) с устройством чердака или мансарды. Плоские крыши (чердачные или бесчердачные), как правило, устраивают по железобетонным несущим конструкциям.

## 20.1. Скатные стропильные крыши

Скатная стропильная крыша является традиционной для гражданского строительства конструкцией. В зависимости от объемно-планировочного решения здания и его конфигурации в плане формы крыши весьма разнообразны: одно-, двухскатная (щиповая), четырехскатная (вальмовая), полувальмовая (двух- и четырехскатная), шатровая, многоскатная, мансардная (рис. 20.5). В связи с этим ребра сопряжения скатов крыши диктуют расположение стропильных конструкций. Для того чтобы правильно разместить их при проектировании, следует руководствоваться следующими правилами построения крыши в плане:

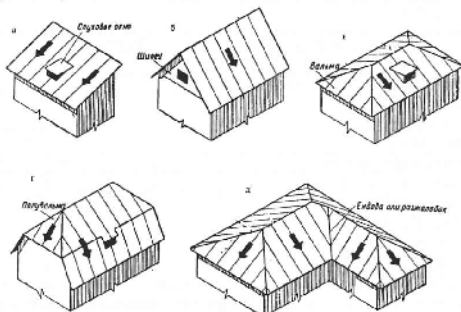


Рис. 20.5. Основные типы скатных крыш и их элементы: а – односкатная; б – двухскатная; в – четырехскатная; г – мансардная полувальмовая; д – многоскатная

- применять одинаковые уклоны скатов, при этом все ребра пересечения скатов в плане располагаются по биссектрисам углов, образованных пересекающимися карнизными линиями (в здании с прямоугольной формой плана соответственно под углом  $45^\circ$ );
- проводить линию конька здания через точки пересечения ребер и разжелобков;
- при построении плана здания сложной конфигурации проводить вспомогательную разбивку его в плане на элементарные прямоугольники, имея в виду, что верхний конек кровли будет располагаться параллельно продольной оси наиболее широкого из вспомогательных прямоугольников.

Различают три типа несущих конструкций стропил: наслонные, висячие и комбинированные (рис. 20.6).

Наслонные стропила (рис. 20.6, А) - балочная конструкция из системы параллельных наклонных балок (стропильных ног), опертых нижним концом на горизонтальный опорный настенный брус (мауэрлат), а верхним - на коньковый прогон, который опирают на стойки, установленные на внутренних несущих стенах или столбах. Для уменьшения рабочего пролета стропильных ног применяют подкосы, а для повышения жесткости всей стропильной системы применяют схватки. Шаг наслонных стропил 1,0 - 1,2 м.

Висячие стропила или фермы (рис. 20.6, Б) применяют при отсутствии внутренних опор. Их обязательным элементом служит затяжка, объединяющая нижние концы стропильных ног; иногда дополняемая схваткой или подвеской, уменьшающей пролет затяжки.

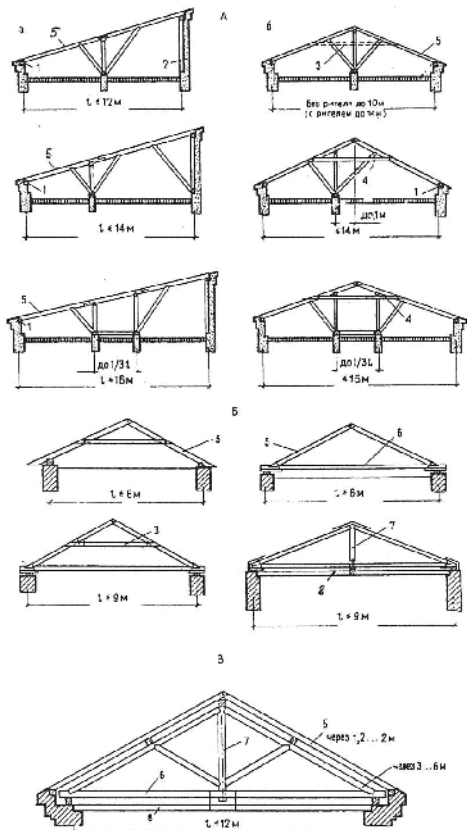
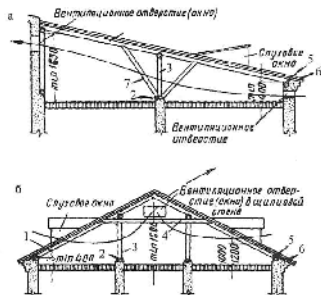


Рис. 20.6. Схемы и элементы деревянных несущих конструкций скатных крыш: А — наслонные стропила, Б — то же, висячие, В — то же, комбинированные: а — для односкатных крыш, б — для двускатных. 1 — мауэрлат, 2 — пилястра, 3 — ригель, 4 — схватка, 5 — стропильная нога, 6 — затяжка, 7 — подвеска, 8 — балка подвесного чердачного перекрытия

Для уменьшения количества ферм иногда прибегают к устройству комбинированных стропил (рис. 20.6, В). При этом фермы располагают шагом 3,0 - 3,6 м, объединяют их горизонтальными продольными ригелями, на которые опирают (а также на мауэрлат и коньковый прогон) промежуточные наклонные стропила шагом 1,0 - 1,2 м.

Поскольку самым распространенным материалом несущих конструкций скатных крыш служит дерево, для защиты деревянных конструкций от гниения чердачное пространство обязательно проектируют проветриваемым, устраивая слуховые окна в скатах и щипцовых стенах крыш (рис. 20.7). Все деревянные несущие элементы (стропильные ноги, стойки, подкосы) опирают на каменные стены не непосредственно, а через опорные брусья (мауэрлаты на наружных стенах, лежни - на внутренних), при этом опорные брусья и лежни изолируют от непосредственного контакта с кладкой прокладками из пергамина или рубероида.

Рис. 20.7. Схемы и элементы наклонных стропил односкатной и двухскатной крыш зданий с одной и двумя внутренними предельными несущими стенами: 1 - стропильная нога; 2 - лежень, 3 - стойка; 4 - сваятка; 5 - мауэрлат, 6 - кобылка; 7 - подкос



Все опорные узлы стропильных конструкций располагают на 400мм выше верхнего уровня чердачного перекрытия (рис. 20.8).

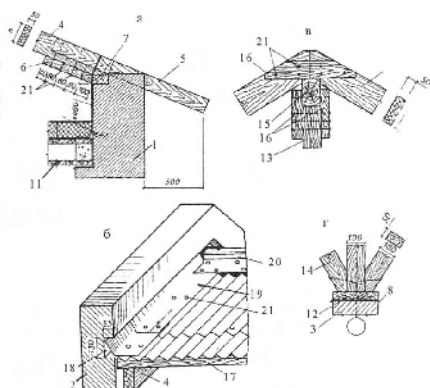
Места пересечения крыш вертикальными элементами (например, дымовентиляционным блеском) изолируют "воротниками" из оцинкованной стали при любом материале кровли (черепица, шифер и др.).

В чердачном пространстве устраивают беспрепятственный проход высотой не менее 1,6 м по уложенным на чердачное перекрытие ходовым доскам и переходам, снабженными ступеньками над выступающими поверх чердачного перекрытия элементами. При больших размерах здания чердак расчленяют на отсеки негорючими стенами (брандмаурами). Площадь отсеков определяется по СНиП 21.-01.-97\* "Противопожарная безопасность зданий и сооружений".

Жилые помещения в мансарде отделяют от холодного пространства чердака перегородками с утеплением из негорючих или труднотгорючих материалов.

В городской застройке водоотвод со скатных крыш преимущественно проектируют наружным организованным. При этом воду со скатов направляют по специальным желобам и воронкам водосточных труб, расположенных с шагом не более 20 м вдоль фасадов и во всех выступающих и западающих углах здания. Сечение водосточных труб принимают из расчета 1,5 см<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> крыши. Желоба устраивают из кровельной стали и пресекают настенными (карнизными), выносными или подвесными (рис. 20.9).

**Рис. 20.Я.** Конструктивные узлы деревянных наклонных стропил: а – опирание на наружную несущую стену; б – примыкание к торцевой стене; в – коньковый узел; г – опирание на внутреннюю несущую стену; 1 – наружная несущая стена; 2 – то же, торцовая; 3 – внутренняя стена; 4 – стропильная нога; 5 – кобылка; 6 – опорный брусок; 7 – мауэрлат; 8 – черга; 9 – скрутка; 10 – ерш, 11 – чердачное перекрытие; 12 – лежень; 13 – стойка; 14 – подкос; 15 – коньковый прогон; 16 – накладка; 17 – обрешетка; 18 – штраба; 19 – накладка – компенсатор; 20 – коньковая накладка; 21 – гвозди



Лучшими эксплуатационными качествами и долговечностью отличаются конструкции настенных желобов. Традиционные конструкции желобов, воронок и водосточных труб из кровельной стали в мягком климате вытесняются коррозионностойкими конструкциями из пластмасс. Во избежание морозного разрушения системы наружного водоотвода и образования на карнизных свесах и в водосточных трубах палелей и сосулек целесообразно предусматривать в зимнее время систему подогрева карнизных узлов.

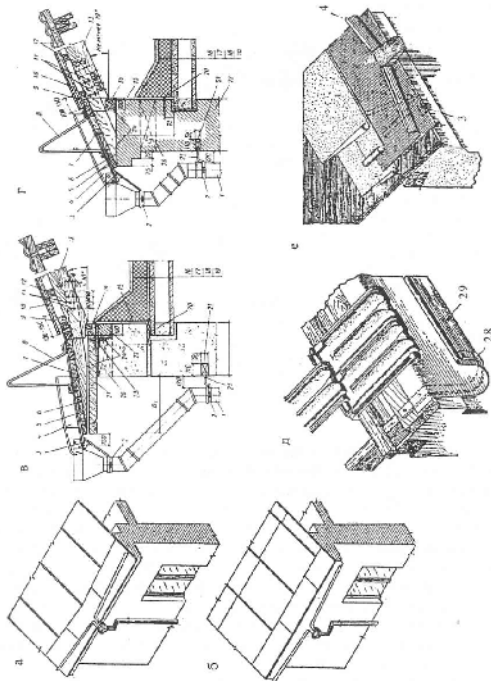
Основанием кровли скатных крыш служит обрешетка под все виды листовых и плитных материалов (за исключением асбестовых плиток), прибитая к стропильным ногам и кобылкам. Обрешетка, как правило, бывает разреженной с шагом брусков, зависящим от прочности, жесткости и размеров изделий для кровли. Однако в местах сопряжений скатов - в разжелобках, вдоль карнизов, а также вдоль коньков и накосных ребер обрешетку выполняют сплошной.

В пониженных сопряжениях скатов (лотки, ендовы), а также вдоль карнизов помимо сплошной обрешетки в кровлях из изделий с малой герметичностью сопряжений (например, волнистой асбестофанеры) до укладки основного кровельного материала в целях защиты от протечек устанавливают покрытие из стальных листов.

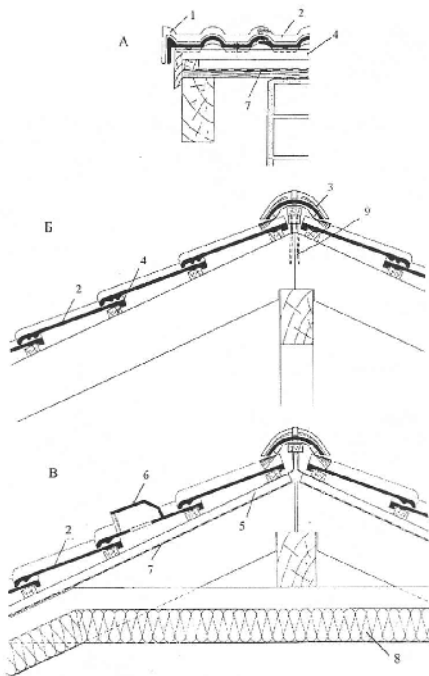
Детали устройства скатных крыш с кровлями из традиционных материалов даны на рис. 20.10 и 20.11.

Относительно новым кровельным материалом стала цементно-песчаная черепица с рядовыми элементами размером 420x330 мм, фронтальными, коньковыми, вентиляционными и др. изделиями. Чаще всего в конструкции крыш из цементно-песчаной черепицы под одинарной или двойной обрешеткой (обрешетка и контробрешетка) располагают гарпропищасную изоляционную пленку для защиты чердака от попадания снега и пыли (рис. 20.12).

Рис. 20.9. Организованный наружный водоотвод со скатных крыш: а — схема водоотвода по настенным желобам; б — то же, но пошешным; в — устройство водоотвода при карнизном свесе из железобетонной плиты; г — то же, при карнизном свесе; д — детали крепления пологого желоба; е — то же, хангнзного настенного; 1 — водосточная труба; 2 — хомут; 3 — Г-образный конь; 4 — лоток; 5 — оцинкованная кровельная сталь с соединением двойным швылем; 6 — вывалка; 7 — карнизный шпик; 8 — отражающее покрытие; 9 — заделка цементным раствором; 10 — волнистые асбестоцементные листы; 11 — гвозди; 12 — деревянный брусок; 13 — стропильный шпик; 14 — мауэрлат; 15 — проволочная скрутка; 16 — шлаковатная коробка; 17 — утеплитель; 18 — слой пергамента или рубероида; 19 — панель перекрытия; 20 — шпик; 21 — деревянная антисептированная пробовляная шпика; 22 — карниз; 23 — связь карнизной шпика; 24 — рубероид; 25 — шпикер через 1200 по высоте стены; 26 — отверстие 140 x 140 для подвесной плиты; 27 — карнизная шпика; 28 — стальной желоб; 29 — подвесной желоб







**Рис. 20.12.** Крыша из цементно – песчаной черепицы: а – деталь фронтона; б – деталь конька коллодного чердака; в – то же мансарды; 1 – черепица фронтошная; 2 – то же, рядовая; 3 – то же, коньковая; 4 – контробрешетка; 5 – обрешетка; 6 – вентиляционная черепица; 7 – защитная пленка; 8 – утепленное покрытие мансарды

## 20.2. Плоские крыши с железобетонными несущими конструкциями

Плоские крыши выполняют с несущими полноразборными или монолитными железобетонными конструкциями. Такие крыши проектируют плоскими (с уклоном до 5%) в трех основных вариантах - чердачными, бесчердачными или эксплуатируемыми.

**Чердачная крыша** - является основным типом покрытия в жилых зданиях массового строительства.

**Бесчердачная** - в массовых общественных и промышленных зданиях. Бесчердачную крышу допускается применять в жилых зданиях высотой не более четырех этажей, строящихся в умеренном климате, а также на ограниченных участках покрытий многоэтажных домов - над машинными отделениями лифтов, лоджиями, эркерами, над выступающими из плоскости фасадов объемами вестибулей, тамбуров и малоэтажными пристройками нежилого назначения (торговля, служба быта и пр.). В свою очередь чердачную конструкцию крыши иногда применяют в многоэтажных общественных зданиях, когда их конструктивно-планировочные параметры совпадают с параметрами жилых зданий, что позволяет использовать соответствующие им сборные железобетонные изделия для крыши.

**Эксплуатируемая крыша** устраивается над чердачными или бесчердачными покрытиями в зданиях, возводимых по индивидуальным проектам. Она может быть устроена над всем зданием или на отдельных участках покрытия.

Тип водоотвода с железобетонной крыши выбирают при проектировании в зависимости от назначения объекта, его этажности и размещения в застройке.

В жилых зданиях средней и повышенной этажности применяют внутренний водоотвод, в малоэтажных - допускается применение наружного организованного водоотвода при размещении зданий с отступом горизонтальной проекции края в 1,5 м и более от красной линии застройки, и неорганизованной - в малоэтажных зданиях, расположенных внутри квартала. Во всех случаях применения неорганизованного водоотвода предусматривают устройство козырьков над входами в здания и балконами.

При внутреннем водостоке в жилых зданиях предусматривают по одной водоприемной воронке на планировочную секцию, но не менее двух на здание.

При наружном организованном водоотводе размещение и сечение водосточных труб назначают такими же как при скатных крышах.

Гидроизоляцию железобетонных крыш проектируют в зависимости от их типа. Для бесчердачных конструкций применяют, как правило, рулонные гидроизоляционные покрытия (за исключением бесчердачных крыш раздельной конструкции).

Гидроизоляцию чердачных и раздельных бесчердачных крыш осуществляют следующим из трех способов: первый (традиционный) - устройством многослойного ковра из рулонных гидроизоляционных материалов; второй - окраской гидроизоляционными мастиками (кремнийорганическими или др.), которые совместно с водонепроницаемым бетоном кровельной панели обеспечивают защитные функции покрытия; третий - применением преднапряженных кровельных панелей из бетонов высоких марок по водонепроницаемости, обеспечивающих гидроизоляцию крыши без окраски мастиками.

Соответственно принятому способу гидроизоляции меняются требования к характеристикам бетонов кровельных панелей (табл. 20.2).

По методу прохода и выпуска воздуха вытяжной вентиляции через конструкцию различают чердачные крыши с холодным, теплым и открытым чердаком. Для каждой из этих конструкций может быть применен при проектировании любой из выше описанных методов гидроизоляции. Таким образом конструкция чердачной железобетонной крыши имеет шесть основных конструктивных вариантов (рис. 20.13):

А - с холодным чердаком и рулонной кровлей; Б - то же, с безрулонной; В - с теплым чердаком и рулонной кровлей; Г - то же, с безрулонной; Д - с открытым чердаком и рулонной кровлей; Е - то же, с безрулонной.

Минимально допустимые значения характеристик бетонов кровельных панелей

Таблица 20.2.

Характеристики бетона	Тип гидроизоляции покрытия		
	рулонная	с защитной гидроизоляционной окраской	без окраски
Класс по прочности на сжатие	В 15	В 25	В 25
Класс по прочности на растяжение	не регламентируется	не регламентируется	В 1,6
Марка водонепроницаемости	то же	W 6	W 8
Водопоглощение по массе, %	то же	не регламентируется	4
Марка по морозостойкости при $t_{\text{н}}$ холодной выгрузки выше $-15^{\circ}\text{C}$ от $-15^{\circ}$ до $-35^{\circ}\text{C}$ ниже $-35^{\circ}\text{C}$	то же	F 200 F 300 F 300	F 300 F 400 F 500

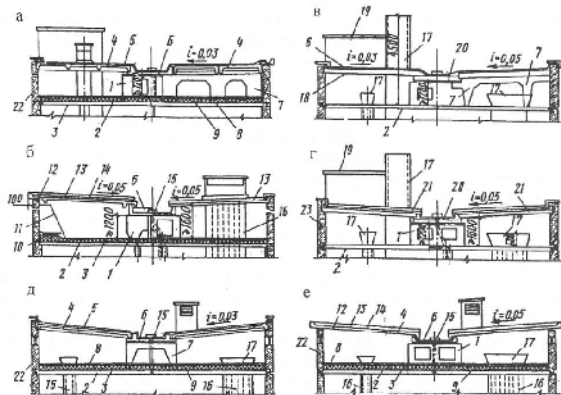


Рис. 20.13. Схемы конструкций чердачных плоских крыш: а, б – с холодным чердаком с ролонной (а) и безрулонной кровлей (б); в, г – с теплым чердаком с ролонной (в) и безрулонной кровлей; д, е – с открытым чердаком с ролонной (д) и безрулонной кровлей; 1 – спорный элемент, 2 – плита чердачного перекрытия, 3 – утеплитель, 4 – неутепленная кровельная плита, 5 – ролонный ковер, 6 – волнообразный лоток, 7 – опорная рама, 8 – защитный слой, 9 – пароизоляция, 10 – полоса рубероида, 11 – опорный элемент фризовой панели, 12 – кровельная плита безрулонной крыши, 13 – мастичная или окрасочная гидроизоляция, 14 – П-образный нащельник, 15 – водосточная воронка, 16 – вентиляционный блок, 17 – стеложок веттблока, 18 – утепленная кровельная плита, 19 – машинное отделение лифта, 20 – утепленная плита лотка, 21 – слоистая кровельная плита, 22 – неутепленная фризальная панель, 23 – то же, утепленная

**Бесчердачные крыши** проектируют используя следующие четыре конструктивных варианта (рис. 20.14): Ж - раздельной вентилируемой (с кровельной панелью и чердачным перекрытием) конструкции с рулонной кровлей, И - то же, с безрулонной кровлей, К - совмещенной трехслойной панельной конструкции, Л - совмещенной многослойной построеночного изготовления.

В процессе проектирования выбор типа конструкции плоской крыши осуществляют с учетом типа проектируемого здания, его этажности и климатических условий района строительства по рекомендации табл. 20.3.

#### Области применения конструкций плоских крыш

Таблица 20.3.

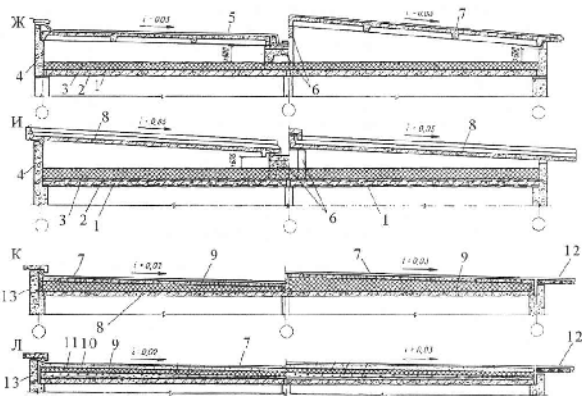
Типы зданий и их этажность	Тип и вариант конструкции крыши	Климатические районы:				Минимальные уклоны, град.	
		I	II	III	IV	кровли	лотки, слопы
Жилые и общественные высотой пять этажей и более	Чердачная с внутренним водостоком						
	А	НД	С	С	Д	3	1
	Б	С	С	Д	Д	5	3
	В	С	С	Д	НД	3	1
	Г	С	С	Д	НД	5	3
	Д	НД	НД	Д	С	3	1
Е	НД	НД	Д	С	5	3	
Жилые и общественные высотой до четырех этажей включительно	Бесчердачная с наружным или внутренним водостоком						
	Ж	Д	С	С	Д	3	1
	И	Д	С	Д	Д	5	3
	К	Д	С	ПД	НД	2	0
	Л	НД	Д	ПД	НД	3	2

Условные обозначения: НД - не допускается применять; Д - допускается; С - следует.

Конструкции чердачных крыш состоят из панелей покрытия (кровельные панели и лотки), чердачного перекрытия, опорных конструкций под лотки и кровельные панели, наружных фризových элементов (рис. 20.15). Высота сквозного прохода в чердачном пространстве должна составлять не менее 1,6 м. Допускаются местные понижения до 1,2 м вне сквозного прохода.

Чердачные крыши с холодным и открытым чердаком (типы конструкций А, Б, Д, Е) содержат в своем составе утепленное чердачное перекрытие, неутепленные тонкостенные ребристые железобетонные кровельные, лотковые и фризové панели, в которых предусматривают отверстия для вентиляции чердачного пространства. Площадь вентиляционных отверстий по каждой продольной стороне фасада назначают в I и II климатических районах в 0,002 от площади чердака, в III и IV районах - до 0,02.

Размеры приточных и вытяжных отверстий во фризových панелях открытых чердаков принимают существенно большими по результатам расчета вентиляции чердачного пространства.



**Рис. 20.14.** Схемы конструкции безчердачных железобетонных крыш: Ж – разделенной вентилируемой конструкции с рулонной кровлей; И – то же, с безрулонной кровлей; К – совмещенной конструкции из трехслойных железобетонных панелей с эффективным утеплителем; Л – слоистой железобетонной конструкции востроенного выноса. 1 – железобетонное чердачное перекрытие, 2 – пароизоляция (прокладочный рубероид или пергамин), 3 – утеплитель, 4 – фризровая панель, 5 – кровельная панель, 6 – опорный элемент, 7 – рулонная гидроизоляция, 8 – кровельная панель безрулонной крыши, 9 – трехслойная кровельная панель, 10 – цементно-песчаная стяжка, 11 – отсыпка по уклону, 12 – карнизная плита, 13 – парапет

Вентиляционные блоки и шахты пересекают крыши с холодным чердаком, вызво- дя воздушную смесь в открытое пространство над крышей.

Конструкции крыш с теплым чердаком (типа В и Г) составляют утепленные кро- вельные, лотковые и фриззовые панели, неутепленное чердачное перекрытие и опорные конструкции кровельных и лотковых панелей (рис. 20.16). Поскольку теплый чердак служит воздухооборной камерой системы вытяжной вентиляции здания, вентиляцион- ные блоки и шахты завершаются в чердачном пространстве оголовками высотой 0,6 м, не пересекая крышу. Фриззовые панели проектируют глухими (без вентиляционных от- верстий). Эти панели на отдельных участках могут быть решены светопрозрачными (для естественного освещения чердака), но не створными. В центральной зоне теплого чердака устраивают общую вытяжную шахту (одну на планировочную секцию) высотой 4,5 м от верхней плоскости чердачного перекрытия.

Конструкции крыш с открытым чердаком (типы Д и Е) по составу конструктив- ных элементов аналогичны конструкциям с холодным чердаком, но вентиляционные конструкции ее не пересекают, обрываясь на высоте 0,6 м от поверхности чердачного перекрытия, как в крышах с теплым чердаком.

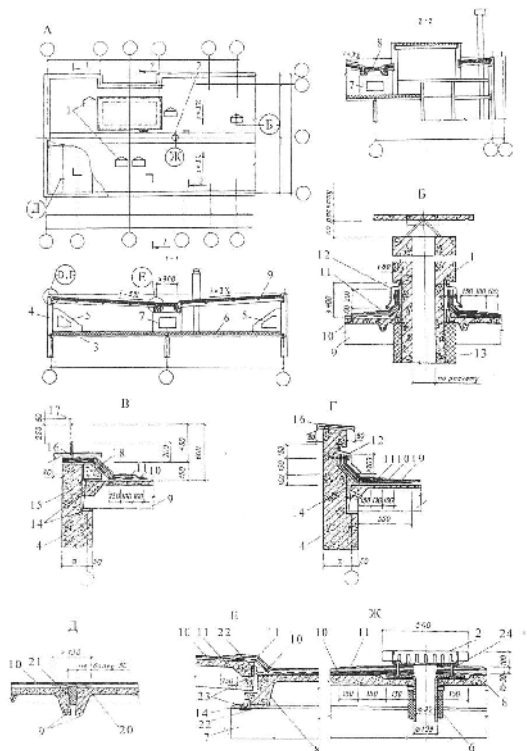
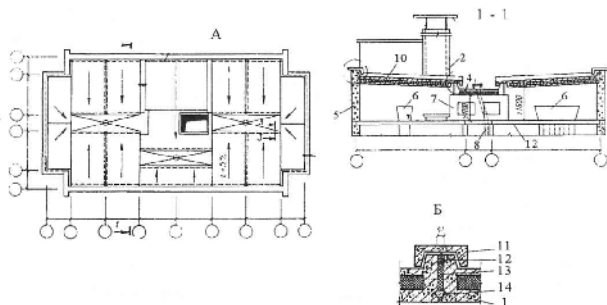


Рис. 20.15. Рулонная чердачная крыша с холодным чердаком: А — план крыши; Б — Ж — конструктивные узлы. 1 — вентиляционный блок, 2 — водосточная воронка, 3 — плита чердачного перекрытия, 4 — фризная панель, 5 — опорный элемент фризной панели, 6 — утеплитель, 7 — опорная рама, 8 — литая панель, 9 — кровельная панель, 10 — основная кровля, 11 — дополнительные два слоя рубероида на битумной мастике, 12 — защитный фартук, 13 — утеплитель, 14 — цементно-песчаный раствор, 15 — анкерный выпуск, 16 — оцинкованная кровельная сталь, 17 — решетчатые ограждения, 18 — бетонный бортовой камень, 19 — свинцовая полоса рулонного материала, 20 — то же, с односторонней приклейкой, 21 — уплотняющая прокладка, 22 — закладная деталь, 23 — соединительный элемент, 24 — герметизирующая мастика, 25 — водосточная труба



**Рис. 20.16.** Безрулонная крыша с теплым чердаком: А – схемы и разрезы плана крыши; Б – деталь сопряжения трехслойных кровельных панелей. 1 – кровельная панель, 2 – вытяжная шахта, 3 – защитный зонт, 4 – лотковая панель, 5 – утепленная фриззовая панель, 6 – оголовок вентиляционной шахты, 7 – опорный элемент лотковой панели, 8 – стояк внутреннего водостока, 9 – водосточный лоток, 10 – панель чердачного перекрытия, 11 – бетонный нащельник, 12 – герметизирующая мастика, 13 – утеплитель, 14 – бетонная плита

Своеобразным архитектурным вариантом конструкции железобетонных чердачных крыш многоэтажных зданий стали крыши с наклонными фриззовыми панелями и вертикальными фриззовыми панелями шпильковой формы, переключаящимися с традиционными формами мансардных крыш. Этот вариант может быть применен и при холодных и при теплых чердачных крышах (рис. 20.17).

Кровельные панели безрулонных крыш с холодным и открытым чердаком, а также раздельных бесчердачных крыш решены одинаково. Это тонкостенные (толщина плиты 40мм) ребристые железобетонные плиты. Стыковые грани панелей и их примыканий к пересекающим крышу вертикальным конструкциям (лифтовым шахтам, вентиляционным блокам и пр.) снабжены ребрами высотой 100 мм. Стыки защищены нащельниками (или сопряжены внахлестку) и герметизированы.

Водосборные корытообразные лотки выполняют из водонепроницаемого бетона с толщиной дна 80 мм и высотой ребра 350 мм, шириной не менее 900 мм.

Кровельные панели и лотки крыш с теплым чердаком проектируют двух- или трехслойными. Верхний слой выполняют из морозостойкого бетона толщиной не менее 40 мм.

Конструкция раздельной бесчердачной крыши (тип И) содержит те же конструктивные элементы, что и чердачная крыша с холодным чердаком, но в связи с тем, что ее воздушное пространство имеет малую высоту (до 0,6 м), решение опорных конструкций упрощено - ими могут служить отдельные железобетонные бруски.

Трехслойные панели смежных крыш (тип К) изготавливают в едином технологическом цикле или комплектуют на заводе из двух тонкостенных ребристых плит и утеплителя между ними.

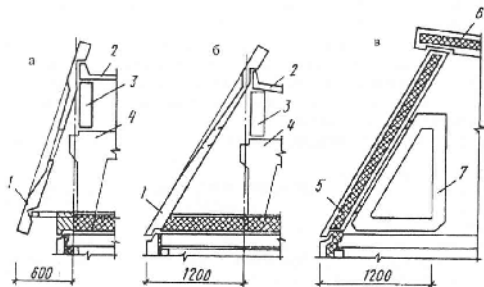


Рис. 20.17. Чердачная крыша с наклонной фризовой панелью: а, б – для холодного чердака; в – для теплого чердака: 1 – холодная фризловая панель, 2 – то же, кровельная, 3 – железобетонная балка, 4 – железобетонная рама, 5 – утепленная фризловая панель, 6 – то же, кровельная, 7 – опорный элемент фризловой панели

С увеличением почти втрое нормативных требований к сопротивлению теплопередаче наружных ограждающих конструкций прекратилось применение наиболее индустриальной и экономичной конструкции совмещенной крыши (и также теплых чердаков) из однослойных легковесных панелей, так как они утратили экономическую рентабельность.

Традиционные совмещенные крыши построечного изготовления (тип Л) возводят путем последовательной укладки на постройке по перекрытию (из монолитного или сборного железобетона) верхнего этажа пароизоляционного слоя, отсыпки по уклону, теплоизоляционного слоя, выравнивающей стяжки и многослойного рулонного ковра. Конструкция Л наиболее трудоемка и отличается наихудшими эксплуатационными качествами. Ее применение по возможности следует предельно ограничивать.

Из рис. 20.14 очевидно, что любая из бесчердачных крыш представляет собой многослойную конструкцию, включающую несущую железобетонную плиту, пароизоляционный, теплоизоляционный и гидроизоляционный (со специальным сборным или монолитным основанием под него) слои. При этом традиционным является размещение гидроизоляционного слоя сверху, что приводит (при невентилируемой конструкции крыш) к снижению долговечности гидроизоляционного ковра под влиянием солнечной радиации и давления паровобразной влаги, скапливающейся под ковром.

Для повышения долговечности гидроизоляции крыш разработан и внедряется вариант инверсионной конструкции - с расположением гидроизоляционного слоя непосредственно по несущей плите под слоем теплоизоляции (рис. 20.18).

Изменение расположения тепло- и гидроизоляционных слоев помимо повышения долговечности кровли создает ряд дополнительных экономических и технологических преимуществ. Инверсионная конструкция менее массивна, так как отпадает необходимость устройства специального основания под кровлю в виде цементно-песчаной стяжки по утеплителю: основанием под гидроизоляционный ковер служит несущая плита покрытия. Благодаря такому расположению ковра исключается необходимость устройства

паранзляционного слоя - рулонный ковер совмещает функции паро- и гидроизоляции. Соответственно сокращаются стоимость и затраты труда, так как конструкции и выполнение узлов сопряжений инверсионных крыш проще, чем у традиционных (рис.20.19). То обстоятельство, что инверсионные крыши до настоящего времени в отечественном строительстве относительно получили ограниченное применение связано с требованиями к физико-техническим свойствам утеплителя в таких конструкциях. Он должен при малом коэффициенте теплопроводности  $\lambda \leq 0,04$  Вт/м<sup>2</sup>С), обладать категорией пожарной безопасности в диапазоне П1; П11; В2; Д3 - П4; В3; Д3, плотностью 30-50 кг/м<sup>3</sup>, прочно-

Рис. 20.18. Схема расположения слоев в конструкции традиционной (а) и инверсионной (б) плоской крыши отапливаемого здания: 1 - железобетонная плита, 2 - паронзляционный слой, 3 - утеплитель, 4 - выравнивающая стяжка из цементно-песчаного раствора, 5 - многослойный гидроизоляционный рулонный ковер, 6 - гравий светлых тонов, 7 - фильтрующий слой из синтетического холста, 8 - балластный пригруз из гравия

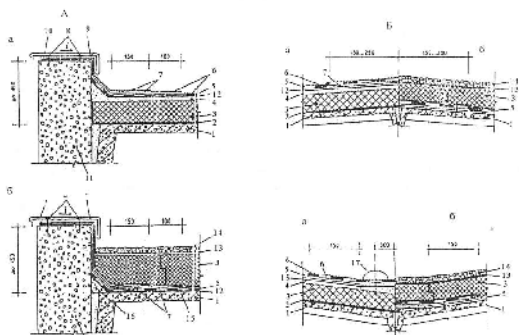
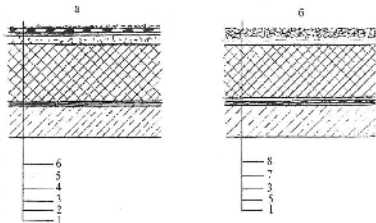


Рис. 20.19. Детали сопряжений традиционной (а) и инверсионной (б) конструкции плоской крыши: А - с парапетом, Б - в козырьке и ендове. 1 - сборная железобетонная плита перекрытия; 2 - паронзляция, 3 - теплоизоляция, 4 - выравнивающая стяжка, 5 - основной кровельный ковер, 6 - крупнозернистая посыпка верхнего слоя ковра, 7 - дополнительные слои кровельного материала, 8 - дюбели, 9 - косяки 40 x 4 мм через 600 мм, 10 - оцинкованная кровельная сталь, 11 - стена, 12 - грунтовка, 13 - предохранительный (фильтрующий) слой из синтетического холста, 14 - пригруз из гравия, 15 - точечная приклейка теплоизоляции, 16 - легкий бетон, нижнего слоя гидроз, 17 - воронка внутреннего водостока

стью на сжатие 0,25-0,5 МПа, суточным водопоглощением в % к объему 0,1-0,2, быть микропористым и иметь замкнутую структуру пор. Утеплитель должен быть гидрофобным, не давать набухания или усадки, обладать необходимой механической прочностью. Практически возможность расширения внедрения инверсионных конструкций складывается с началом производства отечественных экструзионных пенополистирольных плит "Пенолекс", и соответственно сокращением объема экспорта аналогичных утеплителей.

Эксплуатируемые крыши-террасы устраивают над теплыми и холодными чердачными крышами, над техническими чердаками, а иногда и над совмещенными крышами (рис. 20.20). Особенно часто последний вариант применяют в зданиях с террасными уютунами в его объемной форме. Под крыш-террас проектируют шоссим или с уклоном не более 1,5%, а поверхность кровли под ним - с уклоном не менее 3%. Для кровли принимают наиболее долговечные материалы (например, гидроизол). Число слоев рулонного ковра принимают на один больше, чем при неэксплуатируемой крыше. На поверхность ковра наносят слой горячей мастики антисептированный гербицидами. Они защищают ковер от прорастания корней растений из семян и спор, заносимых на крышу ветром. При устройстве эксплуатируемой крыши по инверсионной совмещенной конструкции эту роль выполняет расположенный под балластным и дренирующим гравийным слоем фильтрующий синтетический холст. Пол крыши-террасы выполняют из каменных или бетонных плит, иногда облицованных керамическими плитками. Плиты пола свободно укладывают по дренирующему слою гравия.

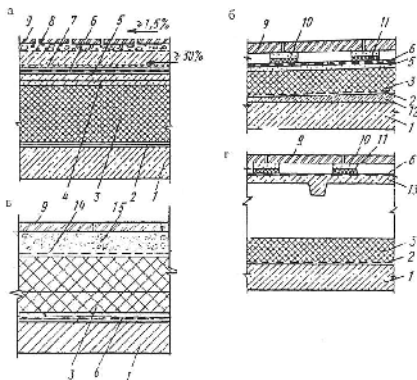


Рис. 20.20. Конструкции эксплуатируемых крыш: а - бесчердачной, совмещенной с дренирующим слоем, б - то же, без дренирующего слоя, в - бесчердачной инверсионной, г - над холодным чердаком или с бесчердачной крышей инверсионного типа: 1 - несущая плита, 2 - паронепроницаемый слой, 3 - утеплитель, 4 - выравнивающий слой, 5 - грунтовка битумной эмульсией, 6 - рулонный гидроизоляционный ковер, 7 - мастика с противной гербицидами, 8 - дренажный слой, 9 - плиты пола, 10 - бетонная подкладка, 11 - асфальтовый маж, 12 - отмостка по уклону, 13 - кровельная панель, 14 - фильтрующий слой из синтетического холста, 15 - балластный и дренирующий слой гравия

## Глава 21. Лестницы

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

Лестницы 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 катеджного 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 (з уровне этажа) и междуэтажные (промежуточные)

По числу маршей в пределах этажа различают: -одно, -двух и -трех маршевые лестницы (рис 21.1).

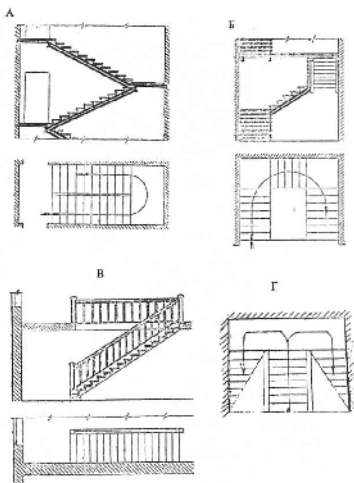


Рис. 21.1. Основные схемы планировки лестниц: А — двух маршевая; Б — трех маршевая; В — одномаршевая; Г — двухмаршевая распашная

Наиболее распространенный вариант: - двухмаршевая лестница. Распашная двух маршевая лестница может нести функцию парадной лестницы в общественных зданиях.

Одномаршевую лестницу применяют в жилых домах не выше 2-х этажей или в коттеджах и двухуровневых квартирах.

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

Верхняя и нижняя ступени маршей, совпадающие с плоскостью площадок, называются фризowymi 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)м. до 1,5м 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; 1,20; 1,35; 1,5 м (рис.21.2).

Высота проходов под площадками и маршами не должна быть менее 2,0 м. Поэтому, если вход в здание осуществляется через лестничную клетку и размещен под первой промежуточной площадкой, устраивают цокольный марш из 5-6 ступеней, ведущий на первую этажную площадку.

В пятиэтажных зданиях выход на чердак осуществляют по металлической лестнице – стремянке, наглухо закрепленной к этажной площадке последнего этажа и в люк 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.

При наличии подвального этажа лестницу доводят до уровня пола подвала. В этом случае подвальный марш отделяют от объема основной лестницы глухой несгораемой стеной с дверью.

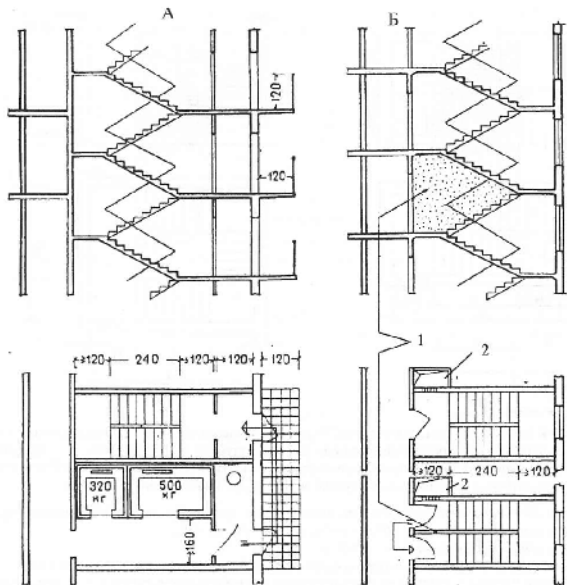
Поворот у лестницы желательно проектировать левым (при движении по лестнице вверх).

Все главные лестницы в жилых домах выше 4-х этажей проектируют с естественным освещением, обеспечивающим **безопасность эвакуации.**

Требования пожарной безопасности в домах выше 9 этажей диктуют планировочно-конструктивный тип лестницы – несгораемая конструкция; закрытая с разделением лестничной клетки через каждые 5 этажей по высоте несгораемой перегородкой на противопожарные отсеки с подпором воздуха и незадымляемая лестница с воздушными выходами в воздушную зону (балконы или лоджии) (рис. 21.3).

В зданиях высотой до девяти этажей применяют вариант размещения эвакуационной лестницы в несгораемой лестничной клетке с естественным освещением. В слу-





**Рис. 21.3.** Защита лестниц от задымления: А – незадымляемая лестница с поэтажными переходами через наружную зону; Б – закрытая лестница с разделением по высоте на противопожарные отсеки с подпором воздуха; 1 – несгораемая перегородка; 2 – шахта для подпора воздуха

### Пример расчета габаритов лестницы

Для определения геометрических размеров элементов лестницы и габаритов лестничной клетки необходимо знать высоту этажа, ширину и уклон лестничного марша (рис. 21.4).

Для того, чтобы удобно было ходить по лестнице - проступь (б) должна быть не уже ступни человека, то есть не менее 250 мм. Удвоенная высота подступенка (а) плюс ширина проступи (в) должна соответствовать нормальному шагу человека:

$$2a + b = 600 - 630 \text{ мм.}$$

Исходя из этого условия, высоту подступенка назначают в пределах 150-180 мм.

Чаще всего ступени имеют размеры 150 х 300 мм что соответствует углу марша 1° 2.



Качество ступеней в среднем марше должно быть таким, чтобы его проекция была близка к ширине лифта. Для этого делим ширину лифта на ширину проступи: -

$$n_1 = 1600 : 300 = 5,3$$

Принимаем 5 штук проступей. Тогда подступенок должно быть на единицу больше:

$$N = 5 + 1 = 6 \text{ (подступенков)}$$

Высота среднего марша составит: -  $6 \times 150 = 900$  мм, а его значение: -  $5 \times 300 = 1500$  мм.

Всего в этаже должно быть: -  $3600 : 150 = 24$  подступенка.

Тогда в верхнем и нижнем марше будет по 9 подступенков ( $24 - 6 = 18 : 2 = 9$ ) и длина их горизонтальной проекции составит: -  $a = 8 \times 300 = 2400$  мм.

Полная длина лестничной клетки будет равна: -

$$D = 2400 + 1450 + 1600 = 5450 \text{ мм.}$$

Ширина лестничной площадки в виду выхода на нее из кабины лифта назначена в 1,6 м.

### Конструкции лестниц

Требованиям, предъявляемым к конструкциям лестниц капитальных зданий – несгораемость, сборность и экономичность – в наибольшей степени удовлетворяют лестницы из сборного железобетона.

Они проектируются по двум вариантам – из четырех сборных элементов (два марша и две площадки) или из двух сборных Z-образных элементов, представляющих собой марш с двумя полуплощадками, то есть балку с Z-образной осью, опирающуюся на несущие конструкции (рис. 21.5).

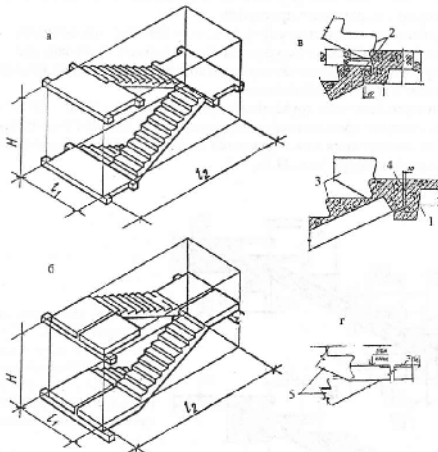


Рис. 21.5. Стандартные сборные железобетонные лестницы: а – конструкция из 4-х сборных элементов; б – конструкция из двух Z-образных сборных элементов; в – узел опирания маршей на лестничную площадку; г – узел перехода марша в лестничную площадку при Z-образном лестничном элементе; 1 – этажная лестничная площадка; 2 – полнотельные лестничные марши; 3 – ребристые лестничные марши; 4 – цементный раствор; 5 – Z-образный сборный элемент

Последний вариант чаще всего применяют в зданиях со сборными железобетонными каркасами. Номенклатура маршей с двумя полуплощадками достаточно разнообразна и удовлетворяет предъявляемым объемно-планировочным требованиям. Типовые лестничные марши позволяют устраивать двухмаршевые лестницы, а для высот этажей 4,2 и 4,8 м трехмаршевые.

Лестничная клетка каркасных зданий ограждена по четырем углам колоннами и с четырех сторон (при расположении лестницы внутри здания) стенами жесткости. При примыкании лестничной клетки к фасадной плоскости она ограждается стенами жесткости с трех сторон (за исключением фасадной).

Лестничные марши со стороны фасада опирают на фасадные ригели, а внутри здания — на полки стен жесткости или стен лестничной клетки, рядовые или лестничные ригели.

Наиболее распространенным конструктивным решением является сборные лестницы из 4-х монтажных элементов — двух площадок и двух маршей. Лестничные площадки выполняют в виде ребристой плиты со специальным по форме ребром на одной из продольных сторон площадки, для опирания маршей.

Конструкции маршей разнообразны — тонкостенные складчатые или с продольными ребрами (одно или двух косоурные) в нижней плоскости. Они могут иметь полную заводскую готовность или на строительной площадке проводится дополнительная работа по укладке декоративных проступей.

Монолитные конструкции железобетонных лестниц проектируют тогда, когда их применение диктуется архитектурно-композиционными требованиями. Такие лестницы могут применяться при нестандартных габаритах или сложных формах, чаще всего их устраивают в общественных зданиях.

Монолитные лестницы трудоемки в производстве, требуют устройства сложной опалубки и достаточно продолжительного срока возведения. Для упрощения устройства опалубки их конструкция может решаться с несущей опорной частью в виде плиты или с устройством косоура (рис. 21.6).

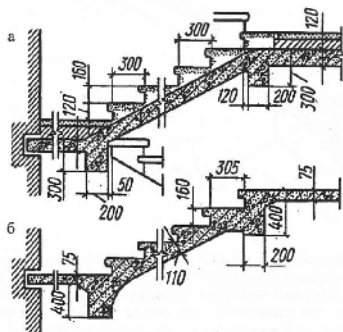


Рис. 21.6. Конструктивные решения монолитных железобетонных лестниц: а — со ступенями, опирающимися на предварительно выполненную несущую плиту; б — конструкция, изготовленная одновременно с несущей плитой и ступенями лестницы



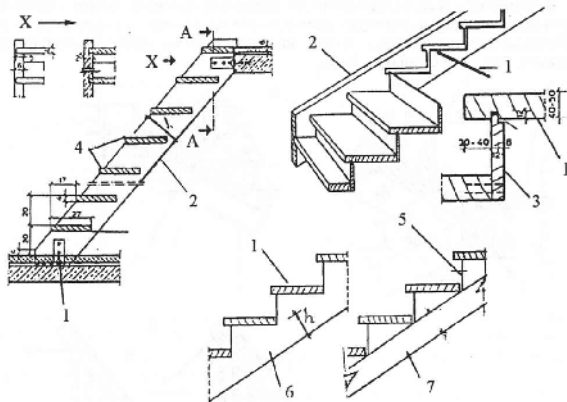


Рис. 21.8. Принципы устройства ступеней в деревянных лестницах: 1 – проступь; 2 – тетива; 3 – подступенок; 4 – стяжные болты; 5 – подступенки по косоурам; 6, 7 – косоуры; h – высота балки

Марши состоят из двух тетив или косоуров. При расположении на тетивах ступени и подступенки врезают в них на глубину 2-3 см. Кроме того подступенок гребнем на своей верхней кромке входит в паз в нижнюю плоскость проступи.

Нижним краем подступенок прилегает к проступи и скрещивается с ней гвоздями.

При расположении на косоурах проступи кладутся на вырезы последних и торцом выходят за лицевую поверхность косоура на величину валика. Подступенок соединяется с косоуром на ус, а с проступью также, как и в предыдущем варианте.

Площадки деревянных лестниц устраивают аналогично деревянным перекрытиям, причем марши и площадка могут подшиваться снизу рейкой или оставаться открытыми.

Планы внутриквартирных лестниц могут быть разнообразны – одно- двухмаршевые, с забежными ступенями, сокращающие длину марша лестницы. Проступь и подступенок имеют соответственно значения: - 23 и 20 см. При забежных ступенях ширина проступи в узком месте не должна быть меньше 10 см.

Наружные лестницы проектируют при входах в здание в виде одной, двух ступеней, так как уровень пола или входной площадки лестничной клетки выше тротуара на 15- 20 см. Иногда весь цокольный марш выносится наружу. Наружные лестницы в одну две ступени можно выполнить, уложив на подсыпку из песка железобетонную плиту или монолитный бетон. При большом количестве ступеней делают отдельные фундаменты под стены перпендикулярные к фасадной плоскости, на которые укладывают железобетонную плиту лестничной площадки или сборные ступени.

## ЧАСТЬ VI. ПРОМЫШЛЕННЫЕ ЗДАНИЯ

### Глава 22. Размещение промышленных предприятий в городе. Классификация промышленных предприятий, зданий и сооружений

Промышленные предприятия размещают в основном на специально выделяемых в городе производственных территориях (рис. 22.1). Размеры производственных территорий зависят, главным образом, от профиля производства. Например, территории с размещением предприятий металлургического профиля достигают размеров до 2000 га, машиностроительного – до 2000 - 3500 га, химического и нефтеперерабатывающего – до 4000 га. В процессе роста и развития городов формируются крупные промышленные зоны, занимающие территорию до 5000 - 6000 га с численностью работающих до 150 - 200 тыс. чел.

Предприятия располагают не разрозненно, а объединяют в группы с кооперацией энергетических, вспомогательных и обслуживающих объектов. Эти группы предприятий с их общей территорией образуют промышленные районы. На территории промышленного района могут располагаться одна или несколько групп предприятий (промышленных узлов). В современных индустриальных городах промышленные районы занимают в среднем 25 - 35% территории (рис. 22.2, 22.3).

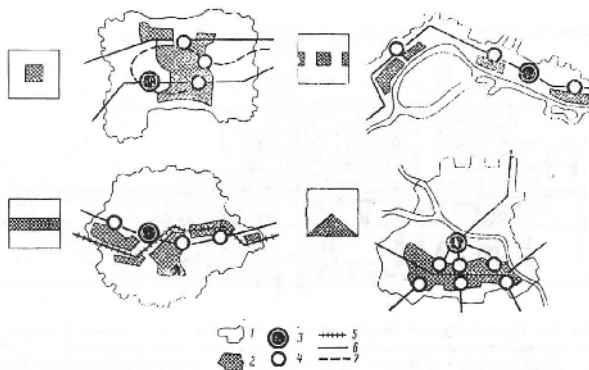


Рис. 22.1. Схемы размещения производственных территорий в городах: 1 – городская застройка; 2 – производственные территории; 3 – городской центр; 4 – научно-технические и общественные центры промышленных районов; 5 – железные дороги; 6 – автодороги; 7 – линии метрополитена

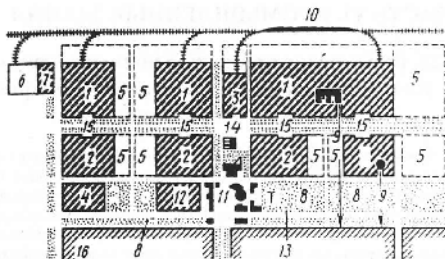


Рис. 22.2. Примерный состав городского промышленного района: 1 – промышленное предприятие с особо вредными производствами; 2 – то же, с менее вредными производствами; 3 – ТЭЦ; 4 – автохозяйство; 5 – резервные территории; 6, 7 – участок для отвалов; 8, 9 – санитарно-защитная зона; 10 – сортировочная станция; подъездные ж. д. пути; 11 – общественный центр; 12 – научно-технический центр; 13 – площадка для вертолетов; 14 – котельное депо; 15 – предвагонские площадки; 16 – селитебная территория

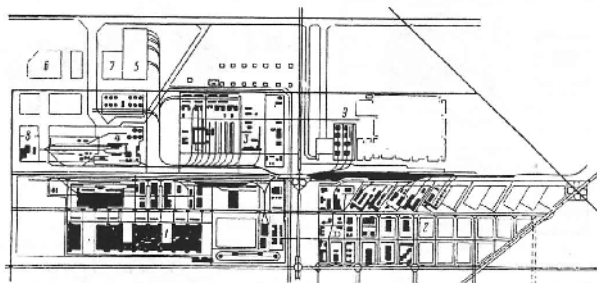
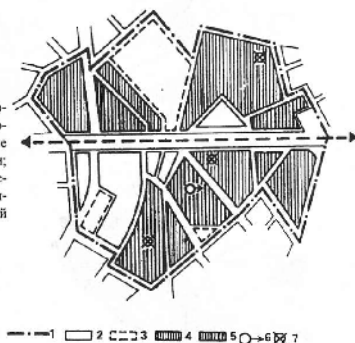


Рис. 22.3. Схема планировки промышленного района в г. Тольятти: 1 – Волжский автозавод; 2 – промышленно-коммунальная зона; 3 – производственная база строительства; 4 – ТЭЦ; 5 – асфальтобетонные заводы; 6 – шламоотстойники; 7 – мусороперерабатывающий завод; 8 – очистные сооружения; 9 – грузовой двор

Планировочная организация промышленных районов основывается на зонировании территории по характеру ее использования (рис. 22.4) с выделением зон производственной, подсобных объектов (объекты энергетического и водооборотного хозяйства, очистные сооружения и др.), складской, транспортной и предзаводской. Кроме того, для промышленных районов, расположенных на границе с сельтбой может быть выделена зона общественных центров.

Рис. 22.4. Зонирование территории промышленного района: 1 – границы промышленного района; 2 – сельтбные территории; 3 – резервные территории; 4 – зона реконструкции (восстановления); 5 – зона пресобразования; 6 – вынос предприятий; 7 – снос предприятий



Территория промышленного района выбирается с учетом природно-климатических, инженерно-геологических и топографических условий местности. Для удаления обеззараженных сточных вод территория должна иметь уклон в пределах 0,003 - 0,03. Во избежание возможного затопления промышленных площадок ливодковыми водами, отметки поверхности площадок должны превышать расчетный горизонт ливодковых вод не менее, чем на 0,5 м. Чтобы исключить возможность затопления подземных сооружений среднее превышение поверхности промышленной территории над отметкой наивысшего уровня грунтовых вод должно быть не менее 7 м.

Промышленные предприятия являются градоформирующим и градообразующим факторами в градостроительстве: промышленные районы оказывают влияние на размеры и планировку города, а также могут являться фактором образования нового поселения (рис. 22.5). Например, промышленные районы, возникающие в местах разработки полезных ископаемых (угля, руды, нефти) сопровождаются возведением при них жилых поселков.

Большинство производственных процессов сопровождается определенными вредными выделениями (газы, дым, копоть, неприятные запахи, шум и пр.), загрязняющими окружающую среду и создающими угрозу здоровью человека. В зависимости от вида производства, условий технологического процесса и выделяемых в окружающую среду вредных для промышленных предприятий устанавливается санитарная классификация. Согласно санитарным нормам, предприятия разделяют на пять классов: к I классу относят предприятия с особо вредными производствами, к V – практически безвредные.

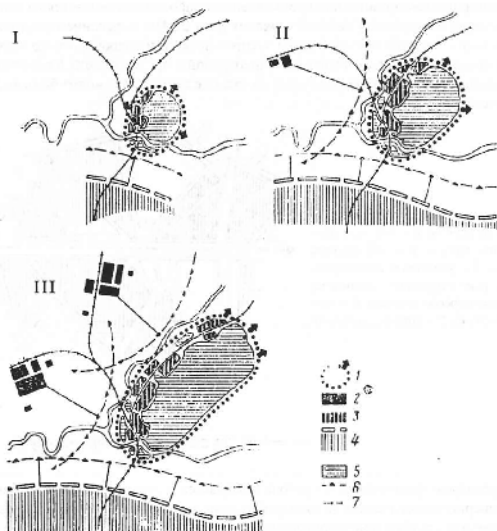


Рис. 22.5. Влияние размещения производства на выбор направления территориального развития города: 1 – III – этапы развития города; 1 – границы города и направление его развития; 2 – промышленность 1 класса вредности; 3 – промышленность III и IV классов вредности; 4 – зона промышленного освоения газового месторождения; 5 – селитебная территория; 6 – границы санитарно – защитной зоны; 7 – железная дорога

В целях максимального снижения степени воздействия на человека, между промышленными предприятиями и жилой застройкой устраиваются санитарно-защитные зоны. Ширина зоны зависит от класса вредности производства: для предприятий 1 класса требуется ширина 1000 м, для II, III, IV и V классов – соответственно, 500, 300, 100 и 50 м. Санитарно-защитные зоны следует максимально озеленять при устройстве обязательной полосы зеленых насаждений со стороны жилой застройки, шириной не менее 20 м для зоны размером до 100 м и не менее 50 м – для остальных зон. В пределах санитарных зон допускается размещение коммунальных предприятий, складов, гаражей и пр.

Предприятия, относящиеся к V классу (не выделяющие вредностей), с небольшим грузооборотом (интенсивность менее 40 автомобилей/сутки в одном направлении) и не требующие железнодорожных подъездных путей, допускается размещать в пределах жилой застройки.

При размещении промышленных предприятий следует учитывать также масштабы потребления ими электроэнергии, воды, напряженность грузооборота, наличие железнодорожного внутреннего транспорта. Например, предприятия по производству алюминия, электрометаллургии стального литья располагают вблизи ГЭС, ГРЭС, высоковольтных линий электропередачи; целлюлозно-бумажные комбинаты, ТЭЦ и т.п. размещают вблизи крупных водоемов (при этом необходимы эффективные очистные сооружения).

Большую роль в определении места производственной территории в плане города играет направление господствующих ветров, определяемое в соответствии с розой ветров. Промышленные районы с вредными предприятиями следует располагать с подветренной стороны по отношению к ближайшей жилой застройке, продольную ось территории предприятия рекомендуется располагать параллельно или под углом не более 45° к направлению господствующих ветров.

Предприятия I и II классов вредности располагают за пределами города, на значительном удалении от селитбы, предприятия III и IV классов размещают на окраинах города. Образование крупных кооперированных производств привело к увеличению размеров промышленных районов, что повлекло удаление производства от мест проживания работающих и, в свою очередь, вызвало неоправданные транспортные перевозки людей.

Устранить, по возможности, эти недостатки позволяет планировочная организация компактных промышленно-селитбных районов, объединяющих жилую застройку и предприятия IV (некоторые) и V классов по степени производственной вредности. Следует отметить, что производства, относящиеся к V классу, составляют 40% от общей массы разнообразных производств и могут размещаться на территории селитбы.

Одним из главных критериев определения границ и размеров промышленно-селитбного района являются затраты времени на передвижение основной массы работающих (75 - 80%) от мест приложения труда до мест их проживания. Это время не должно превышать 30 мин (в один конец).

Площадь промышленно-селитбного района составляет: для больших городов 550 - 1100 га, для крупных - 650 - 1500 га. Максимальная величина может достигать 4000 - 4500 га. В планировочной структуре этих районов выделяют производственную, селитбную зоны, разделенные «буферной» санитарно-защитной зоной, в которой размещены объекты транспортного и общественного обслуживания.

В ряде случаев целесообразна кооперация и объединение на общей территории промышленных и крупных коммунальных предприятий с образованием промышленно-коммунальных зон, которые формируются на пограничных с селитбой территориях. В промышленно-коммунальных зонах размещают объекты пищевой промышленности и торговли, общественного транспорта, бытового обслуживания населения и др.

Перед предприятиями, на территории санитарно-защитной зоны, образовался специализированный вид городской застройки - предзаводская зона. В этих зонах размещают вспомогательные объекты предприятий: здания управления, инженерно-технические объекты, научные, учебные, вычислительные центры, крупные автостоянки и др. Развитый комплекс вспомогательных объектов предзаводской зоны выступает как архитектурный ансамбль, определяющий лицо предприятия (рис. 22.6). Некоторые учреждения, размещенные в предзаводской зоне (медицинские, торговые и др.), рассчитаны на обслуживание как работающих на промышленных предприятиях, так и населения прилегающих жилых районов.

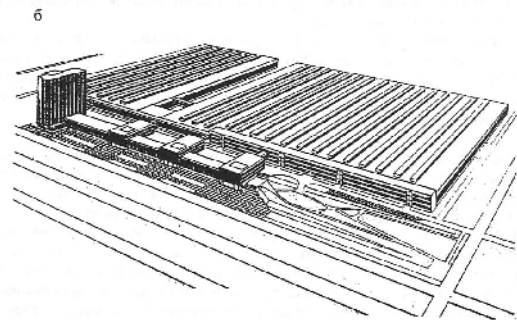
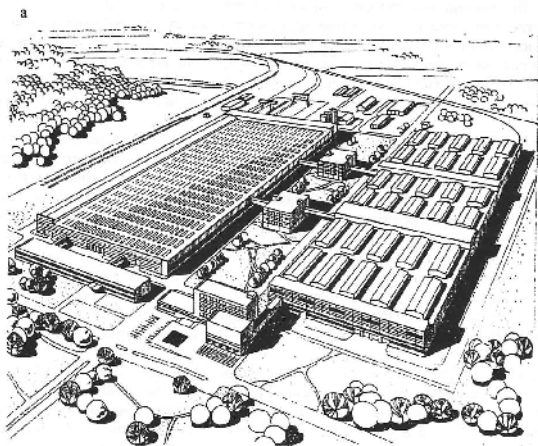


Рис. 22.6. Примеры архитектурного решения производственной зоны: а – автосборочный завод; ГПИ – б; в – завод счетных машин, Промпроект

Застройка промышленных территорий характеризуется четким разделением на планировочные элементы – кварталы. На крупных предприятиях, с большой территорией, кварталы, расположенные между основными параллельными внутризаводскими магистралями, объединяют в панели. Панели разделяются по длине поперечными проездами на отдельные блоки (рис. 22.7). Блоки застраиваются заводами и цехами. Для предприятий одного или близких классов вредности применяют отопительную застройку. Для размещения предприятий различных классов используется двух- и многопанельная застройка.

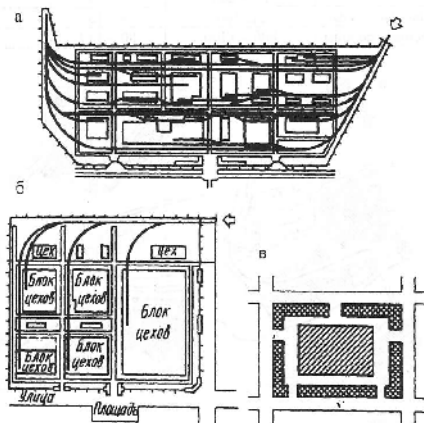


Рис. 22.7. Системы и приемы застройки территории промышленного предприятия: а – рядовая панельно – квартальная; б – блочно – панельная квартальная и многоквартирная; в – периметральная – прямоугольная

Промышленные предприятия объединяются в промышленные узлы с общими сетями, вспомогательными производствами, инженерными сооружениями, энергетическими и коммунальными объектами, единой системой социально-бытового и других видов обслуживания работающих. При этом, предприятия могут располагаться на одной или смежных площадках. Такое объединение позволяет экономить земельные площади, эффективно использовать материальные и финансовые ресурсы (рис. 22.8).

При проектировании промышленных предприятий должны быть предусмотрены территории для их перспективного расширения и развития. В пределах площадки отдельного предприятия резервируется до 18 - 20% территории. Для развития промышленного района резервы могут составить от 10 до 20% его территории.

Данные о размерах территорий, занимаемой промышленными объектами III - V классов по степени вредности, приведены в табл. 22.1.

Примерные размеры территорий промышленных объектов III...V классов вредности

Таблица 22.1.

Промышленные объекты	Общая территория промышленного объекта, га	Территория предзаводской зоны, га	% предзаводской зоны от общей территории объекта
Отдельные предприятия	До 25 25 – 200	0,3 – 3 5 – 30	8 – 12 9 – 13
Промышленные узлы	До 100	5 – 15	9 – 13
Промышленные районы	800 – 1200	80 – 150	10 – 12

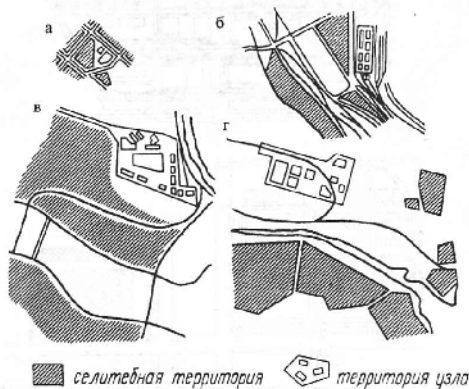


Рис. 22.8. Варианты размещения промышленных узлов по отношению к селитебной территории: а – в пределах селитебной территории; б, в – на ее границах; г – в отдалении от нее

Основную массу среди промышленных зданий (до 63% всего объема строительства) составляют одноэтажные промышленные здания. При этом, застраиваются значительные территории, пригодные для сельскохозяйственного использования.

Повышению эффективности использования земельных ресурсов способствует повышение плотности застройки предприятий, промузлов и промрайонов. Вместе с тем, в случаях, где это допускает технология, при реконструкции и новом строительстве повышается этажность производственных зданий, что сокращает долю одноэтажных зданий.

Основным классификационным признаком для промышленных предприятий, зданий и сооружений является отрасль производства. В промышленности насчитывается свыше 15 крупных отраслей, которые делятся на более мелкие. К примеру, строительство как отрасль подразделяется на подгруппы: жилищное, промышленное, коммуналь-

ное, транспортное строительство и др. Каждая подгруппа, в свою очередь, по признакам технологических процессов и назначения продукции делится на более мелкие (промышленное строительство делится на строительство предприятий тяжелого, среднего машиностроения, приборостроения, радиоэлектроники и пр.). Всего насчитывается более 160 мелких отраслей, а разновидностей производств — несколько тысяч.

Промышленные здания классифицируются по следующим основным признакам:

- по этажности, - одноэтажные, многоэтажные, двухэтажные, смешанной этажности;
- по наличию подъемно-транспортного оборудования, — крановые (с мостовыми кранами, подвесным транспортом), бескрановые (с напольным транспортом);
- по материалу основных несущих конструкций, — с железобетонным или стальным каркасом, с кирпичными несущими стенами, с покрытием по железобетонным, стальным, деревянным конструкциям;
- по техническому обеспечению параметров внутренней среды, — с системой отопления (отопляемые) и неотопляемые, с естественной вентиляцией (аэрацией) и искусственной вентиляцией, кондиционированием воздуха;
- по системе освещения — с естественным, искусственным или совмещенным (интегральным) освещением;
- по конструкции покрытия, — плоскостные (из плит по балкам, фермам, рамам, аркам), пространственные (оболочки, складки), перекрестные структуры, висячие, пневматические.

Независимо от отрасли, промышленные здания подразделяются на следующие группы: производственные (для размещения основных технологических процессов), подсобно-производственные (для размещения вспомогательных процессов производства, - ремонтные, инструментальные и пр. цехи), энергетические (ТЭЦ, компрессорные станции, трансформаторные подстанции и пр.), транспортно-складские (гаражи, пожарные депо, склады сырья, готовой продукции и др.), вспомогательные бытовые помещения и устройства, пункты питания и медицинского обслуживания, административно-канторские) помещения.

## Глава 23. Основы проектирования промышленных зданий

В соответствии с назначением, к производственным зданиям и помещениям предъявляется комплекс функциональных и технических требований, удовлетворение которых должно обеспечивать оптимальные условия для протекания функционально-технологического процесса и трудовой деятельности работающих людей.

В этот комплекс входят:

А) Физико-технические требования, — к воздушной среде (температуре, влажности, составу и скорости движения воздуха), к освещенности производственных помещений (естественному, искусственному, совмещенному), к уровням шума и вибрации в помещении с постоянным пребыванием людей; к прочности, устойчивости и долговечности основных строительных конструкций и материалов; к взрывной, взрывопожарной и пожарной безопасности; требования к санитарно-техническому и инженерному оборудованию здания.

Б) Требования к объемно-планировочному решению здания (составу помещений, их параметрам, взаимосвязи и взаиморасположению, этажности здания), к типу и грузоподъемности внутрицехового подъемно-транспортного оборудования (мостовые и подвесные краны, монорельс, конвейер, напольный транспорт и пр.), к конструктивно-му решению здания (несущим и ограждающим конструкциям).

Существуют требования к архитектурно-композиционному решению здания и его интерьеров, которое должно сформировать средствами архитектуры и технической эстетики комфортные и безопасные условия труда для работающих.

Удовлетворение в процессе проектирования промышленных зданий всего комплекса требований к ним должно базироваться на экономической целесообразности, что выражается в показателе приведенных затрат.

Ряду производственных процессов сопутствуют выделения в воздух помещений вредных газов, пара, избыточного тепла и влаги, вредных химических веществ и аэрозолей. Предельно допустимые, безопасные для человека концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе устанавливаются санитарными нормами. Следует также принять во внимание разрушительное воздействие ряда вредных факторов и их сочетаний на конструкции здания.

Основным средством борьбы с производственными вредностями является устранение их источника. Этому способствует совершенствование (или изменение) технологического процесса и оборудования с заменой вредных процессов на безвредные. Но в ряде случаев такие средства не дают должного эффекта или не могут применяться в полной мере по производственно-технологическим причинам. В этих условиях большую роль играют архитектурно-строительные средства, разрабатываемые в результате расчетов и отраженные в проекте промышленного здания.

Одним из главных мероприятий, обеспечивающих благоприятные условия труда в производственном здании является повышение интенсивности воздухообмена в помещении. Воздухообмен осуществляется с помощью естественной и искусственной (механической) вентиляции, а также с помощью кондиционирования.

Естественная вентиляция осуществляется в результате: 1) инфильтрации (проникновения воздуха в помещение через неплотности соединений, щели в ограждающих конструкциях и поры материала наружных стен); воздухообмен, вызываемый инфильтрацией, весьма незначителен.

2) простого проветривания (неорганизованного воздухообмена через окна, форточки, фрамуги).

3) аэрации (организованного управляемого воздухообмена).

Использовать аэрацию воздуха допускается в зданиях с небольшими колебаниями температуры и влажности в течение суток, а также в течение года.

Аэрация осуществляется через систему управляемых приточных и вытяжных отверстий, площадь которых определяется расчетом. Приток воздуха происходит через отверстия (створки окон), расположенные в нижней части наружных стен, вытяжка – через отверстия в покрытии здания.

Требования аэрации существенно влияют на объемное и конструктивное решение производственного здания (на его покрытии проектируются аэрационные или светоаэрационные фонари, показанные на рис. 23.1). Механическая (искусственная, принудительная) вентиляция в основном используется для исключения резких колебаний температуры и влажности в производственном помещении, источником которых часто являются различные установки и агрегаты, размещенные в этом помещении. Устраиваются местное отбор и удаление загрязненного воздуха. Кондиционеры устанавливаются в помещениях с особыми требованиями к постоянству температурно-влажностного режима (производство высокоточных приборов, радиоэлектроника и т.п.).

Оптимальные параметры воздуха на постоянных рабочих местах для периодов разных времен года приведены в табл. 23.1.

#### Характеристики воздушной среды в помещении на рабочих местах

Таблица 23.1.

Оптимальные параметры воздуха в помещении на рабочих местах				
Период времени года	Температура наружного воздуха, °С	Температура воздуха, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный и переходный	- 10 и ниже	От + 16 до +22	60 – 30	Не более 0,2 – 0,3
Теплый	+ 10 и выше	От + 18 до +25	60 – 30	От 0,2 – 0,3 до 0,3 – 0,7

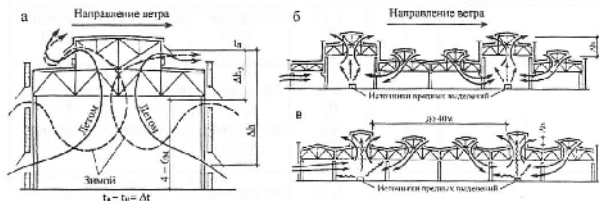


Рис. 23.1. Схемы аэрации и расположения приточных и вытяжных отверстий в одноэтажном здании: а – однопролетном; б – многопролетном при пролетах с увеличенной высотой; в) – многопролетном при увеличенной высоте фонарей

Приведенные показатели должны учитывать назначение помещения, тепловыделения в пространство цеха (сопровождающие производственный процесс), условия работы – тяжелая, средней тяжести, легкая.

Важным фактором в создании оптимальных условий труда является световой режим в производственном помещении, уровень освещенности в рабочей зоне. Основным видом для большинства типов зданий является естественное освещение. Оно осуществляется через проемы в наружных ограждающих конструкциях промышленного здания и может быть боковым (через окна), верхним (через фонари в покрытии) и комбинированным (сочетающим боковое и верхнее освещение).

Согласно СНИП 2.09.02-85\* «Производственные здания» по взрывопожарной и пожарной опасности технологических процессов и используемых материалов производственные здания и помещения подразделяются на категории А, Б, В, Г, Д. Нормы предусматривают количество и размещение эвакуационных выходов из производственных помещений. Так, проектируется один эвакуационный выход с любого этажа зданий I и II степеней огнестойкости с числом надземных этажей не более четырех и при числе работающих в наиболее многочисленной смене не более 5 чел. в помещении категорий А, Б.

**Допустимое число этажей и площадь пожарных отсеков (на этаже)  
промзданий разных категорий и степеней огнестойкости**

Таблица 23.2.

Категории зданий или пожарных отсеков	Допустимое число этажей	Степень огнестойкости здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м <sup>2</sup> , зданий		
			одноэтажных	многоэтажных	
				в два этажа	в три этажа и более
А, Б	6	I	не ограничивается		
А, Б (за исключением зданий нефтеперерабатывающей, газовой, химической и нефтехимической промышленности)	6 1	II IIIа	не огранич. 5200	не огранич. -	не огранич. -
В	8	I, II	не огранич.	не огранич.	не огранич.
	3	III	5200	3500	2600
	2	IIIа	25000	10400*	-
Г	10	I, II	не огранич.	не огранич.	не огранич.
	3	III	6500	5200	3500
	6	IIIа	не огранич.	не огранич.	не огранич.
	1	IIIб	20000	-	-
Д	10	I, II	не огранич.	не огранич.	не огранич.
	3	III	7800	6500	3500

При оборудовании пожароопасных помещений двухэтажных зданий установками автоматического пожаротушения.

В многэтажных зданиях высотой до 30 м от отметки земли до уровня пола верхнего этажа с помещениями любой категории, при числе работающих в наиболее многочисленной смене не более 15 на каждом этаже, вторым выходом со второго и выше этажей может служить наружная стальная лестница.

В зданиях категорий А и Б проскируют незадымляемые лестничные клетки 3-го типа (НЗ) с естественным освещением.

В зависимости от категорий и степени огнестойкости зданий (помещений) нормами устанавливаются допустимое число этажей и площадь этажа (табл. 23.2).

В производственных помещениях, при требовании поддержания в них постоянных параметров воздушной среды, могут устраиваться подвесные (подшивные) потолки из негорючих материалов или технические этажи высотой не менее 1,8 м. Подвесные потолки не допускаются проскировать в помещениях категорий А и Б.

При численности работающих в наиболее многочисленную смену не более 30 на всех этажах, расположенных выше 15 м от планировочной отметки земли, в многэтажном здании предусматривается один пассажирский лифт.

В зданиях высотой до верхнего этажа более 30 м должны предусматриваться лифтовые холлы, отделенные от коридоров и других помещений противопожарными перегородками 1-го типа и противопожарными дверями 2-го типа.

## Глава 24. Объемно-планировочные решения промышленных зданий

### Унификация и типизация в проектировании промышленных зданий

Объемно-планировочное решение промышленного здания определяется требованиями размещаемого в нем производственного процесса. Следовательно, проектированию здания должно предшествовать тщательное изучение технологического процесса, его основных характеристик, особенностей. При этом выявляются последовательность технологических операций и организация производственных потоков, вес и габариты технологического оборудования и изделий, способы транспортировки материалов (вид и грузоподъемность подъемно-транспортного оборудования), наличие производственных вредностей, требования к температурно-влажностному режиму внутреннего воздуха и пр.

Кроме этого, объемно-планировочное решение должно обеспечить возможность реконструкции и модернизации производства, переход на новые виды продукции.

Далее рассматриваются характеристики участка, предназначенного для застройки: рельеф и геологические условия, свободное пространство или затесненный участок в городской застройке, насыщенность инженерными коммуникациями; оцениваются возможные архитектурно-композиционные решения с точки зрения размещения здания на генплане и характера окружающей застройки.

Принимаются во внимание техническая база, наличие тех или иных строительных материалов и конструкций для возведения здания.

В случаях, когда с учетом удовлетворения всего комплекса требований допускается возможность строительства одно- или многоэтажного здания, проводится предварительный технико-экономический сравнительный анализ стоимости и трудовых затрат на возведение здания различных вариантов.

На основе всех этих факторов определяются этажность и рациональные параметры промышленного здания. К примеру, развитие производственного процесса по горизонтали, с использованием крупногабаритного тяжелого оборудования (кузнечно-прессовые цеха, литейное производство и т.п.) предполагают размещение только в одноэтажных зданиях. Вертикальный технологический процесс (переработка сыпучих материалов) или производство мелких изделий на оборудовании с малыми нагрузками (электротехническая, пищевая промышленности, приборостроение и т.п.) размещают в многоэтажных зданиях.

При выборе параметров производственного помещения, кроме технологических должны учитываться также санитарно-гигиенические и эргономические требования к единичному рабочему месту. Постоянным рабочим местом считается то место, где работающий находится непрерывно более 2 часов или 50% своего рабочего времени.

Рабочее пространство определяется высотой до 2 м над уровнем площадки, где находится рабочее место. Если в течение рабочего дня работающий обслуживает технологический процесс в разных точках рабочего пространства, то его постоянным рабочим местом считается все это рабочее пространство. Ориентировочные наименьшие санитарно-гигиенические размеры рабочего пространства составляют на 1 работающего: объем — 15 м<sup>3</sup>, площадь — 5 м<sup>2</sup> и высота — 3 м.

При проектировании производственных зданий следует стремиться к компактному объему с простой конфигурацией плана (в основном, прямоугольной). Должны быть

по возможности исключены разновысотные пристройки и надстройки, усложняющие очертания разрезов здания.

Этому способствует блокирование в одном здании цехов с однородными производственными процессами, с близкими по размерам и структуре объемно-планировочными элементами. Блокирование позволяет объединить и укрупнить также однородные вспомогательные службы (ремонтные, энергетические, транспортные, склады и пр.). Все эти цехи и участки группируются под одной крышей и занимают весьма значительную площадь. Сблокированные здания образуют достаточно крупные объемы, обладающие определенной архитектурной выразительностью (рис. 24.1, 24.2).

В результате блокирования существенно сокращается количество зданий, экономится (до 30%) площадь промышленного предприятия, упрощаются технологические связи между производственными цехами и участками, уменьшается площадь наружных ограждающих конструкций (стен и перекрытий), снижается (на 15 – 20%) стоимость строительства.

Блокирование имеет и определенные ограничения в основном связанные с рельефом местности (наличие резких перепадов, овраги и пр.).

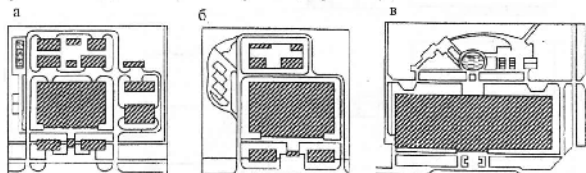


Рис. 24.1. Вариант решения блокирования в одном корпусе двух предприятий с различным технологическим процессом – завода газоразрядных ламп и ткацкой фабрики; а, б – решение генерального плана двух предприятий без учета блокирования; в – то же, с учетом блокирования

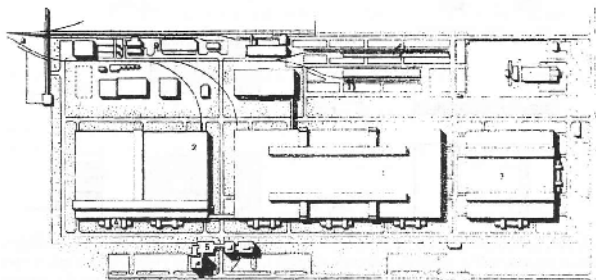
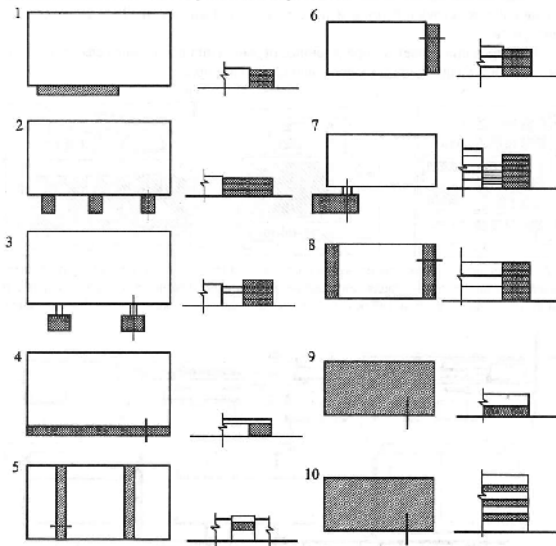


Рис. 24.2. Пример максимальной блокировки производств. Завод по сборке автомобилей и автоприцепов: 1 – сборочное производство; 2 – прессовое производство; 3 – кузнечное производство; 4 – административно-бытовые помещения; 5 – заводоуправление и инженерно-технические службы

Объединяются и помещения обслуживания работающих – санитарно-бытовые помещения, пункты питания, помещения медицинского обслуживания и пр. Определен состав помещений по каждому виду обслуживания и установлены нормативные требования к их проектированию. На предприятии помещения обслуживания, как правило, размещают в специальных зданиях – вспомогательных. Существует два основных типа вспомогательных зданий: отдельно стоящие и пристроенные. Кроме этого, помещения обслуживания могут размещаться в 2-3-этажных зданиях-вставках между пролетами одноэтажного производственного здания или внутри этого здания, в объемных блоках на свободных от оборудования площадях, на антресолях, этажерках и пр. Отдельно стоящие вспомогательные здания, как правило, соединяются с производственным корпусом отапливаемыми переходами (надземными или подземными). Варианты размещения вспомогательных помещений приведены на рис. 24.3.



**Рис. 24.3.** Приемы размещения вспомогательных помещений: 1-5 – при одноэтажных производственных зданиях; 6-10 – при многоэтажных зданиях; 1,6 – в бытовом здании, пристроенном пролонной стороной к производственному; 2 – в бытовом здании, пристроенном торцом к производственному; 3,7 – в отдельно стоящем здании, соединенном с производственным отапливаемым переходом; 4 – встроены в крайнем пролете производственного корпуса; 5 – во встройках (вставках) в производственный корпус; 8 – встроены в торцах производственного корпуса; 9 – встроены на площади первого этажа двухэтажного корпуса; 10 – встроены в межферменные пространства

Вспомогательные здания, в которых преобладают санитарно-бытовые помещения, относят к бытовым или административно-бытовым. Выделяют также здания для одного вида обслуживания (столовые, медицинские пункты, газоспасательные станции, проходные и пр.).

В состав санитарно-бытовых помещений входят гардеробные, душевые, умывальные, уборные, помещения для сушки, обеспыливания и обезвреживания спецодежды, помещения для отдыха и пр. Работавшие пользуются бытовыми помещениями на большинстве предприятий после работы, чтобы устранить последствия вредных воздействий производства (загрязнение тела, загрязнение вредными веществами, запыленность, увлажнение спецодежды и т.п.). На ряде предприятий с особым режимом для обеспечения качества продукции работающие должны посетить бытовые и пройти санитарные процедуры до начала работы.

Основную площадь бытовых помещений занимает блок гардеробных и душевых помещений (рис. 24.4). Объемно-планировочное решение блока должно обеспечить работающим на предприятии условия комфорта пользования санитарно-бытовыми помещениями и оборудованием при минимальных затратах времени.

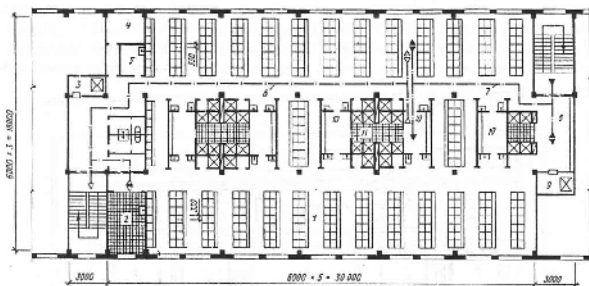


Рис. 24.4. Пример планировки и оборудования гардеробно – душевого блока: 1 – гардеробная домашней, уличной и специальной одежды; 2 – индивидуальный туалет; 3 – кладовая для чистой спецодежды с шахтой подъемника; 4 – место для дежурного персонала; 5 – хозяйственная кладовая; 6 – путь движения рабочих с работы после посещения душевой; 7 – то же до посещения душевой; 8 – место для раздевания и сдачи грязной спецодежды в санитарную обработку; 9 – кладовая для приема грязной одежды с шахтой подъемника; 10 – преддушевая; 11 – душевая

На территории предприятия бытовые здания размещают на пути работающих от проходной к производству, обеспечивая удобный подход к ним, с максимальным приближением к рабочим местам (рис. 24.5).

Важным условием эффективного использования территории предприятия и производственных площадей в здании является четкая организация и взаимная увязка грузовых и людских потоков. Эта организация основывается на принципах функционального зонирования, определяющего построение генерального плана предприятия и пространства производственного здания. В здании рассматривается функциональное зонирование.

рованис объема по горизонтали и по вертикали. Выделяются зоны основного производства, производственно-вспомогательные, инженерно-технических коммуникаций и пр. Технологический процесс рекомендуется строить по кольцевой схеме, размещая «вход» и «выход» по тыльной стороне производственного здания. Тем самым, железнодорожные пути и грузонапряженные автомобильные въезды размещаются с тыльной стороны, а в то время, как потоки работающих поступают в корпус через бытовые помещения с лицевой стороны застройки.

С учетом функционального зонирования и направлении грузовых и людских потоков, производственная площадь здания разделяется продольными и поперечными проездами и проходами на отдельные технологические участки.

Внутри производственного здания не допускается пересечение грузовых и людских потоков. Следует избегать пересечений грузопотоков и возвратных перемещений грузов.

При застройке территории промышленного предприятия рекомендуется избегать Г-образных, П- и Ш-образных в плане зданий (особенно, многоэтажных), т.к. это приводит к образованию замкнутых и полузамкнутых дворов. В случаях неизбежности строительства таких зданий, они должны быть ориентированы по розе ветров так, чтобы продольная ось дворов располагалась параллельно или под углом до  $45^\circ$  относительно направления господствующих ветров. При этом дворы не застроенной стороной обращают на наветренную сторону. Разрыв между параллельными корпусами должен при-

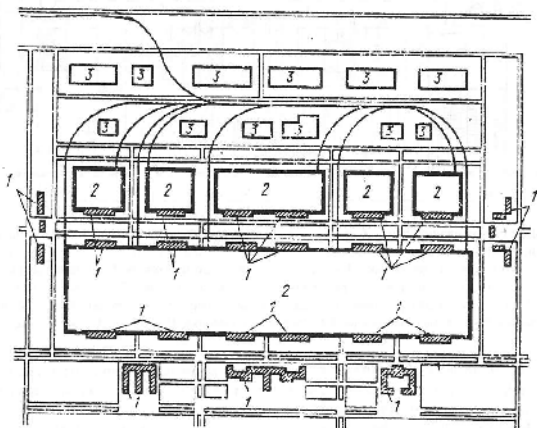


Рис. 24.5. Вспомогательные здания в квартально – шпильной структуре крупного машиностроительного предприятия: 1 – вспомогательные здания; 2 – производственные корпуса; 3 – подсобно – производственные и складские объекты

ник  
ств  
ем  
стр  
вая  
изг  
раз  
ны  
раб  
тел  
фор  
про  
ути  
кос  
уче  
и

ниматься равным полусумме их высот, но не менее 15 м. Такой разрыв обеспечит естественное освещение производственных помещений в зданиях.

Промышленные здания в подавляющем большинстве возводятся с использованием в качестве несущих индустриальных каркасных железобетонных или стальных конструкций. При этом, применимы все расчетные схемы каркасов - рамная, рамно-связевая и связевая. Наибольшее распространение получила железобетонная связевая.

Ограждающие конструкции также применяются, главным образом, заводского изготовления (самонесущие и навесные стены из панелей, крупных блоков). Примеры разрезы на панели наружных стен одноэтажных и многоэтажных промзданий приведены на рис. 24.6. Повышению уровня индустриализации строительства способствует разработка и применение комплектов зданий полной заводской готовности из легких металлических конструкций (ЛМК) с эффективным утеплителем.

Размещение колонн каркаса, расстояния между ними в плане, а также высота формируют объемно-планировочную структуру производственного здания. Размеры промышленных зданий принимают на основе модульной системы и общероссийской унификации.

Унификация и типизация осуществляются на основе единой системы модульной координации размеров в строительстве. При проектировании промышленных зданий, с учетом их значительных размеров, пользуются укрупненными модулями: для пролета и

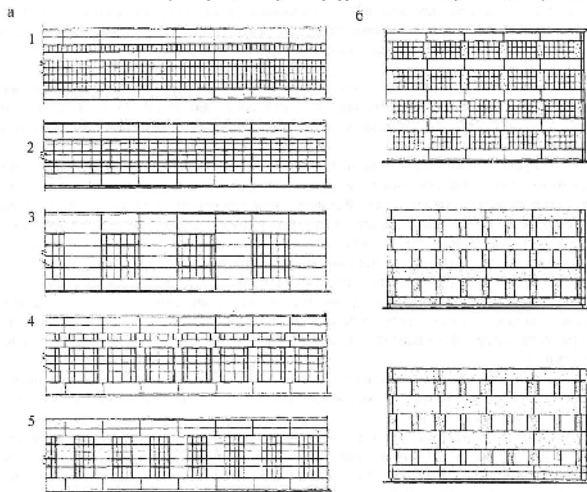


Рис. 24.6. Варианты горизонтальной разрезки стен производственных зданий: а - одноэтажных; 1,2 - при ленточном и сплошном остеклении; 3,4,5 - при отдельных проемах; б - многоэтажных

шага до 18 м размеры принимают кратно модулям 15М и 30, свыше 18 м — 30М и 60М; для высоты этажа до 3,6 м — кратно модулю 3М, свыше 3,6 м — кратно модулям 3М и 6М.

Унификация в своем развитии последовательно прошла несколько этапов. Вначале, в 50-х годах, она проводилась внутри отдельных отраслей промышленности (отраслевая унификация). Затем, в 60-х гг. были разработаны габаритные схемы зданий межотраслевого назначения (межотраслевая унификация). В последующие десятилетия велись работы по межвидовой унификации, предполагавшей создание габаритных схем и конструктивных решений, общих для зданий различного назначения (например, промышленных и общественных).

Итогом разработки явился каталог унифицированных типовых строительных конструкций и изделий 1.020 - I, применимых для возведения различных видов зданий, в т.ч., многоэтажных.

Соответственно, унификация осуществлялась в направлении от простого к более сложному и прошла линейную, пространственную и объемную стадии.

На первой стадии (линейной) были унифицированы пролеты, высоты зданий, шаг колонн, нагрузки на конструкции, а также грузоподъемность мостовых кранов. На стадии пространственной унификации осуществлялось обособанное сокращение числа сочетаний параметров по высотам и сетке колонн. В результате, были получены унифицированные объемно-планировочные элементы, из которых можно было создать множество разнообразных схем производственных зданий для разных отраслей промышленности. Разработаны различные варианты таких элементов: с подвесными и опорными мостовыми кранами, с верхним светом и без него, с внутренними и наружным отводом воды с кровли.

Следует пояснить, что объемно-планировочный элемент (пространственная ячейка) представляет собой часть здания с размерами, равными высоте этажа, пролету и шагу колонн. Его горизонтальная проекция называется планировочным элементом (планировочной ячейкой).

В проекте положение отдельных опор (колонн) фиксируется продольными и поперечными координационными осями. Расстояние между осями колонн в направлении, соответствующем основной несущей конструкции перекрытия (покрытия) здания, называют пролетом. Расстояние между координационными осями колонн в направлении, перпендикулярном пролету, называют шагом. Таким образом, здание характеризуется длиной, шириной, высотой, размерами пролета и шага колонн. Расположение в плане координационных осей определяет сетку колонн, обозначаемую как произведение пролета на шаг:  $6 \times 6$ ;  $1 \times 6$ ;  $36 \times 12$  м и т.д. Высота этажа промышленного здания определяется расстоянием от уровня чистого пола до низа основной конструкции перекрытия на опоре (балки, фермы) — в одноэтажном здании и до пола вышележащего этажа — в многоэтажном.

Устанавливаемые в проекте сетки колонн и высоты должны отвечать требованиям технологического процесса и являются одними из главных планировочных параметров производственного здания.

Сетка колонн формирует планировочную структуру здания. Выделяются следующие типы производственных зданий: пролетные, ячейковые, зальные; одноэтажные, многоэтажные, двухэтажные. В отдельную группу можно выделить здания павильонного типа, которые широко используются для химических производств. Внутри павильона, для размещения технологического оборудования, устанавливаются сборно-разборные эстажерки, конструктивно не связанные с каркасом павильона. Павильоны проектируют

отапливаемыми и неотапливаемыми, одно- и двухпролетными, высотой 10,8 - 14,4 м, пролетом 18, 24, 30 м и шагом колонн крайних рядов 6 м. Этажерка проектируется с сеткой опор, в основном, 6×6 м (рис. 24.9).

Здания с пролетной структурой используются для размещения производств с постоянным направлением технологического процесса, что обусловило их оборудование соответствующими подъемно-транспортными механизмами - мостовыми и подвесными кранами. Производственные здания могут быть одно- и многопролетными. Пролеты проектируются размерами, кратными укрупненному модулю 15М: 9; 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5; 18; 21; 24; 27; 30 м. Шаги колонн принимают размерами 6; 7,5; 9; 10,5; 12; 13,5; 15; 16,5; 18 м.

Высоты этажей принимают от 3 до 18 м с градацией, кратной 3М. Высота одноэтажных зданий (измеряется от пола до низа горизонтальных несущих конструкций на опоре) должна быть не менее 3 м. Высота этажа многоэтажных зданий должна быть не менее 3,3 м. Исключение составляют высоты технических этажей. В помещении высота от пола до низа выступающих конструкций перекрытия (покрытия) должна быть не менее 2,2 м; высота от пола до низа выступающих частей коммуникаций и оборудования в местах регулярного прохода людей и на путях эвакуации устанавливается не менее 2 м, а в местах нерегулярного прохода людей - не менее 1,8 м.

Пролеты располагают в основном параллельно. Существует и перпендикулярное размещение пролетов, но этого следует избегать в связи с конструктивной сложностью выполнения их примыкания.

Ячейковая структура здания характеризуется квадратной (или близкой к квадратной) укрупненной сеткой колонн - 18×12; 18×18; 18×24; 24×24 м и пр. Используется, в основном, напольный транспорт. Такая планировка позволяет размещать в здании технологические линии во взаимно перпендикулярных направлениях. Производственное здание приобретает определенную гибкость и универсальность, в нем обеспечивается, при необходимости, беспрепятственная смена оборудования и технологии, модернизация процесса.

Следует отметить, что укрупнение сетки колонн ведет к экономии производственной площади (до 9%), повышает эффективность ее использования. Практика показала, что для большинства производств, размещаемых в одноэтажных зданиях, оптимальные сетки колонн 18×12 и 24×12 м. При этом, шаг крайних колонн принимается равным 6 м (иногда 12 м), шаг средних колонн - 12 и 18 м.

Для упрощения конструктивного решения одноэтажные промышленные здания проектируют, в основном, с пролетами одного направления, одинаковой ширины и высоты. Исключения могут потребовать только технологические условия. При этом, образующиеся в многопролетном здании перепады высот более 1,2 м совмещают с температурными швами, перепады менее 1,2 м не учитывают.

Эффективность и сравнительно низкая стоимость возведения промышленных зданий из индустриальных элементов возможны при условии использования ограниченного набора объемно-планировочных и конструктивных элементов для строительства возможно широкого диапазона зданий. Для этого объемно-планировочные и конструктивные решения должны быть унифицированы, т.е. созданы оптимальные по своим параметрам пространственные элементы и конструктивные решения в ограниченном количестве, которые могут многократно применяться для промышленных зданий с размещением различных технологических процессов. На основе унификации проводится типизация строительных конструкций ограниченной номенклатуры.

Применение унифицированных конструкций, объемно-планировочных элементов промышленных зданий предполагает определенные правила размещения конструкций относительно координационных осей, т.н. привязки. Правила привязки, т.е. установленные расстояния от оси до грани или геометрической оси поперечного сечения конструктивного элемента позволяют максимально уменьшить (или полностью исключить) количество доборных элементов или дополнительных построочных работ в соединениях и сопряжениях конструкций промздания.

В одноэтажных каркасных зданиях для колонн крайних рядов и наружных стен используют привязку «0» (нулевая привязка) и привязку «250». Это означает, что при нулевой привязке внутренняя грань продольной стены условно совпадает с координационной осью, которая совмещается с наружной гранью колонны. При привязке «250» (в некоторых случаях и более, но кратной 250) наружная грань колонны смещается наружу с координационной оси на 250 мм. В торцах здания геометрическая ось несущих колонн смещается с координационной оси внутрь на 500 мм, что позволяет возвести фак-верк торцевой панельной стены.

В местах устройства поперечного температурного шва геометрические оси несущих колонн смещают на 500 (для модуля 3М принимается 600) мм в обе стороны от оси шва, которую совмещают с поперечной координационной осью. Возможно устройство поперечного температурного шва на двух колоннах, геометрические оси которых совмещены с двумя поперечными координационными осями, расстояние между которыми принимается 1000 (1200) мм. Для продольного температурного шва или при перепаде высот смежных параллельных пролетов предусматривают два ряда колонн вдоль парных координационных осей, размещаемых на расстоянии 300, 550 (600) и 800 (900) мм. Примеры привязки приведены на рис. 24.7, 24.8.

В соответствии с размерами привязки и с учетом толщины навесных панелей горизонтальной разрезки для закрытия зазора между конструкциями применяют стандартные доборные элементы – вставки размерами 300, 350, 400, 550, 600, 650, 700, 800, 850, 900, 950 и 1000 мм.

Производственные здания для ряда отраслей промышленности создавались с применением унифицированных типовых секций (УТС) и унифицированных типовых пролетов (УТП). УТС – объемная часть здания, которая состоит из нескольких пролетов одной высоты, выполненная в железобетонных конструкциях, с подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 50 т. Технологический процесс и конструктивное решение определяют габариты секции, представляющей собой температурный блок здания, ограниченный продольным и поперечным температурными швами. Например, для предприятий машиностроения применяют УТС с размерами 144×72 м, состоящую по ширине из восьми 18-ти метровых пролетов длиной 72 м, высотой 10,8 м и оснащенных мостовыми кранами грузоподъемностью 10–30 т.

На основе блокирования УТС и УТП проектируют здание в соответствии с заданными технологическими условиями. В зависимости от способа блокирования, разработаны проектные решения секций, рассчитанных на блокирование: с любой стороны, только вдоль пролетов и пристройку к многопролетным секциям.

Недостатком при использовании УТС и УТП явилось в ряде случаев необоснованное значительное увеличение площадей и объемов производственных зданий. Поэтому, целесообразней для компоновки зданий применять унифицированные объемно-планировочные элементы требуемых габаритов.

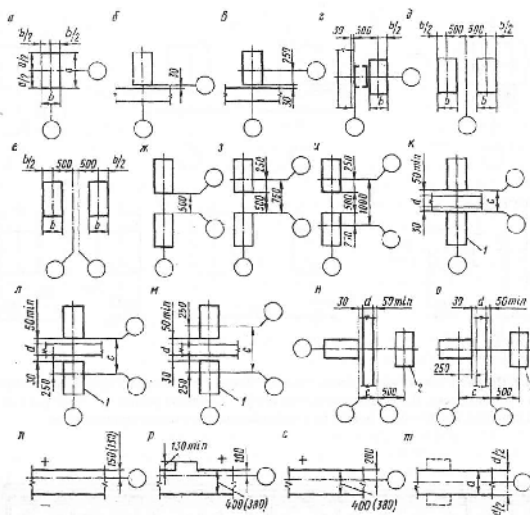


Рис. 24.7. Привязка колонн и стен одноэтажных зданий к координационным осям: а – привязка колонн к средним осям; б, в – то же, колонн и стен к крайним продольным осям; г, д, е – то же, к поперечным осям в торцах зданий и местах поперечных температурных швов; ж, з, и – привязка колонн и вставки в продольных температурных швах зданий с пролетами одинаковой высоты; к, л, м – то же, при перенаде высот параллельных пролетов; н, о – то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; п – т – привязка несущих стен к продольным осям; 1 – колонны повышенных пролетов, 2 – колонны пониженных пролетов при их торцовом примыкании к повышенным

Следует учесть и решаемые в настоящее время задачи по упорядочению и реконструкции сложившихся городских промышленных районов, выводу за пределы города предприятий с большим количеством вредных выбросов.

Решению проблемы занятости образовавшихся свободных трудовых ресурсов в малых и средних городах, в сельской местности способствует создание предприятий небольшой производственной мощности, сравнительно небольших строительных объемов и производственных площадей. Применение стандартных унифицированных секций в этих случаях также ограничено.

Современное производство характеризуется проведением модернизации, постоянным совершенствованием технологического процесса, поисками новых технологических решений. При этом возможны изменения направления технологического процесса, перестановка или замена оборудования. Это требует от современного производственно-

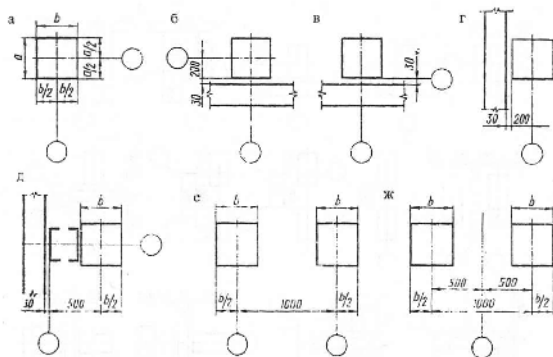


Рис. 24.8. Привязка колонн и стен многостежных зданий к координационным осям: а – привязка колонн к средним осям; б, в – привязка колонн и стен к крайним продольным осям; г, д – то же, в торцах зданий; е, ж – привязка колонн по линиям поперечных температурных швов

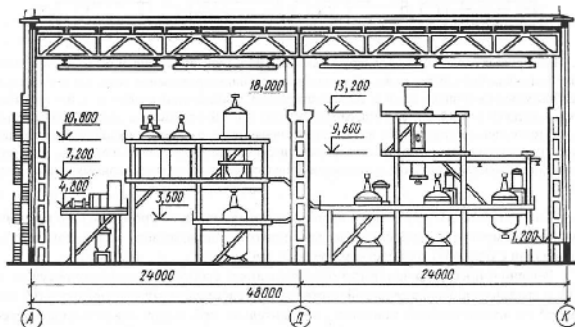


Рис. 24.9. Встроенная в здание павильонного типа сборно – разборная этажерка (разрез)

го здания планировочной универсальности. В одноэтажных зданиях это осуществляется переходом на крупную ячеюкую структуру —  $12 \times 12$ ;  $18 \times 18$ ;  $18 \times 24$ ;  $24 \times 24$ ;  $24 \times 30$  (36);  $36 \times 36$  м. В многоэтажных зданиях —  $12 \times 6$ ;  $12 \times 12$ ;  $18 \times 6$  м.

Кроме технологической гибкости, укрупнение сетки колонн повышает эффективность использования производственной площади за счет установки большего числа единиц оборудования и, таким образом, повышается мощность предприятия.

Промежуточное положение между одноэтажными и многоэтажными занимают двухэтажные промышленные здания. Второй этаж решается как пролетная структура повышенной высоты с крановым оборудованием. При этом размер пролета может быть равен ширине здания. Двухэтажные здания обладают рядом преимуществ перед одноэтажными. В частности, их использование в машиностроении позволяет сократить площадь застройки предприятия на 30—40%, строительный объем зданий — до 15%. В двухэтажном здании могут использоваться: мелкая сетка колонн по первому и укрупненная — по второму этажам, а также укрупненные сетки колонн по первому и второму этажам (главный производственный корпус ОАО «Москва» — соответственно  $12 \times 12$  м и  $24 \times 12$  м; главный корпус шерстопрядильной фабрики в г. Невинномысск —  $9 \times 6$  и  $19 \times 6$  м).

Многоэтажные производственные здания применяют в производствах с малыми полезными нагрузками на перекрытие, что характерно для предприятий электроники, точного приборостроения, электротехнических, обувных и пр. Направление производственного процесса в многоэтажном здании осуществляется сверху вниз, с использованием сил гравитации.

Кроме технологических преимуществ (сокращение расстояния между цехами и пр.) по сравнению с одноэтажным, в многоэтажном здании уменьшаются (в полтора-два раза) эксплуатационные расходы на отопление ввиду сокращения площади наружного ограждения на единицу площади пола, экономится земля. Развитие архитектурной формы по вертикали позволяет улучшить архитектурное решение застройки с учетом градостроительной ситуации.

Недостатками многоэтажного здания можно считать сравнительно сложную систему внутренних транспортных коммуникаций (устройство грузовых, пассажирских лифтов), большие размеры сетки колонн, значительную стоимость строительно-монтажных работ.

Увеличение ширины многоэтажного здания сокращается периметр наружных стен, стоимость единицы площади. Разработаны проекты зданий шириной 60 и более метров. Требования обеспечения нормируемого для зрительной работы соответствующего уровня естественного освещения рабочего пространства ограничивает ширину многоэтажного здания до 24 м. В проектах следует предусмотреть возможность надстройки и пристройки многоэтажных промзданий при последующей возможной реконструкции.

Многоэтажные и двухэтажные здания находят применение при расширении и реконструкции промышленных предприятий.

## ЧАСТЬ VII. КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

### Глава 25. Несущие конструкции

При строительстве одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий в качестве несущей принимается, как правило, каркасная система. Каркас позволяет наилучшим образом организовать рациональную планировку производственного здания (получить большие свободные пространства, свободные от опор) и наиболее приемлем для восприятия значительных динамических и статических нагрузок, которым подвержено промышленное здание в процессе эксплуатации.

В одноэтажном здании несущий остов представляет собой поперечные рамы, соединенные продольными элементами. Продольные элементы воспринимают горизонтальные нагрузки (от ветра, от торможения кранов) и обеспечивают устойчивость остова (каркаса) в продольном направлении.

Поперечная рама каркаса составлена из вертикальных элементов – стоек, жестко закрепленных в фундаменте и горизонтального элемента – ригеля (балки, фермы), опираемого на стойки. К продольным элементам остова относятся: подкрановые, обвязочные и фундаментные балки, несущие конструкции покрытия (в т.ч. подстропильные) и специальные связи (рис. 25.1).

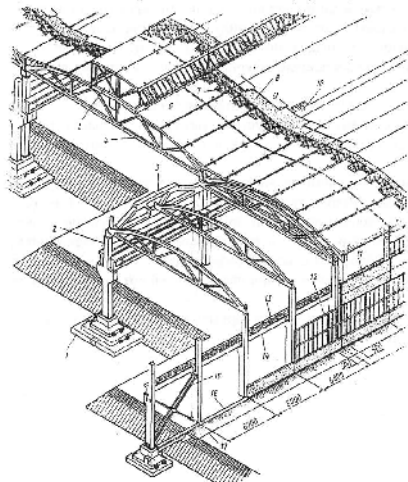
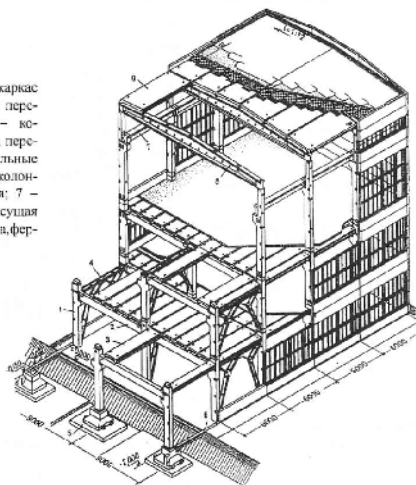


Рис. 25.1. Железобетонный каркас одноэтажного промышленного здания: 1 – фундамент; 2 – колонна; 3 – подстропильная ферма; 4 – стропильная ферма; 5 – светоэрационный фонарь; 6 – шита покрытия; 7 – утеплитель до пароизоляции; 8 – выравнивающий слой; 9 – кровельный ковер; 10 – воронка внутреннего водостока; 11 – стеновая панель; 12 – ленточное остекление; 13 – крановый рельс; 14 – подкрановая балка; 15 – связи; 16 – фундаментная балка; 17 – отмостка

Многоэтажные здания сооружают в основном с использованием сборного железобетонного каркаса, главными элементами которого являются колонны, ригели, плиты перекрытия и связи (рис. 25.2). Сборные междуэтажные перекрытия выполняют балочными или безбалочными. Сборные балочные перекрытия нашли применение для 2 - 5-этажных зданий с нагрузкой на перекрытие от 10 до 30 кПа.

Рис. 25.2. Железобетонный каркас многоэтажного промздания с перекрытиями балочного типа: 1 - колонна; 2 - ригель; 3 - плита перекрытия; 4 - вертикальные стальные связи; 5 - фундамент под колонну; 6 - подкрановая балка; 8 - несущая конструкция покрытия (балка, ферма); 9 - плита покрытия



Перекрытия обеспечивают пространственную работу каркаса в качестве горизонтальных диафрагм жесткости. Они воспринимают горизонтальное силовое воздействие от ветра и распределяют его между элементами каркаса. Вертикальными связями служат железобетонные продольные и поперечные внутренние стены, лестнично-лифтовые клетки и коммуникационные шахты, а также стальные крестообразные элементы, устанавливаемые между колоннами.

Наружные стены одно- и многоэтажных зданий выполняются навесными или самонесущими.

При рассмотрении соотношения относительной стоимости (в % от общей стоимости строительно-монтажных работ) основных элементов промзданий несущие конструкции каркаса составляют для одноэтажных зданий 28% и для многоэтажных 17%, соответственно, стены и покрытия - 28% и 24% (перекрытия 30%), кровля - 11% и 4%.

Конструктивная схема покрытия может выполняться в двух вариантах: с использованием прогонов (дополнительных элементов) и без прогонов. В первом варианте вдоль здания, по балкам (фермам) укладывают прогоны (в основном, таврового сечения длиной 6 м), на которые опирают плиты сравнительно небольшой длины.

Во втором, более экономичном, беспрогонном варианте применяют крупноразмерные плиты длиной, равной шагу балок (ферм). В строительстве используют два типа конструкций плит длиной, равной пролету: плиты П-образного сечения с плоскими скатами, плиты типа 2Т и сводчатая, типа КЖС (рис. 25.3, 25.4). Применение таких элементов позволяет отказаться от балок в покрытии.

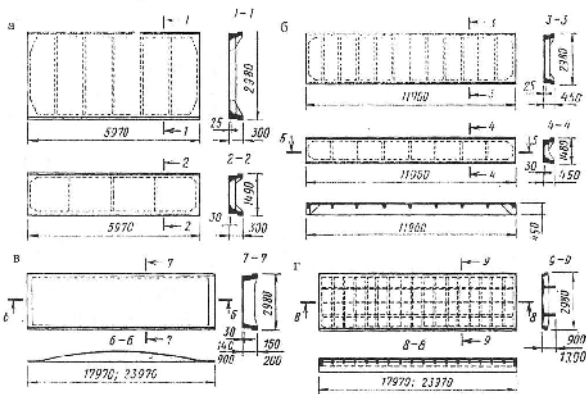


Рис. 25.3. Крупноразмерные железобетонные плиты покрытий: а – предварительно напряженные размером 3×6 и 1,5×6 м; б – то же, размером 3×12 м; в – армцементные двойной кривизны; г – типа 2Т

Каркасы одноэтажных промышленных зданий выполняют, в основном, из железобетона (преимущественно, сборного), реже - из стали. В отдельных случаях используют монолитный железобетон, алюминий, древесину. Каждый из этих материалов обладает своими достоинствами и недостатками, поэтому, выбор материала осуществляется на основе всесторонней оценки его соответствия комплексу требований к возводимому зданию, с учетом его последующей эксплуатации.

Конструкции из железобетона обладают долговечностью, несгораемостью и малой деформативностью; их применение позволяет экономить сталь, не требует больших эксплуатационных затрат. К недостаткам относятся: большая масса, трудоемкость выполнения стыковых соединений. Представляет сложность и требует дополнительных затрат выполнение монолитных железобетонных конструкций в зимних условиях.

Снижению массы и повышению несущей способности железобетонных конструкций способствует использование высокопрочного бетона и предварительно напряженной высокопрочной арматуры. Это позволило получить эффективные тонкостенные конструкции, существенно расширить область применения железобетона (рис. 25.5, 25.6, 25.7).

Рис. А - 2 - сви сти



Все большее применение в строительстве промышленных зданий находят легкие несущие и ограждающие конструкции. Легкими называют конструкции, суммарная масса которых, приходящаяся на  $1 \text{ м}^2$  ограждающей поверхности здания, составляет не более 100 – 150 кг. К ним относятся конструкции из стали и алюминиевых сплавов, из клееной древесины. Использование легких конструкций ведет к существенному (на 10 – 15%) снижению массы производственных объектов и их стоимости, повышается эффективность строительства; стимулируется поиск новых конструктивных решений несущих и ограждающих элементов, разработка и внедрение новых эффективных теплоизоляционных материалов. Расширяется прогрессивный метод строительства зданий (секций) из комплектно поставляемых унифицированных строительных конструкций заводского изготовления – стальных пространственных, решетчатых (герекрестных), рамных и пр. Наряду с этим увеличивается количество зданий из смешанных конструкций (колонны – из железобетона, фермы, балки – металлические, из клееной древесины и т.п.).

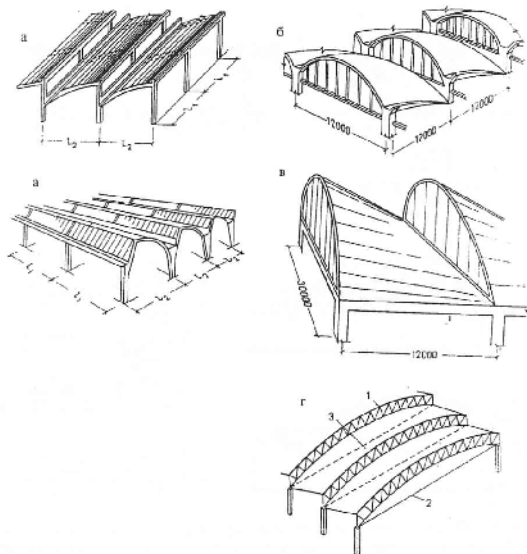


Рис. 25.5. Пространственные тонкостенные конструкции шедовых покрытий: а – цилиндрические оболочки; б – покрытие с диафрагмами в виде железобетонных арок; в – коноидальная оболочка; г – покрытие с диафрагмами в виде стальных ферм: 1 – арочная ферма; 2 – натяжка; 3 – оболочка

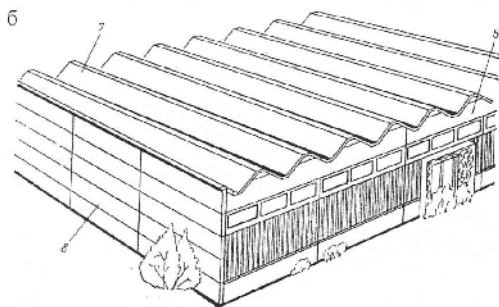
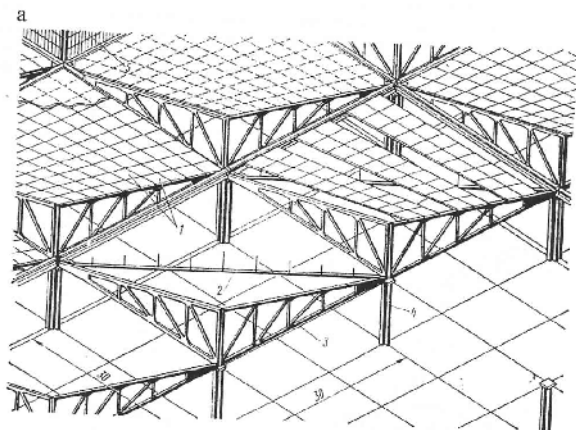


Рис. 25.6. Железобетонные оболочки покрытий типа гитар (гиперболический параболоид) /а/ и склади /б/: 1 – плиты; 2 – затяжка; 3 – фермы; 4 – колонны; 5 – остекленн. 6 – обвязочная балка; 7 – сборная складка; 8 – стеновая панель

Стальные конструкции (рис. 25.8) по своим свойствам более предпочтительны перед железобетонными. Они обладают меньшей массой и большей несущей способностью, высокой индустриальностью изготовления и сравнительно малой трудоемкостью монтажа, меньших затрат требует их усиление. Недостатками являются: подверженность коррозии и потеря несущей способности при пожаре под действием высоких температур, хрупкость при низких температурах.

Сравнительные характеристики железобетонного и стального каркасов приведены в табл. 25.1.

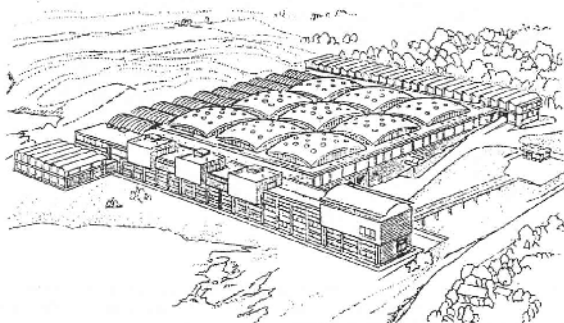
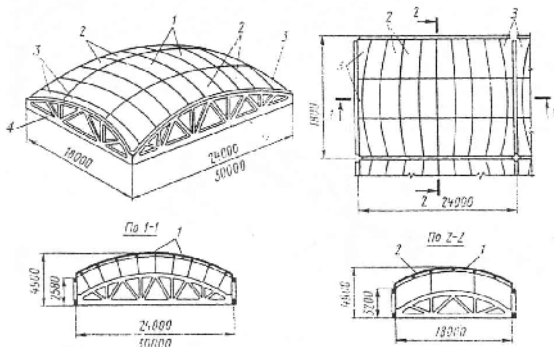
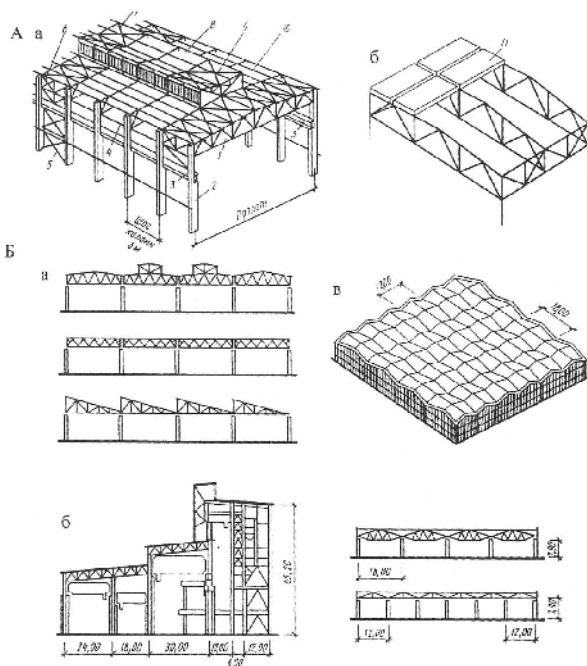


Рис. 25.7. Пример покрытия купольными оболочками: 1 – средине шпалы; 2 – контурные плиты; 3 – доборные плиты; 4 – контурные фермы – диафрагмы



**Рис. 25.8.** Схемы стальных каркасов одноэтажных промышленных зданий: А – однопролетное: а – общий вид; б – покрытие с надстроительной конструкцией; 1 – ферма; 2 – колонна; 3 – подстропная балка; 4 – ригель; 5,6 – вертикальные связи; 7 – горизонтальные связи покрытия; 8 – фонарь; 9 – связи фонаря; 10 – прогоны; 11 – панель покрытия; Б – многопролетное: а – с легким режимом работы; б – то же, с тяжелым; в – с покрытием оболочкой (общий вид и разрезы)

**Технико-экономические показатели конструктивного решения  
I-этажного здания на 1 м<sup>2</sup> производственной площади**

Таблица 25.1.

Показатели	Типы каркасов одноэтажных зданий		
	Железобетонный, с железобетонными плитами покрытия	Стальной каркас с железобетонными плитами покрытия	Стальной каркас со стальным штампованным настилом покрытия
Масса конструкций, кг	520,0	372,8	82,7
Расход стали, кг	50,6	69,5	68,5
Трудоемкость изготовления, чел-ч	3,09	2,69	2,03
Стоимость, %	100	96	71,8

Конструкции из алюминиевых сплавов обладают легкостью и высокой несущей способностью, а также стойкостью против коррозии. Алюминий так же пластичен, как и сталь, менее хрупок при низких температурах, при ударных воздействиях не образуется искр. К недостаткам алюминиевых конструкций относят высокий коэффициент температурного расширения, малую огнестойкость (уже при + 300 °С полностью теряет прочность), относительную трудоемкость соединения элементов, высокую стоимость. Экономически выгодно применять алюминиевые сплавы в качестве ограждающих конструкций, а как несущие – в большепролетных конструкциях (для существенно уменьшения их собственного веса).

Деревянные конструкции, напротив, обладают низким коэффициентом температурного расширения. Они значительно дешевле железобетонных и стальных. Главное их достоинство – высокая стойкость в химически агрессивных средах, что позволяет их применять в производственных зданиях химических предприятий. Вместе с тем, деревянные конструкции подвержены возгоранию, гниению, значительным деформациям под действием нагрузок вследствие разбухания и усушки. Наиболее прогрессивны клееные деревянные конструкции, в которых тонкие доски склеиваются синтетическими клеями и пропитываются минеральными солями, что делает их достаточно огнестойкими и неувлажняемыми. Наибольшее применение для промышленных зданий нашли деревянные балки, перекрывающие пролеты 6 - 12 м и сегментные фермы на пролеты 12 - 24 м. Применяются также клееные деревянные арки и рамы, которыми можно перекрыть пролеты до 48 м.

Конструкции из пластмасс отличаются легкостью, стойкостью к коррозии, индустриальностью. Применяются в составе ограждающих конструкций.

Каркасы одноэтажных промышленных зданий массового строительства выполняются в основном из железобетона. Стальные конструкции применяют в особых случаях, а именно:

А) колонны: высотой более 18 м; в зданиях с мостовыми кранами грузоподъемностью 50 т и более, независимо от высоты колонн; при тяжелом режиме работы кранов; при двухъярусном расположении мостовых кранов; при шаге колонн более 12 м; могут применяться в качестве стоек фахверка; в качестве несущих и ограждающих конструкций комплектной поставки; для зданий, возводимых в труднодоступных районах при отсутствии базы производства железобетонных конструкций.

Б/ стропильные и подстропильные конструкции: в стапеливаемых зданиях с пролетами 30 м и более; в неотапливаемых зданиях с легкой кровлей и полвесными кранами грузоподъемностью до 3,2 т с пролетами 12 м и 18 м; в зданиях с пролетами 24 м и более.

Использование в железобетонном каркасе одноэтажного здания линейных элементов, независимых по своему назначению (колонн от ферм, плит покрытия и т.д.) создает определенные преимущества как в изготовлении элементов на заводах ЖБИ, так и при монтаже на стройплощадке. Это также позволяет проводить их унификацию и типизацию.

Колонны каркаса опирают на отдельные фундаменты, в основном, стаканного типа. В некоторых случаях, - при слабых, просадочных грунтах, - устраивают фундаменты ленточные под ряды колонн или в виде сплошной плиты под все здание.

По способу возведения и конструкции фундаменты разделяют на сборные и монолитные. Сборные фундаменты устраивают из одного блока, состоящего из подколоники со стаканом или из блока (подколоники) и плиты. Блоки выполняются высотой 1,5; 1,8 - 4,2 м с градацией через 0,3 м, подколоники имеют размеры в плане 0,9×0,9...1,2×2,7 м с градацией через 0,3 м. Размеры стакана соотнесены с размерами поперечного сечения и глубиной заделки колонн. При этом, размеры стакана в плане поверху на 150 мм и понизу на 100 мм превышают размеры сечения колонн, а его глубина составляет 800, 900, 950 и 1250 мм. При установке колонн зазор заполняется бетоном, что обеспечивает жесткое соединение фундамента с колонной.

Элементы сборного фундамента укладываются на растворе и скрепляются друг с другом сваркой стальных накладных деталей.

В случаях, когда масса сборных элементов фундамента превышает грузоподъемность транспортных и монтажных средств, он сооружается из нескольких блоков и плит. При устройстве температурных швов на один фундаментный блок могут опираться от двух до четырех колонн. Одноблочные фундаменты заводского изготовления имеют массу до 12 т. Тяжелые фундаменты массой до 22 т обычно изготавливают монолитными непосредственно на стройплощадке.

Подосва блока фундамента имеет в плане квадратную или прямоугольную форму размерами от 1,5×1,5 м до 6,6×7,2 м с градацией 0,3 м. Площадь подошвы фундамента определяется расчетом и зависит от величины передаваемой нагрузки и несущей способности грунта основания.

Сборные фундаменты требуют большого расхода бетона и стали. В целях снижения этих расходов применяют сборные облегченные ребристые и пустотелые фундаменты. Широко применяются свайные фундаменты с монолитным или сборным ростверком, который используется и как подколонник.

Самонесущие стены промышленного здания опираются на фундаментные балки, которые устанавливают между подколонирами на специальные бетонные столбики сечением 300 × 600 мм. Фундаментные балки имеют высоту 450 мм для шага колонн 6 м и 600 мм для шага 12 м. Поперечное сечение фундаментных балок бывает тавровым, прямоугольным и трапециевидным. Наибольшее распространение получили балки таврового сечения как более экономичные по расходу бетона и стали. Ширина балки поверху принимается 260, 300, 400 и 520 мм, исходя из толщины панелей наружных стен. Чтобы исключить возможную деформацию фундаментной балки под действием пучинистых грунтов балку на всю длину с боков и снизу засыпают шлаком. Эта мера также предохраняет пол от промерзания вдоль наружных стен.

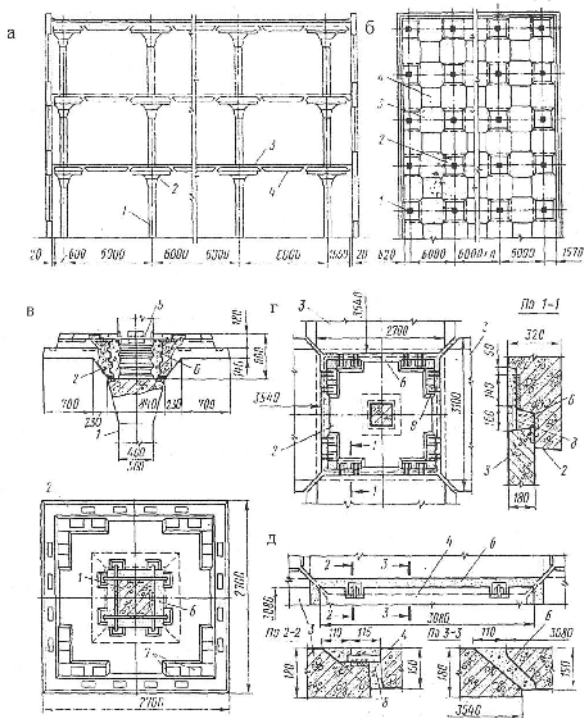


Рис. 25.9. Схема многоэтажного здания с безбалочным каркасом: а – поперечный разрез; б – план междуэтажного перекрытия; в – соединение капителя с колонной; г – соединение лодовлонных плит с капителью; д – соединение пролетной плиты с лодовлонной; 1 – колонна; 2 – капитель; 3 – лодовлонная плита; 4 – пролетная плита; 5 – металлические стержни; 6 – замоноличивание бетоном; 7 – закладные детали; 8 – выпуски арматуры из плит

Для одноэтажных зданий используют унифицированные колонны сплошного прямоугольного сечения высотой от 3,0 до 14,4 м бесконсольные (для зданий без мостовых кранов и с подвесными кранами), высотой от 8,4 до 14,4 м с консолями (для зданий с мостовыми кранами) а также двухветвевые высотой 15,6 - 18,0 м для зданий с спортивными, подвесными кранами и бескрановых.

Подкрановые балки устанавливают в зданиях (пролетах) с опорными кранами для крепления к ним крановых рельсов. Они жестко крепятся (болтами и сваркой лавочных деталей) к колоннам и обеспечивают пространственную жесткость здания в продольном направлении. Подкрановые балки выполняются из металла и железобетона. Последние имеют ограниченное применение, - при шаге колонн 6 и 12 м и грузоподъемности мостовых кранов до 30 т.

Каркас многоэтажного здания должен обладать долговечностью, прочностью, устойчивостью, огнестойкостью. Этим требованиям отвечает железобетон, из которого и выполняют каркасы большинства промышленных многоэтажных зданий. Стальной каркас применяется при больших нагрузках, при динамических воздействиях от работы оборудования, при строительстве в труднодоступных районах; каркас требует защиты от воздействия огня жаропрочной футеровкой, обкладкой кирпичом.

Для производственных зданий с небольшой нагрузкой на перекрытия (до 145 кН/м) и вспомогательных зданий (бытовых, административных, лабораторных, конструкторских бюро и т.п.) используется связевой каркас междивидового назначения. Каркас имеет сетку колонн  $6 \times 6$ ,  $(6+3-6) \times 6$  и  $(9+3+9) \times 6$  м; высоты этажей от 3,6 до 7,2 м. Разработаны единые унифицированные элементы - колонны, плиты междуэтажных перекрытий, лестницы, стеновые панели.

Колонны многоэтажных зданий по типу разделяют на крайние и средние, высотой в два этажа. Для зданий с нерегулярными, разными по высоте этажами разработана дополнительная номенклатура колонн - на один этаж, которые можно применить начиная с третьего этажа. При этом стыки колонн размещают на 600 - 1000 мм выше уровня перекрытия, что делает более удобным их выполнение. Сечение колонн  $400 \times 400$  мм и  $400 \times 600$  мм, плиты перекрытий плоские с пустотами высотой 220 мм и ребристые высотой 400 мм, шириной 1,0; 1,5 и 3,0 м (основные) и 750 мм (доборные). Ригели - прямоугольного и таврового сечения с полками понизу, соответственно, высотой 800 мм и 450 и 600 мм.

Балки железобетонные стропильные принимают: таврового сечения для пролета 6 м, двутаврового сечения для пролетов 9, 12, 18 и 24 м, а также подстропильные балки пролетом 12 м. Фермы используют для пролетов 24 м. Плиты покрытий ребристые плоские имеют размеры  $3 \times 6$  м и  $3 \times 12$  м.

Безбалочный каркас состоит из колонн высотой на один этаж сечением  $400 \times 400$  и  $500 \times 500$  мм с квадратными капителями с размерами  $2,7 \times 2,7$  м;  $1,95 \times 2,7$  м и высотой 600 мм, а также пролетных надколонных плит с размерами  $3,1 \times 3,54 \times 0,18$  м;  $2,15 \times 3,54 \times 0,18$  м и  $3,08 \times 3,08 \times 0,15$  м. Капители опираются на четырехсторонние консоли колонн и крепятся к ним сварными соединениями. Пролетные плиты укладывают на капители или консоли колонн и также крепят сваркой стальных элементов с последующим замоноличиванием плов бетоном. Используются квадратная сетка колонн  $6 \times 6$  м и высоты этажей 4,8 м и 6,0 м (рис. 25.9).

## Глава 26. Ограждающие конструкции

Наружные ограждающие конструкции промышленных зданий, - стены и покрытия, - подвержены сложному комплексу внешних и внутренних воздействий. При этом рассматриваются воздействия, связанные с производственными условиями.

Наружные стены и покрытия должны обладать прочностью, огнестойкостью, долговечностью, тепло-, гидроизоляцией, противостоять воздействиям агрессивной среды. Вместе с тем, они должны быть индустриальны и экономически эффективны при возведении, обладать эстетическими качествами.

Стены проектируют несущими, самонесущими, - в зависимости от их статической работы и конструктивной схемы здания. Несущие стены воспринимают вертикальные (от собственной массы, от перекрытия и покрытия, от подъемно-транспортного оборудования) и горизонтальные (от ветра) нагрузки и передают их на фундамент. При строгих требованиях производственных зданий несущие стены применяются в весьма ограниченном объеме. Их выполняют из кирпича, крупных и мелких блоков и пр.

Самонесущие стены возводят при наличии несущего каркаса. Они воспринимают вертикальные нагрузки только от собственной массы, которые передаются на фундамент и ветровые воздействия, передающиеся на колонны каркаса. Самонесущие стены выполняют, как правило, из крупных панелей или блоков, реже - из камня.

Навесные стены воспринимают вертикальные нагрузки от собственной массы только в пределах этажа в многоэтажных зданиях или в пределах одного шага колонн(одной панели) в одноэтажных каркасных зданиях, а также горизонтальные ветровые воздействия. Все виды воздействий передаются на колонны каркаса через оконные столбики или обычные банки. Навесные стены выполняют из легких строительных материалов(легких и ячеистых бетонов, листовых материалов), в виде многослойных панелей с применением эффективного утеплителя.

Характер работы стены наглядно показывает разрезка наружной стены на панели: сплошное и ленточное остекление несущих (навесных) стен, в самонесущих и несущих стенах имеются несущие простейки для опирания панелей (блоков) - перемычки над проемами (см. рис. 24.6).

Отечественными специалистами разработана межвидовая типовая серия стен для каркасных зданий, включая унифицированные габаритные размеры стеновых панелей, а также их креплений к каркасу. Основные номинальные размеры элементов: однослойные панели из легкого и ячеистого бетона навесных и самонесущих стен - длина 3; 6; 9 и 12 м; высота 0,9; 1,2; 1,8 и 2,4 м; толщина 200; 250; 300; 350 и 400 мм. Когда расстояние между несущими колоннами каркаса по осям наружных стен превышает длину стеновых панелей (как правило, в торцах здания), устанавливается дополнительный каркас (фахверк), предназначенный только для крепления ограждающих конструкций. Фахверк представляет собой систему колонн, ригелей, раскосов, выполненных из железобетона или металла. Элементы фахверковых стен, -особенно торцовых, - воспринимают нагрузки от массы стены и значительные ветровые нагрузки. Колонны фахверга, как и колонны основного каркаса, опираются на собственные фундаменты. Все нагрузки передаются на несущий каркас здания.

Для отапливаемых одноэтажных и многоэтажных промышленных зданий применяется, главным образом, горизонтальная разрезка панельных стен. Панели самонесущих стен крепят к колоннам каркаса с помощью гибких или скользящих связей, не препятствующих осадке стен. В ряде случаев, в самонесущих стенах панели заменяют бло-

ка  
40  
(с  
из  
го  
ш

Ри  
лс  
2-

ками. Легкобетонные блоки изготавливают длиной 3 м; высотой 1,2 и 1,8 м и толщиной 400 мм и 500 мм. Навесные панели крепят к колоннам с помощью опорных столиков (стальных консолей) и крепежных элементов (рис. 26.1, 26.2).

Трехслойные железобетонные панели длиной 6 м состоят из двух внешних слоев из тяжелого бетона класса В20, соединенных стальными связями и теплоизоляционным слоем эффективного утеплителя (плитный пенополистирол или жесткие минераловатные плиты) толщиной 50 - 150 мм.

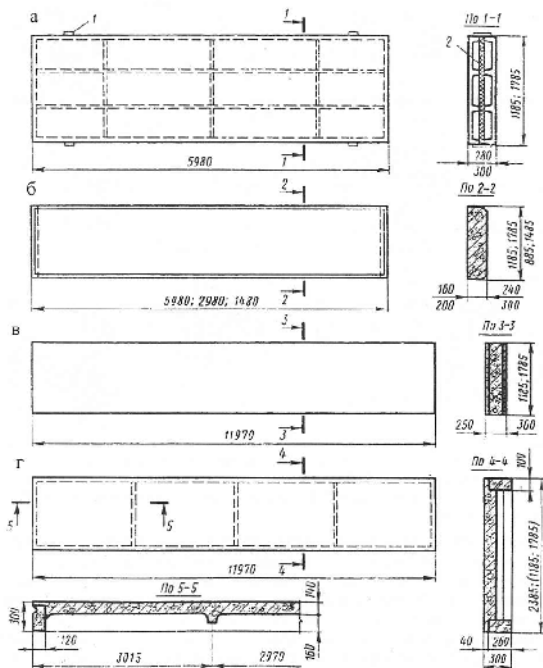
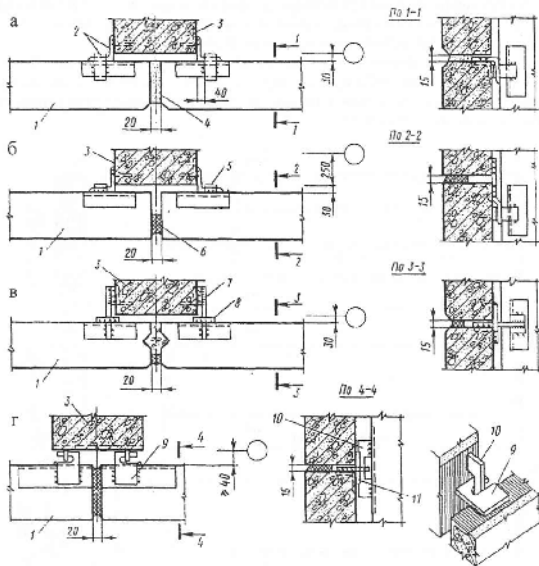


Рис. 26.1. Панели для стен отапливаемых зданий: а – трехслойная железобетонная; б – сплошная легкобетонная; в – керамзитобетонная; г – комплексная; 1 – соединительная планка 30×10×160 мм; 2 – пароизоляция



**Рис. 26.2.** Детали крепления стеновых панелей к колоннам: а – с помощью двух уголков; б – то же, уголком и скобой; в – то же, анкеров; г – с помощью скобы и крюка (скрытое крепление); 1 – стеновая панель; 2 – уголки 125х14 мм; 3 – колонна; 4 – цементный раствор; 5 – скоба из полосы 60х16 мм; 6 – упругая прокладка; 7,11 – металлические стержни диаметром 14 мм; 8,9,10 – металлические шпильки

Металлические стены существуют двух видов: из трехслойных панелей заводского изготовления и послойной сборки, монтируемые на стройплощадке из отдельных металлических листов и плит утеплителя. Цоколи металлических стен выполняются из легкобетонных панелей толщиной, принимаемой по теплотехническому расчету, но не менее 250 мм. Высота цоколя принимается 0,9; 1,2 м от отметки чистого пола.

Трехслойные панели (типа «сэндвич») состоят из внешних профилированных стальных листов толщиной 0,6 мм и среднего теплоизоляционного слоя. В качестве утеплителя используется пенополиуретан или минераловатные плиты. Панели выпускают длиной 2380 - 11380 мм, шириной 988, 1016 и 1040 мм, толщиной 50; 61,8; 80; 81,6 и 100 мм. Панельная стена может иметь как горизонтальную, так и вертикальную разрезку. При вертикальной разрезке, для крепления панелей на колонны устанавливают продольные дополнительные элементы – ветровые и грузовые ригели. Для заделки сты-





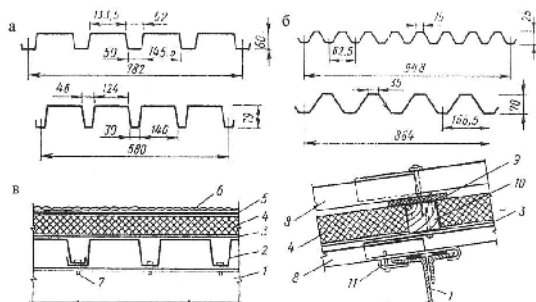


Рис. 26.5. Покрытия с металлическим профилированным настилом: а — стальной настил; б — алюминиевый настил; в) — утепленное покрытие со стальным несущим настилом; г) — утепленное покрытие с алюминиевым несущим и кровельным настилами; 1 — стальной прогон; 2 — настил; 3 — пароизоляция; 4 — утеплитель; 5 — рулонный ковер; 6 — защитный слой; 7 — самонарезающий болт; 8 — настил; 9 — нащельник; 10 — деревянный брусок; 11 — приспособление для крепления изоляционных прокладок

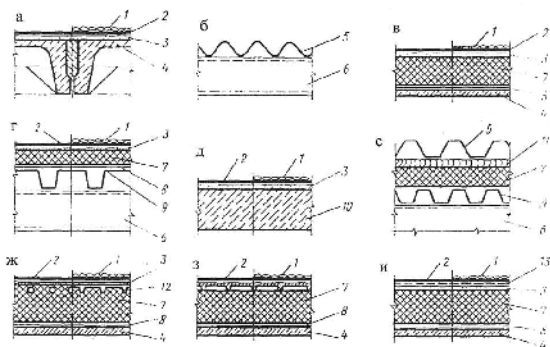


Рис. 26.6. Основные типы кровельного покрытия (разрезы): а - неветилируемые; б - ветилируемые; в - с диффузной прослойкой; г - частично ветилируемые; д - ветилируемые; е - с диффузной прослойкой; ж - частично ветилируемые; з - ветилируемые; и - с диффузной прослойкой; 1 — защитный слой; 2 — кровельный ковер; 3 — выравнивающий слой; 4 — железобетонный несущий настил; 5 — металлический лист; 6 — прогон; 7 — утеплитель; 8 — пароизоляция; 9 — металлический профилированный настил; 10 — железобетонный настил; 11 — деревянные рейки; 12 — каналы (борозды); 13 — перфорированный рубероид

- четыре и более слоев. Объясняется это тем, что при малых уклонах медленнее происходит сток воды и конструкция покрытия должна быть надежно защищена от возможного увлажнения. В наиболее уязвимых для влаги местах (примыкание рулонной кровли к парапету и стене в местах перепада высот, на свесах, в температурных швах и пр.) укладываются внахлестку 3 – 4 дополнительных слоя гидроизоляции. Наибольший уклон для рулонной кровли допускается не более 25%.

Кровля укладывается по цементно-песчаной или асфальтобетонной стяжке. Стяжка по бетону и плитным утеплителям устраивается толщиной 15 - 25 мм, по сыпучим материалам и жестким плитным утеплителям – с армированием, 25 - 30 мм.

Над некоторыми производственными зданиями, по требованиям технологии, для поддержания постоянного температурно-влажностного режима внутри здания, устраивается водонаполненная крыша с плоским покрытием. Для такой кровли устраивается надежный многослойный гидроизоляционный ковер с защитным слоем из гравия или шлака.

Край гидроизоляционного ковра скатных покрытий в местах примыкания к вертикальным плоскостям (стенам, парапетам) заводится на высоту не менее 250 мм, тщательно заделывается в стену и закрывается металлическим фартуком.

Мастичные кровли устраивают с применением битумных, битумно-резиновых и битумно-латексных эмульсий в 2 – 3 слоя. Эти кровли армируют стеклотканями (1 – 2 прокладки). Число слоев мастики и армирующих прокладок зависит от уклона покрытия. Мастичные кровли устраивают плоскими, с уклоном до 2,5% (3 слоя и 2 прокладки) и скатными, с уклонами более 2,5% (2 слоя и 2 прокладки), но не превышающими 25%. В местах примыкания к выступающим элементам, в коньке, в ендове мастичные кровли усиливают двумя дополнительными слоями мастики с двумя прокладками стеклоткани. Мастичные кровли выгодно отличаются от рулонных отсутствием швов и простотой выполнения.

Водоотвод с плоских и скатных покрытий отапливаемых промышленных зданий устраивают, как правило, внутренний. Водопрямные воронки внутреннего водостока на скатных кровлях размещают в специальных желобах – ендовах. На плоских покрытиях устанавливают не менее одной воронки на каждый ряд колонн. Количество воронок назначается в зависимости от площади водосбора, которая зависит от типа, уклона кровли и района строительства (в расчет принимается показатель интенсивности дождя продолжительностью 20 мин). Для скатных кровель эта площадь составляет 600 - 1200 м<sup>2</sup>, для плоских – 900 - 1800 м<sup>2</sup>. Расстояние между воронками на скатных кровлях должно быть не более 48 м, на плоских – путь воды не должен превышать расстояние в 150 м.

С покрытий неотапливаемых зданий устраивается, как правило, наружный водоотвод. При необходимости устройства внутреннего водостока с покрытия неотапливаемого здания предусматривается специальный обогрев воронок и труб водостока.

Для установок воронок водостока в унифицированных плитах покрытия предусматриваются специальные отверстия, размещенные из условий привязки центра воронки к продольным координационным осям, равной 450 мм и к поперечным – 500 мм.

В составе ограждающих конструкций следует рассматривать также светопрозрачные элементы – окна и фонари.

Окна применяют с переплетами (деревянными, стальными, алюминиевыми, металлопластмассовыми, деревоалюминиевыми) и беспереплетные (из профильного стекла, стеклоблоков).

Переделы заполняются листовым стеклом или стеклопакетами.

двс  
ван  
нир  
вес  
ник  
тел  
Раз  
96С  
111  
блс  
ми)  
Ри  
про  
4 –  
нал  
(ста  
стен  
ны)  
раз  
рин  
кон  
вис  
нет  
те и  
тур  
пан  
ки,

Номенклатура унифицированных изделий включает переплеты с одинарным, двойным и тройным остеклением.

Окна подразделяются на открывающиеся (внутри или наружу) и глухие. Открывающиеся створки бывают с вертикальной и с горизонтальной осью навески, верхне-, нижне- и среднеподвесными (рис. 26.8). На чертежах направление открывания и ось навески обозначают линиями: сплошными (открывание наружу) и пунктирными (открывание внутрь).

Деревянные оконные переплеты применяются в производственных и вспомогательных зданиях, в помещениях с сухим, нормальным и влажным режимом (рис. 26.7). Размеры деревянных переплетов по ширине и высоте соответственно приняты 1461 x 960, 1560 мм; 2966 x 1090, 1690 мм; 4490 x 1164, 1764 мм; 1445 x 985, 1585 мм; 2963 x 1115, 1715 мм; 2943 x 1182, 1782 мм. При заполнении оконного проема несколькими блоками их соединяют между собой болтами. Коробки блоков крепят ершами (анкерами) к боковым откосам проемов, стыки конопятят и закрывают наличниками.

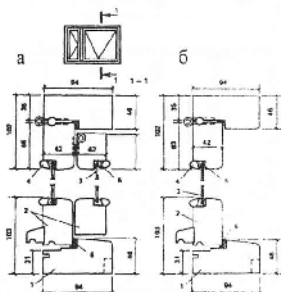


Рис. 26.7. Деревянные оконные переплеты: а — спаренные; б — одинарные;

1 — коробка; 2 — створка; 3 — стекло;  
4 — штапик; 5 — уплотнитель; 6 — прокладка

Более совершенны деревянные оконные панели, которые выпускаются с номинальными размерами 1,2; 1,8 м по высоте и 6 м по длине (рис. 26.8).

В промышленных зданиях применяют, главным образом, типовые металлические (стальные) переплеты. Металлические переплеты изготавливают из одинарных тонкостенных или спаренных прямоугольных труб а также из двойных сварных или тонкостенных замкнутых профилей (рис. 26.9, 26.10, 26.11). Стальные переплеты выпускаются размерами: глухие — шириной 1395, 1860 мм и высотой 1176, 2358 мм; створные — шириной 1395, 1860 мм и высотой 1176 мм. Широко используется более индустриальная конструкция — стальная оконная панель (с одинарным и двойным остеклением, с открывающимися створками и глухие). Размеры панели — длина 6 м и высота 1,2; 1,8 м — соответствуют размерам стеновых панелей. Панели устанавливают одну на другую по высоте и крепят к колоннам в четырех точках. Ими можно заполнить проем высотой до 20 м.

В некоторых случаях, например, в безоконных зданиях с постоянным температурно-влажностным режимом помещений, можно использовать стекложелезобетонные панели с заполнением стекляными блоками. Такие конструкции достаточно огнестойки, имеют малую воздухопроницаемость, но при неравномерном нагреве железобетон-

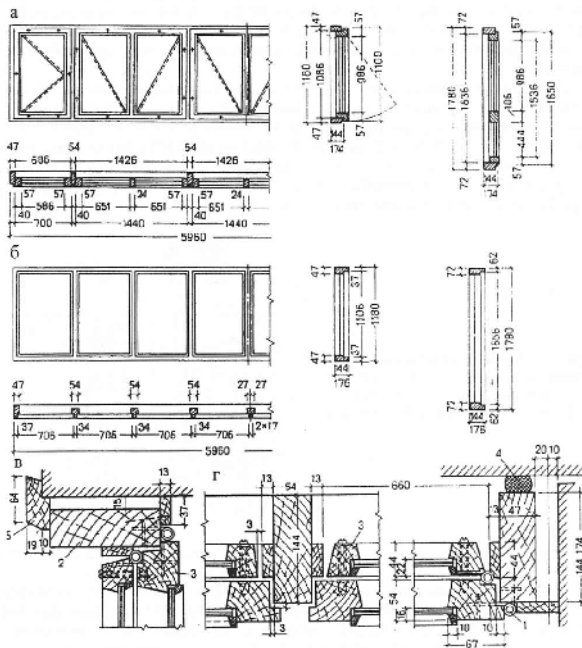


Рис. 26.8. Деревянные оконные панели: а – с тремя фрамугами; б – глухая; в – вертикальный разрез в месте примыкания к стеновой панели; г – горизонтальный разрез в месте примыкания к колоше; 1 – петля; 2 – коробка; 3 – сваренный переплет; 4 – упругая прокладка; 5 – нащельник

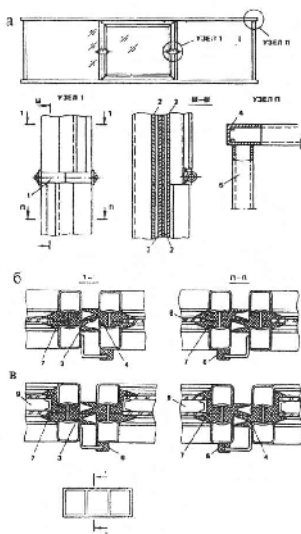


Рис. 26.9. Конструкция окон с переллтами из спаренных прямоугольных стальных труб: а – принципиальная схема; б – при остеклении листовым стеклом; в – то же, стеклопакетами; 1 – петля; 2 – уплотнитель рамы; 3 – уплотнитель створки; 4 – заглушка; 5 – стойка переллтов; 6 – уплотнитель притвора; 7 – уплотнители для крепления стекла и стеклопакетов; 8 – листовое стекло; 9 – стеклопакет

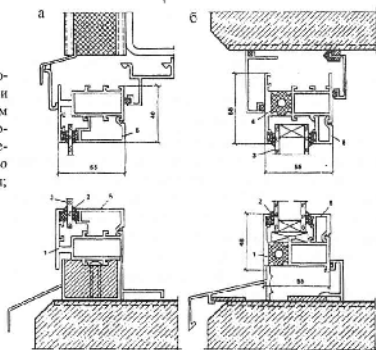


Рис. 26.10. Конструкция окон с алюминиевыми переллтами: а – при одинарном остеклении листовым стеклом; б – при остеклении стеклопакетами; в – при остеклении стеклопакетами; 1 – алюминиевый переллт; 2 – уплотнитель; 3 – стекло или стеклопакет; 4 – термовкладыш; 5 – штапик

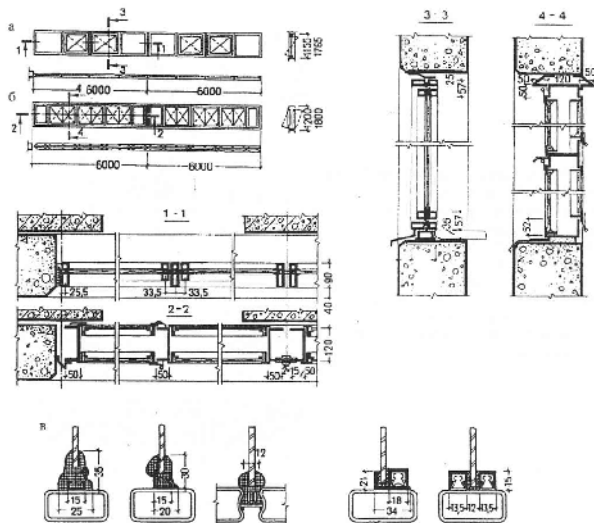


Рис. 26.11. Ленточное остекление стальными оконными панелями: а – из трубчатых профилей; б – из гнутых профилей; в – установка стекла с помощью резиновых профилей, г – то же, с пружинными зашелками

ных рам и стеклоблоков в процессе эксплуатации последние могут растрескиваться в силу различного температурного расширения материалов. Площадь отдельных участков, заполненных такими конструкциями не должна превышать 15 м<sup>2</sup>.

Участки с глухим остеклением могут быть заполнены профильным стеклом – швеллерного сечения в качестве одинарного остекления и корыччатого сечения в качестве двойного. Высота заполнения оконного проема швеллерным профильным стеклом ограничена 3 м, корычатым - 4,2 м. Заполнение осуществляется в один или несколько ярусов по высоте. В целях обеспечения визуальной связи работающих в помещении с внешним миром, а также для проветривания, при заполнении проема сочетают профильное стекло с открывающимися створными переплетами (панелями), располагаемыми, как правило, в нижнем ярусе.

Для естественного освещения производственных помещений многопролетного промышленного здания в его покрытии устанавливают специальные конструкции со светопрозрачным заполнением – фонари. По назначению фонари разделяются на световые, светоаэрационные и аэрационные. Последние не имеют светопрозрачного заполнения и в освещении практически не участвуют.

По конструктивному решению выделяют фонари-надстройки и зенитные фонари. По форме поперечного профиля фонари-надстройки бывают трапециевидные, прямоугольные, треугольные, пилообразные и пр.

Наибольшей световой активностью обладают зенитные фонари, проемы которых размещаются равномерно по площади покрытия, создавая равномерную освещенность на рабочей поверхности (рис. 26.12). Светопроемы зенитных фонарей расположены горизонтально или под небольшим углом к горизонту.

Кроме того, зенитные фонари экономичны, сравнительно просты в устройстве. Зенитные фонари размещают на плоских, скатных и криволинейных покрытиях.

Наибольшее распространение получили также фонари типа колпак, с квадратной, прямоугольной или круглой формой в плане. Наиболее рациональны прямоугольные и квадратные колпаки с размерами 1200 x 1200 мм и стрелой подъема 300 – 400 мм. В за-

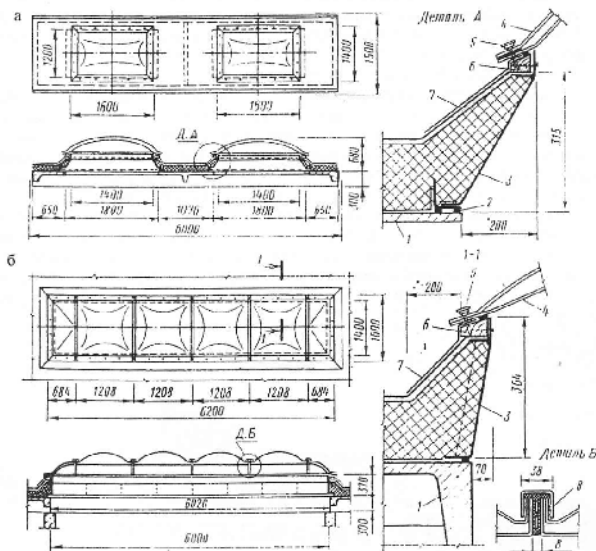


Рис. 26.12. Типы зенитных фонарей из органического стекла: а – точечный; б – панельный; 1 – плита покрытия; 2 – герметик; 3 – стальной стакан; 4 – двухслойный купол из органического стекла; 5 – колпачок; 6 – опорная деревянная рама; 7 – оцинкованная кровельная сталь; 8 – накладка из оргстекла

висимости от климатических условий района строительства колпаки делают однослойными или двухслойными с воздушной прослойкой 25 мм. Зенитные фонари подразделяют на точечные, панельные и ленточные.

Размеры фонарей унифицированы и соотношены с основными размерами здания и элементов покрытия. Как правило, для 12- и 18-метровых пролетов принимают прямоугольные фонари шириной 6 м; для пролетов 24, 30 и 36 м – 12 м. Длина таких фонарей по противопожарным требованиям не должна превышать 84 м. Фонари большей длины устраивают с 6-метровым разрывом. Также, на 6 м фонарь не доводят до торцовых стен здания. Водоотвод с покрытия 6-метрового фонаря делают наружным, с 12-метрового, – как правило, внутренних.

Фонари всех типов имеют принципиально одинаковую конструктивную схему: каркас из поперечных рам и продольных элементов (прогоны для крепления створок, бортовые плиты, плиты покрытия и связи. Основными элементами зенитных фонарей служат опорный стакан, светопрозрачное заполнение, фартуки, механизм открывания. Каркасы и опорные стаканы выполняются из стали. Площадь фонарей определяется светотехническим расчетом. Ориентировочно, общая площадь зенитных фонарей не должна превышать 15% площади пола помещения.

По характеру технологического процесса и по конструктивному решению к категории промышленных сооружений относятся также гаражи и крытые автостоянки, где хранение автомобилей совмещается с их заправкой и техническим обслуживанием. В последние годы в нашей стране весьма быстрыми темпами увеличивается парк легковых автомобилей, находящихся в собственности граждан, в связи с чем потребность в строительстве этих сооружений в городах с каждым годом возрастает.

Размещение стоящих автомобилей является одной из самых сложных проблем современного градостроительства. Ее решение связано с большими материальными затратами, с выделением городской территории и пр. По данным специалистов, в городах с высоким уровнем автомобилизации стоящие автомобили занимают территорию в 2-4 раза превышающую площадь всей сложившейся улично-дорожной сети. Следует учи-



Рис. 26.13. Проект многоэтажного гаража – стоянки на ул. Б. Екатерининская (Москва).  
Арх. Г. П. Надточий и др.

тывать высокий уровень загрязнения воздуха выхлопными газами, а также высокий уровень шума, сопровождающие концентрацию автотранспорта в районах парковки.

Гаражи являются утилитарными сооружениями, объемно-пространственное решение которых во многом определяется протекающим в них технологическим процессом. Многоуровневые наземные гаражи на 300 - 500 и более машиномест представляют собой значительные по размерам объемы. Они играют существенную роль в окружающей застройке, что выдвигает достаточно высокие требования к их архитектуре. На рис. 26.13 показан проект многоэтажного гаража-стоянки на ул. Б. Екатерининской в г. Москве.

Мировая практика показывает, что наиболее рационально строительство подземных гаражей. Это существенно сокращает (или вообще не требует) площадь городской земли под гараж, снижает уровень и сокращает зону распространения вредных воздействий (в радиусе до 15 - 25 м от выездов и вентиляционных шахт). Однако стоимость подземных сооружений значительно превышает стоимость наземного строительства аналогичных объектов. Поэтому решение о строительстве того или иного типа гаража рассматривается отдельно в каждом конкретном случае.



## Литература

- Архитектура гражданских и промышленных зданий. Учебник для вузов в 5 томах / Под ред. В.М. Предтеченского. М., 1976-1986 гг.
- Архитектурная физика. Учебник для вузов / Под ред. Н.В. Оболенского. М., 2001.
- Архитектурное проектирование жилых зданий / Под ред. М.В. Лисицина и Е.С. Пролина. М., 1990.
- Архитектурное проектирование общественных зданий / Под ред. И.Е. Режина и А.И. Урбаха. М., 1985
- Архитектурное проектирование промышленных предприятий / Под ред. С.В. Демидова и А.А. Хрусталева. М., 1984
- Архитектурные конструкции / Под ред. З.А. Казбек-Казиева. М., Стройиздат 1989г.
- Архитектурная среда обитания престарелых и инвалидов / Под ред. В.К. Степанова. М., 1989
- Жилище для человека / Под ред. А.Д. Губернского, В.К. Лишневича. М., 1986
- Пространственные составные конструкции / Под ред. Ю.А. Дыховичного, Э.З. Жуковского. М., 1989
- Дитков С.В., Михеев А.И. Архитектура промышленных зданий. 3-е изд. М., 1998
- Захаров А.В., Маклакова Т.Г. и др. Гражданские здания. М., 1993.
- Ильинек А.С., Тимьянский Ю.С., Хромец Ю.Н. Пособие по проектированию промышленных зданий. М., 1990.
- Инженерные конструкции / Под ред. Ермолова В.В. М., 1991.
- Капустян Е.Д. Собственный дом. М., 1994.
- Капустян Е.Д., Хиклуха Л.В., Трубинкова Н.М. Малоэтажные дома для городской застройки повышенной плотности. Рекомендации по проектированию М., 1989.
- Ким Н.Н., Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Специальный курс. М., 1987.
- Конструкции гражданских зданий / Под ред. Т.Г. Маклаковой. М., Стройиздат, 1986.
- Лишневич В.К. Жилище и климат. М., 1984.
- Ким Н.Н. Промышленная архитектура. М., 1979.
- Дзержницкий Н.Д. Монолитный железобетон в строительстве многоэтажных зданий. М., 2001.
- Маклакова Т.Г. Архитектура гражданских и промышленных зданий. М., 1981.
- Маклакова Т.Г. Архитектура двадцатого века. М., АСВ, 2001.
- Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий. М. АСВ. 2000.
- Маклакова Т.Г. Функция, конструкция, композиция в архитектуре. М., АСВ. 2002.
- Маклакова Т.Г. Зодчество индивидуальной эпохи. М., АСВ. 2003.
- Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., Шарпанько В.Г. Проектирование жилых и общественных зданий. М., 1998.
- Миловидов Н.Н., Орловский Б.Я., Белкин А.Н. Гражданские здания. М., 1987.
- Миловидов Н.Н., Орловский Б.Я. Жилые здания. М., Высшая школа, 1987.
- Московский территориальный строительный каталог. М., 2001.
- Нанасова С.М. Конструкции малоэтажных жилых домов. М., 2003.
- Особенности объемно-планировочных решений монолитных жилых домов для городского строительства в районах с сухим жарким климатом. Обзорная информация. М., 1989. Вып.6.
- Соколов М.Е. Научно-технический прогресс в монолитном домостроении. М., 1989.
- Современные пространственные конструкции (железобетон, металл, дерево, пластмасса). Справочник / Дыховичный Ю.А., Жуковский Э.З., Ермолов В.В. и др. М., 1991.
- Степанов В.И. Школьные здания. М., 1975.
- Степанов В.И. Специализированные учебно-лечебные центры. М., 1987.
- Щегалева И.Н., Тюринцева М.Н. Кооперированные типы зданий детских дошкольных учреждений / Сб. Формирование массовых типов общественных зданий. М., 1987.
- Хромец Ю.Н. Современные конструкции промышленных зданий. М., 1982.
- Энергосберегающая архитектура жилища. Обзорная информация. М., 1988. Вып.10.

- Ясный Г.В. Спортивные бассейны. М., 1988.  
 Ангелов М. Архитектурни конструкции. София. 1999.  
 Brand S., Heene G.V., Barkauskas F. Fassaden. Konstruktion und Gestaltung mit Betonfertigteilen. Dusseldorf. 1988.  
 Cerver F. A. Zeitgenossische Architektur. Koln. 2000.  
 Lehrbuch der Hochbaukonstruktionen. Red. F. Czielski. Stuttgart. 1990.  
 Meinhard von Gerkan. Fassaden. Koln. 1988.

Нормативно-инструктивные документы, рекомендации и руководства.

Нормативные документы

- СНиП 2.08.01-89\* Жилые здания (с изменениями №1-4).  
 СНиП 2.08.02-89\* Общественные здания и сооружения (с изменениями №1-4).  
 СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.  
 СНиП 21-01-97\* Противопожарная безопасность зданий и сооружений.  
 СНиП 29-99 Строительная климатология.  
 СНиП 31-02-2001 Одноквартирные дома.  
 ВСН 62-91\* Проектирование среды жизнедеятельности с учетом потребностей маломобильных групп населения.  
 СанПиН 2.2.1/2.1.984-00 Санитарно-защитная зона и санитарная классификация предприятий, сооружений и других объектов.  
 СНиП II-3-79 Строительная теплотехника.  
 СНиП II-12-77 Защита от шума.  
 СНиП 2.09-02-85\* Производственные здания.  
 СНиП 2.09.04-87\* Административные и бытовые здания.

Правовые акты Москвы

- МГСН 2 01-99 Энергосбережение в зданиях. Нормативы по теплозащите и тепловодоэлектросбережению.  
 МГСН 2.04-97 Допустимые уровни шума, вибрации и требования к звукоизоляции в жилых и общественных зданиях.  
 МГСН 2.05-99 Инсоляция и солнцезащита.  
 МГСН 2.06-99 Естественное, искусственное и совмещенное освещение.  
 МГСН 3 01-01 Жилые здания.  
 МГСН 4 06-96 Общеобразовательные учреждения.  
 МГСН 4 07-96 Дошкольные учреждения.  
 МГСН 4 08-97 Массовые типы физкультурно-оздоровительных учреждений.  
 МГСН 4.12-97 Лечебно-профилактические учреждения.  
 МГСН 4.13-97 Предприятия торговли.  
 МГСН 4.14-98 Предприятия общественного питания.  
 МГСН 4.18-99 Предприятия бытового обслуживания населения.  
 МГСН 4 04-94 Многофункциональные здания и комплексы.

Рекомендации, руководства

- Рекомендации по проектированию шумозащитных жилых домов (МНИИТЭП-1997).  
 Общие положения к техническим требованиям по проектированию жилых зданий высотой более 75 м (ОАО ЦНИИЭПжилища, НИИИОСП им. П.М. Герсеванова, СантехНИИПроект) 2002.  
 СММ-2Р.99 Руководство по проектированию сборно-моноклитных конструкций жилых зданий возводимых с применением оставляемых опалубок.  
 СММ-1Р.99 Руководство по проектированию конструкций монолитных и сборно-моноклитных зданий различной этажности, возводимых в инвентарно-переставных опалубках.

## Содержание

Предисловие .....	3
Введение .....	5
<b>Часть I. Основы градостроительства .....</b>	<b>7</b>
Глава 1. Планировка и застройка жилой территории .....	7
Глава 2. Планировочные схемы застройки жилой территории .....	13
<b>Часть II. Основы проектирования зданий .....</b>	<b>25</b>
Глава 3. Здания и их основные элементы .....	25
3.1. Структура зданий .....	25
3.2. Классификация зданий и требования к ним .....	28
3.3. Функциональные основы проектирования .....	34
Глава 4. Модульная координация, унификация, типизация и стандартизация в архитектурно-конструктивном проектировании зданий .....	41
4.1. Модульная координация и унификация размеров в строительстве .....	41
4.2. Типизация объемно-планировочных решений зданий, их фрагментов и конструктивных элементов .....	46
Глава 5. Основы проектирования конструкций зданий .....	50
5.1. Несущие конструкции .....	50
5.2. Ограждающие конструкции .....	68
5.3. Конструктивные системы .....	68
5.4. Строительные системы .....	72
Глава 6. Композиционные основы проектирования зданий .....	79
6.1. Виды архитектурных композиций .....	79
6.2. Композиционные средства .....	84
6.3. Тектоника .....	90
Глава 7. Физико-технические основы проектирования зданий и их элементов .....	99
7.1. Элементы строительной теплотехники .....	99
7.2. Изоляция .....	114
7.3. Защита от шума .....	118
Глава 8. Техно-экономическая оценка проектных решений .....	126
<b>Часть III. Жилые здания .....</b>	<b>130</b>
Глава 9. Классификация жилых зданий .....	130
Глава 10. Функциональные, социальные, природно-климатические, градостроительные, санитарно-гигиенические и противопожарные требования к проектированию жилища и их влияние на выбор объемно-планировочных решений домов и квартир .....	134
10.1. Функциональные и социальные требования к жилищу .....	134
10.1.1. Объемно-планировочные решения квартир .....	134
10.1.2. Объемно-планировочные решения многоквартирных домов .....	142
10.2. Санитарно-гигиенические и противопожарные требования и их влияние на объемно-планировочные решения многоквартирных домов и квартир .....	145
10.2.1. Санитарно-гигиенические требования к проектированию жилища .....	145
10.2.2. Противопожарные требования к конструктивно-планировочным решениям .....	154
10.3. Экономические требования к проектированию многоэтажных домов .....	158

Глава 11. Особенности архитектурной композиции многоквартирных жилых домов и застройки. ....	161
Глава 12. Малоэтажные жилые дома городского и усадебного строительства. ....	172
<b>Часть IV. Общественные здания. ....</b>	192
Глава 13. Классификация общественных зданий. ....	192
Глава 14. Архитектура общественных зданий. ....	197
14.1. Массовые общественные здания. ....	197
14.1.1. Учебно-воспитательные здания. ....	206
14.1.2. Физкультурно-оздоровительные и спортивные здания. ....	225
14.1.3. Здания торгового и бытового обслуживания. ....	232
14.1.4. Лечебно-профилактические здания. ....	236
14.2. Перспективные решения общественных зданий. ....	240
<b>Часть V. Конструкции гражданских зданий. ....</b>	256
Глава 15. Конструкции нулевого цикла. ....	256
Глава 16. Каркасы. ....	275
Глава 17. Наружные стены и их элементы. ....	287
17.1. Общие требования к конструкциям наружных стен и их классификация. ....	287
17.2. Наружные стены многэтажных зданий индустриальных технологий возведения. ....	291
17.2.1. Панельные стены. ....	299
17.2.2. Слоистые наружные стены зданий монолитной, сборно-монолитной и комбинированной строительных систем. ....	306
17.3. Наружные стены зданий традиционных строительных систем. ....	315
17.3.1. Каменные стены. ....	315
17.3.2. Деревянные стены. ....	325
17.4. Балконы, лоджии, эркеры. ....	332
17.5. Светопрозрачные ограждения гражданских зданий. ....	337
Глава 18. Внутренние стены и перегородки. ....	345
18.1. Внутренние панельные стены. ....	345
18.2. Внутренние стены из мелкогазобетонных элементов. ....	352
18.3. Перегородки. ....	356
Глава 19. Перекрытия. ....	362
Глава 20. Крыши. ....	379
20.1. Скатные стропильные крыши. ....	382
20.2. Плоские крыши с железобетонными несущими конструкциями. ....	388
Глава 21. Лестницы. ....	398
<b>Часть VI. Промышленные здания. ....</b>	407
Глава 22. Размещение промышленных предприятий в городе. ....	407
Глава 23. Основы проектирования промышленных зданий. ....	416
Глава 24. Объемно-планировочные решения промышленных зданий. ....	420
<b>Часть VII. Конструкции промышленных зданий. ....</b>	432
Глава 25. Несущие конструкции. ....	432
Глава 26. Ограждающие конструкции. ....	444
Заключение. ....	458
Литература. ....	459



# Contents

Foreword .....	3
Introduction.....	5
<b>Part I. Principles of town-planning</b> .....	7
Chapter 1. Planning and built-in of a residential area .....	7
Chapter 2. Planning patterns of the built-in of a residential area. ....	13
<b>Part II. Principles of design of buildings</b> .....	25
Chapter 3. Buildings and their main elements. ....	25
3.1 Building structures.....	25
3.2 Classification of buildings and the requirements to them .....	28
3.3 Functional principles of design.....	34
Chapter 4. Module co-ordination, unification, typization and standardization in the architectural structural design of buildings. ....	41
4.1. Module co-ordination and unification of dimensions in construction. ....	41
4.2. Methods of typization of space planning solutions to the buildings, their parts and structural elements. ....	46
Chapter 5. Principles of design of building structures.....	50
5.1. Bearing structures.....	50
5.2. Enclosure structures.....	68
5.3. Structural systems.....	68
5.4. Building systems.....	72
Chapter 6. Composition principles of design of buildings.....	79
6.1. Types of architectural compositions.....	79
6.2. Composition means.....	84
6.3. Tectonics.....	90
Chapter 7. Physics-and-engineering principles of design of buildings and their elements.....	99
7.1. Elements of construction heat engineering.....	99
7.2. Insolation.....	114
7.3. Noise protection.....	118
Chapter 8. Engineering-and-economics estimate of design solutions.....	126
<b>Part III. Residential buildings</b> .....	130
Chapter 9. Classification of residential buildings.....	130
Chapter 10. Functional, social, natural climatic, town-planning, sanitary, hygienic and fire-protection requirements to the design of residential buildings and their influence upon the choice of space planning solutions to dwelling houses and flats.....	134
10.1. Functional and social requirements to the accommodation.....	134
10.1.1 Space planning solutions to flats.....	134
10.1.2. Space planning solutions to blocks of flats.....	142
10.2. Sanitary-and-hygienic and fire-protection requirements and their influence upon the space planning solutions to blocks of flats and to flats.....	145
10.2.1 Sanitary-and-hygienic requirements to the design of accommodation.....	145
10.2.2 Fire-protection requirements to space planning solutions.....	154
10.3. Economic requirements to design of multi-storey buildings.....	158
Chapter 11. Special features of architectural compositions for multi-storey residential buildings and built-in areas.....	161
Chapter 12. Low-rise residential buildings for urban or rural construction.....	172

<b>Part IV. Public buildings</b> .....	192
<b>Chapter 13. Classification of public buildings</b> .....	192
<b>Chapter 14. Architecture of public buildings</b> .....	197
14.1. Mass public buildings.....	197
14.1.1 Educational buildings.....	206
14.1.2 Buildings for physical training, health improvement and sports.....	225
14.1.3. Buildings for trade and domestic services.....	232
14.1.4. Buildings for medical treatment and health improvement.....	236
14.2. Perspective solutions of public buildings.....	240
<b>Part V. Design structures of civil buildings</b> .....	256
<b>Chapter 15. Structures for the "zero" cycle</b> .....	275
<b>Chapter 16. Frameworks</b> .....	275
<b>Chapter 17. External walls and their elements</b> .....	287
17.1. General requirements to the external wall structures and their classification.....	287
17.2. External walls of multi-storey buildings, erected through industrial technologies.....	291
17.2.1. Panel walls.....	299
17.2.2. Flaky external wall of buildings monolithic, assembly-monolithic and combined construction systems.....	306
17.3. External walls of buildings in traditional construction systems.....	315
17.3.1. Brick walls.....	315
17.3.2. Wooden walls.....	325
17.4. Balconies, loggias, bay windows.....	332
17.5. Light-transparent enclosure structures for civil buildings.....	337
<b>Chapter 18. Internal walls and partitions</b> .....	345
18.1. Internal panel walls.....	345
18.2. Internal walls from small-size elements.....	352
18.3. Partitions.....	356
<b>Chapter 19. Floors</b> .....	362
<b>Chapter 20. Roofs</b> .....	379
20.1 Rafter pitch roofs.....	382
20.2 Flat roofs with reinforced concrete bearing structures.....	388
<b>Chapter 21. Staircases</b> .....	398
<b>Part VI. Industrial buildings</b> .....	407
<b>Chapter 22. Arrangement of industrial enterprises in cities</b> .....	407
<b>Chapter 23. Principles of design of industrial buildings</b> .....	416
<b>Chapter 24. Space planning solutions to industrial buildings</b> .....	420
<b>Part VIII. Structures of industrial buildings</b> .....	432
<b>Chapter 25. Bearing structures</b> .....	432
<b>Chapter 26. Enclosure structures</b> .....	458
<b>Conclusions</b> .....	458
<b>References</b> .....	459



1  
2  
3 | 4

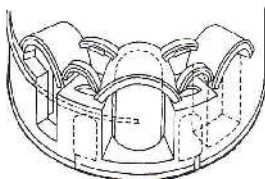
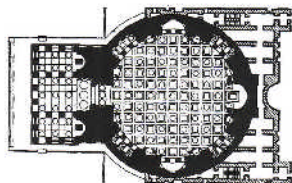
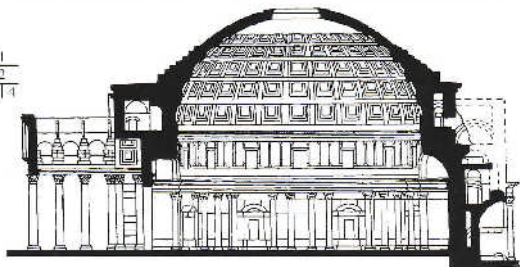
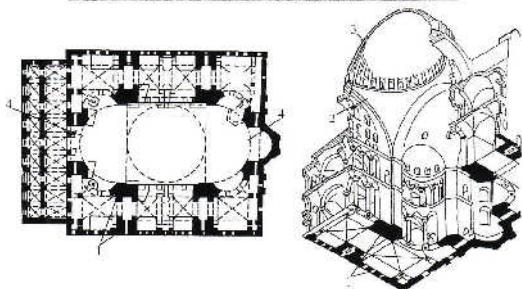


Рис. 5.11. Рим, Пантеон (II в. н.э.); 1 – общий вид, 2 – разрез; 3 – план; 4 – разгрузочные арки в массиве стены



а
б в
г



Рис.5.12. Стамбул. Собор Св. Софии (VI в. н.э.): а – общий вид, б – план; в – аксонометрия несущих конструкций; г – интерьер; 1 – арочные устои, воспринимающие распор покрытия в поперечном направлении; 2 – парус; 3 – купол; 4 – шлюккупла, воспринимающие распор в продольном направлении

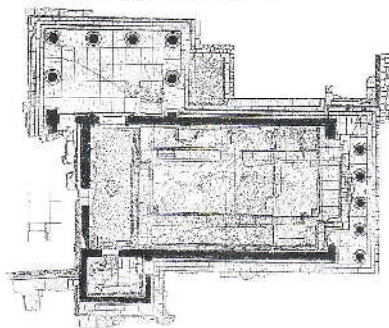
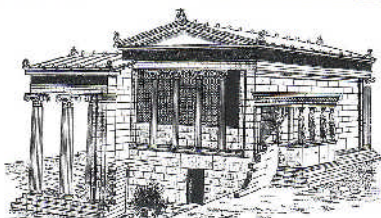


Рис. 6.9. Афины. Эрехтейон (421-406 гг. до н.э.). Портик кариатид, аксонометрия, план



Рис. 6.16. Тектоника фахверковых и каркасных зданий: а – Страсбург. Фахверковый жилой дом ремесленника XVI в.; б – Берлин. Офис фирмы "Согей" со стальным каркасом. Арх. Х.Ян, 2000г.

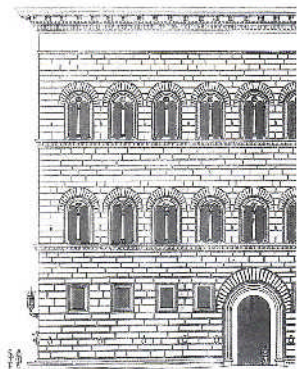


Рис. 6.17. Тектоника несущей каменной стены в архитектуре раннего Возрождения. Флоренция. Палаццо Строцци. Арх. Б. де Майано; Флоренция. Фрагмент фасада палаццо Питти. Арх. Ф.Брунеллески XV в.



а	в
б	г

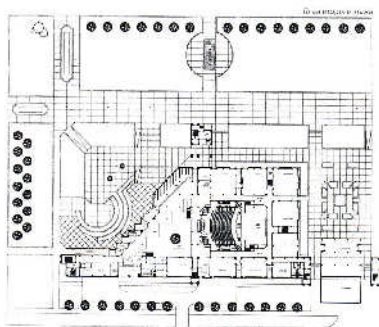
Рис. 11.6. Варианты композиционного применения цвета в московских односекционных домах: а, б – общий вид и фрагмент здания, в котором контраст цветов отделки заменяет членения объема; в, г – общий вид и фрагмент здания, в котором цвет подчеркивает членения объема здания и различие материалов отделки наружных стен



а  
б



Рис. 14.42. Школа в микрорайоне 5 Северного Бутова, г. Москва (Арх. П. В. Литомский и др.):  
а – общий вид; б – фрагмент главного входа



а  
б  
в  
г

Рис. 14.43. Детская школа искусства им. М. А. Балакирева в Волжино, г. Москва (Арх. К. С. Шехов и др.): а – общий вид; б – разрез; в – план второго этажа; г – фрагмент главного входа





1  
—  
2



Рис. 20.1. Цвет и материал кровли в архитектурной композиции здания: 1 – Бюле, Франция. Здание монастырской больницы (цветная черепица); 2 – Бурж, (шипы естественного черного шифера)

