721
M15

Т. Г. Маклакова

АРХИТЕКТУРА ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Т. Г. МАКЛАКОВА

АРХИТЕКТУРА ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования СССР в качестве учебника для студентов вузов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций»

АБОНЕМЕНТ-4

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1984

ББК 85.113(2)7
М 15
УДК 721.011(075.8)

Рецензенты:
кафедра архитектуры Всесоюзного заочного инженерно-строительного института; кафедра архитектуры гражданских и промышленных зданий Пензенского инженерно-строительного института

Маклакова Т. Г.

М15 Архитектура гражданских и промышленных зданий: Учебник для вузов. — М.: Стройиздат, 1981. — 368. с., ил.

Изложены основы проектирования гражданских и промышленных зданий и их конструкций в соответствии с функционально-технологическими, архитектурно-композиционными и конструктивно-технологическими требованиями. Даны общие сведения о планировке и застройке населенных мест и территорий промышленных предприятий. Рассмотрены основные закономерности формообразования зданий, их объемно-планировочных решений и конструктивных систем. Особое внимание уделено функциональным, физико-техническим, конструктивно-технологическим и композиционным основам проектирования полносборных зданий.

Для студентов инженерно-строительных вузов и факультетов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

М $\frac{30204\text{-}242}{047(01)\text{-}81}$ 34-81. 4902010000

ББК 85.113(2)7
72С2

© Стройиздат, 1981

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 строительную технику, как материальная среда отражает социальные условия жизни общества, как искусство способна оказывать глубокое эмоциональное воздействие.

Архитектурное проектирование зданий, сооружений и их комплексов осуществляется в соответствии с функциональными требованиями, физическими законами и законами красоты. 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 оболочки внутренних пространств, защищающей 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. Зная художественные закономерности архитектурного формообразования, архитектор предрешает в процессе проектирования задуманное эмоциональное воздействие здания или комплекса зданий.

Архитектура формирует материальную среду жизнедеятельности в соответствии с материально-техническими и экономическими возможностями общества и его потребностями. В отличие от произведений других искусств архитектурные произведения требуют при их реализации бóльших материальных затрат. Поэтому на протяжении истории развития классово-антагонистических общественных формаций архитектурные сооружения возводились по заказам представителей правящего класса, носили отпечаток его идеологии, экономических, социальных и бытовых черт. Только в условиях социализма заказчиком архитектуры выступает все общество, и она должна с максимально возможной полнотой удовлетворять его материальные, культурные и эстетические запросы. Успешному решению новых социальных и функциональных задач, которые ставит перед архитектурой социалистическая общественная формация, способствует активное использование новых возможностей и средств, предоставляемых научно-техническим прогрессом. О том, какое значение придают Партия и Правительство этим вопросам, свидетельствуют постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О развитии производства сборных железобетонных деталей и конструкций для строительства» от 19 августа 1954 г. и «О мерах по дальнейшей индустриализации, улучшению качества и снижению стоимости строительства» от 23 августа 1955 г.

Созданная на основе этих постановлений мощная производственная база способствовала широкому внедрению индустриальных методов и небывало-

му увеличению объемов строительства. В докладе XXVI съезду КПСС товарищ Л. И. Брежнев отметил, что «в 70-е годы построены жилые дома, площадь которых превышает весь городской жилищный фонд в начале 60-х годов»[1]. В одиннадцатой пятилетке планируется «увеличить долю крупнопанельных и объемно-блочных жилых домов в общем объеме жилищного строительства»[2]. Промышленное строительство развивается столь же интенсивно: за пятилетие вводится в строй до 120 млн. м^2 производственных площадей в промышленных зданиях.

Увеличению объемов строительства сопутствует непрерывное совершенствование качества возводимых объектов в ходе реализации постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 28 мая 1969 г. «О мерах по улучшению качества жилищно-гражданского строительства» и постановления Госстроя СССР от 29 мая 1974 г. № 97 «О мерах по повышению качества архитектуры промышленных предприятий, зданий, сооружений и производственных объектов сельскохозяйственного назначения».

В современной архитектуре происходит перестройка традиционных методов проектирования. На основе использования результатов ряда научных дисциплин (демографии, социологии, антропологии, эргономики, климатологии, строительной физики, строительной механики и др.), их системного анализа и обобщения формируются основы научной методики проектирования зданий и сооружений.

Развитие строительной техники привело к профессиональной дифференциации архитектурной специальности. До середины XIX в. решение всех художественных и конструктивных задач находилось в компетенции архитектора, затем произошло расчленение специальности на архитектора и инженера-строителя. В функции инженера вошло решение всех технических задач, в том числе и реализация архитектурного замысла в процессе возведения здания. В условиях индустриализации строительства сформировалась новая техническая специальность — инженер-технолог заводского производства строительных конструкций, и значительная часть архитектурного замысла стала реализоваться под его руководством при изготовлении крупноэлементных сборных конструкций и фрагментов зданий на заводах.

В условиях дифференциации специальностей и индустриализации строительства создание полноценных архитектурных произведений достигается при творческом содружестве и взаимопонимании специалистов. Воспитанию такого взаимопонимания способствует соответствующая подготовка специалистов, когда архитектор широко осведомлен о проблематике заводского изготовления строительных конструкций, а инженер-технолог знает проблематику архитектуры и архитектурно-строительного проектирования.

Курс «Архитектура гражданских и промышленных зданий» предназначен для подготовки инженеров-технологов. Он синтезирует основные положения, усвоенные студентами при изучении теоретических дисциплин, и имеет целью обеспечить системность приобретения знаний применительно к зданиям и их элементам. С учетом особенностей специальности инженера-технолога изложение курса основано преимущественно на материалах полносборного строительства. Данные о традиционных методах и конструкциях приводятся в ограниченном объеме при рассмотрении эволюции конструктивных решений зданий и их взаимосвязи с архитектурной формой.

---

[1] **Материалы XXVI** съезда КПСС. М., Политиздат, 1981, с. 35.

[2] Там же, с. 175.

РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗДАНИЙ

ГЛАВА 1. ВИДЫ ЗДАНИЙ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗДАНИЙ ПО НАЗНАЧЕНИЮ

Все здания по их назначению разделяются на три основных типа: жилые, общественные и промышленные (рис. 1.1).

Жилые здания предназначаются для постоянного или временного проживания людей.

Общественные здания предназначаются для временного пребывания людей при осуществлении в этих зданиях определенных функциональных процессов, связанных с 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.

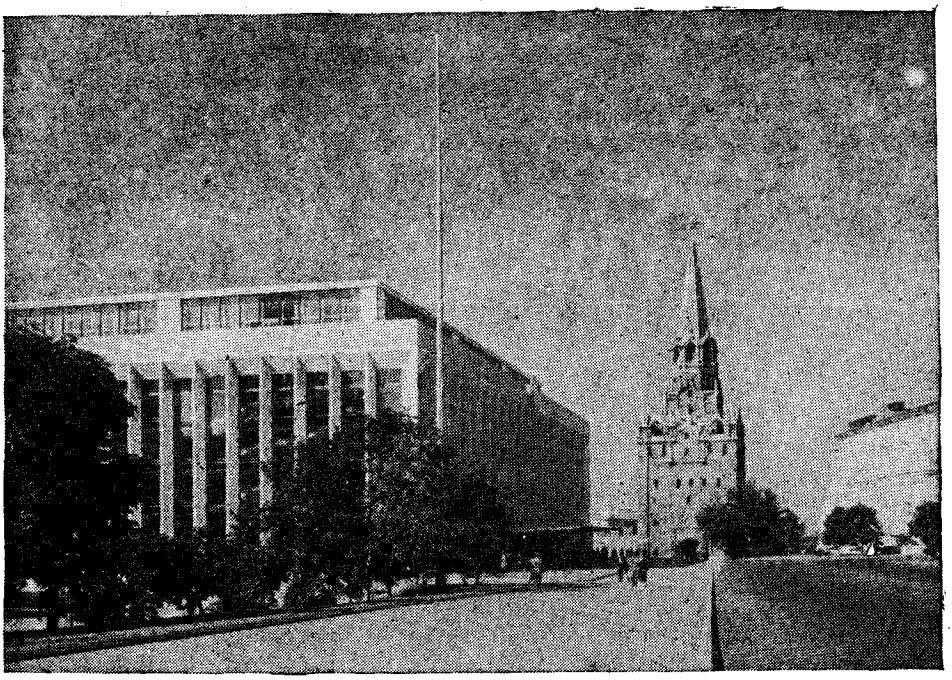
Промышленные здания предназначаются для осуществления в них производственных процессов (или подсобных функций) для различных отраслей промышленности. Особый подтип промышленных зданий составляют сельскохозяйственные здания, в которых осуществляются производственные процессы, связанные с сельским хозяйством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

Основные типы зданий легко различимы по их внешнему облику.

Жилые здания содержат большое число мелких структурных единиц (жилых комнат, кухонь 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—12 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 объемной формы, 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 полностью из одного помещения. Характер и технологическое оборудование производственных процессов требуют 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 характеризует также наличие 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.



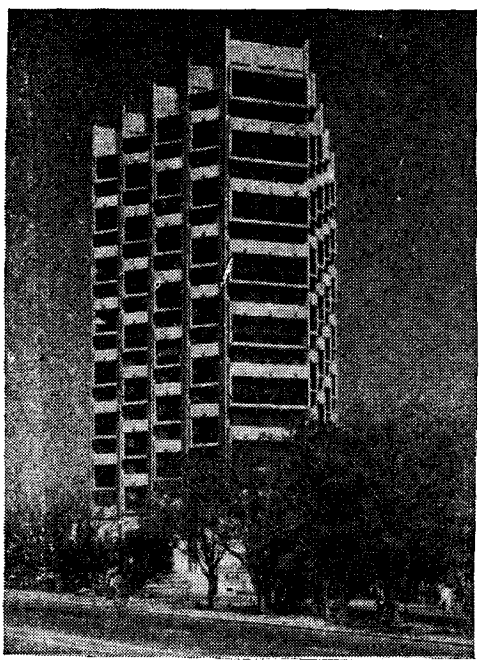


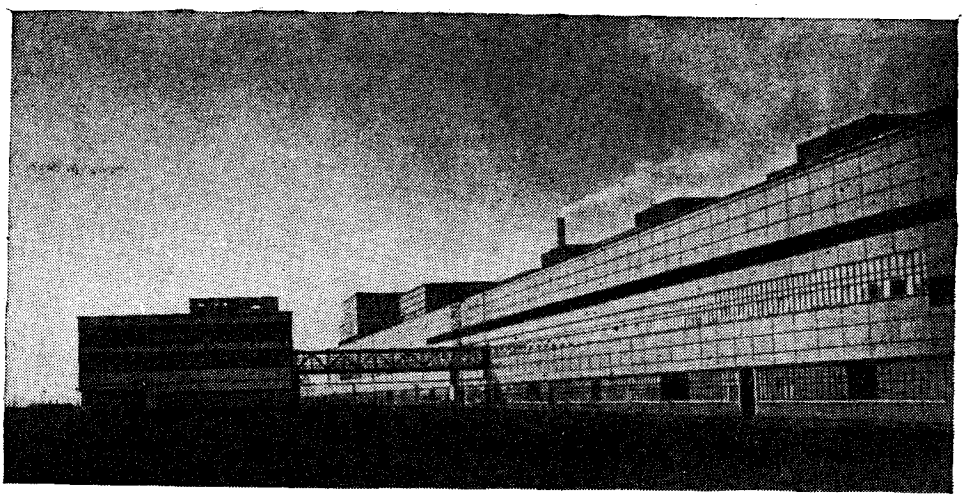
Рис. 1.1. Виды зданий
вверху — общественное — Кремлевский Дворец съездов в Москве; *внизу* — жилое; *справа* на с. 7 — промышленное

§ 2. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИЯХ ЗДАНИЙ

Каждое здание состоит из совокупности взаимосвязанных конструктивных элементов, выполняющих в нем различные функции: фундаментов, стен, каркаса, перекрытий, крыш и перегородок (рис. 1.2).

Фундаменты — подземные несущие конструкции, которые передают силовые воздействия от здания на грунт. Они устанавливаются под вертикальными несущими конструкциями здания — стенами или столбами (стойками каркаса). Нижняя горизонтальная плоскость фундаментной конструкции называется подошвой фундамента; толща поверхностных геологических пород грунтов, на которую передается нагрузка от здания через его фундаменты, — основанием здания или сооружения.

Стены — разделяются на наружные и внутренние по их расположению в плане и на несущие и ненесущие по статической функции. Наружные стены являются ограждающими конструкциями, которые защищают помеще-



ние от неблагоприятных внешних воздействий. Внутренние стены также служат ограждающими конструкциями, защищая помещения в первую очередь от звуковой энергии, проникающей из смежных помещений (звукоизоляция). Несущие стены воспринимают вертикальные и горизонтальные нагрузки и передают их на фундамент, ненесущие передают свой вес поэтажно на другие несущие конструкции зданий.

Конструкция стен может совмещать несущие и ограждающие функции (рис. 1.2, *а*) или быть только ограждающей (рис 1.2, *б*).

В несущих наружных стенах оконные проемы проектируют замкнутыми и при назначении их ширины координируют ее с шириной простенков, необходимой по требованиям прочности стен. В ненесущих стенах размеры и форма проемов могут быть назначены в соответствии с композиционным и функциональным требованиями любыми. Внутренняя (ненесущая) стена, имеющая только ограждающие функции, называется **перегородкой.** Перегородки делят внутреннее пространство здания на отдельные помещения, не имеют фундаментов и устанавливаются непосредственно на перекрытие.

Каркас состоит из вертикальных (стойки или колонны) и горизонтальных (ригели) стержневых элементов, концентрированно воспринимающих внешние нагрузки и воздействия и сосредоточенно передающих их основа

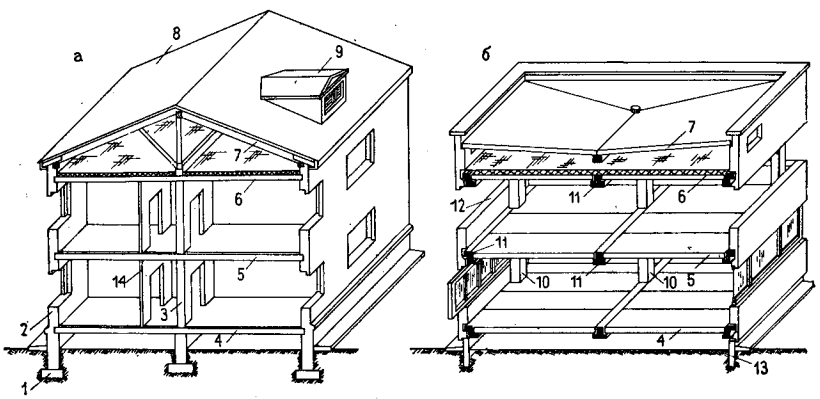


Рис. 1.2. Поперечные разрезы зданий с несущими стенами (*а*), с несущим каркасом (*б*) и их основные конструктивные элементы

1 — фундамент; *2* — наружная несущая стена; *3* — внутренняя стена; *4* — цокольное перекрытие; *5* — междуэтажное перекрытие; *6* — чердачное перекрытие; *7* — стропила; *8* — крыша; *9* — слуховое окно; *10* — стойка; *11* — ригель; *12* — ненесущая наружная стена; *13* — цоколь; *14* — перегородка

нию через фундаменты колонн. Каркас применяется вместо несущих стен или в сочетании с ними при необходимости раскрытия большого внутреннего пространства или его многократной трансформации с помощью мобильных (подвижных) конструкций перегородок.

Перекрытия — горизонтальные несущие и ограждающие конструкции. Они воспринимают вертикальные и горизонтальные силовые воздействия и передают их на несущие стены или каркас. Перекрытия разделяют внутреннее пространство здания по горизонтали. В зависимости от их расположения различают перекрытия:

междуэтажные — между двумя смежными по высоте этажами;

чердачные — между верхним этажом и чердачным пространством;

цокольные — между первым этажом и подвалом или техническим подпольем;

перекрытия над проездами — между этажом и пространством проезда под зданием.

Функции перекрытий как ограждающих конструкций зависят от их расположения в здании. Междуэтажные перекрытия являются внутренними ограждениями, их основная функция — звукоизоляция. Перекрытия чердачные, над проездами и подпольями являются наружными ограждениями. Их основная функция — теплоизоляция ограждаемых помещений.

Крыша — наружная несущая и ограждающая конструкция здания, которая воспринимает вертикальные (в том числе снеговые) и горизонтальные нагрузки и воздействия. В качестве ограждающей конструкции крыша имеет основную функцию — гидроизоляцию внутреннего пространства от атмосферных осадков. Плоскости крыши называются скатами, они располагаются под углом (уклоном) к горизонту для стока дождевых и талых вод. Уклон крыши и ее наименование (черепичная, шиферная и т. п.) зависят от примененного кровельного материала и водонепроницаемости его сопряжений. Максимальный уклон требует крыша из черепицы (крутые крыши), минимальный — покрытие многослойным рулонным ковром (плоские крыши с уклоном 1,5—5%). Увеличение уклона ската повышает скорость стекающей воды, снижая опасность протечек крыши, но увеличивает объем чердачного пространства. Скаты крыши опираются на стержневые (чаще всего деревянные) несущие конструкции — стропила, расположенные в чердачном пространстве. Для освещения и вентиляции чердака устраиваются «слуховые окна».

Несущими конструкциями «плоских» крыш являются железобетонные кровельные панели и поддерживающие их вертикальные конструкции (стены или каркас), расположенные в чердачном пространстве, которое иногда

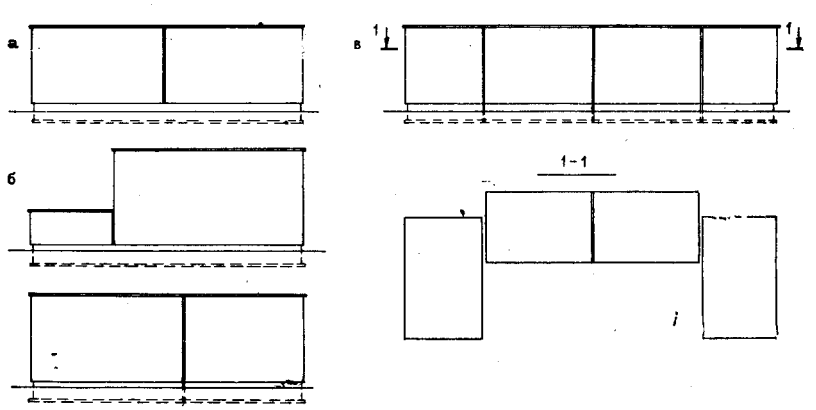


Рис. 1.3. Вертикальные швы в зданиях
а — температурно-усадочный; *б* — осадочные I (вверху) и II типа; *в* — антисейсмический

называют техническим этажом, так как в нем располагают элементы сети инженерного оборудования здания. Для вентиляции технического этажа предусматриваются отверстия в его наружных стенах, которые называются фризовыми.

В соответствии с природно-климатическими и инженерно-геологическими условиями иногда возникает необходимость устройства в здании вертикальных швов. Различают температурно-усадочные, осадочные, антисейсмические швы (рис. 1.3).

Температурно-усадочные швы устраивают во избежание образования трещин и перекосов в стенах зданий, вызываемых концентрацией температурных усилий.

Осадочные швы I типа предусматривают в местах резких перепадов этажности здания для компенсации различий вертикальных деформаций наземных конструкций высокой и низкой его частей. Осадочные швы II типа служат для компенсации значительной неравномерности деформаций основания под зданием, вызванной спецификой геологического строения основания.

Антисейсмические швы устраивают для уменьшения усилий от сейсмических воздействий в конструкциях. Эти швы расчленяют здание на отсеки элементарной формы (при сложной конфигурации здания) и по его длине.

Температурно-усадочные и осадочные швы I типа устраивают только в наземной части здания, осадочные II типа и антисейсмические — по всей высоте от подошвы фундамента до верха покрытия. При необходимости устройства в здании швов различного назначения их по возможности совмещают.

§ 3. ТРЕБОВАНИЯ К ЗДАНИЯМ

Здания любого типа должны в максимальной степени удовлетворять функциональным, техническим, экономическим и художественным требованиям. Для достижения этого необходим согласованный и целенаправленный труд коллектива специалистов, разрабатывающих проект здания, — архитекторов, конструкторов, специалистов по инженерному оборудованию, экономистов 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. Параметры среды — габариты помещений здания в соответствии с их назначением, состояние воздушной среды (температурно-влажностные характеристики, показатели воздухообмена); световой режим (показатели необходимой естественной или искусственной 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 СССР.

Соблюдение требований СНиП является обязательным при проектировании. Однако сами эти требования не являются стабильными. По мере развития производительных сил и роста материального благосостояния советских людей повышаются требования к параметрам помещений зданий и их благоустройству. В соответствии с этим периодически пересматриваются и совершенствуются нормативные требования. Так, например, нормы проектирования жилых зданий по мере увеличения жилого фонда страны имели три последовательно сменившие друг друга редакции — 1957, 1962 и 1971 гг.

Однако в период действия очередной редакции норм соблюдение их должно быть неукоснительным.

В соответствии с функциональным назначением здания в нем содержатся помещения, отвечающие его основной функции и составляющие большинство помещений здания (учебные помещения в школе, палаты и медицинские кабинеты в больнице и т. п.). Кроме того, здание должно содержать в необходимом объеме помещения для осуществления подсобных функций: столовые, буфеты, актовые залы, группы входных и коммуникационных помещений (вестибюли, лестнично-лифтовые холлы, лестничные клетки, коридоры), санитарно-технические помещения и т. п. Коммуникационные помещения обеспечивают удобную связь основных и подсобных помещений в условиях нормальной эксплуатации здания и играют решающую роль при эвакуации людей в аварийных условиях (пожар, землятрясение или др.). Возможность безопасной и срочной эвакуации (время эвакуации здания оговаривается соответствующими требованиями СНиП) обеспечивается планировочными (ширина и протяженность путей эвакуации, уклоны лестниц и т. д.) и конструктивными (использование несгораемых материалов конструкций) решениями, а также инженерными системами (механическое дымоудаление, противопожарный водопровод и т. п.).

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.

Внешние воздействия условно подразделяют на силовые и несиловые (рис. 1.4).

К силовым относятся следующие виды нагрузок и воздействий:

постоянные нагрузки — от собственного веса конструкций здания и давления грунта основания на его подземную часть;

длительно действующие временные нагрузки — от стационарного технологического оборудования, перегородок, длительно хранимых грузов (книгохранилища и т. п.), воздействия неравномерных деформаций грунтов основания и т. п.;

кратковременные нагрузки — от массы подвижного оборудования, людей, мебели, снега, ветра и т. п.;

особые воздействия — от сейсмических явлений, взрывов, просадочности лессового или протаявшего мерзлого грунтового основания здания, воздействия деформаций земной поверхности в районах влияния горных выработок и т. п.

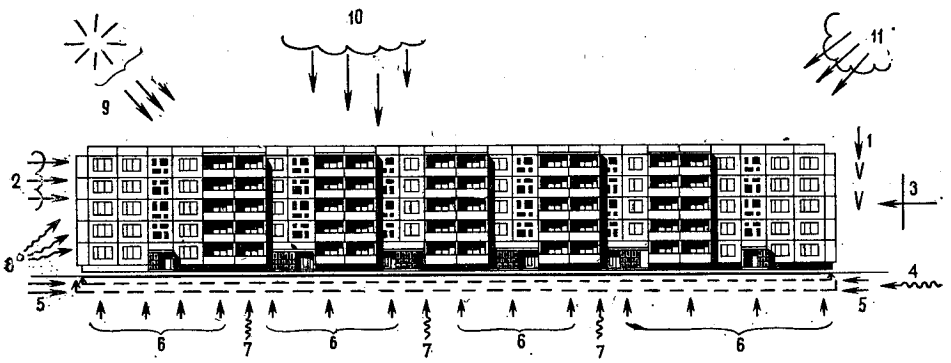


Рис. 1.4. Внешние воздействия на здание

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; *7* — грунтовая влага; *8* — шум; *9* — солнечная радиация; *10* — атмосферные осадки; *11* — состояние атмосферы (переменная температура и влажность, наличие химических примесей)

К несиловым относят воздействия:

переменных температур наружного воздуха, вызывающих линейные (температурные деформации) изменения размеров наружных конструкций здания или температурные усилия в них при стесненности проявления 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;

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.);

инфильтрации наружного воздуха через неплотности ограждающих конструкций, влияющей на их теплоизоляционные свойства и температурно-влажностный режим помещений;

химической агрессии водорастворимых примесей в воздушной среде, которые в растворенном атмосферной влагой состоянии вызывают разрушение (химическую коррозию) поверхностных слоев материала конструкций;

разнообразных шумов от источников вне и внутри зданий, нарушающих нормальный акустический режим помещений;

биологических — от микроорганизмов или насекомых, разрушающих конструкции из органических материалов.

При проектировании конструкций зданий должно предусматриваться их сопротивление всем перечисленным воздействиям. Это требование обеспечивается прочностью, устойчивостью и жесткостью 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 малыми, заранее заданными величинами деформации.

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 загружении; 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, коробления или растрескивания; коррозиестойкости — способности материалов сопротивляться разрушению, вызываемому химическими, физико- и электрохимическими процессами; биостойкости — способности органических материалов противостоять разрущающим воздействиям микроорганизмов и насекомых.

Стабильность эксплуатационных качеств, к которым относятся тепло-, звуко-, гидроизоляция и воздухонепроницаемость ограждений, — 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 условная оценка долговечности по предельному сроку службы здания. По этому признаку здания и сооружения разделяют на четыре степени: 1-я — со сроком службы 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.

По возгораемости конструкций различают материалы:

несгораемые, которые не воспламеняются, не тлеют и не обугливаются под воздействием огня или высоких температур;

трудносгораемые, которые с трудом воспламеняются, тлеют и обугливаются, но процессы горения и тления прекращаются при устранении огня или высоких температур;

сгораемые, которые воспламеняются или тлеют под воздействием огня или высоких температур, и эти процессы не прекращаются после удаления источника огня.

Предел огнестойкости строительной конструкции определяется длительностью (в часах) испытания конструкции на огнестойкость до возникновения одного из следующих трех предельных состояний: обрушения, образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, повышения температуры на противоположной огню поверхности конструкции более 220° С.

Здания разделяются на пять степеней по огнестойкости в зависимости от предела огнестойкости конструкций и группы возгораемости их материала. Согласно требованиям СНиП, пределы огнестойкости различных конструкций не одинаковы: максимальный предел (2—2,5 ч) должны иметь вертикальные несущие конструкции — стены и колонны, так как их повреждение может вызвать обрушение всего здания. Предел огнестойкости перекрытий назначается в 2—2,5 раза меньше, чем для вертикальных конструкций, так как их обрушение при пожаре вызывает только локальные повреждения в здании. Минимальные пределы огнестойкости (от 0,25 до 0,5 ч) имеют ненесущие конструкции перегородок, покрытий и ненесущих стен.

Максимальный предел огнестойкости должны иметь также брандмауэры — глухие стены, полностью пересекающие здание и выступающие за грани наружных ограждений не менее чем на 0,3 м. Брандмауэры применяют в зданиях с конструкциями низких степеней огнестойкости (IV, V) для локализации распространения пожара пределами отсека здания, заключенного между смежными брандмауэрами. Площадь отсека регламентируется СНиП в зависимости от назначения здания или пожароопасности размещенных в нем производств.

Требование экономической целесообразности проектного решения здания относится к его функциональной и технической стороне. При решении функциональных задач — размеров, размещения, количества помещений и их инженерного благоустройства — следует исходить из действительных потребностей и возможностей общества. Такой подход к экономически целесообразному решению функциональных задач рассмотрен выше на примере жилых зданий массового строительства.

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 здания назначают при проектировании в соответствии с его народнохозяйственной и градостроительной ролью. К I классу относят крупные общественные здания (театры, музеи), правительственные здания, жилые дома высотой более 9 этажей, ко II — общественные здания массового строительства и дома не выше 5 этажей, к III — дома не выше 5 этажей и общественные здания малой вместимости, к IV — малоэтажные жилые дома и временные общественные здания. Класс большинства промышленных зданий редко назначают выше третьего во избежание функционального старения здания. Интенсивное развитие технологии сопровождается коренным изменением оборудования через 20—25 лет. При этом большинство параметров здания — пролеты, высота, несущая способность подкрановых путей — часто оказываются недостаточными.

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

Архитектурно-художественные требования к проектному решению заключаются в необходимости соответствия внешнего вида здания его назначению и формирования объемов и интерьеров здания по законам красоты.

Соответствие внешнего облика назначению здания во многом определяется 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 взаимоувязаны, гармонизированы в общей архитектурной композиции, которая должна восприниматься как художественно 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 форм, но сами эти формы полностью функционально обоснованы (пластические элементы фасада являются одновременно и функциональными элементами здания — лоджиями, эркерами и др.). При решении монументального общественного здания или комплекса — мемориала героям Великой Отечественной войны, здания панорамы героического сражения, павильона СССР на всемирной выставке и т. п. — 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 в Ленинграде, Волгограде, Хатыни и др.).

ГЛАВА 2. ЕДИНАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА, УНИФИКАЦИЯ, ТИПИЗАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ, НОРМАЛИЗАЦИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

§ 1. УНИФИКАЦИЯ И ЕДИНАЯ МОДУЛЬНАЯ СИСТЕМА

Строительство в СССР осуществляется преимущественно индустриальными методами, основанными на максимальной механизации производственных процессов. Индустриализация может осуществляться двумя путями. Первый — перенесение максимального объема производственных операций в заводские условия: изготовление укрупненных сборных элементов с вы-

соким уровнем заводской готовности на механизированных или автоматизированных технологических линиях с нетрудоемким механизированным монтажом этих элементов на строительной площадке. Второй путь — сохранение всех или большинства производственных операций на строительной площадке со снижением их трудоемкости за счет применения механизированного оборудования, машин и инструментов (скользящая, объемная или плоскостная инвентарная переставная опалубка, бетононасосы, бетоноукладчики и т. п.). Первый путь является основным в отечественной практике. Он обеспечивает наибольшую экономичность строительства и открывает широкие перспективы дальнейшего совершенствования строительных конструкций. Однако заводское производство сборных изделий ставит перед проектированием специфические требования унификации. **Унификация** — научно обоснованное сокращение числа общих параметров зданий и их элементов путем устранения функционально неоправданных различий между ними. Унификация обеспечивает приведение к единообразию и сокращению числа основных объемно-планировочных размеров здания (высот этажей, пролетов перекрытий, размеров оконных и дверных проемов и пр.) и, как следствие, к единообразию размеров и форм конструктивных элементов заводского изготовления. Унификация позволяет применять однотипные изделия в зданиях различного назначения. Она обеспечивает массовость и однотипность конструктивных элементов, что способствует рентабельности их заводского изготовления.

Возможность сокращения числа типов несущих конструкций достигается унификацией расчетных нагрузок. Так, например, для конструкций перекрытий зданий различного назначения обобщенный унифицированный ряд нагрузок (без учета собственного веса) включает всего 9 величин: 200, 300, 450, 600, 800, 1000, 1250, 1600 и 2100 кгс/м^2. При этом размеры сечения железобетонного элемента перекрытия остаются постоянными для нагрузок от 200 до 1000 кгс/м^2, изменяются только армирование и марка бетона.

Унификация наружных ограждений связана с их теплоизолирующей способностью. Для бетонных (однослойных и слоистых) панелей наружных стен в соответствии с этим параметром установлен унифицированный ряд толщин — 300, 350, 400 мм.

Основой для унификации геометрических размеров изделий является **Единая модульная система в строительстве** (ЕМС) — совокупность правил координации (взаимного согласования) объемно-планировочных и конструктивных размеров зданий, строительных изделий и оборудования для их формирования на основе кратности единой величине—модулю. Цель ЕМС — создание основы для типизации и стандартизации в проектировании, производстве изделий и в строительстве.

В СССР и большинстве европейских стран в качестве единого основного модуля «М» принята величина 100 мм. Все основные размеры зданий назначают кратными модулю.

Для повышения эффективности унификации международные органы по стандартизации приняли наряду с основным укрупненные и дробные модули, соответствующие советским нормам модульной системы.

Укрупненный модуль (мультимодуль) равен основному — М, увеличенному в целое число раз. Установлен следующий предпочтительный ряд величин укрупненных модулей: 3М, 6М, 12М, 15М, 30М, 60М (т. е. 300, 600, 1200, 1500, 3000, 6000 мм). Укрупненный модуль используется при назначении основных конструктивно-планировочных размеров зданий по горизонтали (расстояния в осях между несущими конструкциями в продольном и поперечном направлении, ширина проемов и т. п.) и по вертикали (высоты этажей, проемов), а также типоразмеров крупных сборных изделий.

Понятие т и п о р а з м е р совмещает в себе вид изделия (панель наружной стены, перекрытия и др.) и его размеры. Типоразмер обычно содер-

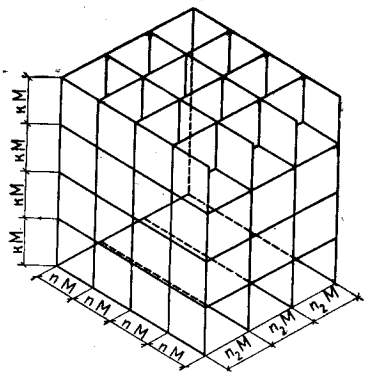


Рис. 2.1. Пространственная система модульных плоскостей

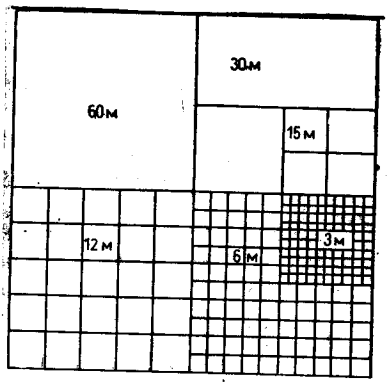


Рис. 2.2. Взаимосвязь укрупненных модулей (по Д. Б. Хазанову)

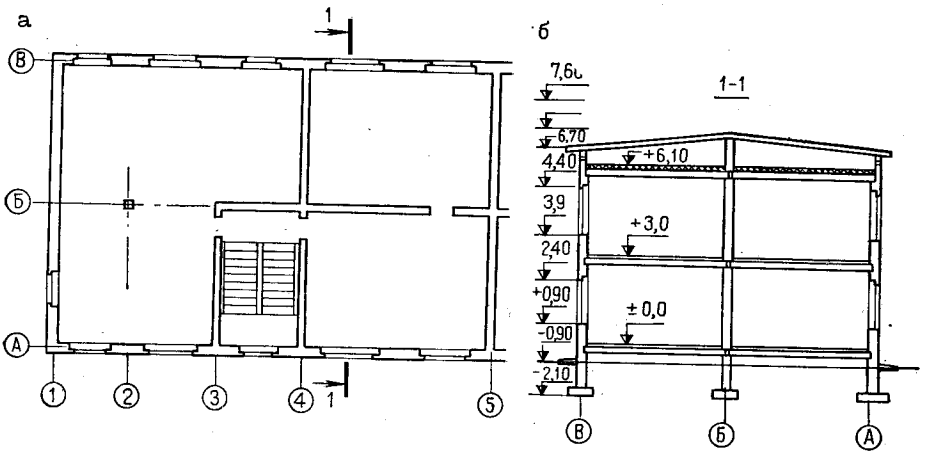


Рис. 2.3. Маркировка разбивочных осей на чертежах плана (*а*) и разреза (*б*)

жит ряд м а р о к — вариаций внутри типоразмера по каким-либо признакам — марке бетона, количеству арматуры, размещению отверстий, закладных деталей и т . п.

Дробный модуль равен какой-либо из следующих частей основного модуля — 1/2М, 1/5М, 1/10М, 1/20М, 1/50М и 1/100М, т. е. 50, 20, 10, 5, 2 и 1 мм. Кратными дробным модулям назначают размеры сечений сборных элементов. Взаимное расположение элементов здания в пространстве устанавливают с помощью трехмерной условной пространственной системы взаимно пересекающихся модульных плоскостей (рис. 2.1). Расстояния между плоскостями кратны основному или избранным для проектируемого объекта нескольким взаимосвязанным мультимодулям (рис. 2.2). Основные конструкции здания при проектировании размещают в пространстве, совмещая с модульными плоскостями.

Линии пересечения модульных плоскостей, совмещенных с несущими конструкциями здания, образуют линии модульных разбивочных осей в плане и разрезе. Оси обозначают марками (цифрами и буквами) в кружках (маркировка осей.) Оси маркируют арабскими цифрами и прописными буквами русского алфавита. Цифрами маркируют оси вдоль стороны плана с бóльшим числом разбивочных осей. Порядок маркировки: снизу вверх и слева направо по левой и нижней сторонам плана. На чертежах разрезов кроме расстояний между разбивочными ссями выносятся о т м е т к и —

расстояния в метрах от горизонтальной плоскости, уровень которой условно принят нулевым. Чаще всего за нулевой уровень принимается отметка чистого пола первого этажа (рис. 2.3).

В начале строительства здания осуществляется размещение его осей на местности, называемое разбивкой здания или разбивкой его осей. Разбивочные оси используются для привязки конструкции, т. е. для определения ее положения в здании по установленным правилам выбора расстояний от оси или грани конструкции до ближайших разбивочных осей. Для зданий разных строительных систем в целях сокращения числа типов сборных изделий приняты различные правила привязки.

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

В зданиях со стенами из кирпича и мелких блоков привязка внутренней плоскости наружных стен к модульным осям составляет 100 мм, а плоскости внутренних стен — 120 мм. При такой привязке во внутренних стенах толщиной более 250 мм образуются две координационные модульные оси с интервалом Δ между ними, который может быть использован для пропуска в стене вентиляционных каналов или антисейсмических поясов. В этих случаях модульные и разбивочные оси зданий не совпадают, поэтому на чертежах проектов парные модульные оси не наносят, а показывают только разбивочные оси (рис. 2.4). Расстояния между разбивочными осями L_1, L_2, L_3 включают модульные размеры L_0 в сумме с интервалами и определяются по формулам:

между осями наружной и внутренней стен

$$L_1 = L_0 + \frac{\Delta_1}{2}; \tag{2.1}$$

между внутренними стенами

$$L_2 = L_0 + \Delta_1; \tag{2.2}$$

то же, при разных толщинах внутренних стен

$$L_3 = L_0 + \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2}. \tag{2.3}$$

В зданиях из объемных блоков предусматривают симметричное расположение блоков между модульными разбивочными осями непрерывной модульной сетки. При этом суммарная толщина двух стенок смежных блоков в сумме с толщиной зазора между ними должна быть кратна М или 2М (рис. 2.5).

В каркасных зданиях разбивочные оси внутренних колонн размещают по их геометрической оси. Привязка крайних рядов колонн в целях максимальной унификации крайних элементов с рядовыми принимается в соответствии с особенностями конструктивной системы здания и осуществляется одним из следующих способов (рис. 2.6):

а) внутренняя грань колонны смещается от модульной разбивочной оси внутрь здания на половину ширину сечения внутренней колонны (рис. 2.6, *а*); при одинаковом сечении наружных и внутренних колонн геометрическая и модульная разбивочная оси крайних колонн совмещаются (рис. 2.6, *б*);

б) внешние грани колонн совмещаются с модульными разбивочными осями (рис. 2.6, *в*).

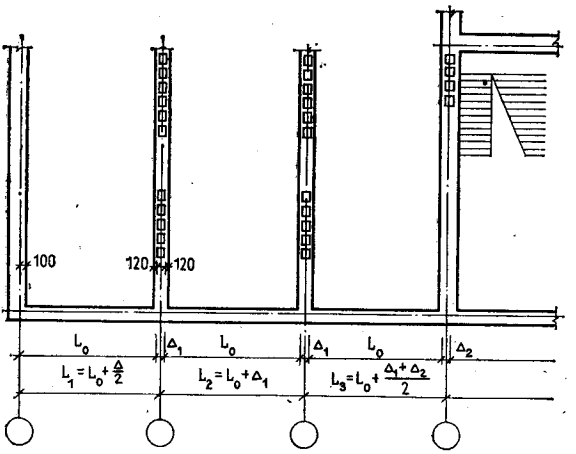


Рис. 2.4. Привязка разбивочных осей в здании с кирпичными стенами

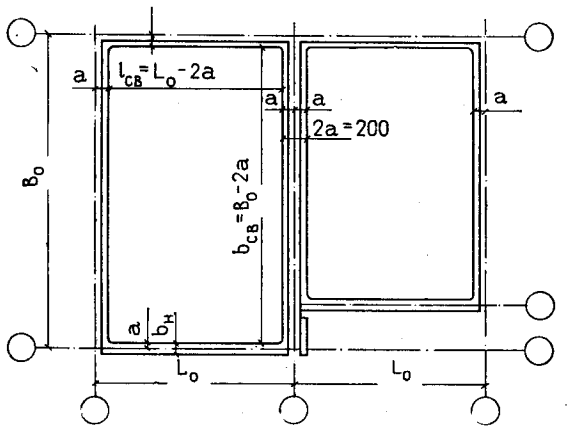


Рис. 2.5. Привязка разбивочных осей в зданиях из объемных блоков

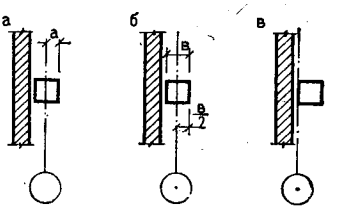


Рис. 2.6. Привязка разбивочных осей в каркасных зданиях

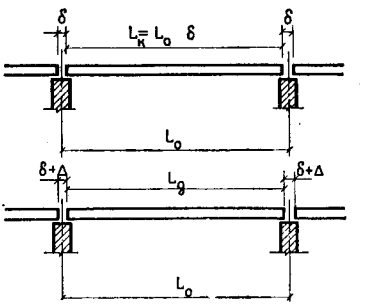


Рис. 2.7. Размеры конструктивного элемента

В одноэтажных каркасных промышленных зданиях, оборудованных электрическими мостовыми кранами, предусматривается ряд дополнительных правил привязки осей каркаса, которые рассмотрены в гл. 16.

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:

$$L_0 = kM, \tag{2.4}$$

где k — коэффициент кратности.

Кроме номинальных в строительстве используют конструктивные и натурные размеры (рис. 2.7).

Конструктивный размер — проектный размер сборного изделия $L_к$, отличающийся от координационного на проектную величину зазора между изделиями δ, т. е.

$$L_к = L_0 - \delta = kM - \delta. \tag{2.5}$$

Натурный размер — фактический размер изделия. Он отличается от конструктивного на величину, которая зависит от допуска — максимально допустимого отклонения фактического размера изделия от конструктивного. Величины допусков определяются установленным классом точности формо-

вания изделий, который в свою очередь связан с принятым классом точности изготовления формовочного оборудования. Натурный размер изделия должен отличаться от конструктивного не более чем на половину принятого для его изготовления допуска — Δ, т. е.

$$L_{\Phi}=L_{\kappa}\pm\frac{\Delta}{2}=kM-\delta\pm\frac{\Delta}{2}. \qquad (2.6)$$

Координационные конструктивно-планировочные размеры зданий в плане должны быть кратными укрупненным модулям, принятым в данной отрасли строительства.

В жилищном строительстве принят укрупненный планировочный модуль 6М. В проектах массовых общественных зданий (школ, детских учреждений) также применяют укрупненный модуль 6М, если для их возведения используются конструкции жилых зданий. Во всех остальных случаях разработка планировочных решений общественных зданий осуществляется на основе мультимодулей — 15М, 30М, 60М либо 12М.

Высота этажа в жилых, общественных и многоэтажных производственных зданиях принимается равной расстоянию между отметками чистого пола смежных этажей, в одноэтажных промышленных зданиях — расстоянию от уровня чистого пола до низа конструкций покрытия. Высота этажа жилого здания для строительства во II и III климатических районах принимается равной 2,8 м, а в I и IV — 3 м. Размеры высоты этажей для общественных и промышленных зданий составляют следующий модулированный ряд: 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. Выбор высоты этажа определяется назначением здания, например: 3,3 м — для школ и больниц, 4,2 м — для торговых залов и т. п.

§ 2. ТИПОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ТИПИЗАЦИЯ, НОРМАЛИЗАЦИЯ, СТАНДАРТИЗАЦИЯ

Типовое проектирование — это система разработки строительных проектов, основанная на типизации зданий или их фрагментов с целью многократного повторения в строительстве. Она применяется особенно широко в строительстве жилых, промышленных зданий и массовых типов общественных зданий.

Основная цель типового проектирования — обеспечение возможности внедрения в массовое строительство наиболее современных для рассматриваемого отрезка времени архитектурно-конструктивных решений. Мастер современной архитектуры Кендзо Танге (Япония) отмечает: «Типизация не предполагает ни статичной абстракции, отвлеченной от потенциальных возможностей развития, ни приведения к общему знаменателю всего разнообразия действительности. Напротив, она извлекает из потока реальности самое прогрессивное, а из ее разнообразия — самое существенное. Типизация — основной метод творчества в архитектуре»[1].

Типовое проектирование обеспечивает государственный стандарт жилища, учебно-воспитательных и других массовых и общественных зданий, необходимый уровень их качества, соответствующий материальным возможностям страны на период действия типового проекта (8—10 лет).

В строительстве гражданских зданий получил широкое внедрение серийный метод типового проектирования: разработка взаимоувязанного комплекса типовых проектов для определенных природно-климатических условий. Внедрение комплекса проектов призвано обеспечивать рациональное расселение и обслуживание, архитектурную целостность застройки и экономическую эффективность строительства. Метод серийного проектирования

[1] **Танге К.** Архитекторы Японии. Сборник статей. М., 1975., с. 73.

непрерывно совершенствуется для обеспечения большего разнообразия условий расселения семей различного численного и возрастного состава и для создания выразительных архитектурно-градостроительных композиций массовой застройки. Для этого в состав серий наряду с законченными типовыми проектами домов включают также типовые блок-секции. Блок-секция — законченный фрагмент, служащий для соединения (блокировки) элементарных типовых домов в здания сложной выразительной конфигурации или увеличенной протяженности (рис. 2.8). Блок-секционный метод позволяет сокращать число типовых проектов отдельных зданий в серии: в нее входят проекты лишь наиболее часто встречающихся типов домов в застройке и набор блок-секций. Дальнейшее развитие в крупнейших городах блок-секционного метода приводит к компоновке домов из еще более мелких единиц типизации — полусекций или блок-квартир (рис. 2.9). В проектировании промышленных объектов наряду с типизацией отдельных зданий применяется типизация их фрагментов — унифицированных типовых пролетов и секций.

Завершающим этапом типизации объемно-планировочных решений является создание планировочных нормалей (нормализация) основных типообразующих помещений зданий различного назначения. Нормализацией называются установление оптимальных размеров помещения в соответствии с его функциональным назначением и технологическим оборудованием и оптимальное размещение этого оборудования для осуществления трудовых и других процессов жизнедеятельности человека. Исходными данными для разработки нормалей и оборудования являются габариты человека в покое и движении, представляемые в виде среднестатистических геометрических параметров фигуры человека, соответствующих полу и возрасту, а также

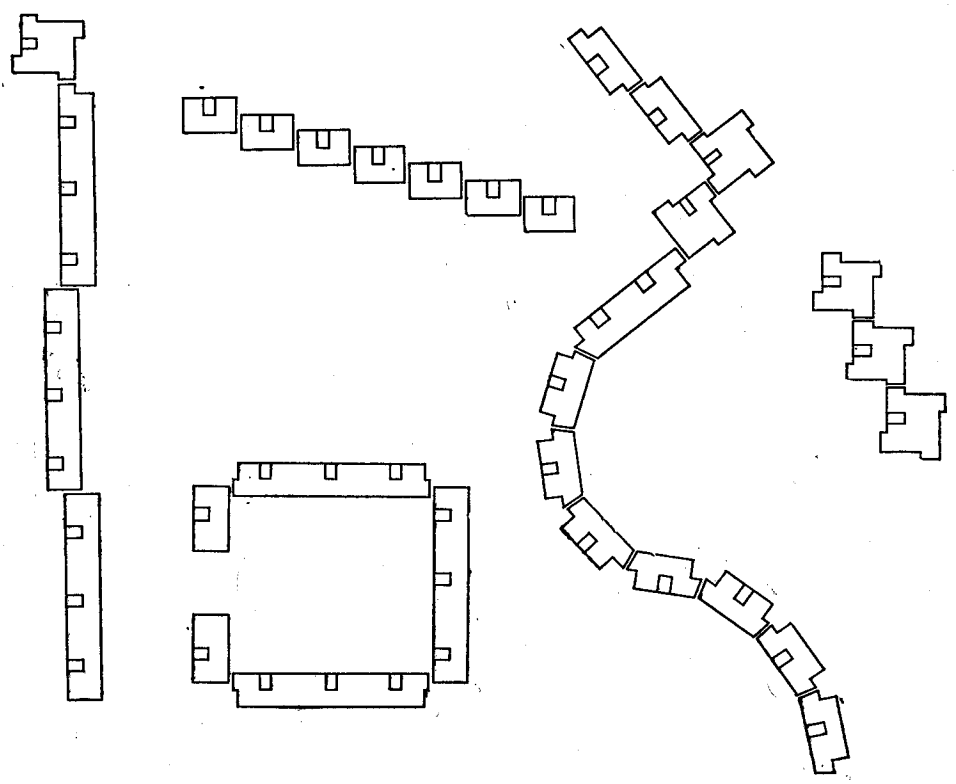
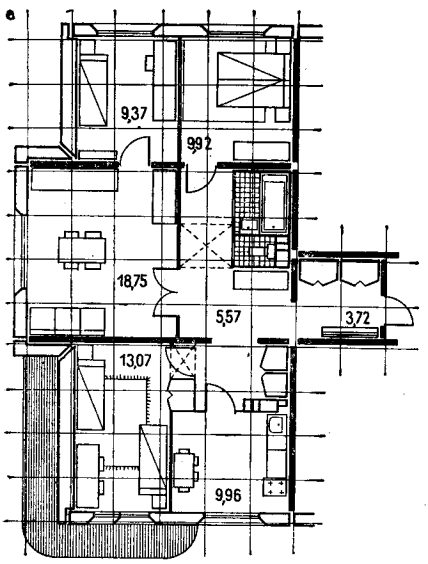


Рис. 2.8. Блок-секции и примеры их сопряжений

различным положениям в труде, быту, учебе, отдыхе (рис. 2.10). Для обеспечения удовлетворительного психологического состояния человека в помещении и на рабочем месте в проектировании должны учитываться габариты человека в движении. Дело в том, что человек даже в состоянии относительного покоя занимает пространство большее, чем габарит его тела. В процессе работы и отдыха человек часто меняет положение тела, отыскивая то, которое вызывает наименьшее утомление и мышечное напряжение. Габариты, которые человек занимает, выполняя различные бытовые процессы, легко определить по антропометрическим эскизам (рис. 2.11). В процессе трудовой деятельности тело работающего может принять множество положений, и выявление габарита пространства, необходимого для выполнения человеком производственного процесса, в отдельных случаях должно осуществляться экс-



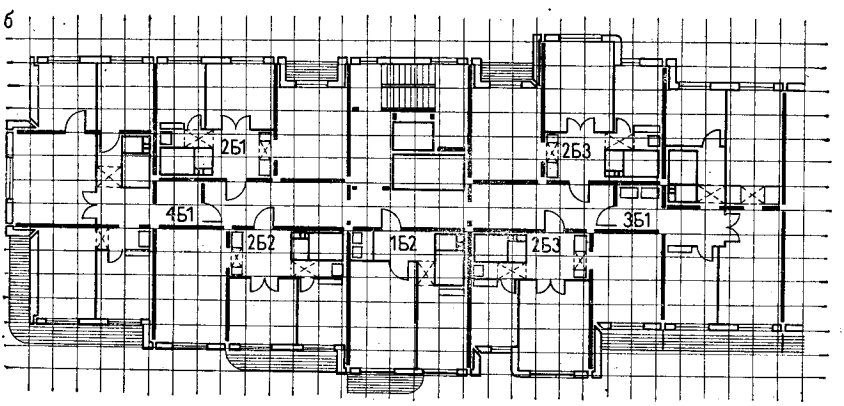


Рис. 2.9. Блок-квартирный метод компоновки здания

а — 4-комнатная блок-квартира; *б* — план этажа секции, скомпонованной из блок-квартир; *в* — схема формирования блок-секции из блок-квартир

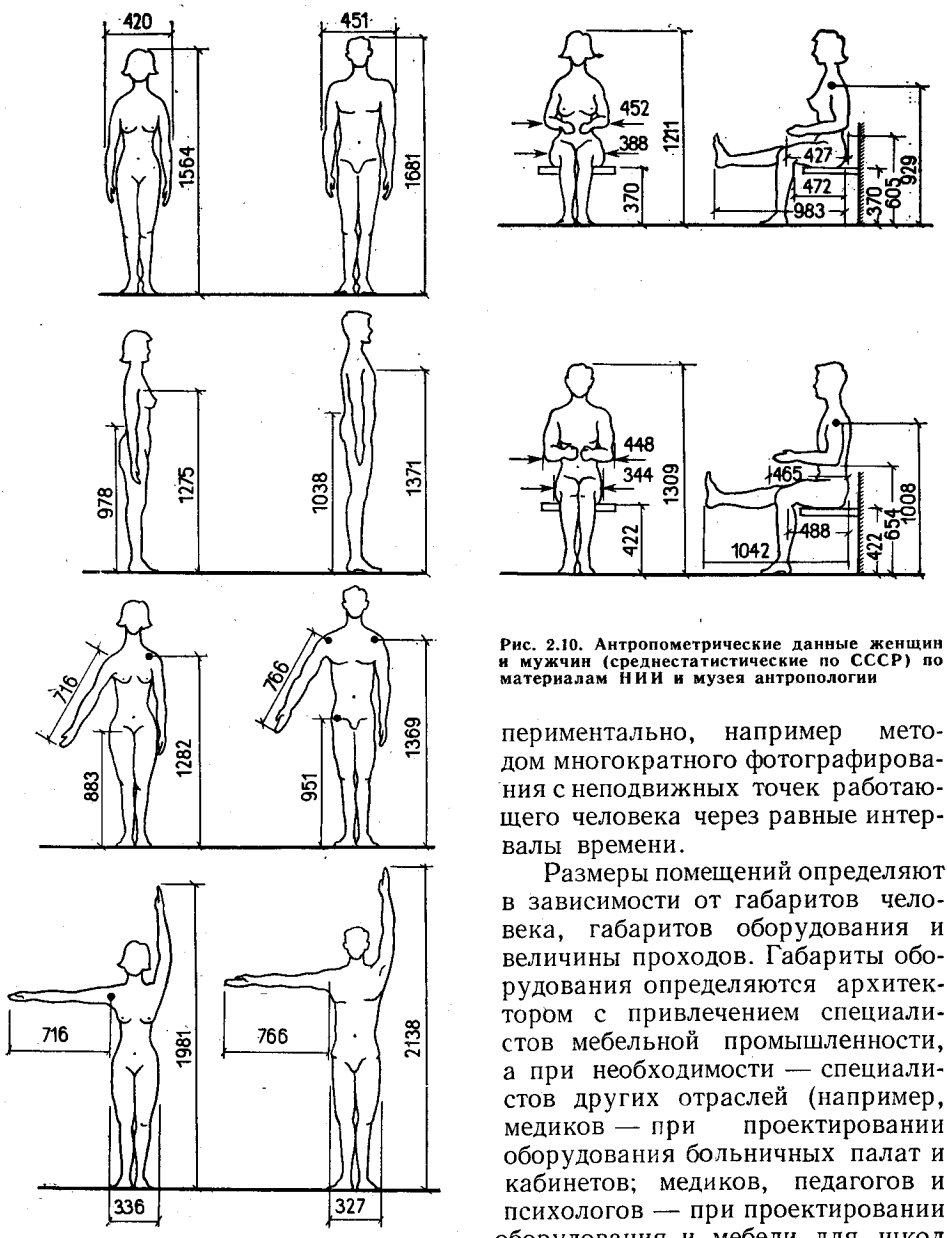


Рис. 2.10. Антропометрические данные женщин и мужчин (среднестатистические по СССР) по материалам НИИ и музея антропологии

периментально, например методом многократного фотографирования с неподвижных точек работающего человека через равные интервалы времени.

Размеры помещений определяют в зависимости от габаритов человека, габаритов оборудования и величины проходов. Габариты оборудования определяются архитектором с привлечением специалистов мебельной промышленности, а при необходимости — специалистов других отраслей (например, медиков — при проектировании оборудования больничных палат и кабинетов; медиков, педагогов и психологов — при проектировании оборудования и мебели для школ и детских учреждений; психофизиологов и технологов — при проектировании производственного оборудования).

Габариты, необходимые человеку при различных положениях, габариты мебели, оборудования и проходов принимают соответственно габаритам человека с обобщением в пределах кратности единому модулю М или 1/2М. После того как установлены габариты человека в функциональном процессе, соответствующем назначению помещения, и габариты технологического оборудования, архитектор приступает к определению размеров помещения по условиям размещения людей и оборудования. При этом определяется наилучшая компоновка всего оборудования с учетом его площади, площади, занимаемой людьми во время работы, а также площади, необходимой для свободного подхода к оборудованию.

Избранные габариты помещения согласуют с требованиями обеспечения благоприятной физики среды (естественной освещенности, необходимой кратности воздухообмена, акустики и т. д.).

Окончательное назначение размеров помещений по выявленным оптимальным схемам компоновки оборудования осуществляется в соответствии с модульными размерами и конструктивным решением здания (рис. 2.12). Как правило, планировочные нормали разрабатывают в нескольких вариантах применительно к наиболее распространенным вариантам решений конструкций.

Наличие всесторонне продуманных планировочных нормалей помещений зданий различного назначения намного ускоряет, облегчает работу проектировщика и повышает ее качество. Он приступает к компоновке здания, используя готовые нормали его основных планировочных элементов. Поскольку нормали полностью не охватывают и не должны охватывать всего разнообразия помещений в здании, при назначении формы и размеров ненормализованных помещений руководствуются следующими общими правилами: форма и размеры помещения должны наиболее полно соответствовать функции; форма помещения назначается преимущественно прямоугольной, что согласуется с формами сборных элементов конструкций; размеры помещения в осях назначаются кратными укрупненным модулям; располагают длинные стороны планов помещений перпендикулярно фасаду, что наиболее экономично; пропорции плана принимают не более 2 : 1.

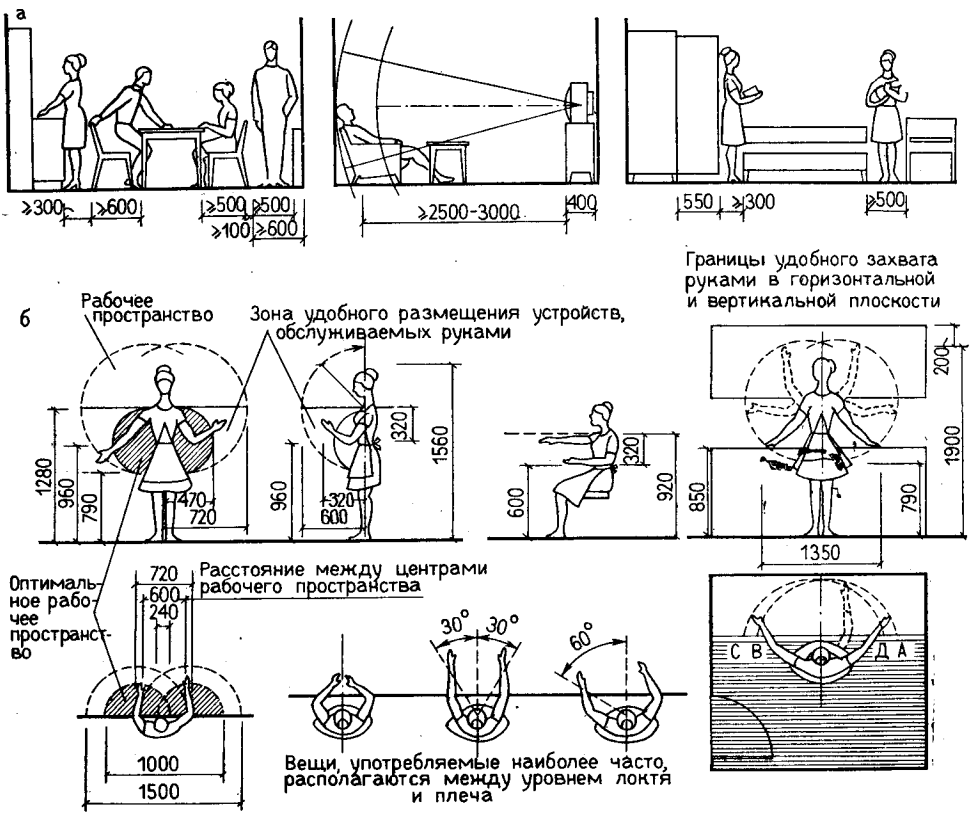


Рис. 2.11. Антропометрические эскизы

а — для определения габаритов зон квартиры (обеденной, отдыха, спальни); *б* — для определения габаритов мебели и оборудования кухни жилого дома по Е. С. Раевой

Методика типового проектирования непрерывно совершенствуется путем постепенного перехода от закрытой системы типизации зданий к открытой системе типизации конструктивных элементов зданий.

Закрытая система типизации заключается в ориентации производственного предприятия на комплексный выпуск сборных изделий для типового здания или серии типовых зданий. Такая система позволяет ориентировать производство на выпуск сравнительно небольшой номенклатуры изделий. Поэтому закрытая система типизации была положена в основу создания отечественной домостроительной промышленности в начальный период ее развития. Это ускорило ввод производственных мощностей и позволило существенно увеличить объем жилищного строительства. Однако формирование застройки только однотипными домами обедняет ее в эстетическом отношении.

Способом преодоления этого недостатка застройки может служить переход к открытой системе типизации — проектированию зданий различной формы из типовых изделий, выпускаемых предприятиями сборных конструкций по обезличенной (т. е. не привязанной к определенному проекту дома) номенклатуре.

Номенклатура таких изделий формируется по размерам — в соответствии с предпочтительным рядом укрупненных модульных величин, по сечениям несущих конструкций — в соответствии с унифицированным рядом расчетных нагрузок, по сечениям наружных ограждений — в соответствии с расчетными температурами наружного воздуха районов строительства. Все сборные элементы такой номенклатуры объединяются в общий каталог.

Открытая система типизации давно используется в строительстве для отдельных видов конструкций или для зданий определенного назначения

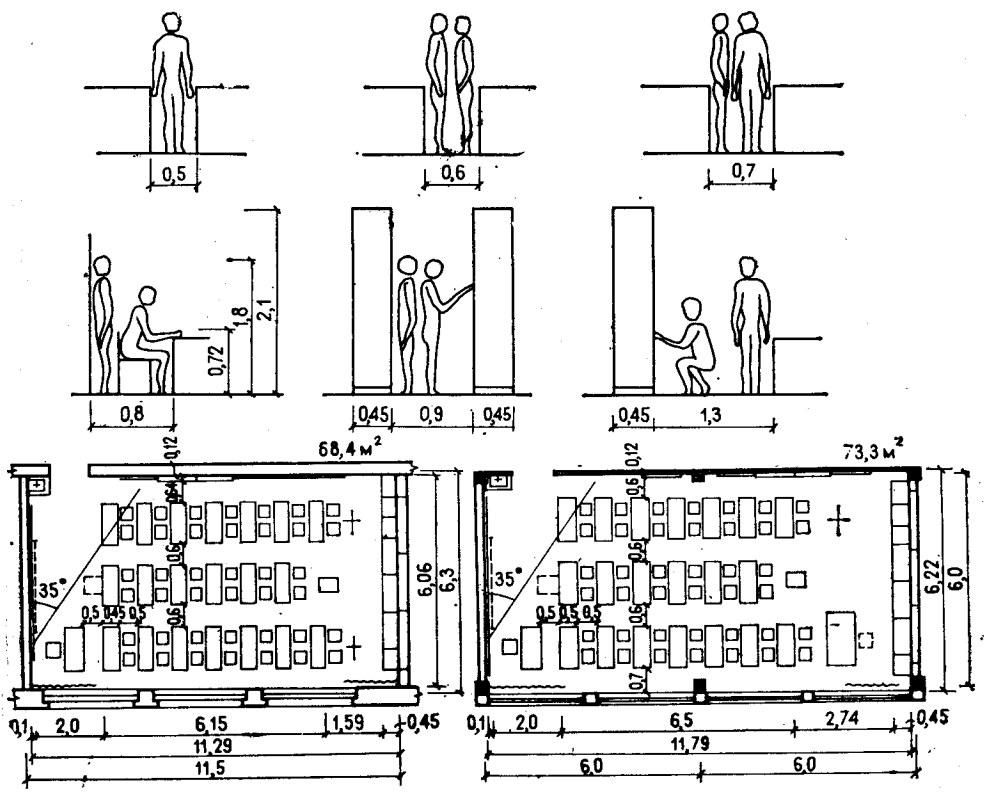


Рис. 2.12. Планировочные нормали школьного класса в кирпичном и каркасно-панельном зданиях

и конструктивной системы. Таковы, например, единая номенклатура крупных легкобетонных блоков, применяемая в строительстве бескаркасных жилых и общественных зданий, или индустриальные железобетонные изделия для каркасных конструкций, применяемых в различных общественных зданиях (каталог ИИ-04).

Ведется многолетняя работа по созданию Общесоюзного каталога унифицированных индустриальных изделий для строительства зданий, различных по назначению, этажности и конструктивному решению. Общесоюзный каталог строится на основании универсального сортамента взаимосвязанных типовых изделий. Для сокращения числа типоразмеров в каталоге предусмотрены единообразные сопряжения и привязки деталей и узлов сборных элементов. Одни разделы каталога, например конструкции 5—9-этажных панельных зданий для различных климатических условий, завершены, другие еще разрабатываются. В Общесоюзный каталог включены также ранее разработанные и освоенные промышленностью индустриальные конструкции для кирпичных и крупноблочных жилых и общественных зданий, каркасно-панельных общественных зданий и др. Каталог как сводный технический документ содержит тысячи типоразмеров изделий, но для реализации определенных объектов и комплексов в строительстве используются отдельные группы изделий из общего сортамента со сравнительно ограниченной номенклатурой. Описанный выше метод применения в качестве укрупненного элемента типизации отдельных объемно-планировочных фрагментов здания — блок-секций, полусекций или квартир — служит соединительным звеном между проектом дома и каталогом. Он обеспечивает выборку из каталога и объединение в укрупненном элементе основных типов изделий, необходимых для возведения зданий той или иной серии.

Методика типового проектирования непосредственно связана со стандартизацией. Под стандартизацией понимается установление (на уровне закона) на длительные сроки общих обязательных требований к проектным решениям и конструкциям, а также утверждение в качестве обязательных к применению стандартных строительных изделий и конструкций.

Высшей формой стандартизации являются ГОСТы — государственные общесоюзные стандарты. Наряду с ними в народном хозяйстве используются стандарты меньших категорий — республиканские, отраслевые, заводские. ГОСТы устанавливают требования, обязательные для проектирования, изготовления изделий и строительства, а также формы и габариты изделий. Поскольку объектом массового изготовления является не здание, а его конструктивные элементы (стойки, ригели, перемычки, панели, оконные и дверные блоки и т. д.), то именно они служат предметом стандартизации. Здание в целом компонуется из отдельных стандартных элементов. Пределы стандартизации для различных типов изделий различны и определяются значимостью стандартизируемого элемента для архитектурной композиции здания. Стандартизация панелей наружных стен, например, осуществляется только в отношении их конструкции, габаритов и соединительных элементов с сохранением свободы варьирования размеров проемов, членений, фактуры и цвета фасадной поверхности панелей. При стандартизации габаритов оконных блоков в их конструкции предусматривается возможность вариаций членений переплетов и систем открывания. В то же время при стандартизации изделий для фундаментов учитываются только технические и экономические требования.

ГЛАВА 3. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ

Объемно-планировочным решением здания называется объединение главных и подсобных помещений избранных размеров и формы в единую композицию. По признаку расположения помещений различают несколько основных объемно-планировочных систем зданий (рис. 3.1).

Анфиладная система имеет прямолинейный или центрический характер и предусматривает непосредственный переход из одного помещения в другое через проемы в их стенах. Применение анфиладной системы обеспечивает компактность и экономичность плана благодаря отсутствию коммуникационных помещений. Однако в связи с тем, что все основные помещения в зданиях такой системы являются проходными, она применяется относительно редко, преимущественно в музеях, картинных галереях, выставочных павильонах.

Система планировки с горизонтальными коммуникационными помещениями предусматривает связь между основными помещениями через коммуникационные. Это позволяет главные помещения проектировать непроходными. В зависимости от назначения здания и климатических условий строительства горизонтальные коммуникационные помещения выполняют закрытыми (коридоры) или открытыми (галереи). Помещения здания по отношению к горизонтальной коммуникации могут располагаться с одной, двух и даже трех сторон. Планировочная компактность и экономичность

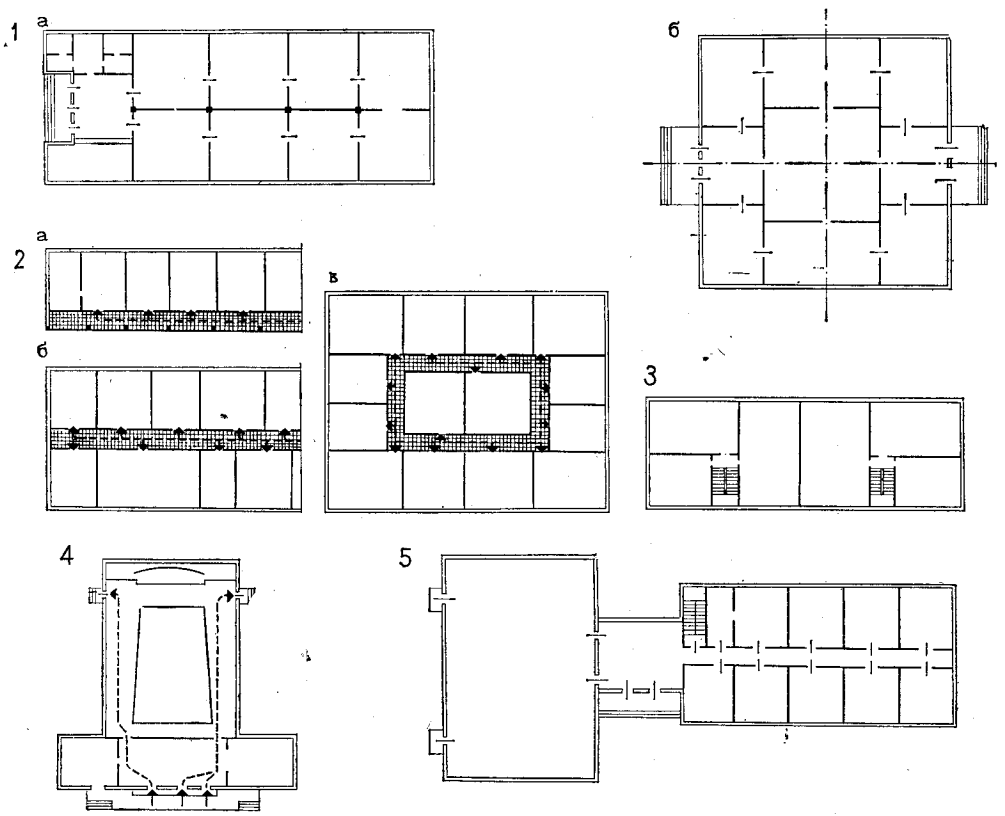


Рис. 3.1. Объемно-планировочные системы

1 — анфиладная прямолинейная (*а*), центрическая (*б*); *2* — с горизонтальными коммуникационными помещениями: *а* — галерейная; *б* — коридорная; *в* — коридорно-кольцевая; *3* — секционная; *4* — зальная; *5* — комбинированная

здания с горизонтальными коммуникациями оценивается количеством площади помещений на единицу площади или длины коммуникаций. По этому признаку наиболее экономичным из представленных на рис. 3.1 является прием коридорно-кольцевой планировки. Система планировки с горизонтальными коммуникационными помещениями широко применяется в проектировании зданий самого различного назначения — общежитий, гостиниц, школ, больниц, административных зданий и т. п.

Секционная система заключается в компоновке здания из одного или нескольких однохарактерных фрагментов (секций) с повторяющимися поэтажными планами, причем помещения всех этажей каждой секции связаны с общими вертикальными коммуникациями — лестницей или лестницей и лифтами. Секционная система является основой в проектировании квартирных жилых домов средней и большой этажности и находит применение в проектировании общежитий, больниц, детских учреждений.

Зальная система строится на подчинении относительно небольшого числа подсобных помещений главному зальному, которое определяет функциональное назначение здания в целом (спортивный зал, зрительный зал кинотеатра, крытый рынок и т. п.). Зальная система (одно- или многозальная) широко распространена в проектировании промышленных зданий.

Смешанная (комбинированная) система, сочетающая в себе элементы различных систем, применяется преимущественно в многофункциональных зданиях. Так, например, в молодежном клубе или Дворце пионеров сочетается зальная система зрелищных помещений с коридорной планировкой помещений для кружковых занятий.

При применении любой из перечисленных систем следует предусматривать наиболее удобные функциональные связи между помещениями и их минимальный объем, что способствует экономичности проектного решения. Разработка объемно-планировочного решения осуществляется на основе схемы функциональных процессов, происходящих в здании (функциональной или технологической схемы). При значительной сложности процесса его технологическую схему разрабатывает специалист-технолог (машиностроитель, металлург, энергетик или др.), работающий совместно с архитектором. Представление о необходимой функциональной взаимосвязи и группировке помещений дает на начальном этапе проектирования разработка графического изображения функциональной схемы здания. На функциональной схеме детского учреждения (рис. 3.2) наглядно видны тесная взаимосвязь помещений внутри отдельных групп, изоляция групп друг от друга и их связь с обслуживающими помещениями. В объемно-планировочной композиции здания детского учреждения эти требования отразились в пространственной изоляции помещений для отдельных групп (рис. 3.3).

При группировке помещений и определении функциональных связей между ними выявляют целесообразность организации связей по горизонтали или вертикали в соответствии с этажностью зданий.

Выбор этажности для ряда зданий предопределен их назначением. Так, цехи с тяжелым оборудованием и транспортом проектируют одноэтажными. Малая этажность функционально обусловлена для зрелищных зданий, так как способствует быстрой и безопасной эвакуации зрителей, и для детских учреждений, так как обеспечивает тесную связь детей с природным окружением. Однако для большинства видов зданий назначение не предопределяет этажности. К таким зданиям относятся гостиницы, административные здания, больницы, жилые дома, предприятия оптики, электроники, точной механики, приборостроения и др. Выбор этажности в таких случаях определяется с учетом композиционных, градостроительных и экономических требований.

Помимо функциональной схемы на выбор объемно-планировочного решения и этажности большое влияние оказывают климат, рельеф, архитек-

турное окружение. В суровых климатических условиях здания почти неизбежно приобретают компактную, замкнутую форму, в то время как на юге здания того же назначения раскрываются к природному окружению.

В многоэтажных зданиях размещение различных помещений по этажам осуществляется на основе группировки по функциональным связям. Этажи здания связывают друг с другом лестницами, а при высоте более 4—5 этажей — и лифтами. В зданиях с большим и непрерывным потоком посетителей (людским потоком) — вокзалах, универмагах и др. — для связи между этажами наряду с лестницами целесообразно применять эскалаторы.

Лестницы являются не только средством связи между этажами, но и путем эвакуации из здания в аварийных обстоятельствах (взрыв, пожар, землетрясение). Для безопасности путей эвакуации лестницы располагают в замкнутом несгораемыми стенами объеме — лестничной клетке и выполняют из несгораемых конструкций. Для безопасности движения по основным эвакуационным лестницам их уклон принимают не менее 1 : 2, а ширину не менее 1,05 м в жилых зданиях и не менее 1,35 м в общественных и промышленных. Расстояния от наиболее удаленных помещений до эвакуационной лестницы или наружного выхода имеют нормативные ограничения (табл.3.1).

В соответствии с требованиями табл. 3.1 в протяженных зданиях предусматривают несколько эвакуационных лестниц. Все лестницы или некоторые из них (в зависимости от типа здания) имеют выход на крышу. В зданиях выше 5 этажей эвакуационная лестница должна завершаться на уровне входа в здание. Входы в подвалы или технические подполья по противопожарным требованиям должны располагаться вне лестничной клетки.

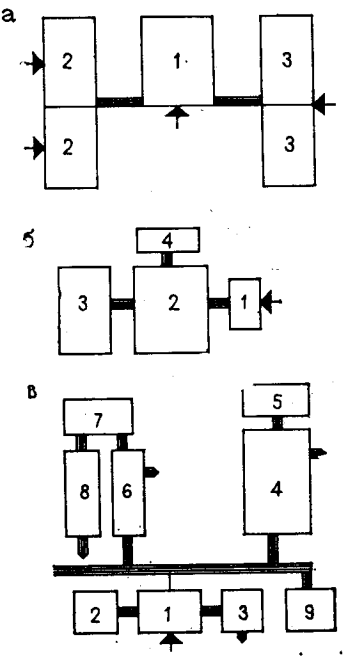


Рис. 3.2. Функциональная схема детского дошкольного учреждения

а — общая схема здания: *1* — административно-хозяйственный блок; *2* — группа яслей; *3* — группа сада; *б* — схема группы: *1* — раздевальня; *2* — групповая; *3* — спальни-веранды; *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

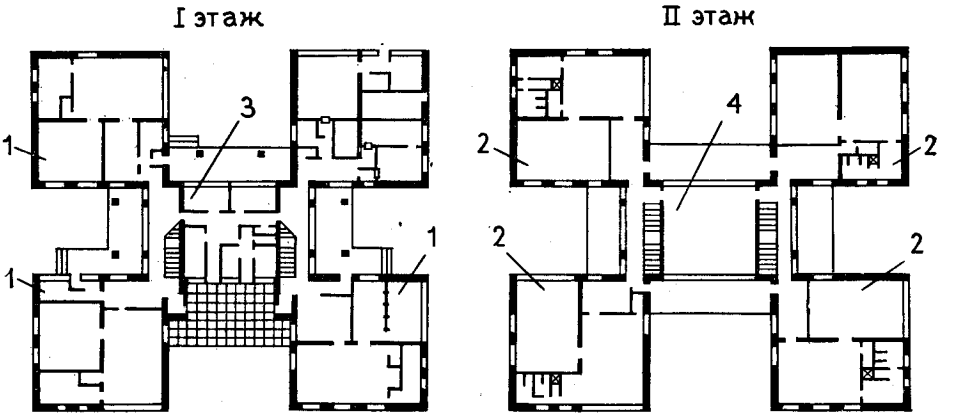


Рис. 3.3. Детские ясли-сад на 160 мест

1 — помещения ясельных групп; *2* — то же, детского сада; *3* — административно-хозяйственные помещения; *4* — зал

ТАБЛИЦА 3.1 МАКСИМАЛЬНАЯ ПРОТЯЖЕННОСТЬ ПУТЕЙ ЭВАКУАЦИИ В ЗДАНИЯХ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Степень огнестойкости здания	Расстояние, м						
	из помещений, расположенных между лестничными клетками или наружными выходами, в				из помещений с выходами в тупиковый коридор в		
	жилых домах	детских учреждениях	больницах	прочих общественных зданиях	жилых домах	детских учреждениях	прочих общественных зданиях
I	40	20	30	40	25	20	25
II	40	20	30	40	25	20	25
III	30	15	25	30	20	15	15
IV	25	12	20	25	15	12	12
V	20	10	15	20	10	10	10

Примечание. Предельные расстояния до эвакуационных выходов в промышленных зданиях приведены в гл. 17 и 18.

Лестничные марши (совокупность ступеней между лестничными площадками) эвакуационных лестниц должны быть прямолинейными, содержать не менее 3 и не более 16 ступеней постоянной ширины и высоты.

Помимо эвакуационных в зданиях могут быть предусмотрены другие лестницы, на которые не распространяются перечисленные требования. Это свободно располагаемые в интерьере (вне лестничной клетки) лестницы могут устраиваться на всю высоту здания или только на 1—2 этажа, иметь ломаную или криволинейную форму марша и произвольное число ступеней. В том случае, если такая лестница является внутриквартирной, она может быть выполнена из сгораемых материалов и иметь крутой уклон (до 1 : 1,25).

Эвакуационные лестницы пронизывают все здание по высоте, их место на плане каждого этажа строго зафиксировано. Обычно в поэтажных планах фиксируют на одной вертикали размещение друг над другом санитарно-технических узлов и других помещений с влажным внутренним режимом. Это обеспечивает простоту прокладки санитарно-технических коммуникаций, выделение помещений с влажным режимом, специфической отделкой и гидроизоляцией в единый объем, сохранность отделки смежных помещений при нарушении гидроизоляции влажных.

Столь же строго повторяется в поэтажных планах расположение вертикальных несущих конструкций — стен, колонн и т. п. Иногда размещение несущих конструкций входит в противоречие с функциональными задачами, например в связи с необходимостью создания большого зального про-

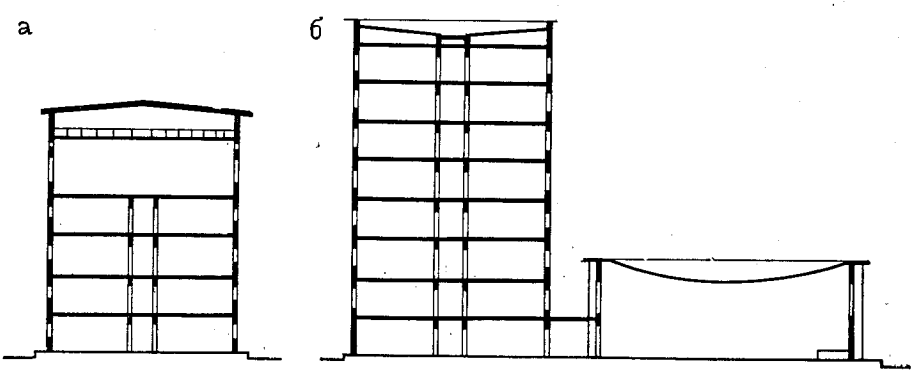


Рис. 3.4. Схемы размещения зальных помещений в многоэтажных зданиях
а — на верхнем этаже; *б* — в пристройке

странства на одном из этажей. Если это функционально возможно, такие помещения технически целесообразно размещать на верхнем этаже здания. При функциональной необходимости размещения зальных помещений в нижних этажах многоэтажных зданий залы обычно располагают в малоэтажных пристроенных объемах (рис. 3.4), так как при их расположении в основном объеме усложняются и удорожаются несущие конструкции.

ГЛАВА 4. НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

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

Для несущих конструкций применяют две группы материалов: жесткие и нежесткие. К жестким относятся камень, бетон, железобетон, армоцемент, металлические стержни с сечениями различной конфигурации, дерево. Нежесткие материалы объединяют 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 — только в конструкциях, работающих на растяжение. Для обеспечения несущей способности конструкции из нежестких материалов выполняют с предварительным натяжением.

По характеру статической работы все несущие конструкции подразделяются **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 пространственных конструкций и снижается расход материалов на их изготовление.

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

Стоечно-балочная конструкция (рис. 4.1) является наиболее простой и распространенной среди плоскостных. Она состоит из вертикальных и горизонтальных стержневых несущих элементов. Вертикальный элемент — с т о й к а (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 сама стойка работает на сжатие и изгиб. Горизонтальный элемент стоечно-балочной системы — б а л к а (брус) — прямолинейный стержень, работающий на поперечный изгиб под действием вертикальных нагрузок.

Сопряжения вертикальных и горизонтальных элементов могут иметь различную жесткость, что отражается на характере их совместной работы. При шарнирном опирании балки обладают свободой горизонтальных перемещений и поворота на опоре. В связи с этим они передают на стойки только вертикальные усилия. При жестком сопряжении балки со стойкой обеспечиваются совместность их деформаций и перемещений в узле сопряжения и возможность передачи изгибающего момента от балки на стойку. Такой вариант стоечно-балочной системы носит название р а м ы или рамной конструкции, а жесткий узел сопряжения балки со стойкой — р а м н о г о у з л а. Стоечно-балочные конструкции выполняют с различным числом

пролетов и ярусов (этажей). Система несущих конструкций здания в виде многопролетной и многоэтажной стоечно-балочной конструкции называется каркасной системой.

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

Каркас из стоечно-балочных конструкций с шарнирными сопряжениями пространственной жесткостью не обладает. Для ее обеспечения вводятся специальные конструкции вертикальных связей, и вся система несущих конструкций здания называется каркасно-связевой или связевым каркасом. В качестве связей могут быть использованы отдельные стены (диафрагмы жесткости), рамы, раскосы и др.

В рамных и связевых каркасах горизонтальными диафрагмами жесткости служат конструкции перекрытий. Каркасные конструкции применяют в общественных и промышленных зданиях при необходимости организации открытых внутренних пространств большой площади или многократной трансформации планировочных решений.

Стоечно-балочные конструкции зародились в глубокой древности.

В современном строительстве стоечно-балочные конструкции выполняют преимущественно из железобетона, реже из стали или дерева либо в сочета-

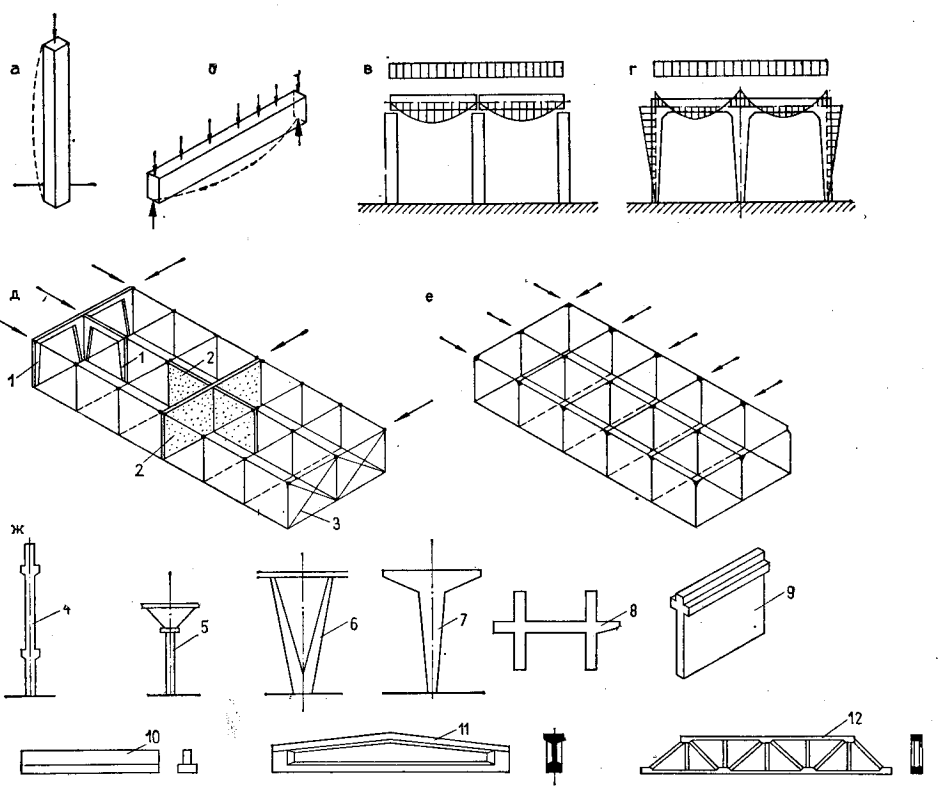


Рис. 4.1. Стоечно-балочная конструктивная система

а — стойка; *б* — балка; *в* — стоечно-балочная система с шарнирным сопряжением элементов; *г* — то же, с рамным; *д* — рамно-связевая схема каркаса с вариантами конструкций вертикальных связей жесткости в виде рам (*1*), стен (*2*), раскосов (*3*); *е* — рамная схема каркаса; *ж* — сборные железобетонные элементы стоечно-балочной системы; *4* — двухэтажная колонна; *5* — колонна безбалочного перекрытия; *6* и *7* — V- и Т-образные колонны; *8* — совмещенный стоечно-балочный элемент; *9* — совмещенная конструкция ригеля и стенки жесткости; *10* — ригель перекрытия; *11* — балка покрытия; *12* — ферма

нии железобетона и стали (например, железобетонные колонны и стальные фермы). Конструктивные модификации элементов стоечно-балочных конструкций чрезвычайно разнообразны.

Арочная конструкция представляет собой брус криволинейного (циркульного, параболического и др.) очертания. Кривизна арки обеспечивает возможность 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 р а с п о р (рис. 4.2). Это обстоятельство требует соответствующего усиления опор или применения затяжки-связи, стягивающей п я т ы 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 бóльшие пролеты, чем балками.

При увеличении ширины арки в направлении, перпендикулярном ее пролету, образуется конструкция пространственной формы, называемая ц и л и н д р и ч е с к и м с в о д о м. В этой конструкции арочная кривая служит направляющей, а горизонтальная прямая — образующей поверхности свода. Поверхность цилиндрического свода относится к числу линейчатых поверхностей, т. е. поверхностей, образованных перемещением по направляющим одной или группы прямых линий. Линейчатые криволинейные поверхности наиболее широко применяются в строительстве, так как наличие прямолинейных образующих облегчает возведение конструкций.

Конструкция цилиндрического свода при пространственной геометрической форме в статическом отношении является плоскостной. Если конструкцию свода мысленно рассечь 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 художественными задачами цилиндрический свод получил в архитектуре много модификаций. На базе пересечения двух цилиндрических сводов с одинаковой стрелой подъема построен к р е с т о в ы й с в о д, состоящий из четырех фрагментов цилиндрической поверхности — р а с п а л у б о к и опертый на четыре точки; при компоновке конструкции из четырех других фрагментов пересекающихся сводов — л о т к о в образуется с о м к н у т ы й с в о д, опертый по контуру; при срезке вершины сомкнутого свода горизонтальной плоскостью образуется з е р к а л ь н ы й с в о д и т. п.

Все перечисленные модификации в отличие от цилиндрического свода являются пространственными конструк-

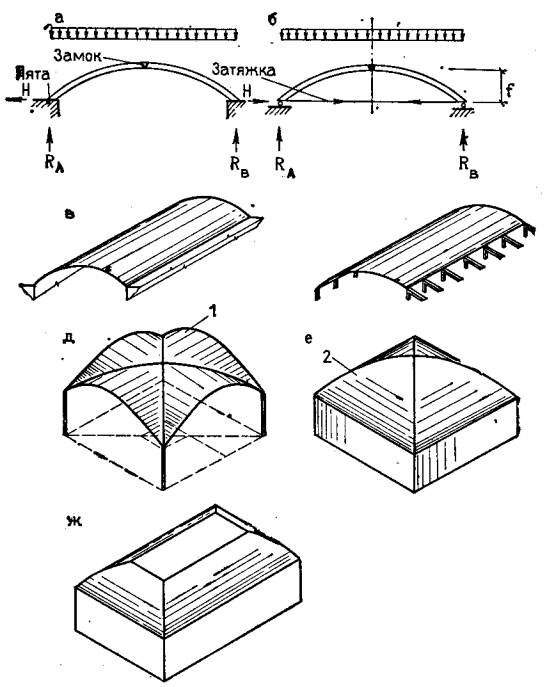


Рис. 4.2. Арочно-сводчатые конструкции

а — арка; *б* — арка с затяжкой; *в* — цилиндрический свод; *г* — цилиндрический свод на стоечно-подкосных опорах; *д* — крестовый свод; *е* — сомкнутый (монастырский) свод; *ж* — зеркальный свод; R_A и R_B — вертикальные реакции опор; *H* — распор; *f* — стрела подъема арки; *1* — распалубка; *2* — лоток

циями не только по геометрической форме, но и по статической работе. Конструкции сводов совмещают несущие и ограждающие функции. Применение арочных несущих конструкций в покрытии требует дополнения их специальными ограждающими.

Разнообразные модификации цилиндрических арок и сводов были разработаны и широко применялись в эпоху Древнего Рима (I в. до н. э. — IV в. н. э.). Возводились эти конструкции из кирпича, тесаного камня и бетона. Дальнейшее развитие каменные сводчатые конструкции получили в эпоху готики (XIII—XV вв.) уже на базе не цилиндрических, а более сложных по форме стрельчатых сводов (рис. 4.3), возникших в зодчестве Арабского халифата (VII—IX вв. н. э.).

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

Стеновая (бескаркасная, коробчатая, плоскостенная)[1] несущая конструкция состоит из плоскостных вертикальных и горизонтальных элементов — стен и перекрытий. Стержневая стоечно-балочная конструкция является только несущей и при применении в здании должна дополняться ограждающими конструкциями, для коробчатой же конструкции характерно совмещение несущих и ограждающих функций. Многоэтажная многопролетная коробчатая конструкция образует многократно статически неопределимую систему составного стержня, прочность и пространственная жесткость которого зависят от его материала и степени податливости сопряжений плоских элементов стен и перекрытий между собой.

Совмещение несущих и ограждающих функций в одном конструктивном элементе позволяет применять стеновую систему в зданиях со стабильной планировочной схемой и ограниченной площадью помещений. Она является основной в современном многоэтажном жилищном строительстве из кирпича, крупных блоков, панелей и монолитного 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 поскостей, пересекающих оболочку по нормали к ней. В общем случае поверхности оболочек имеют кривизну в двух направлениях. Такие конструкции называют оболочками двоякой кривизны. Полной характеристикой кривизны поверхностей является гауссова кривизна K — величина, обратная произведению радиусов кривых, образуемых пересечением оболочки двумя взаимно перпендикулярными плоскостями, проходящими через нормаль к ее поверхности:

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

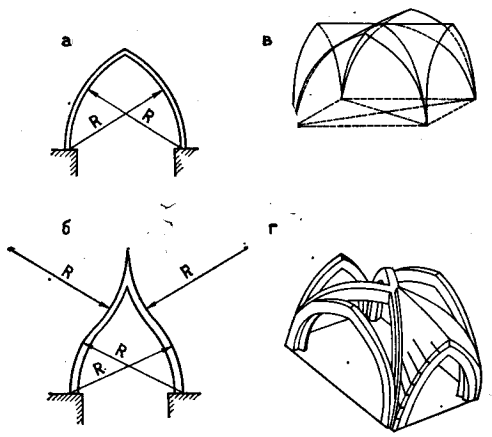


Рис. 4.3. Стрельчатые арки и своды
а, б — двухцентровая и четырехцентровая арки; *в* — стрельчатый крестовый свод (построение); *г* — ребристый стрельчатый крестовый свод

[1] Здесь и далее в скобках приводятся синонимы основного термина, встречающиеся в технической литературе.

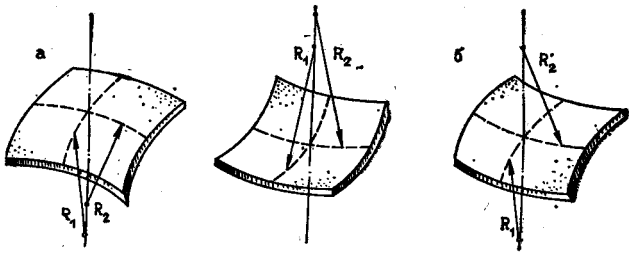


Рис. 4.4. Поверхности двоякой положительной (*а*) и отрицательной (*б*) кривизны

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. 4.4). К оболочкам положительной гауссовой кривизны относятся все купольные оболочки (сфероид или эллипсоид вращения и т. п.), оболочки переноса (бочарные своды) и т. п. Характерным примером поверхности отрицательной кривизны является гиперболический параболоид, формируемый перемещением параболы с ветвями вверх по параболе с ветвями вниз (рис. 4.5).

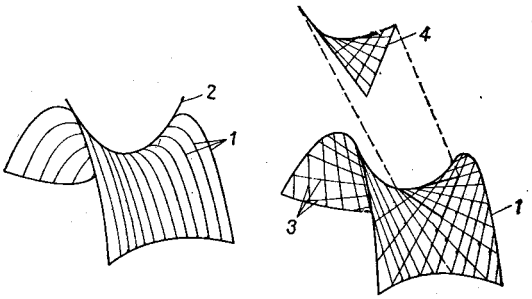


Рис. 4.5. Гиперболический параболоид
1 — парабола с вершиной вверх; *2* — парабола с вершиной вниз; *3* — прямолинейные образующие; *4* — пространственный четырехугольник — гипар

Если поверхность оболочки в одном из направлений имеет конечную величину кривизны, а в перпендикулярном ему — нулевую, то ее называют оболочкой одинарной кривизны (цилиндрическая и коническая оболочка — коноид). Такие поверхности также относятся к линейчатым, имеющим прямолинейную образующую.

Оболочки являются пространственными конструкциями как по форме, так и по существу статической работы. Их бóльшая по сравнению с плоскостными конструкциями несущая способность определяется не дополнительным расходом материалов, а только изменением формы конструкции, способствующей повышению ее жесткости. Это становится очевидным при сопоставлении конструкций плоской плиты с пространственной конструкцией (длинного цилиндрического свода — оболочки одинарной кривизны), примененных в условиях равенства пролетов и нагрузок (рис. 4.6). 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 с в о д - о б о л о ч к а — безраспорная конструкция, работающая на поперечный изгиб как балка пространственной формы, с в о д — распорная конструкция, работающая преимущественно на осевые усилия. Для обеспечения последнего условия кривая свода принимается пологой, в то время как для повышения жесткости свода-оболочки целесообразна бóльшая кривизна формы, наконец, продольная ось длинного цилиндрического свода-оболочки размещается параллельно перекрываемому пролету, а продольная ось свода — перпендикулярно ему.

Цилиндрические и коноидальные своды-оболочки используются по большей части в многоволновых одно- и многопролетных сочетаниях; применяют

консольные и бесконсольные, параллельные и веерные оболочки, разнообразные формы жесткостных элементов (рис. 4.7).

Складки — пространственная конструкция, образуемая сочетанием 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. 4.8). Складки получают применение в покрытиях пролетом до 40 м и в высоких стенах при необходимости повышения их жесткости. Получило распространение сочетание складчатых стен и покрытий с жесткими сопряжениями между ними в виде пространственной рамной конструкции. Складки используют в арочных и шатровых покрытиях для помещений с прямоугольным, трапециевидным, многоугольным или криволинейным планом.

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

Оболочки двоякой кривизны являются распорными конструкциями. В связи с разнообразием геометрических форм оболочек горизонтальная

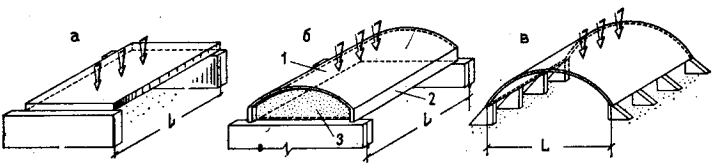


Рис. 4.6. Схемы конструкций
а — плоской плиты; *б* — цилиндрического свода-оболочки; *в* — цилиндрического свода; *1* — оболочка; *2* — бортовой элемент оболочки; *3* — диафрагма жесткости

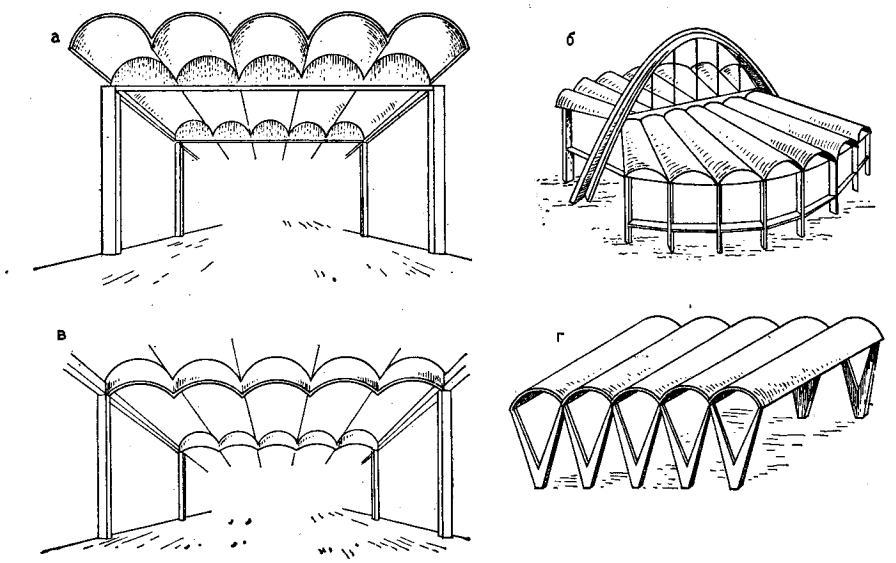


Рис. 4.7. Многоволновые оболочки
а — консолированные; *б* — веерные; *в* — с серповидными диафрагмами жесткости; *г* — на отдельных опорах

составляющая опорной реакции (распор) может иметь различную направленность: наружу — в куполах и волнистых сводах, внутрь — в гипарах и лотковых сводах. Тонкостенные конструкции оболочек двоякой кривизны в целом являются изобретением XX в. 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, армоцемента, 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 погашала его распор (рис. 4.9), и храма св. Софии в Константинополе куполом диаметром 31,5 м, опертым через систему из четырех сферических парусов только на 4 опоры (рис. 4.10). В отличие от массивности опорных конструкций Пантеона в храме св. Софии распор купола передан на сквозные арки смежных пролетов.

В XX в. при возведении куполов из железобетона и металлов наступил новый этап развития купольных конструкций. Изменились геометрические

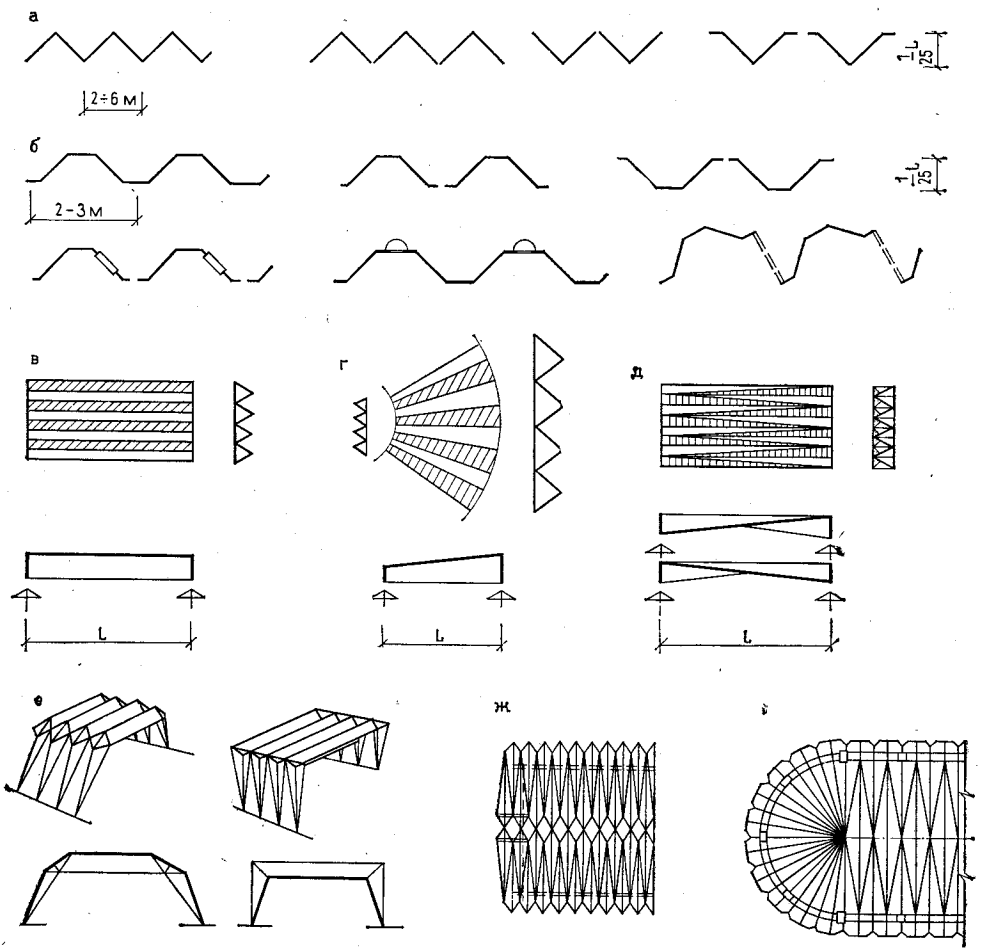
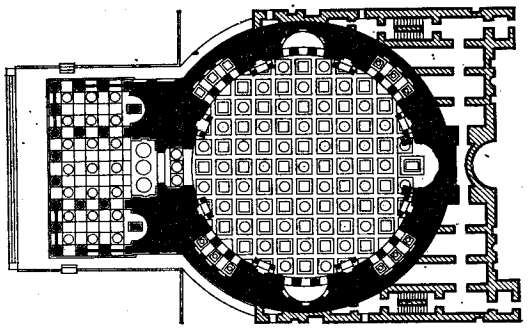


Рис. 4.8. Складчатые покрытия

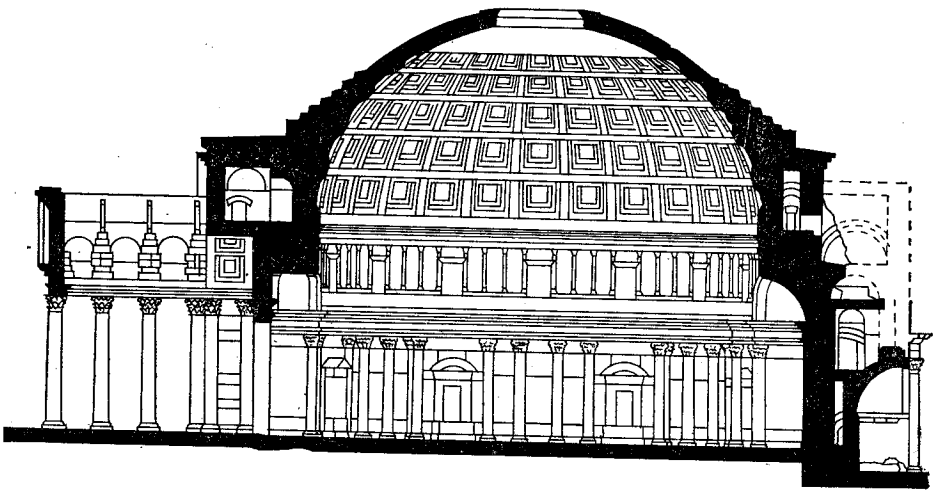
а — формы и габариты сечения монолитных и сборных складок; *б* — схемы размещения устройств верхнего света. Формы покрытий: *в* — параллельными складками; *г* — то же, веерными; *д* — встречными; *е* — складчатые рамы; примеры фрагментов покрытий; *ж* — встречными складками; *и* — сочетанием веерных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

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—1/6 D и одновременно достичь такой тонкостенности его конструкции, которая превосходит тонкостенность биологических структур (табл. 4.1).

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, то́рового) 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. 4.11).



Волнистые своды и купола представляют собой варианты оболочек, гладкая поверхность



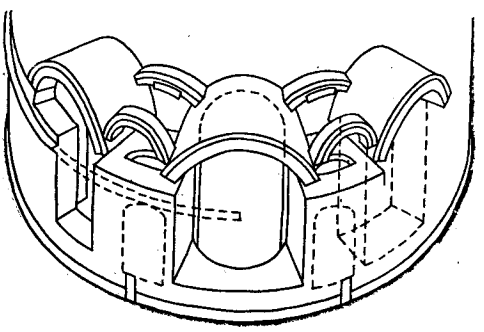


Рис. 4.9. Рим. Пантеон (II в. н. э.). План, разрез, разгрузочные арки в массиве стены

ТАБЛИЦА 4.1. ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КУПОЛОВ

Характеристики	Римский Пантеон, 125 г.	Собор св. Софии, 537 г.	Дворец спорта в Риме, 1959 г.	Куриное яйцо
Пролет D, м	43,2	3,5	122	0,04
Толщина δ, см	120—180	60—80	8	0,04
$\frac{\delta}{D}$	1/30	1/45	1/1525	1/100
Отношение высоты к диаметру купола	1/2	1/2	1/6	1/2

которых заменена волнистой. Применение волнистой поверхности может быть вызвано статическими (повышение жесткости), функциональными (устройство 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. Наибольший пролет (206,0 м) перекрыт такими конструкциями в здании Дворца выставок в Париже (инж. Н. Эскиллан). Перекрытие опирается только на три точки и состоит из трех взаимно пересекающихся волнистых парусных фрагментов, образующих сомкнутый свод. Для повышения жесткости и устойчивости конструкции железобетонная оболочка свода выполнена двухслойной с вертикальными связями-диафрагмами (рис. 4.12).

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.

Висячие конструкции изобретены выдающимся ученым и инженером В. Г. Шуховым в 1896 г., но стали широко использоваться только с середины XX в. Основными несущими элементами висячих конструкций являются гибкие тросы, ванты, цепи или кабели. Они работают только на растяжение и несут подвешенные к ним ограждающие горизонтальные, а иногда и вер-

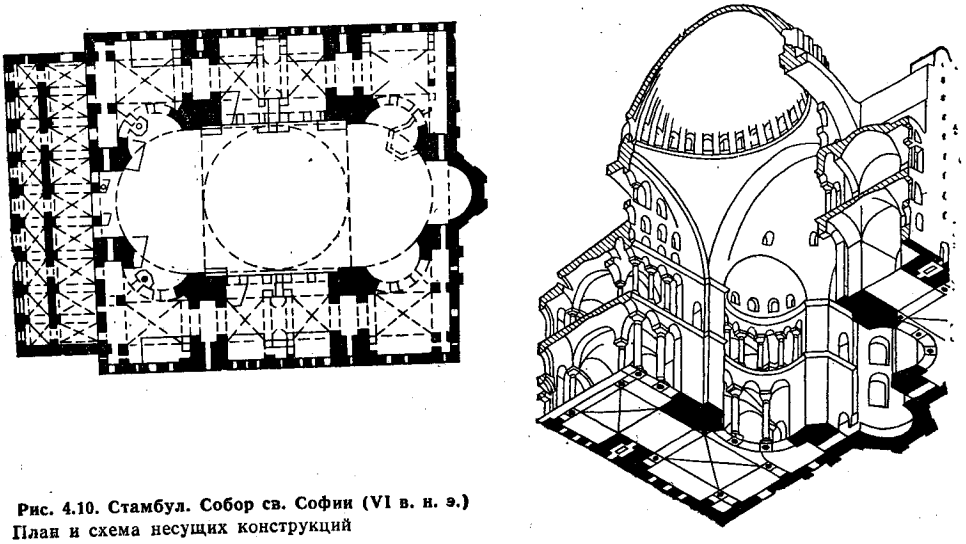


Рис. 4.10. Стамбул. Собор св. Софии (VI в. н. э.)
План и схема несущих конструкций

тикальные конструкции. Висячие конструкции могут быть плоскостными и пространственными. В плоскостных системах помимо одиночных параллельных несущих тросов используют опорные пилоны, через которые перекинуты тросы и специальные анкерные крепления тросов к фундаментам, воспринимающим вертикальные и горизонтальные опорные реакции. В пространственных системах обязательным конструктивным элементом помимо

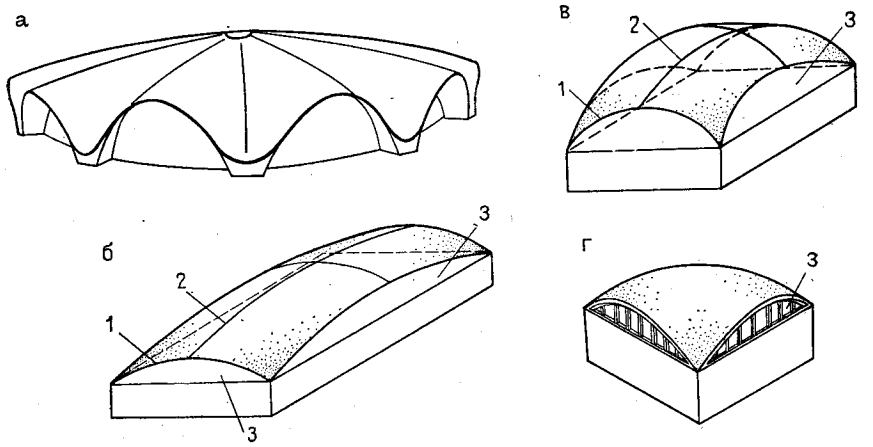


Рис. 4.11. Тонкостенные оболочки двоякой кривизны

а — волнистый купол; *б, в* — оболочки переноса на прямоугольном и квадратном плане; *г* — сферическая парусная оболочка на треугольном плане; *1* и *2* — образующая и направляющая оболочки переноса; *3* — диафрагма жесткости

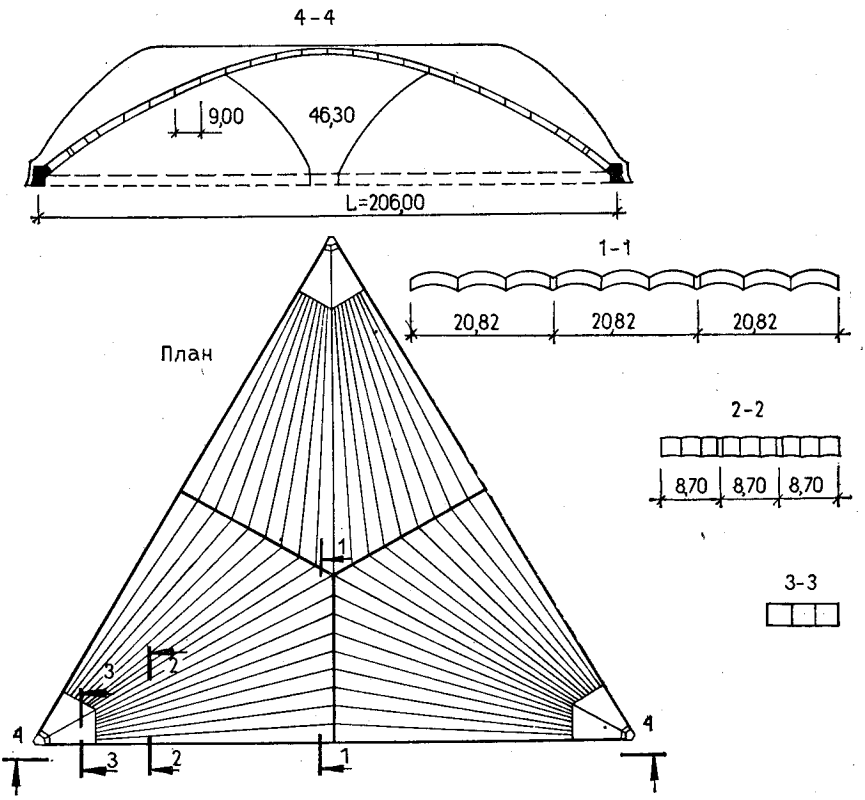


Рис. 4.12. Париж. Дворец выставок. Конструкция сомкнутого трехлоткового свода из многоволновых двухрядных оболочек

рабочих тросов является жесткий 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. 4.13).

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 (порывы 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 (двухпоясная конструкция). Тросы обеих систем располагаются попарно в плоскостях, перпендикулярных поверхности покрытия, 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.

Висячие конструкции широко применяются в большепролетных зданиях и сооружениях — спортивных и выставочных залах, промышленных зданиях, мостах и эстакадах.

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

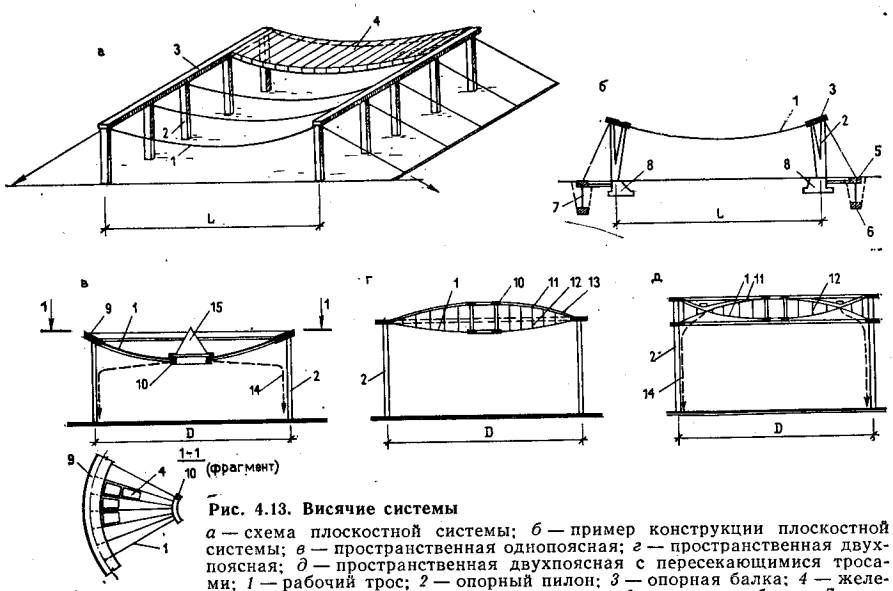


Рис. 4.13. Висячие системы

а — схема плоскостной системы; *б* — пример конструкции плоскостной системы; *в* — пространственная однопоясная; *г* — пространственная двухпоясная; *д* — пространственная двухпоясная с пересекающимися тросами; *1* — рабочий трос; *2* — опорный пилон; *3* — опорная балка; *4* — железобетонные плиты; *5* — тарельчатый анкер; *6* — анкерная балка; *7* — оттяжка; *8* — фундамент; *9* — опорный кольцевой контур; *10* — внутреннее опорное кольцо; *11* — стабилизирующий трос; *12* — распорка; *13* — легкое покрытие; *14* — внутренний водоотвод с покрытия; *15* — световой фонарь

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 (160 м) перекрыт металлическим мембранным покрытием, очерченным по сферической поверхности, над универсальным спортивным залом в Ленинграде.

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 — цирки шапито, выставочные залы или спортивные павильоны, склады.

Перекрестно-стержневые конструкции (структуры) начали применяться во второй половине XX в. Они представляют собой систему из двух горизонтальных решетчатых дисков, раскрепленных в двух направлениях наклонными или вертикальными стержнями (рис. 4.14). При этом все стержни системы работают только на осевые усилия. Простейший (но не наиболее экономичный) вариант конструкции состоит из перекрестно расположенных плоских балок или ферм (раскосных или безраскосных), причем ее пространственная работа позволяет уменьшить конструктивную высоту составляющих ферм.

Второй вариант покрытия — перекрестно-стержневая конструкция — выполняется из стержней, образующих серию одинаковых пирамид с квадратным основанием и обращенными вниз вершинами, которые раскреплены горизонтальными стержнями нижнего пояса. Такой вариант расположения стержней по сравнению с первым позволяет выполнить конструкцию с минимальными расходом материалов, количеством типоразмеров стержней и их узлов.

Максимальная экономичность перекрестных систем обеспечивается при пропорциях опорного контура в пределах от 1 : 1 до 1 : 1,25. Для разгрузки основного пролета целесообразно устройство консольных свесов структурной плиты с вылетом консолей в 0,2—0,25 основного пролета. Дополнительным средством повышения несущей способности конструкции служит включение в ее работу плоских плит заполнения ячеек верхнего горизонтального пояса системы, работающих на поперечный изгиб от полезной нагрузки и на осевые усилия. В таком варианте структуры ее конструктивная высота может быть уменьшена до 1/32 пролета. Структурные конструкции выполняют из металла, дерева или железобетона с пролетами от 18 до 200 м и

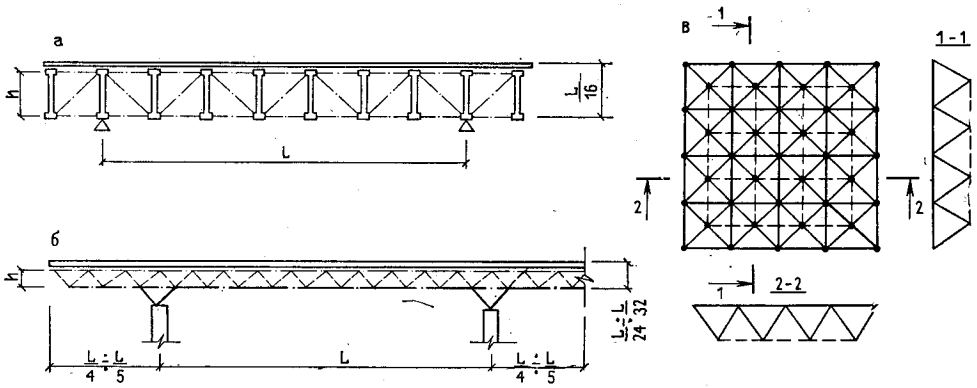


Рис. 4.14. Перекрестно-стержневые системы (структуры)
а — из вертикальных ферм; *б* — с поясными горизонтальными решетками и наклонными раскосами; *в* — фрагмент плана структуры типа «б»

применяют для перекрытий промышленных и общественных зданий. Возможно применение перекрестно-стержневых конструкций в качестве несущей части стен большой высоты.

Пневматические конструкции изобретены в XX в. и применяются в строительстве с 40-х годов. Конструкция выполняется из воздухонепроницаемой прорезиненной ткани, синтетической пленки или другого материала. Конструкция занимает проектное положение благодаря избыточному давлению заполняющего ее воздуха. Различают два типа пневматических конструкций — воздухоопорные и пневмокаркасные (рис. 4.15). Воздухоопорные конструкции используются в виде оболочек, полностью перекрывающих запроектированное помещение. Проектное положение воздухоопертой 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 осуществляются 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.

Пневматические каркасы выполняют из длинных узких баллонов, в которых поддерживают избыточное давление в 0,3—1 ат. 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 воздухонепроницаемой 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. За рубежом разнообразные пневматические конструкции используют в рекламных целях при возведении временных выставочных павильонов. Широко применяются пневматические конструкции в качестве опалубки монолитных железобетонных оболочек.

* * *

При проектировании зданий выбор типа несущих конструкций осуществляется с учетом назначения здания, его капитальности, величины перекры-

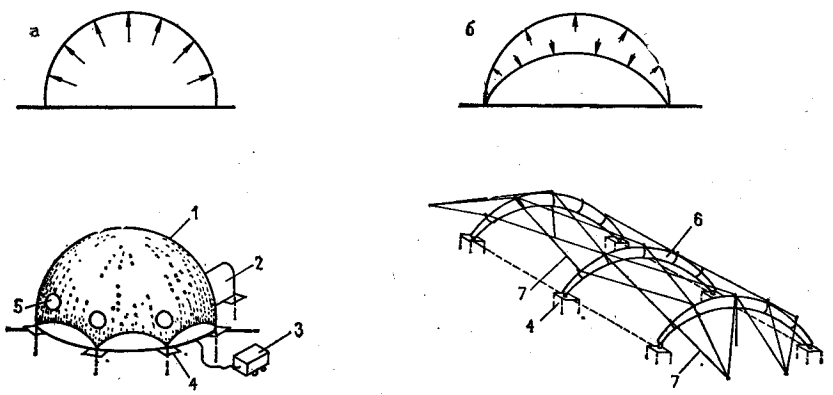


Рис. 4.15. Пневматические конструкции. Принцип действия и схемы

а — воздухоопорная; *б* — пневмокаркасная; *1* — воздухоопорная оболочка; *2* — шлюз; *3* — компрессор; *4* — анкер для крепления к земле; *5* — окно-иллюминатор из светопрозрачного пластика; *6* — пневматическая арка; *7* — продольные связи-растяжки

ваемого пролета и технико-экономических показателей вариантов. При относительно малых величинах пролетов (до 9—12 м) преимущественное применение получают стоечно-балочные и стеновые 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 предпочтение 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.

ГЛАВА 5. АРХИТЕКТУРНАЯ КОМПОЗИЦИЯ И ЕЕ ЭЛЕМЕНТЫ

§ 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

Архитектурная композиция — целостная система архитектурных форм, отвечающая художественным, функциональным и конструктивно-технологическим требованиям. Художественное единство дожно быть присуще композиции отдельных объектов и их комплексов. При архитектурном проектировании художественные средства избираются 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 гармоническом, т. е. соразмерном единстве внешнего объема здания с пространством интерьеров и окружающей среды, способствующем созданию художественно завершенного целого.

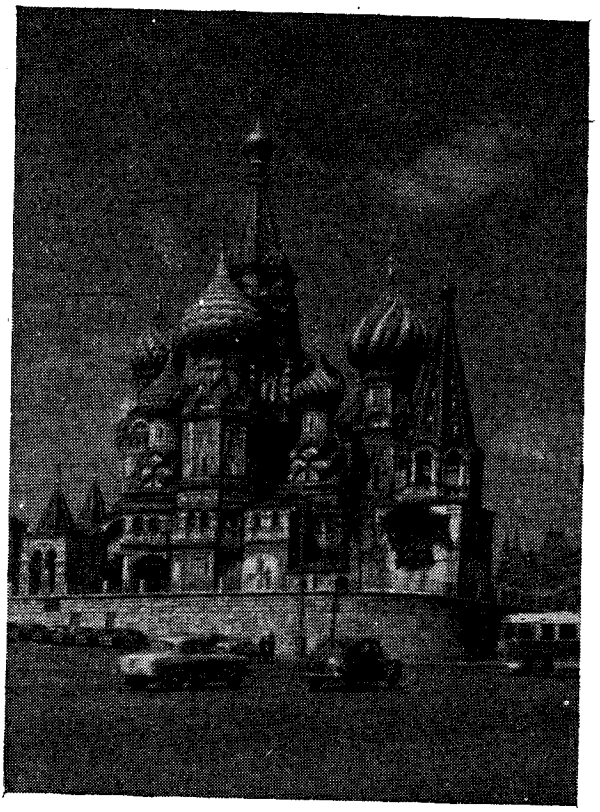
Единство внешнего объема и внутреннего пространства зданий соблюдается, если архитектурная композиция обеспечивает соответствие размеров и форм фасадов и интерьеров. Так, на приведенных в гл. 1 примерах жилого и общественного здания объем и пространство согласованы: мелкоячеистому дробному внутреннему пространству современного многоэтажного жилого дома отвечает его внешний мелкочлененный объем, а общественному зданию с зальным помещением — монолитный объем с крупными членениями формы. Если это условие не соблюдается, то единство композиции нарушается. Так, например, мелкие, перенасыщенные декором членения фасадов здания Политехнического музея в Москве находятся в противоречии с крупными пространствами его экспозиционных залов. 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. зодчим Бармой Посником (рис.5.1). Храм представляет собой комплекс из десяти башенных объемов: девяти столпов храмов и колокольни, возведенных на одном общем основании и объединенных галереями. При всем разнообразии форм башен и их декора[1]

[1] Первоначальный облик здания был еще лаконичнее и торжественнее. Храм состоял только из девяти кирпичных башен с белокаменными архитектурными деталями и светлыми главами из «луженого железа». Многоцветная окраска храма, пристройка колокольни и галерей относятся к XVII в.

зодчий достиг 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 ответственны. При проектировании станций метрополитена помимо решения функциональных задач обеспечения нормальных условий движения непрерывных людских потоков архитектор с помощью эмоционального воздействия композиционных средств 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.



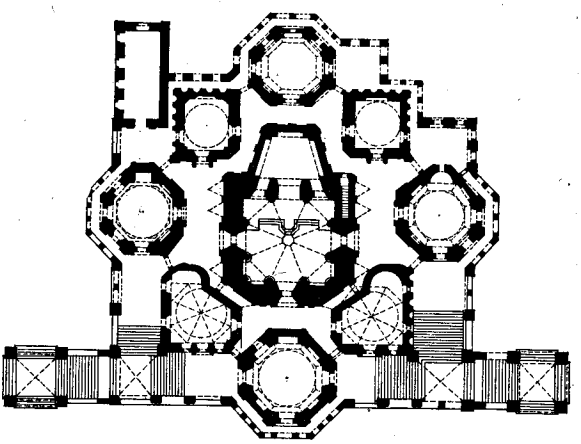


Рис. 5.1. Москва. Покровский собор (XVI в.). Зодчий Барма Посник. Общий вид и план на уровне крылец

Внутреннее пространство является той основной функциональной средой, для создания которой возводится здание. **Композиция внутреннего пространства** исходит из соответствия формы, 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 не

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 (стены, 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 выявляет 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 композиции 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, гостинной 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 здания может строиться на основе двух различных методов. Первый (функциональный) базируется на выявлении внутренней функциональной структуры пространства; согласно этой структуре, объемная форма может сохранять монолитность или члениться на отдельные части; второй (универсальный) — на создании обобщенной объемно-пространственной формы простых очертаний, пригодной для многофункционального использования. Для этого внутреннее пространство освобождают от вертикальных несущих конструкций, относя их к наружным граням универсального объема. Автор второго метода архитектор Мис ван дер Роэ в своей концепции универсальной формы исходит из достаточно убедительного факта — наличия в современной общественной жизни частой смены

требований к функциональным решениям зданий и смене самих функций. По его мнению, требованиям невосприимчивости к изменениям функций может отвечать единое нерасчлененное пространство. Обобщенной внешней формой этого пространства является прямоугольный призматический объем (рис. 5.2).

На практике реализация идеи универсальной формы наталкивается на существенные трудности: сооружение, одинаково пригодное для различных функций, чаще всего оказывается не самым удобным для каждой из них; обобщенность универсальной формы затрудняет внешнее выражение назначения здания, что лишает его художественной убедительности. Легкая узнаваемость назначения здания является краеугольным камнем создания художественного образа в архитектуре. Поэтому концепция универсальной формы получает ограниченное применение, и функциональная концепция является основной в практике проектирования. Функционально обусловленному членению здания архитектор придает художественное единство.

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 ± 2) одновременно наблюдаемых объектов, число которых непосредственно фиксируется сознанием (правило Мюллера). Большее 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: равнозначность 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

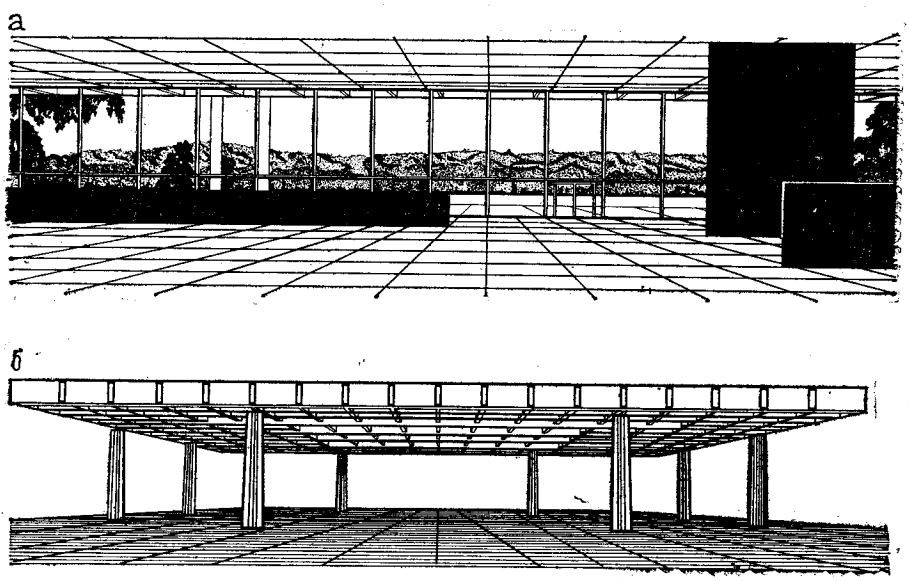


Рис. 5.2. Архит. Мис ван дер Роэ. Проект здания фирмы «Бакарди»
а — интерьер; *б* — конструкции

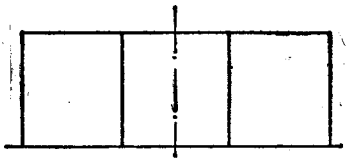


Рис. 5.3. Соподчинение равных объемов при различном расположении

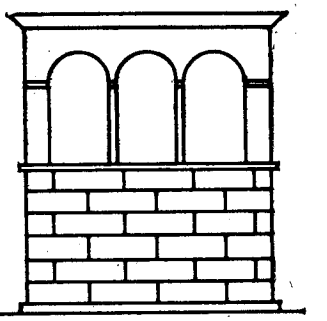


Рис. 5.4. Соподчинение равных объемов при различной зрительной массивности пластического решения →

другие признаки. На рис. 5.3 средний объем превалирует над равными ему боковыми благодаря размещению на оси симметрии, а верхний объем на рис. 5.4 воспринимается отличным от равного ему нижнего благодаря их различной массивности.

§ 2. ВИДЫ КОМПОЗИЦИЙ

Выбор композиционных средств согласуется с назначением здания, его размещением в застройке и характером его объемной формы. В свою очередь, любая простая или сложная композиция внешних объемов может быть сведена к одной из четырех основных — объемной, фронтальной, глубинной, высотной — или их сочетаниям.

Объемная композиция содержит относительно равновеликие элементы по всем трем координатам. Ее усложненным вариантом является центрическая композиция, содержащая центральный крупный объем, вокруг которого группируются подчиненные объемы. Объемная композиция присуща зданиям цирков, театров, крытых рынков, зрелищно-спортивных зданий. Раз-

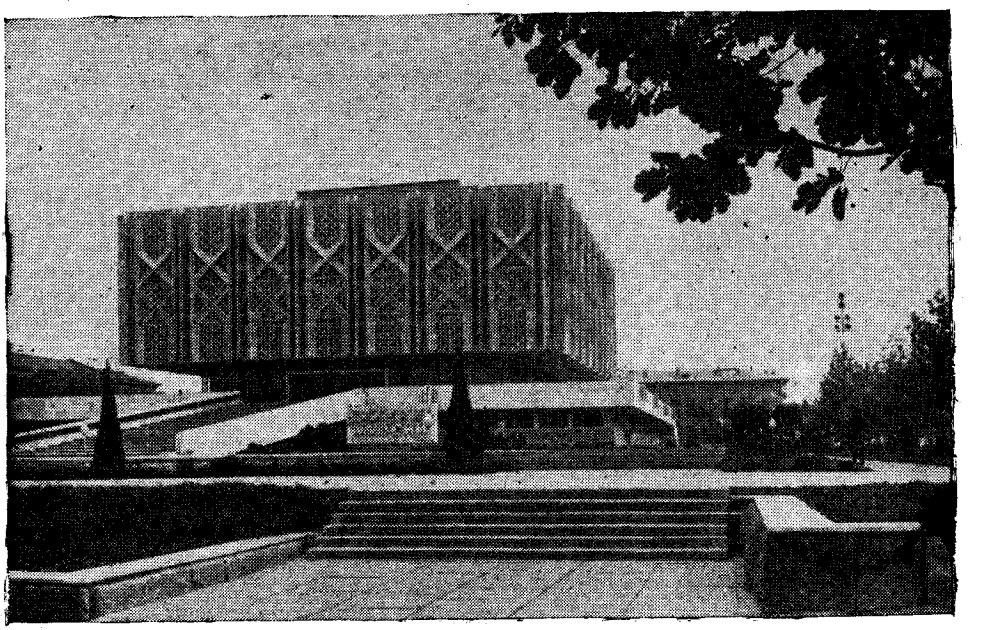


Рис. 5.5. Объемная композиция. Ташкент. Музей В. И. Ленина. Архитекторы Е. Г. Розанов и В. И. Шестопалов

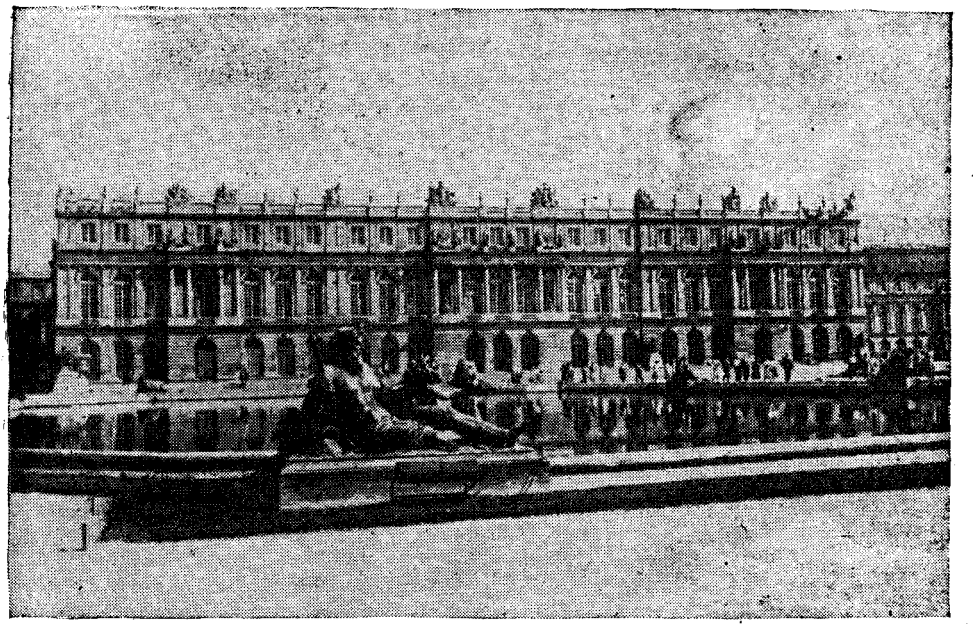
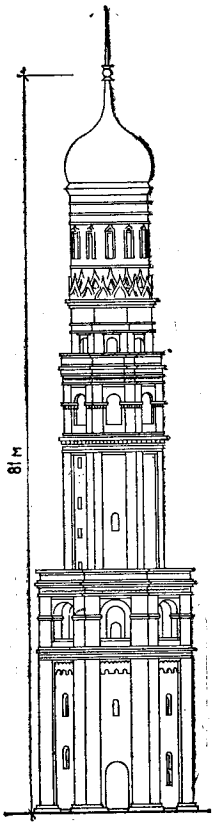


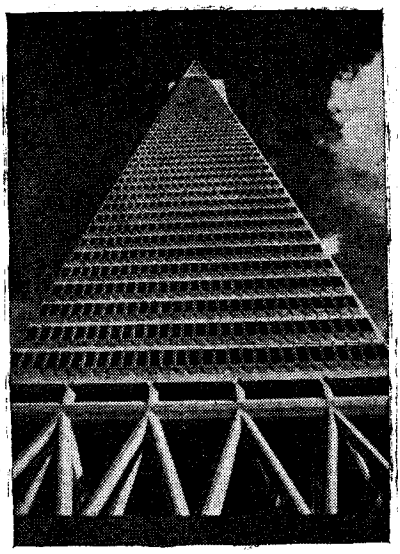
Рис. 5.6. Фронтальная композиция. Версаль. Большой Дворец. Архит. А. Мансар

мещение таких зданий в застройке должно обеспечивать возможность всестороннего обзора, что, в свою чередь, требует согласования форм всех его фасадов. Выявлению объема способствует предпочтительное использование вертикальных членений благодаря их ритмичным сокращениям в перспективе (рис. 5.5).

Фронтальная композиция отличается преобладанием размеров по высоте и 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, учебных, жилых и административных зданий. При размещении таких зданий в застройке учитывается, что для обеспечения восприятия их фронтальности необходимо свободное пространство перед ними (площадь, парадный двор и др.) — рис. 5.6. 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 оборонительным зданиям и сооружениям (храмы, колокольни, минареты, крепостные башни) и современным высотным административным зданиям, гостиницам, телевизионным, водонапорным, радиобашням. В высотных сооружениях композиционно выявляется ведущая 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 современ-





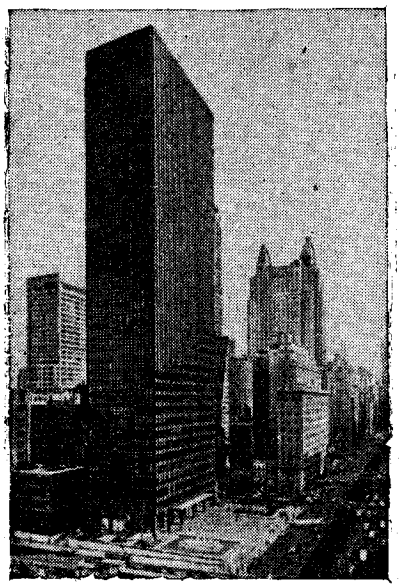


Рис. 5.7. Высотные композиции
а — с членением на ярусы. Москва. Колокольня Ивана Великого. Архит. Б. Фрязин; *б* — с пирамидальным объемом, Сан-Франциско. Трансамерикен-билдинг. Архит. У. Перейра; *в* — с призматическим объемом. Нью-Йорк. Сигрэм-билдинг. Архит. Мис ван дер Роэ.

ной архитектуре в связи с присущей ей лаконичностью композиционных форм поярусное членение применяется сравнительно редко. Высотность башен чаще подчеркивают вертикальными же членениями простых прямоугольных объемов, реже — применением пирамидальной формы объема (рис. 5.7). 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. 5.8). Такая компо-

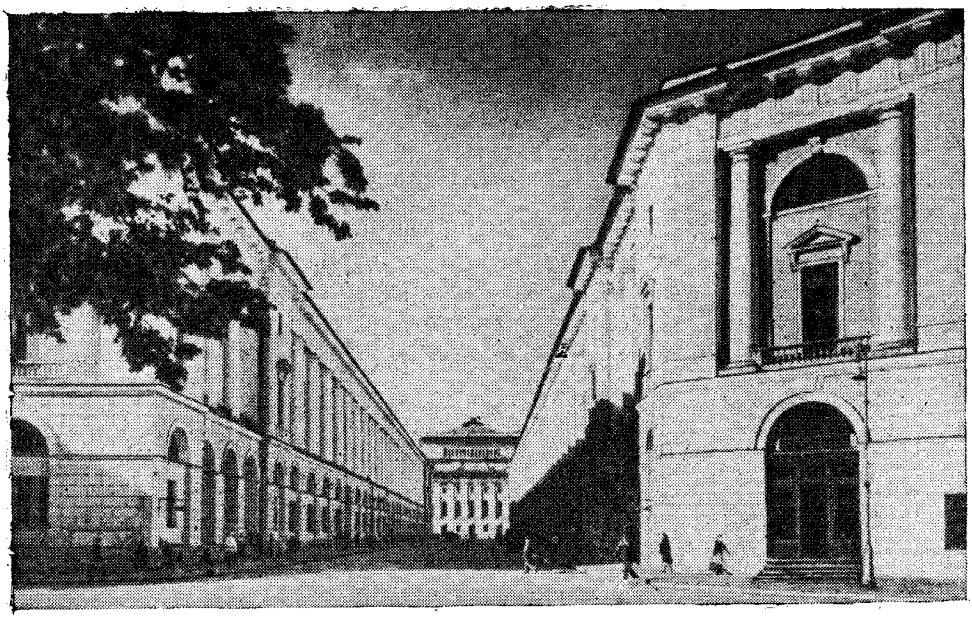


Рис. 5.8. Глубинная композиция. Ленинград. Ул. зодчего К. Росси

зиция используется в организации открытых пространств (например, ул. зодчего Росси в Ленинграде) и внутреннего пространства интерьеров, имеющих продольно-осевое построение.

Наряду с основными типами композиций (фронтальной, высотной и пр.) в архитектуре широко используются их различные сочетания в пространстве, называемые свободной композицией (рис. 5.9).

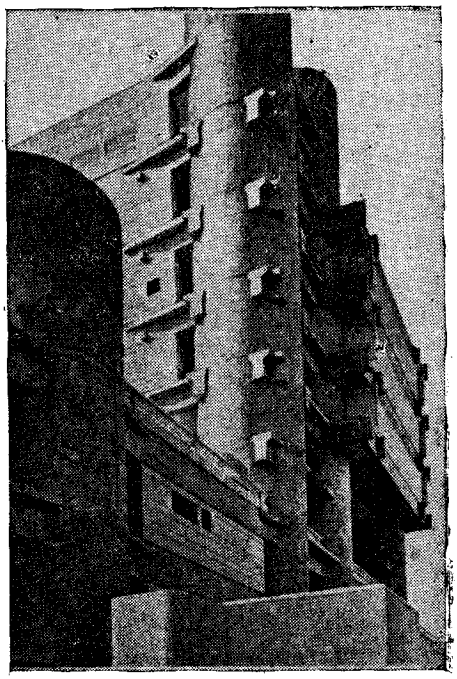


Рис. 5.9. Свободная композиция. Центр коммуникаций в Кофу (Япония). Архит. К. Танге

§ 3. КОМПОЗИЦИОННЫЕ СРЕДСТВА

При разработке композиции внешних объемов и интерьеров здания активно используются такие средства гармонизации архитектурных форм, как симметрия и асимметрия, контраст и нюанс, метр и ритм, масштаб и масштабность.

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 бинокулярностью органов зрения и парной работой больших полушарий головного мозга. Ориентация человека в пространстве

Рис. 5.10. Афины. Парфенон. Архитекторы Иктин и Калликрат (447—432 гг. до н. э.)

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. Использование симметрии возможно не всегда, а только в случаях, когда этот прием не входит в противоречие с функциональным решением здания. В крупных 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 прост-

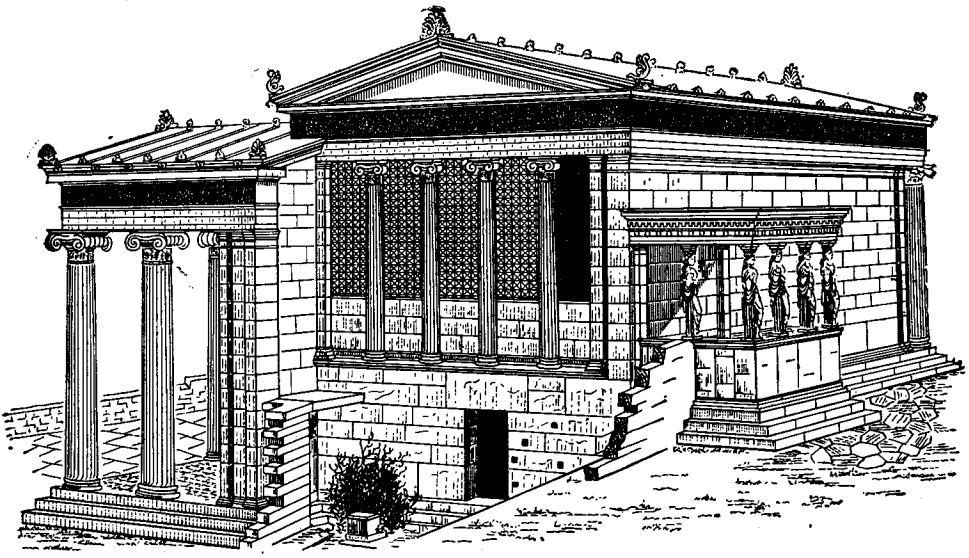


Рис. 5.11. Афины. Эрехтейон (421—406 гг. до н. э.)

ранстве ее части связаны между собой гармонией художественного единства и зрительного равновесия. Классическим примером симметричной композиции является Парфенон — храм богини Афины на Афинском акрополе (рис. 5.10), а расположенный там же храм Эрехтейон, посвященный двум божествам — Афине и Посейдону, является столь же совершенным примером асимметричной композиции (рис. 5.11). В современной архитектуре асимметричные композиции чаще всего применяются в проектах зданий, сочетающих разнородные функциональные элементы — небольшие рабочие помещения с крупными залами.

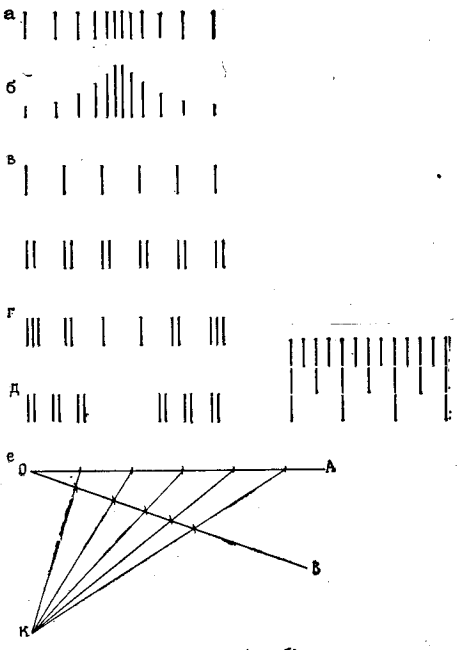


Рис. 5.12. Ритмические (*а, б*) и метрические (*в—е*) чередования

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. 5.12, *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 простенков 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. 5.12, *в, г, д*). Хотя метрические членение-

ния 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 K (рис. 5.12, *е*) таким образом, что метрические членения его фасада OA воспринимаются в ракурсном искажении (на плоскости восприятия OB) уже в виде ритмических.

Пропорции — 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 гармонизируются приведением их к пропорциональным соотношениям. Применяют целочисленные пропорции нюансные (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 распространена пропорциональная система «золотого сечения», основанная на делении отрезка в среднем и крайнем отношении $\frac{a}{x} = \frac{x}{(a+x)}$, численное выражение которого приблизительно равно 1 : 0,618 (рис. 5.13).

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.

Разработка пропорциональных соотношений достигла совершенства в архитектуре античной Греции при сложении системы ордеров[1] — художественном воплощении стоечно-балочных несущих конструкций. Ордерная система четко разделяла все части ордера по их конструктивной функции и художественной обработке. Композиционное единство ордера определялось

[1] От латинского ordo — порядок, строй.

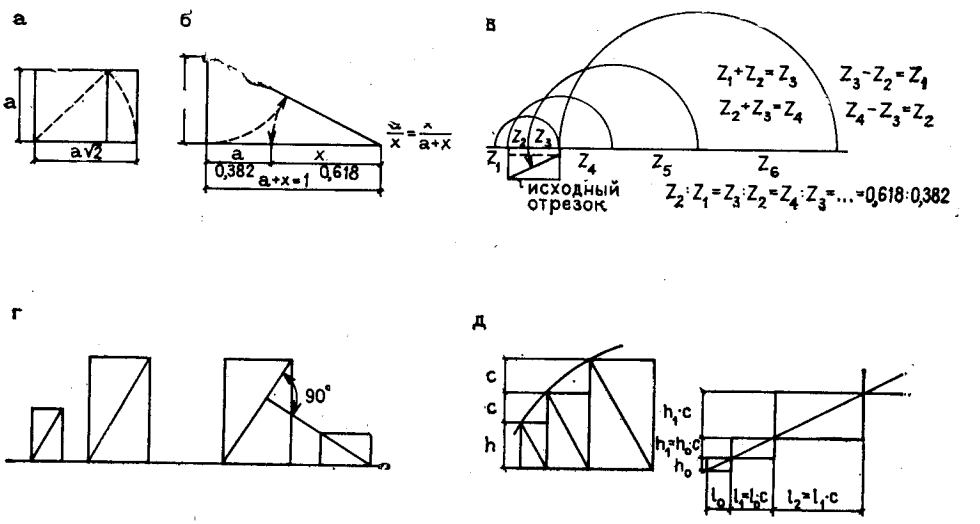


Рис. 5.13. Иррациональные соотношения и подобие геометрических фигур

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

пропорционированием его элементов единой величине — модулю. Модуль принимался 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. 5.14). Древнеримские зодчие заимствовали греческую систему ордеров, дополнили ее древнеиталийским *тосканским* ордером и строго канонизировали пропорциональные соотношения (рис. 5.15).

Основными элементами ордера являются вертикальный — *колонна* и горизонтальный — *антаблемент*. Древнеримские архитекторы дополнили ордер третьим элементом — пьедесталом колонны. Колонна увенчана декоративной главой — *капителью* и имеет профилированное основание —

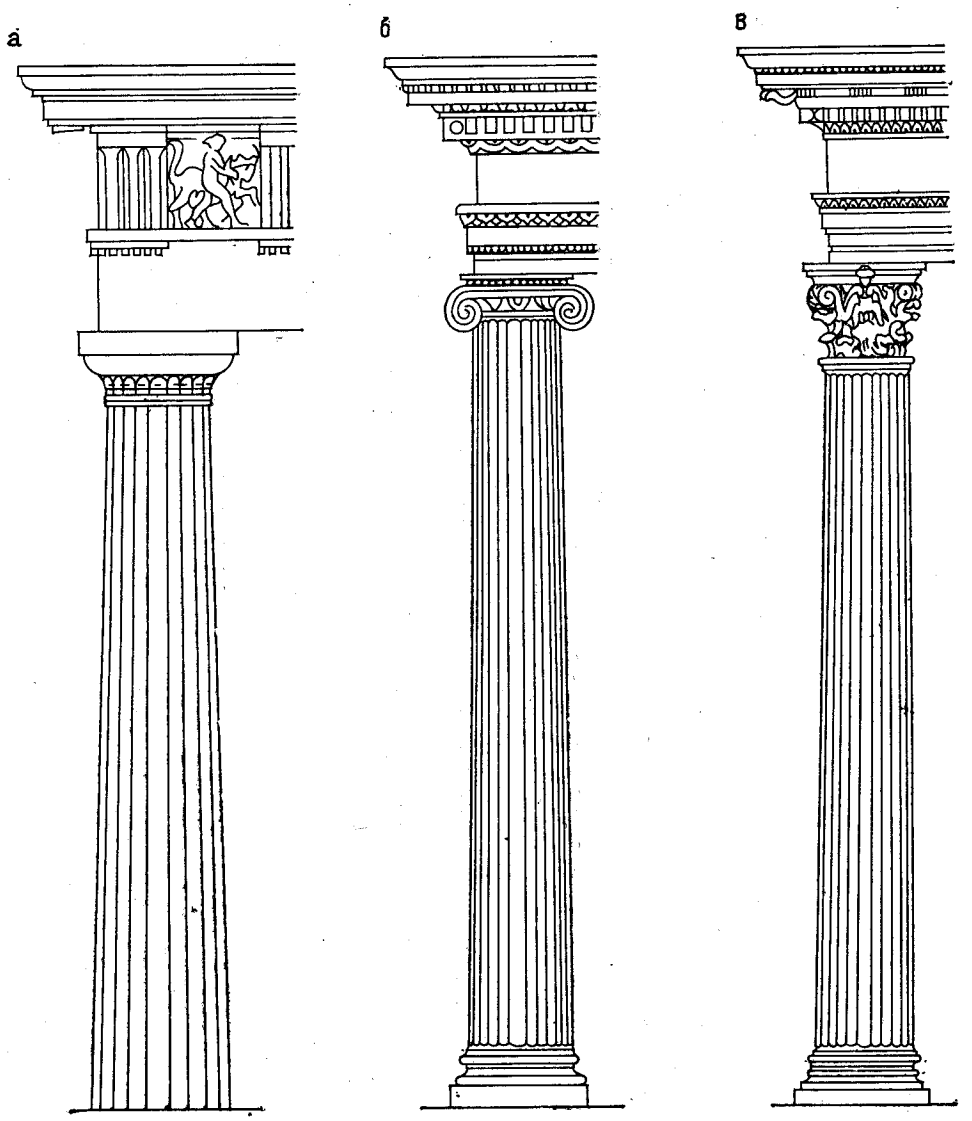


Рис. 5.14. Древнегреческие ордера
а — дорический; *б* — ионический; *в* — коринфский

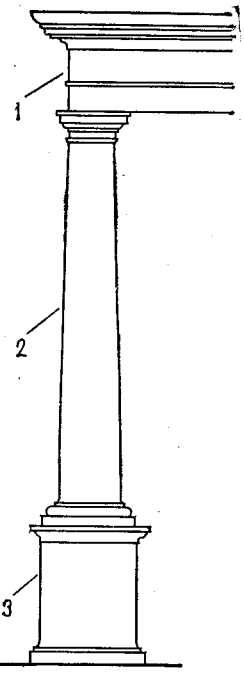


Рис. 5.15. Тосканский ордер
1 — антаблемент; *2* — колонна; *3* — пьедестал

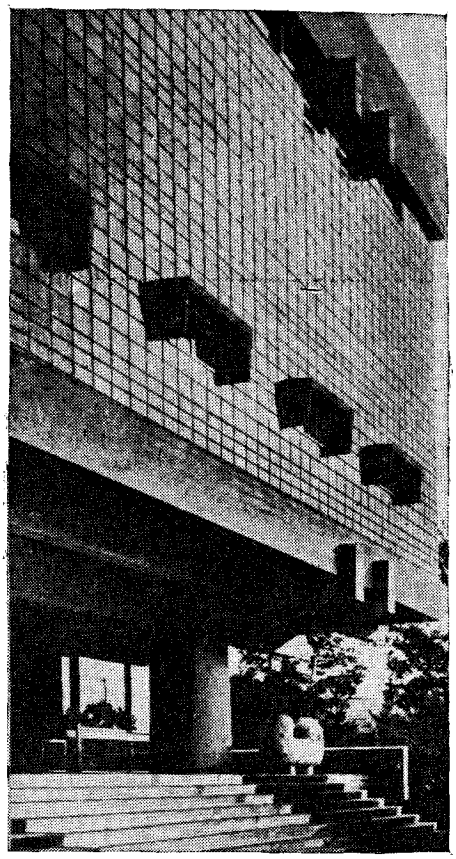


Рис. 5.16. Токио. Музей скульптуры. Архит. К. Танге

базу[1]. Антаблемент 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*.

Свойствами архитектурной композиции являются ее *масштабность* и *масштаб*. Под масштабностью понимается 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 (рис. 5.16). В то же время мелкий масштаб членений зрительно уменьшает крупную форму. Средствами усиления монументальности крупных членений формы являются введение контрастных соотношений больших плоскостей с малыми проемами, преднамеренное усиление перспективных сокращений размеров формы 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.

[1] База колонны отсутствует только в греко-дорическом ордере.

§ 4. ТЕКТОНИКА

В архитектурной композиции существенная роль принадлежит тектонике — художественному выражению работы конструкций и материала. Тектоничной является такая модификация конструктивной формы, которая приобретает художественную выразительность, становясь архитектурной формой. Ордерные композиции, созданные древнегреческими зодчими, 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. Тектонические системы не однозначно используются в композиции. Так, например, ордерная система применяется для художественного воплощения несущих конструкций либо в виде композиционно-декоративной системы гармонизации сооружения. Так, например, применение четырехъярусного ордерного декора колоссальной эллиптической стены крупнейшего амфитеатра древности — Колизея в Риме в органическом слиянии с ее арочно-сводчатой несущей конструкцией позволило придать сооружению композиционное единство и зрительно смягчить суровый облик массивных конструкций (рис. 5.17).

В ходе эволюции зодчества сложились тектонические системы стоечно-балочных конструкций, тектоническая система каменной стены, арочных и сводчатых конструкций. В настоящее время создаются элементы тектонических систем новых конструкций.

Тектоника стоечно-балочных и каркасных конструкций (рис. 5.18, 5.19). 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 антаблемента. Большое сопротивление дерева растяжению при изгибе определило в формах деревянного ордера, сложившегося в средние века в странах Азии, большой шаг колонн и большой горизонтальный вынос консолей, поддерживающих архитрав и свесы крыши. 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 железобетонной стоечно-балочной системы — вертикальная опора, сужающаяся книзу, слитность ригеля и стойки в узле сопряжения и т. п. В средние века развитие стоечно-балочной системы вылилось в тектоническую систему фахверка — деревянного каркаса с ненесущим 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.

Изобретение стального проката и железобетона и применение этих материалов в каркасных конструкциях позволили в конце 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 («дом на столбах»)

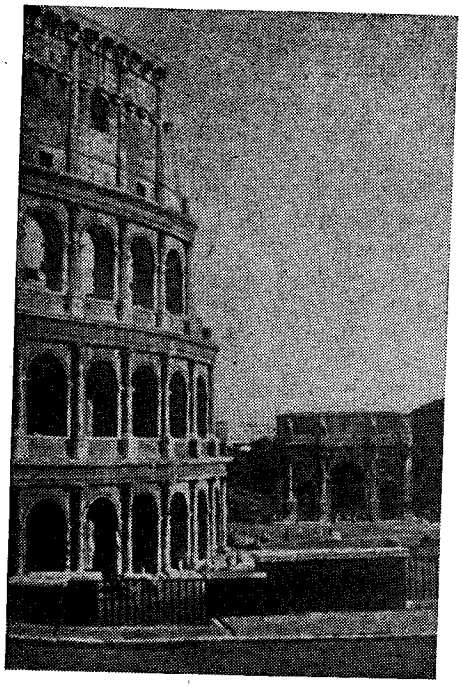
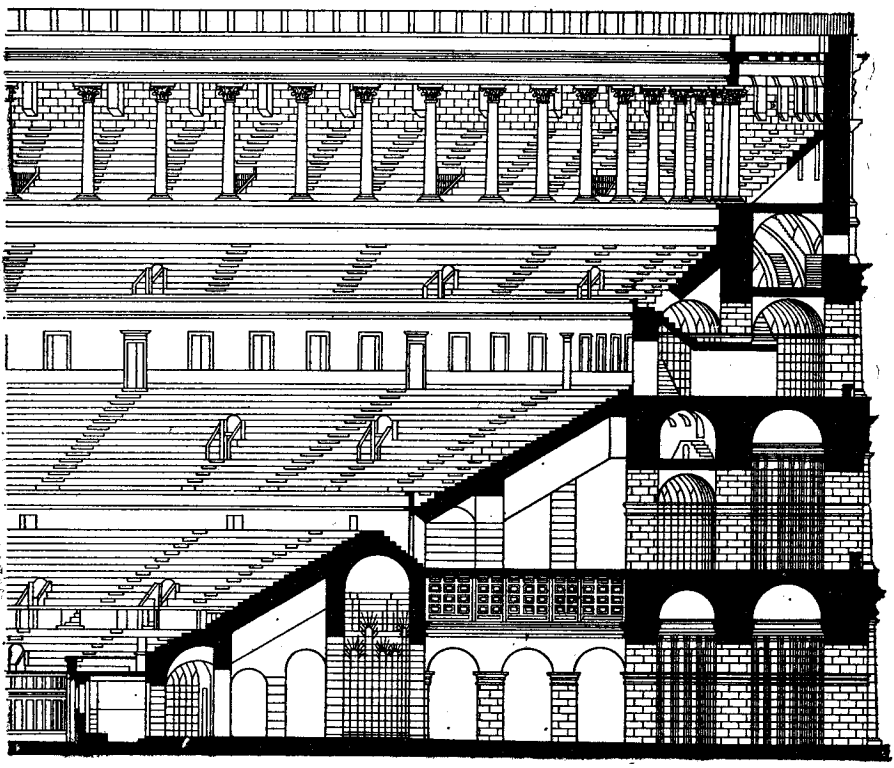


Рис. 5.17. Рим. Колизей (амфитеатр Флавиев) (75—80 гг. н. э.). Общий вид, разрез



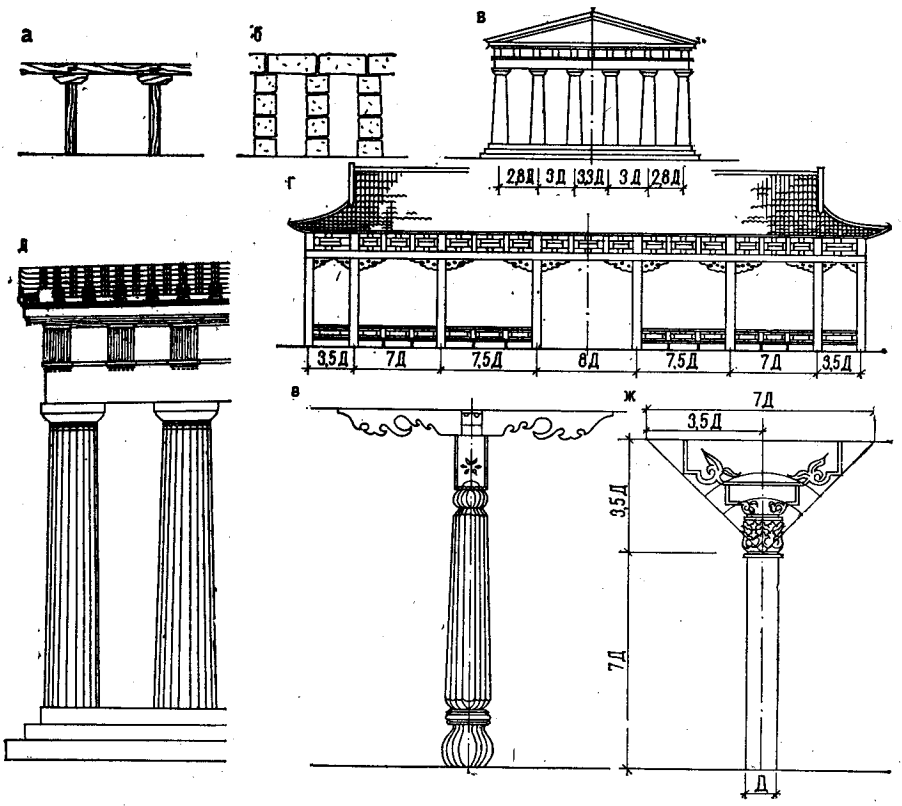


Рис. 5.18. Конструкция и тектоническое решение стоечно-балочной системы

а — деревянная конструкция; *б* — каменная конструкция; *а* — античный каменный портик; *г* — средневековый деревянный портик (Китай); *д* — дорический каменный ордер; *е* — деревянный ордер в архитектуре Средней Азии (по В. Л. Ворониной); *ж* — то же, в архитектуре Монголии (по Б. Даажаву)

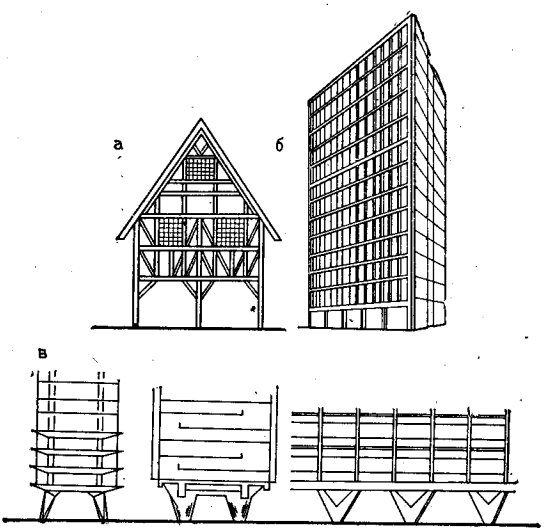
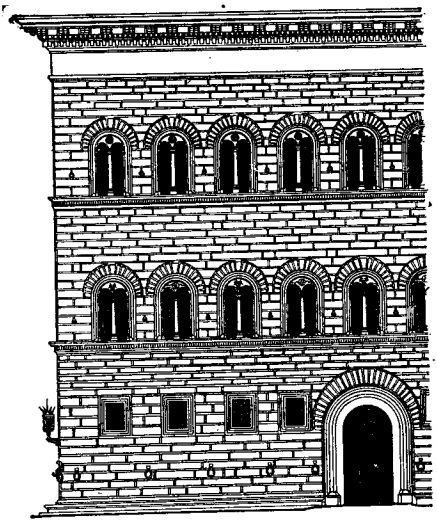


Рис. 5.19. Схемы решения фахверковых и каркасных зданий

а — схема фасада фахверкового здания; *б* — то же, каркасного; *в* — схемы тектоничных решений опорной зоны каркасов многоэтажных зданий



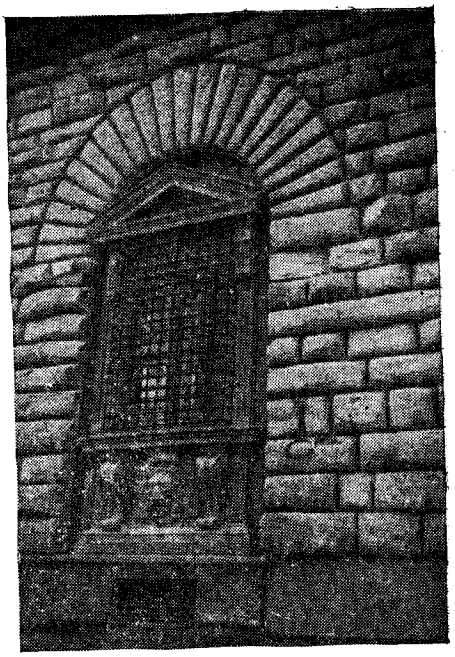


Рис. 5.20. Тектоническое решение несущей каменной стены в архитектуре раннего Возрождения. Флоренция. Палаццо Строцци; фрагмент фасада палаццо Питти

или к иллюзорному выявлению каркаса на фасаде соответствующими членениями наружных ограждений.

Тектоника стеновых конструкций (рис. 5.20). 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 членении 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.

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 несущих простенков и увеличение проемов. Тектонически это подчеркивается более сложной формой и декоративным обрамлением крупных проемов верхних этажей.

В современных конструктивных системах наружные стены часто выполняют только ограждающие функции и освобождены от несущих. Отсутствие несущих функций исключило необходимость в простенках, позволило изменить пропорции проемов: вместо высоких и узких применять лежачие или ленточные. Использование ненесущих наружных стен осложняет тектоническую задачу, поскольку несущие конструкции скрыты статически нейтральной оболочкой стены-экрана. Статическая сущность ненесущих наружных стен тектонически проявляется при обнажении внутренних несущих конструкций в нижнем ярусе здания или на отдельных участках по высоте.

Тектоника арочных и сводчатых конструкций (рис. 5.21). 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, 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 полуциркульных арок их распор взаимно погашается, что позволяет заменить массивные опоры арок колоннами, несущими только вертикальную нагрузку. Соответствующая этой конструкции тектоническая система аркады на колоннах получает широкое распространение в архитектуре раннего средневековья. Аркада на столетия утверждается в архитектуре как функционально целесообразное средство организации полуоткрытых (обходные галереи на площадях и улицах, в дворцовых, монастырских и храмовых двориках) 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 же крестового свода позволяет заменить опорный периметр стен четырьмя столбами. Применение системы крестовых сводов позволяет перекрыть и объединить внутренние пространства площадью в сотни квадратных метров.

Системы крестовых цилиндрических сводов получили впервые применение в античном Риме. В средние века сводчатые покрытия получили завершенную конструктивную и тектоническую форму в составе каменной сводчато-каркасной системы при строительстве храмов в эпоху готики (XIII—

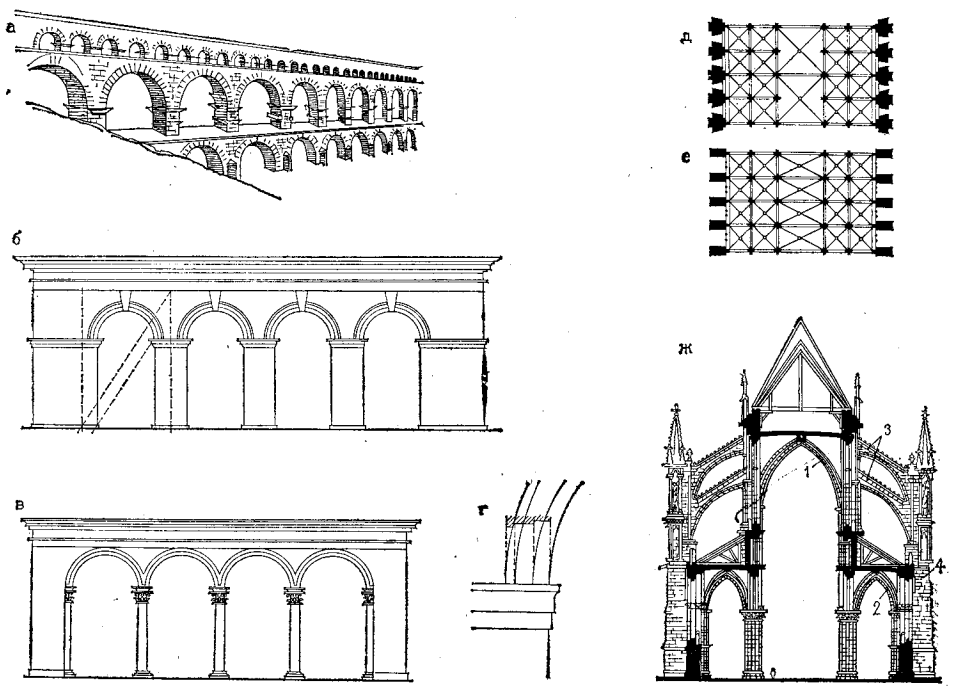


Рис. 5.21. Конструкции и примеры тектоничных решений арочных и сводчатых конструкций
а — древнеримский акведук; *б* — аркада на пилонах; *в* — аркада на колоннах; *г* — деталь импоста и архивольта тосканского ордера; *д* — план романского сводчатого покрытия (травеи); *е* — план готической травеи; *ж* — несущие конструкции готического храма: *1* — стрельчатый крестовый свод перекрытия центрального пролета (нефа); *2* — то же, боковых нефов; *3* — аркбутан; *4* — контрфорс

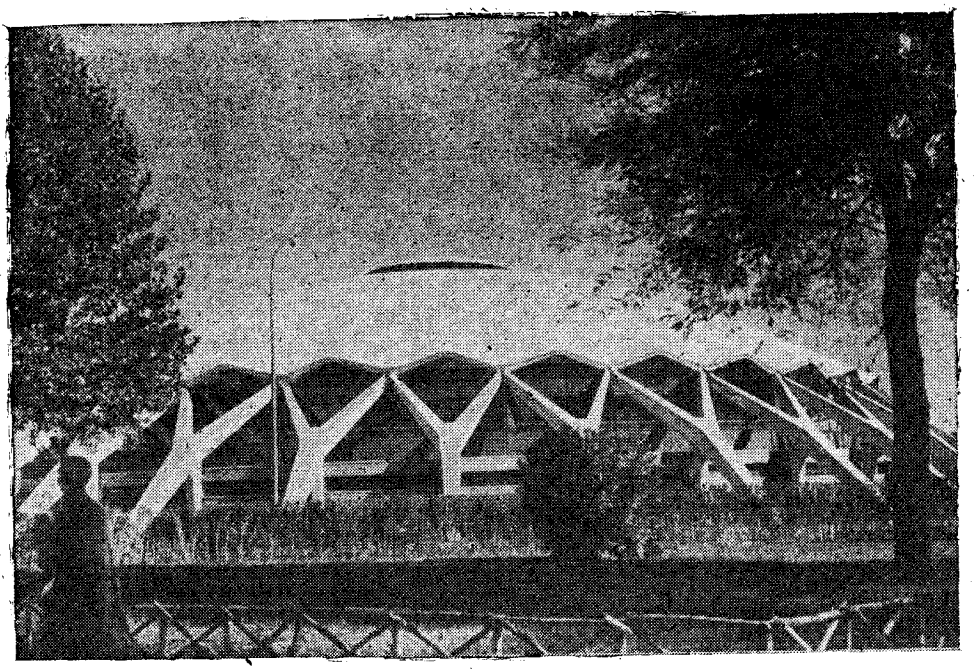
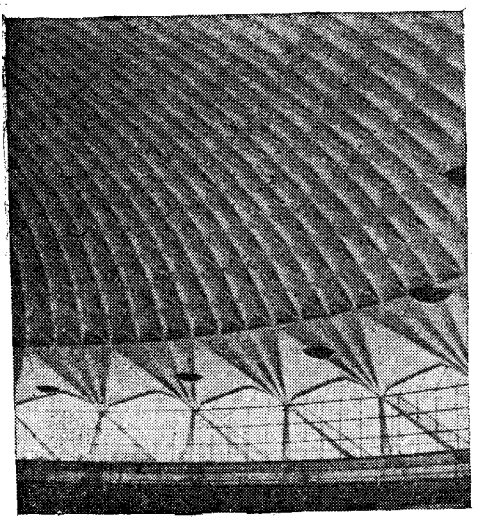


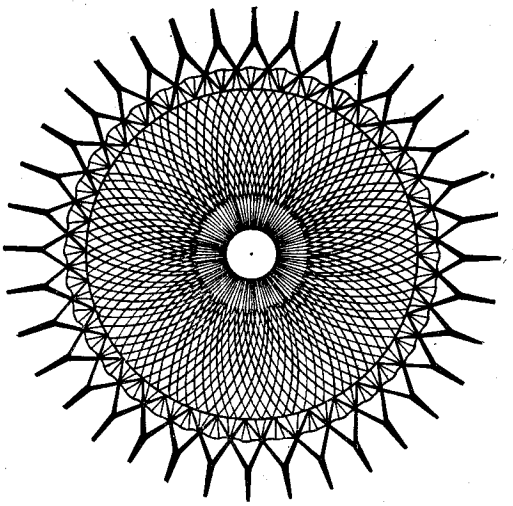
Рис. 5.22. Рим. Малый дворец Спорта. Общий вид, интерьер, план покрытия, план, сборные элементы и деталь конструкции покрытия

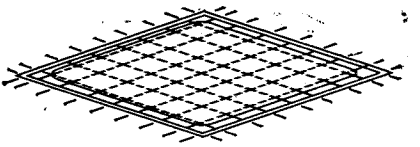


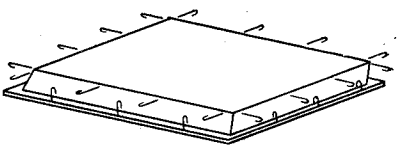
XV вв.). Для перекрытия храмов, содержавших три—пять продольных пролетов (нефов), применялась повторяющаяся связанная система из трех—пяти крестовых стрельчатых сводов (травея).

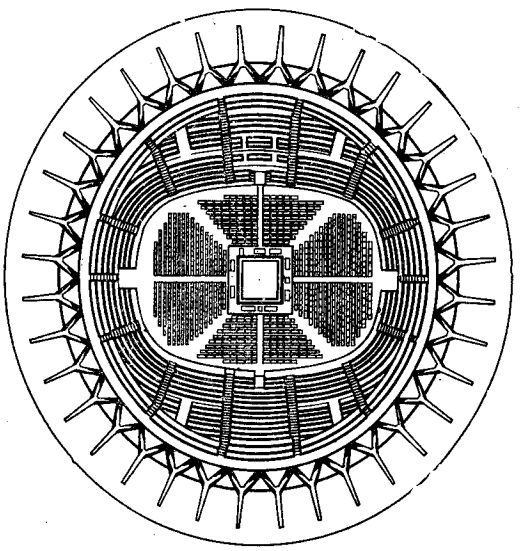
Меньшая величина распора в стрельчатых крестовых сводах по сравнению с ранее применявшимися цилиндрическими позволила существенно уменьшить нагрузку на несущие конструкции и увеличить высоту внутреннего пространства до 30—40 м.

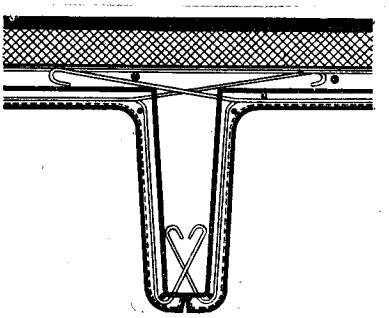
Готические стрельчатые крестовые своды имеют каркасную конструкцию из каменных ребер — нервюр, расположенных вдоль стыков и по краю распалубок. Вертикальные и горизонтальные усилия от покрытия передаются в отдельных точках пересечения нервюр на внутренние столбы, наружные наклонные ребра (аркбутаны) и наружные столбы — контрфорсы, образующие каменный каркас в 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 ненесущее заполнение между ними) подчеркивается контрастом цвета и материала этих элементов.











Тектоника пространственных конструкций. За исключением сводов и куполов все разнообразные пространственные конструкции, рассмотренные в гл. 4, являются изобретениями конца XIX и XX вв. Преждевременно и ошибочно было бы утверждать, что уже создана стройная тектоническая система таких конструкций, но многим сооружениям с новыми конструкциями присуща архитектурная выразительность. Элементы тектоники можно наблюдать в решении деталей конструкций, например при замене в цилиндрических сводах-оболочках диафрагм жесткости в виде плоских сегментов серповидными элементами или отдельными опорами (см. рис. 4.7). Основным направлением в поисках тектоники новых пространственных конструкций является выявление форм, сочетающих инженерную логику и пластическую выразительность. Это направление в течение десятилетий развивал в своем творчестве выдающийся итальянский инженер П. Л. Нерви. Примером успешных поисков в этой области служит построенный по проекту П. Л. Нерви и архит. А. Вителоцци Малый Дворец спорта в Риме, композиция которого основана на тектонике тонкостенной железобетонной сфери-

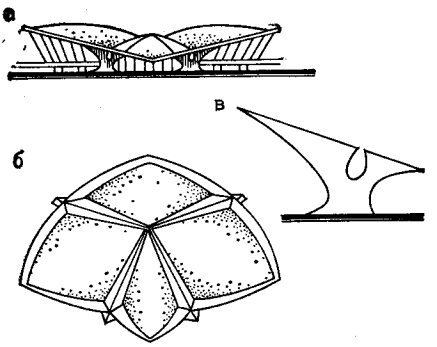


Рис. 5.23. Нью-Йоркский аэропорт. Архит. Ээро Сааринен
а — фасад; *б* — план покрытия; *в* — пилон

ческой оболочки покрытия (рис. 5.22). Композиция внешнего объема подчинена ритму наклонных опор, передающих нагрузку от оболочки основанию, а в композиции интерьера ведущая роль принадлежит тонко кессонированной поверхности купольного покрытия.

Принципиально новым явлением в технике и архитектуре стала разработка железобетонных оболочек так называемой произвольной формы, обладающих необходимой прочностью, а по очертаниям исходящих из прообразов живой природы (раковины, крыла, растительной формы). Эти поиски смыкаются с бионикой — направлением развития техники, основанным на моделировании принципов формообразования и работы систем живой природы. Однако чаще произвольные формы оболочек используются в символическом значении, для конкретизации художественного образа архитектурного сооружения. Так, например, было запроектировано здание Нью-Йоркского аэропорта им. Д. Кеннеди в США (архит. Э. Сааринен) с покрытием из четырех больших оболочек двоякой кривизны произвольной формы (крыльев), разделенных световыми проемами и усиленных ребрами жесткости, которые, постепенно увеличиваясь в сечении, переходят в опорные пилоны. Не прибегая к слепому копированию природных форм, автор создал новую архитектурную форму, символизирующую и романтизирующую функциональную роль аэропорта (рис. 5.23).

Принципиально новые выразительные изящные архитектурные формы возникли при проектировании олимпийских спортивных сооружений в Москве, Токио, Мюнхене на основе применения висячих систем покрытий из высокопрочной стали.

ГЛАВА 6. МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ

Проект здания или сооружения представляет собой комплекс чертежей, расчетов и пояснительной записки, необходимых для возведения здания и обоснования принятых в проекте решений. Проект сопровождается **сметой**, в которой определены необходимые для возведения здания расходы строительных материалов, затраты труда и стоимость объекта.

Проекты разрабатываются коллективами специалистов проектных организаций (архитекторы, инженеры-конструкторы, инженеры-технологи, специалисты по инженерному оборудованию, технологии и организации строительства, экономисты).

Исходным документом для разработки проекта служит **задание на проектирование.** Оно составляется организацией-заказчиком (министерство, ведомство, исполком городского Совета или др.). В задании указываются место строительства, основные требования к проекту, содержится программа проектирования — перечень и размеры помещений, которые необходимо предусмотреть в проектируемом здании.

Проектирование, как правило, бывает двухстадийным: первая стадия — **технический проект** и смета, вторая — **рабочие чертежи** .Только несложные проекты индивидуального применения разрабатывают в одну стадию.

Технический проект содержит основные архитектурно-строительные чертежи — планы этажей, разрезы, фасады, генеральный план. В случаях когда в проекте предусмотрено применение новейших конструкций, технический проект должен содержать также их принципиальные решения и узлы. Технический проект отражает существо функционального, композиционного и технического решения проектируемого здания, а также его сметную стоимость. Технический проект представляется на рассмотрение заказчику.

После утверждения заказчиком технического проекта разрабатывают рабочие чертежи. Основной комплект рабочих чертежей содержит решения генерального плана, архитектурно-строительные решения, включая монтажные планы и фасады с раскладкой и маркировкой сборных изделий, чертежи интерьеров, конструкций (железобетонных, металлических, деревянных), внутреннего водопровода и канализации, отопления и вентиляции, наружных сетей водоснабжения и канализации, тепловых сетей и автоматизации санитарно-технических систем. Кроме того, в состав рабочих чертежей включаются заказные спецификации на материалы, сборные изделия и оборудование, ведомости объемов строительных и монтажных работ.

Масштабы изображений на рабочих чертежах принимают в зависимости от сложности изображений, но минимально необходимыми для обеспечения четкости копий при современных методах размножения чертежей. Для планов этажей, фасадов, разрезов принимают масштабы 1 : 200, 1 : 400, для фрагментов этих проекций 1 : 50, 1 : 100, для изделий и узлов от 1 : 2 до 1 : 50. Рабочие чертежи выполняются в соответствии с требованиями Единой системы конструкторской документации (ЕСКД).

Строительство осуществляется по типовым или индивидуальным проектам. **Типовые проекты** разрабатывают для возведения объектов массового строительства — жилых домов, детских дошкольных учреждений, школ, поликлиник, кинотеатров, универсамов и пр.

Индивидуальные проекты разрабатывают для возведения неповторяющихся и уникальных зданий (музеи, театры и др.). Иногда вопрос о возведении определенных видов зданий по типовым или индивидуальным проектам становится дискуссионным. Так, например, в крупном городе с десятками кинотеатров их можно строить по типовым проектам, так как городская среда содержит большое количество индивидуальных и неповторяемых объектов, придающих ей своеобразие и индивидуальность. Однако в новых жилых районах тех же крупных городов или в небольших городах здания кинотеатров выполняют в застройке композиционную роль доминантных акцентных объектов. Обеспечить эту роль едва ли может примелькавшийся облик типового кинотеатра на фоне типовой жилой застройки. В такой ситуации оправдано его индивидуальное решение.

Типовые проекты предназначают для многократного применения, поэтому они должны быть безукоризненными по функциональному и конструктивному решению, а также обеспечивать экономичность и индустриальность строительства. Срок действия типовых проектов 8—10 лет. С таким интервалом по мере роста народного благосостояния и развития техники производится пересмотр норм проектирования и типовых проектов. Каждое новое «поколение» типовых проектов по мере их разработки рассматривается не только организацией-заказчиком, но и специалистами смежных отраслей, творческими общественными организациями. На основе такого широкого рассмотрения производится корректировка типовых проектов, предшествующая их внедрению в строительство. Столь же строгой проверке и оценке подвергаются заложенные в проект новые технические решения. Всесторонней разработке типовых проектов способствует организационное объединение проектных и научно-исследовательских подразделений в единые научно-проектные институты. В проектных подразделениях создаются архитектурно-

конструктивные решения зданий, а в научно-исследовательских лабораториях испытываются прочность, устойчивость, изоляционные качества предлагаемых конструкций.

Типовые проекты разрабатывают для определенных климатических районов, но без ориентации на конкретную площадку строительства. В связи с этим возведению типового здания предшествует проектная работа, называемая привязкой проекта (приспособление проекта к конкретной градостроительной ситуации, рельефу и грунтам). В состав рабочих чертежей привязки входят уточненные чертежи фундаментов, подвалов, цокольной части, чертежи примыкания инженерных сетей здания к наружным сетям на участке и т. п. Градостроительная ситуация учитывается при выборе вариантов типового проекта по этажности, протяженности, ориентации, решению фасада.

Каждый типовой проект имеет **технический паспорт**, содержащий схемы основных чертежей (план, фасад, разрез) и экономические показатели.

Процесс проектирования типовых или индивидуальных объектов начинается со сбора и анализа материалов по аналогичным сооружениям и сопоставления полученных данных с требованиями норм и задания на проектирование. В результате этой подготовительной работы складывается общий замысел проекта зачастую не в одном, а в нескольких вариантах по архитектурной композиции, планировке или конструкциям. Оптимальный по всем этим позициям вариант принимается к разработке.

Выбор варианта представляет собой многокритериальную задачу, в которой важны учет всех основных факторов и правильная оценка их значимости. Иногда строго оптимальное решение таких задач недостижимо вследствие противоречивости критериев или затрудненности определения их значимости. В таких случаях прибегают к определению значимости критериев по экспертным оценкам путем опроса специалистов высокой квалификации и вычисления коэффициентов значимости критериев.

Современное проектирование базируется на ряде математических методов и средств, к которым относится использование вычислительной техники и автоматизированных систем. Наиболее широко эти методы внедряются в процессе поиска оптимальных вариантов основных решений в проекте. В этом случае, как и в остальных звеньях автоматизированной системы проектирования объектов строительства (АСПОС)*, разделение функций человека и машины происходит с передачей человеку творческих задач (анализ задания, подготовка исходных данных и критериев оценки, разработка программ для ЭВМ), а машине — трудоемких вычислительных операций, связанных с перебором вариантов. Окончательный выбор варианта также является задачей проектировщика.

ЭВМ с графическим выводом результатов дают не только цифровые итоги, но и чертежи отдельных узлов проекта (варианты планов квартир и секций, перспектив, чертежи конструкций, графики). Дальнейшее развитие и совершенствование АСПОС будет способствовать совершенствованию проектного дела и повышению производительности труда в проектировании.

Общим критерием экономичности проектного решения служит показатель полных приведенных затрат $П$, характеризующий экономическую эффективность капиталовложений. Он учитывает наряду с суммой капитальных вложений соответственно в производство строительных конструкций и материалов $(K_1 + K_2)$ единовременные затраты на возведение здания по сметной стоимости объекта C, годовые затраты на эксплуатационное содер-

*АСПОС является частью системы САПР — «Системы автоматизации проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства», содержащей также автоматизированные системы проектирования возведения объектов АСПВ и управления строительством АСПУС.

жание здания M, умноженные на величину нормативного срока окупаемости капиталовложений $T_н$, т. е.

$$П = C + E_н (K_1 + K_2) + MT_н, \quad (6.1)$$

где $E_н$ — нормативный коэффициент эффективности капиталовложений, равный 0,12; $T_н$ — нормативный срок окупаемости капиталовложений, равный 12,5 лет для районов Крайнего Севера и 8,33 года для остальных районов.

Экономический эффект $Э$ предлагаемого проектного решения оценивается по разности его показателя полных приведенных затрат с аналогичным показателем эталонного проекта $П_э$:

$$Э = П_э - П. \quad (6.2)$$

Помимо общей оценки экономичности проектного решения по показателю приведенных затрат проводится частная оценка проекта по объемно-планировочным показателям, сметной стоимости, показателям затрат труда и потребности в основных материалах на 1 м² общей площади. Подсчитываются показатели текущих затрат и капиталовложений в развитие производственной базы. Выявляются показатели технологичности проектных решений: вес конструкций и материалов на 1 м² общей площади, число типоразмеров и марок сборных изделий, вес монтажных элементов и продолжительность строительства в целом и на 1000 м² общей площади.

По различным типам зданий в процессе проектирования выявляются следующие объемно-планировочные показатели.

По жилым домам:

$П_ж$ — жилая площадь (сумма площадей жилых комнат) по дому в целом и на квартиру в среднем;

$П_о^п$ — приведенная общая площадь — сумма площадей жилых комнат, подсобных помещений квартир (кухни, передние, санузлы, встроенные шкафы) и летних помещений квартир, принимаемых со следующими коэффициентами приведения: 0,2 — для выносных балконов; 0,35 — для выносных балконов с боковыми экранами и лоджий, выходящих за габарит здания; 0,5 — для лоджий, входящих в габарит здания;

$П_л$ — площадь летних помещений;

$П_{вк}$ — площадь внеквартирных помещений (коммуникационных, технических и т. п.);

$О_с$ — строительный объем надземной части здания, определяемый умножением площади горизонтального сечения здания по внешнему обводу на уровне первого этажа (над цоколем) на высоту здания, измеренную от отметки чистого пола первого этажа до верхней плоскости теплоизоляции (в чердачных крышах) или до средней отметки верха бесчердачной крыши;

$П_з$ — площадь застройки, равная площади горизонтального сечения по внешнему обводу здания на уровне цоколя в сумме с выступающими частями (веранды, портики, галереи);

K_1 — отношение жилой площади к приведенной общей площади по дому в целом;

K_2 — отношение строительного объема дома к приведенной общей площади;

K_3 — отношение площади наружных стен к приведенной общей площади дома;

K_4 — приведенная общая площадь на 1 человека.

По общественным зданиям:

$П_р$ — рабочая площадь (сумма площадей всех помещений, за исключением коридоров, тамбуров, переходов и помещений для размещения инженерных сетей и оборудования — бойлерные, венткамеры, машинные отделения лифтов, и т. п.) по дому и на единицу вместимости;

$П_о$ — общая площадь (сумма рабочей площади, площадей тамбуров, коридоров, переходов и помещений для инженерного оборудования (по дому и на единицу вместимости);

$О_с$ — строительный объем здания, включая объем выступающих над плоскостью крыши световых фонарей и куполов, на единицу вместимости;

K_1 — отношение рабочей площади к общей площади здания;

K_2 — отношение строительного объема к рабочей площади здания;

K_3 — отношение площади наружных ограждений к общей площади здания.

По промышленным зданиям:

$П_р$ — рабочая площадь — сумма площадей помещений, предназначенных для изготовления продукции, включая площади антресолей, площадок, этажерок, на

которых размещено технологическое оборудование; и площади помещений промежуточного складирования полуфабрикатов;

$П_п$ — подсобная площадь (сумма коммуникационных площадей для транспорта и людских потоков и площадей помещений для санитарно-технического и инженерного оборудования, технических этажей);

$П_о$ — общая площадь (сумма площадей всех помещений здания);

$П_с$ — складская площадь (сумма площадей, предназначенных для хранения сырья, готовой продукции и подсобных материалов и изделий, необходимых для ремонта и эксплуатации оборудования и коммуникаций);

$П_з$ — площадь застройки, определенная по внешнему периметру наружных стен в уровне цоколя;

$О_с$ — строительный объем с включением объема фонарей и подвалов;

$$K_1 = \frac{П_р}{П_о}; \quad K_2 = \frac{О_с}{П_р}.$$

Коэффициенты K_1 и K_2 позволяют проектировщику оценить целесообразность использования площади и строительного объема здания. Малые значения коэффициента K_2 свидетельствуют о компактности объемно-планировочного решения и сокращении удельных расходов тепла и материалов на наружные ограждения.

Из технико-экономических показателей наиболее существенное значение имеют показатели сметной стоимости как общего измерителя, суммирующего экономичность планировочного конструктивного решения, и затрат труда как характеристики уровня индустриализации производственных процессов.

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.

§ 1. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕПЛОТЕХНИКИ

Оптимальный микроклимат, т. е. оптимальное состояние воздушной среды помещений по параметрам температуры, влажности и 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 конструкций наружных ограждений, обеспечивающих необходимую теплозащиту помещений. Последняя задача 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 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, в которых вследствие переменности 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 тепла в ккал Q, проходящего через ограждение, составляет

$$Q=(\tau_в-\tau_н)\frac{\lambda}{\delta}FZ, \qquad (7.1)$$

где $\tau_в$ и $\tau_н$ — температуры теплой и холодной поверхности ограждения; °С; λ — коэффициент теплопроводности материала ограждения, ккал/ (м · ч · °С); δ — толщина ограждения ,м; F — площадь ограждения, м^2; Z — время передачи тепла, ч.

Из уравнения (7.1)

$$\lambda=\frac{Q\delta}{FZ(\tau_в-\tau_н)}. \qquad (7.1а)$$

При значениях δ, F, Z и $(\tau_в-\tau_н)$, равных единице, $\lambda=Q$, т. е. коэффициент теплопроводности материала ограждения равен количеству тепла в ккал, проходящего за 1 ч через 1 м^2 стенки толщиной в 1 м, выполненной из рассматриваемого материала, при разнице температур на ее поверхностях в 1°. Значения коэффициентов теплопроводности материалов колеблются в очень широких пределах от 330 ккал/(м·ч·°С) у меди до 0,035 ккал/ / (м·ч·° С) у пенопластов. Различия величин коэффициентов теплопроводности являются следствием различий в структуре материалов и, в первую очередь, их объемной массы (кг/м^3). Чем она больше, тем выше теплопроводность материала. Чем меньше объемная масса 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 бо́льшую теплопроводность, тем выше становится теплопроводность материала. Влагосодержание материалов характеризуется весовой влажностью ω и измеряется отношением (в %)

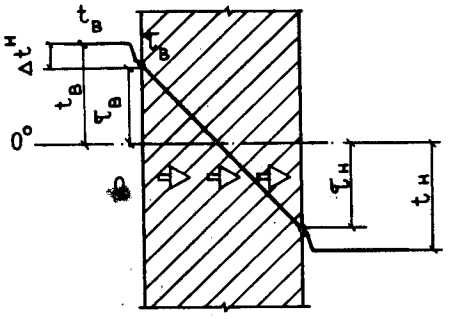


Рис. 7.1. Распределение температур в однослойном наружном ограждении при стационарном тепловом потоке

количества влаги, содержащейся в увлажненном пористом материале, к массе сухого, высушенного до постоянного веса материала:

$$\omega = \frac{P_{вл} - P_{сух}}{P_{сух}} 100, \qquad (7.2)$$

где $P_{вл}$ и $P_{сух}$ — соответственно массы влажного и сухого материала.

На величину весовой влажности влияют климатические условия, расположение материала в различных слоях ограждения, влажностный режим эксплуатируемого помещения. Из опыта строительства и исследований известны средние значения весовой влажности материала в сухих и нормальных условиях эксплуатации и значения λ для соответствующих зачений ω. 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, а нормативы изготовления изделий предусматривают способы сокращения их технологического переувлажнения при формовании. Так, например, при изготовлении трехслойных бетонных панелей с влагоемким утеплителем предусматривается предварительное пакетирование утеплителя в водонепроницаемые материалы.

Определение сопротивления теплопередачи 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 слоистных конструкций составляет:

$$R = \frac{\delta}{\lambda}; \qquad (7.3)$$

$$R = \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\delta_n}{\lambda_n}. \qquad (7.3а)$$

При переходе тепла через наружное ограждение изменяется температура в материале ограждения и на его поверхностях и одновременно понижается температура воздуха в прилежащих 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 $R_в$ и $R_н$.

Иногда в теплотехнических расчетах используют обратные величины — коэффициенты теплоотдачи $\alpha_в$ и $\alpha_н$, равные:

$$\alpha_в = \frac{1}{R_в}; \qquad (7.4)$$

$$\alpha_н = \frac{1}{R_н}. \qquad (7.5)$$

Их величины принимают по таблицам главы СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника».

Соответственно общие величины сопротивления теплопередаче одно- и многослойного ограждений составят:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_н}; \qquad (7.6)$$

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \ldots + \frac{\delta_n}{\lambda_n} + \frac{1}{\alpha_н}. \qquad (7.7)$$

Одно- и многослойные ограждения, выполненные из сборных элементов, содержат отдельные более теплопроводные участки в зонах стыков, обрамляющих и соединительных ребер, снижающие общее сопротивление теплопередаче по сравнению с вычисляемым по формулам (7.6) и (7.7). Точный учет влияния теплопроводных включений и определение приведенной величины сопротивления теплопередаче таких конструкций осуществляются расчетом с помощью электроаналоговой машины (электроинтегратора).

В приближенных расчетах наличие теплопроводных включений учитывается умножением величины R на понижающий коэффициент r, который для однослойных панельных стен равен 0,95, а для слоистых — от 0,6 до 0,9.

Пример. Определить общее и приведенное сопротивление теплопередаче наружной стены жилого дома в г. Орле, смонтированной из двухмодульных керамзитобетонных панелей толщиной 0,35 м. В толщину стены входят наружный защитно-отделочный слой из декоративного раствора толщиной 0,025 м и внутренний штукатурный слой толщиной 0,015 м.

Объемная масса керамзитобетона 1000 кг/м^3, отделочных слоев 1800 и 1600 кг/м^3. Коэффициенты теплопроводности материалов находим по таблице прил. 3 СНиП II-3-79 «Строительная теплотехника»: λ керамзитобетона — 0,35 ккал/(м · ч·°С), наружного фактурного слоя — 0,8, внутреннего — 0,7 ккал/(м · ч · °С). По формуле (7.7) находим:

$$R_0 = \frac{1}{7{,}5} + \frac{0{,}015}{0{,}7} + \frac{0{,}31}{0{,}35} + \frac{0{,}025}{0{,}8} + \frac{1}{20} = 1{,}12 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot °\text{С/ккал};$$

$$R_{\text{пр}} = rR_0 = 1{,}06 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot °\text{С/ккал}.$$

В ряде случаев для повышения сопротивления теплопередаче в конструкциях предусматривают воздушные прослойки. Экспериментально установленное термическое сопротивление замкнутых воздушных прослоек $R_{\text{в.п}}$ при их толщине от 10 до 50 мм составляет 0,17—0,2 м^2·ч·°С/ккал для вертикальных и горизонтальных (при потоке тепла снизу вверх) и 0,18—0,26 м^2·ч·° С/ккал для горизонтальных прослоек при потоке тепла сверху вниз. 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 $R_{\text{в.п}}$. Для повышения эффективности прослойки вдвое применяют облицовку ограждающей более теплой поверхности отражающими материалами (например, алюминиевой фольгой), которые уменьшают передачу тепла излучением.

Определение требуемого сопротивления теплопередаче ограждения. Величина сопротивления теплопередаче запроектированной конструкции должна соответствовать величине требуемого по климатическим и гигиеническим условиям сопротивления $R_0^{\text{тр}}$. Величина $R_0^{\text{тр}}$ 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

$$q_{\text{в}} = \frac{t_{\text{в}} - \tau_{\text{в}}}{R_{\text{в}}} \qquad (7.8)$$

(где $t_{\text{в}}$ — температура внутреннего воздуха, а $\tau_{\text{в}}$ — температура внутренней поверхности ограждения)

и равен потоку тепла через ограждение

$$q_{\text{в}} = Q;$$

$$\frac{t_{\text{в}} - \tau_{\text{в}}}{R_{\text{в}}} = \frac{t_{\text{в}} - t_{\text{н}}}{R_0},$$

где $t_{\text{н}}$ — температура наружного воздуха.

Из этого равенства следует

$$R_0 = \frac{t_в - t_н}{t_в - \tau_в} R_в. \qquad (7.9)$$

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

$$R_0^{тр} = \frac{n(t_в - t_н)}{\Delta t^н \alpha_в}. \qquad (7.10)$$

Коэффициенты n имеют следующие значения: $n = 1$ для наружных стен и совмещенных крыш; 0,9 — для чердачных перекрытий; 0,75 — для перекрытий над холодным подпольем.

В формулу (7.10) входит величина нормируемого температурного перепада у внутренней поверхности ограждения $\Delta t^н = t_в - \tau_в$, определяющая тепловой комфорт помещения. В наиболее холодные зимние дни она должна составлять для наружных стен жилых домов, школ, больниц не более 6° С, административных — 7, промышленных — от 8 до 12° С, а для покрытий соответственно 4; 5,5 и 8—12° С.

Расчетные параметры внутреннего воздуха $t_в$ в зданиях и помещениях определяются нормами проектирования и составляют для жилых комнат 18—20° С 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° С и т. д. Расчетная зимняя температура наружного воздуха $t_н$ принимается в зависимости от характеристики тепловой инерции ограждения:

для наружных стен и покрытий большой инерционности, а также для перекрытий над подвалами и подпольями — средняя для наиболее холодной пятидневки $t_{н_5}$;

для ограждений малой инерционности — средняя наиболее холодных суток $t_{н_1}$;

для ограждений средней инерционности — средняя из этих величин $\frac{t_{н_1} + t_{н_5}}{2}$;

для безынерционных — абсолютная минимальная.

Температуры наружного воздуха для различных географических пунктов, установленные по многолетним метеорологическим наблюдениям, приведены в СНиП II-А.6-72 «Строительная климатология и геофизика».

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

$$D = R_1 s_1 + R_2 s_2 + R_3 s_3 + \ldots, \qquad (7.11)$$

где R_1, R_2 — сопротивление теплопроводности 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 II-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) $R_0 \geqslant R_0^{тр}$.

Значения $R_0^{тр}$ представляют собой минимально необходимые по гигиеническим требованиям величины. В ряде случаев, особенно при проектировании слоистых ограждений с эффективными утеплителями для применения в суровых климатических условиях, экономически целесообразно назначать сопротивление теплопередаче на 50—100% выше $R_0^{тр}$. Увели-

чение стоимости наружных ограждений в этом случае компенсируется экономией на стоимости топлива, отопительных систем и установок за нормативный срок окупаемости капитальных вложений.

Экономически целесообразное термическое сопротивление теплоизоляционного слоя многослойного ограждения определяется по формуле

$$R_{ут}^{эк} = \sqrt{\frac{0{,}85\,(t_в - t_{от.пер})\,z_{от.пер}\cdot 1{,}05 C_т\, l_т}{\lambda_{ут}\, C_{ут}\, E_{н.п}}}, \qquad (7.12)$$

где $t_{от.пер}$ — средняя температура наружного воздуха за отопительный период; ° С; $z_{от.пер}$ — продолжительность отопительного периода, ч/год; $C_т$ — стоимость тепловой энергии, руб/ккал; $l_т$ — коэффициент, принимаемый равным: 1,3 — для жилых и общественных зданий, 1,2 — для производственных зданий с сухим и нормальным режимом, 1 — для всех остальных зданий; $\lambda_{ут}$ — коэффициент теплопроводности утеплителя; $C_{ут}$ — стоимость утеплителя, руб/м^3; $E_{н.п}$ — норматив для приведения разновременных затрат, равный 0,08 $\frac{1}{год}$.

Экономически целесообразное сопротивление теплопередаче слоистого ограждения $R_o^{эк}$ определяется по формуле

$$R_o^{эк} = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{1}{\alpha_н} + R_{ут}^{эк} + \Sigma R_{к.с}, \qquad (7.13)$$

где $\Sigma R_{к.с}$ — сумма термических сопротивлений конструктивных слоев этого ограждения.

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 $\tau_в$, которую вычисляют, преобразуя уравнение (7.9):

$$\tau_в = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_o} R_в. \qquad (7.9а)$$

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

$$\frac{t_в - \tau_x}{R_в \sum_{x-1} R} = \frac{t_в - t_н}{R_o},$$

откуда

$$\tau_x = t_в - \frac{t_в - t_н}{R_o}\left(R_в + \sum_{x-1} R\right), \qquad (7.14)$$

где $\sum_{x-1} R$ — 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 температур в слоистом ограждении получает характер ломаной линии, отрезки ко-

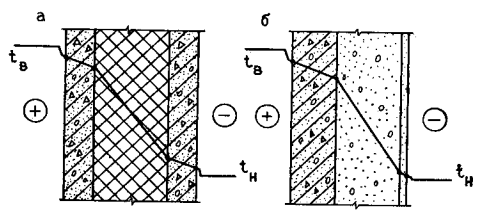


Рис. 7.2. Примеры распределения температур в трех- (*а*) и двухслойном (*б*) наружном ограждении

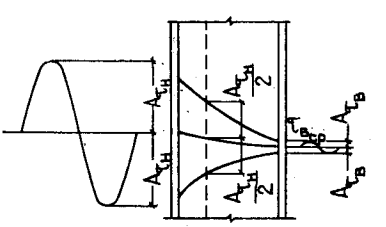


Рис. 7.3. Схема затухания температурных колебаний в толще однородной конструкции

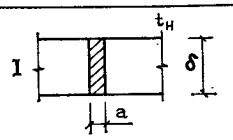
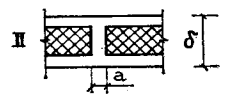
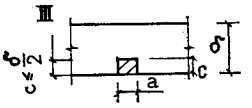
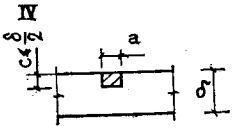
торой, проходящие через слои с более высоким термическим сопротивлением, имеют бо́льший угол наклона к горизонту (рис. 7.2).

Температура внутренней поверхности в местах более теплопроводных включений определяется по формуле

$$\tau'_{в}=t_{в}-\frac{t_{в}-t_{н}}{R_{о}\,\alpha_{в}}\left[1+\eta\left(\frac{R_{о}}{R'_{о}}-1\right)\right], \qquad (7.15)$$

где $R'_{о}$ — сопротивление теплопередаче участка ограждения с теплопроводным включением; $R_{о}$ — то же, без теплопроводного включения; η — коэффициент, принимаемый по табл. 7.1 в зависимости от отношения ширины включения a к полной толщине ограждения δ.

ТАБЛИЦА 7.1. ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ η ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ СХЕМ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТЕПЛОПРОВОДНЫХ ВКЛЮЧЕНИЙ

Схема теплопроводного включения	Коэффициент η при $\frac{a}{\delta}$, равном:								
	0,02	0,05	0,1	0,	0,4	0,6	0,8		1,5
I 	0,12	0,24	0,38	0,55	0,74	0,83	0,87	0,9	0,95
II 	0,07	0,5	0,26	0,44	0,62	0,73	0,81	0,85	0,94
III 	0,25	0,5	0,96	1,26	1,27	1,21	1,16	1,1	1
IV 	0,04	0,1	0,17	0,32	0,5	0,62	0,71	0,77	0,89

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 $D<5$) гражданских зданий в южных районах со среднемесячной температурой июля более 20° С в целях предупреждения радиационного[1] перегрева помещений.

Расчетом контролируется амплитуда колебаний температуры на внутренней поверхности ограждения $A_{\tau_{в}}$, которая должна быть не более требуемой $A^{тр}_{\tau_{в}}$, определяемой по формуле

$$A^{тр}_{\tau_{в}}=2{,}5-0{,}1\,(t_{н}-21), \qquad (7.16)$$

где $t_{н}$ — среднемесячная температура наружного воздуха в июле.

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

[1]Радиация — тепловое воздействие прямого солнечного облучения.

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

$$A_{\tau_в} = \frac{A^{\text{расч}}_{\tau_н}}{\nu}; \tag{7.17}$$

$$A^{\text{расч}}_{t_н} = \frac{\rho (I_{\text{макс}} - I_{\text{ср}})}{\alpha_н} + 0{,}5A_{t_н}; \tag{7.18}$$

$$\nu = 0{,}9e^{\frac{D}{\sqrt{2}}} \frac{(s_1 + \alpha_в)(s_2 + Y_1) + \ldots + (s_n + Y_{n-1})(\alpha_н + Y_n)}{(s_1 + Y_1)(s_2 + Y_2) + \ldots + (s_n + Y_n)\alpha_н}. \tag{7.19}$$

где ρ — коэффициент поглощения солнечной радиации наружной поверхностью, который для материалов наружных стен колеблется от 0,7 до 0,3; $I_{\text{макс}}$ и $I_{\text{ср}}$ — максимальное и среднее суточное значение суммарной солнечной радиации на поверхность ограждения за июль. Для наружных стен расчетной является поверхность, ориентированная на запад; $A_{t_н}$ — 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 $\geqslant 1$ равны коэффициенту теплоусвоения материала слоя s, а при характеристике тепловой инерции слоя $D < 1$ определяются по формуле

$$Y = \frac{R_i s_i^2 + Y_{i-1}}{1 + R_i Y_{i-1}}, \tag{7.20}$$

где Y_{i-1} — коэффициент теплоусвоения наружной поверхности предыдущего слоя. Если первый (от внутренней поверхности ограждения) слой имеет $D < 1$, то для него коэффициент Y_1 определяется по формуле

$$Y_1 = \frac{R_1 s_1^2 + \alpha_в}{1 + R_1 \alpha_в}. \tag{7.21}$$

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. Такое 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 солнцезащитных 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 Δp общих 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 наружного ограждения воздухопроницанию $R_н$ м²·ч·мм вод. ст/кг должно быть не меньше требуемого $R_н^{тр}$. Первое определяется как сумма сопротивлений слоев ограждения

$$R_н = R_{н_1} + R_{н_2} + \ldots, \tag{7.22}$$

а второе прямо пропорционально расчетной разности давления воздуха на наружной и внутренней поверхностях ограждающих конструкций Δp и

обратно пропорционально нормативной воздухонепроницаемости ограждений $G^{н}$:

$$R_{н}^{тр}=\frac{\Delta p}{G^{н}}, \qquad (7.23)$$

где $G^{н}$ для наружных стен, перекрытий над подпольями и проездами гражданских зданий составляет 0,5, для наружных стен отапливаемых производственных зданий — 1, для окон и балконных дверей — 10.

В зданиях с естественной вытяжной вентиляцией наибольшая инфильтрация наблюдается через ограждения нижнего этажа, для которого Δp определяется по формуле

$$\Delta p=0{,}55H(\gamma_{н}-\gamma_{в})+0{,}03\gamma_{н}v^{2}, \qquad (7.24)$$

где H — высота здания, м; v — скорость ветра, м/с; $\gamma_{н}$ и $\gamma_{в}$ — объемные массы наружного и внутреннего воздуха, определяемые по формуле

$$\gamma=\frac{353}{273+t}\ кг/м^{3}, \qquad (7.25)$$

где t — температура воздуха наиболее холодной пятидневки для определения $\gamma_{н}$ и расчетная температура внутреннего воздуха для определения $\gamma_{в}$.

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

$$R_{н}^{тр}=\frac{(\Delta p)^{\frac{2}{3}}}{G^{н}}. \qquad (7.26)$$

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; грунтовой 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 воздуха измеряется количеством влаги в единице объема воздуха в г/м^{3}. В теплотехнических расчетах пользуются величиной относительной влажности воздуха

$$\varphi=\frac{e}{E}100\,\%, \qquad (7.27)$$

где E — предельная величина парциального давления водяного пара в мм рт. ст. при полном насыщении воздуха водяным паром при заданной температуре; e — парциальное давление водяного пара в помещении.

Величина φ имеет большое гигиеническое значение, так как влияет на интенсивность испарения влаги кожными покровами человека. По этому показателю различают сухой ($\varphi<50\%$), нормальный ($\varphi=50\div60\%$), влажный ($\varphi=61\div75\%$) или мокрый ($\varphi>75\%$) режим помещений. Величина φ влияет на влагосодержание материала ограждения, на процессы конденсации влаги в толще и на поверхности ограждения. Температура

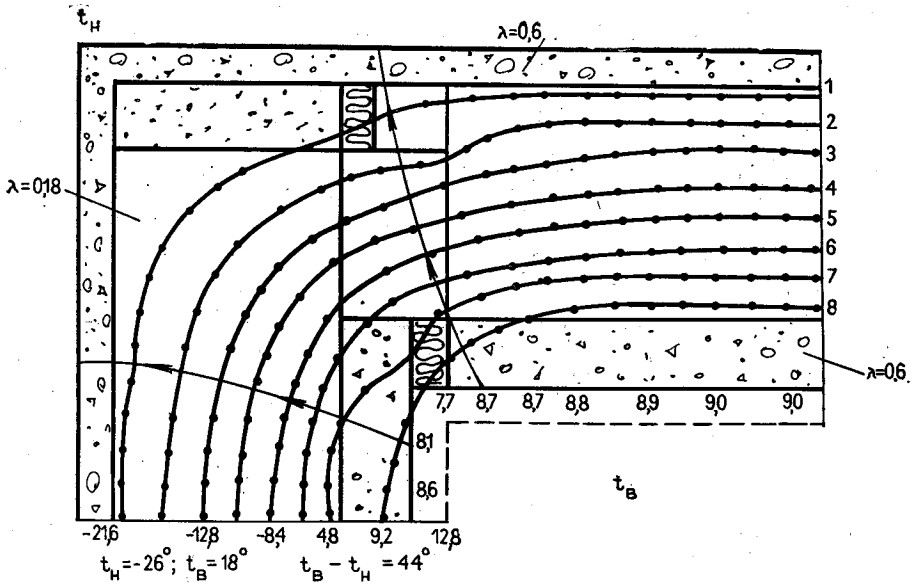


Рис. 7.4. Распределение изотерм (*1—8*) в угловом стыке трехслойных панелей наружных стен (по В. К. Ивашковой)

воздуха, соответствующая его полному насыщению водяным паром ($\varphi = 100\%$), называется точкой росы $\tau_р$. 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 $\tau_в > \tau_р$. 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

$$\frac{\partial^2 \tau}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \tau}{\partial y^2} = 0, \qquad (7.28)$$

где τ — температура в точке конструкции с координатами x и y, определенная расчетом на электроинтеграторе или по приближенной формуле (7.14).

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

Конденсационное увлажнение в толще ограждения происходит при диффузии водяного пара из помещения наружу, из среды с бóльшим парциальным давлением пара в среду с меньшим. В связи с этим диффузию водяного пара через материал ограждения называют его паропроницанием, а соответствующее качество материала измеряют коэффициентом паропроницания μ, характеризующимся количеством пара в г, который диффундирует через слой площадью 1 м^2 и толщиной 1 м за 1 ч. Коэффициент паропроницания μ измеряется в г/(м·ч·мм рт. ст). Чем выше рыхлость и пористость материала, тем больше значение μ. Величина, обратная μ, называется сопротивлением паропроницанию, $R_п$, м^2·ч·мм рт. ст/г

$$R_п = \frac{\delta}{\mu}. \qquad (7.29)$$

Общее сопротивление паропроницанию слоистого ограждения определяется по формуле

$$R_{\text{о.п}}=R_{\text{в.п}}+\frac{\delta_1}{\mu_1}+\frac{\delta_2}{\mu_2}+\ldots+\frac{\delta_n}{\mu_n}+R_{\text{н.п}}, \tag{7.30}$$

где $R_{\text{в.п}}$ и $R_{\text{н.п}}$ — сопротивление влагообмену на внутренней и наружной поверхности ограждения.

В процессе диффузии водяного пара через ограждение его парциальное давление падает от величины $e_{\text{в}}$ до $e_{\text{н}}$ за счет сопротивления ограждения паропроницанию. По аналогии с определением температуры в любой точке x по сечению ограждения парциальное давление в этой точке e_x вычисляют по формуле

$$e_x=e_{\text{в}}-\frac{e_{\text{в}}-e_{\text{н}}}{R_{\text{о.п}}}\left(\sum_{\kappa=1} R_{\text{п}}+R_{\text{в.п}}\right), \tag{7.31}$$

где $\sum_{\kappa=1} R_{\text{п}}$ — сумма сопротивлений паропроницанию слоев, расположенных между внутренней поверхностью ограждения и рассматриваемым сечением.

Сопротивление паропроницанию внутреннего слоя ограждения (от внутренней поверхности до плоскости возможной конденсации) из условий недопустимости накопления влаги в конструкции должно быть не менее требуемого $R_{\text{п}}^{\text{тр}}$:

$$R_{\text{п}}^{\text{тр}}=\frac{(e_{\text{в}}-E)\,R_{\text{п.н}}}{E-e_{\text{н}}}, \tag{7.32}$$

где $e_{\text{н}}$ — средняя упругость водяного пара наружного воздуха за годовой период; E — упругость водяного пара в плоскости возможной конденсации за годовой период эксплуатации; $R_{\text{п.н}}$ — сопротивление паропроницанию наружной части сечения ограждающей конструкции (от плоскости возможной конденсации до плоскости фасада).

Контроль влажностного состояния конструкций при проектировании не производят только в следующих случаях: для однослойных ограждений помещений с сухим и нормальным влажностным режимом; для двуслойных ограждений с сопротивлением паропроницанию внутреннего слоя не менее 12 м²·ч·мм рт. ст/г; для трехслойных ограждений, когда сопротивление паропроницанию внутреннего слоя превышает паропроницание наружных в 1,2 раза в помещениях с нормальным влажностным режимом и в 1,5 раза в помещениях с влажным режимом.

§ 2. ЭЛЕМЕНТЫ СТРОИТЕЛЬНОЙ СВЕТОТЕХНИКИ

Создание заданного светового режима в проектируемых помещениях базируется на закономерностях строительной светотехники. Для обеспечения оптимального светового режима в светотехнике используют архитектурно-конструктивные средства (размеры и расположение светопроемов, их конструкции и светопрозрачные материалы) и инженерно-технические (сети и приборы электрического освещения). Освещение помещений в дневное время проектируют **естественным, искусственным** или **совмещенным (интегральным).**

Источником естественного освещения служат прямой солнечный свет, рассеянный (диффузный) свет небосвода и свет, отраженный землей и сооружениями. Источниками искусственного света служат различные электрические лампы (накаливания, люминесцентные и др.). При совмещенном освещении одновременно используют естественный и электрический свет.

Выбор системы дневного освещения помещений диктуется функциональным процессом. Для основных помещений жилых зданий, школ, детских учреждений, административных, учебных, лечебных и производственных зданий, где люди находятся постоянно или не менее 50% рабочего времени,

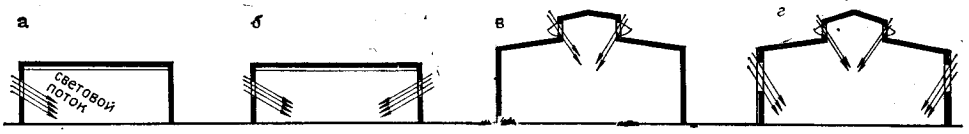


Рис. 7.5. Естественное освещение помещений
а — боковое одностороннее; *б* — то же, двухстороннее; *в* — верхнее; *г* — верхне-боковое

проектируют естественное освещение. Оно оказывает благоприятное психофизиологическое и закаливающее действие на человека, одновременно являясь бактерицидным (умерщвляющим вредные для здоровья людей микроорганизмы). Искусственный свет используется в тех помещениях гражданских и промышленных зданий, где пребывание людей относительно кратковременно (менее 50% рабочего дня) или отказ от естественного освещения необходим функционально (зрительные залы кинотеатров, предприятий с особо точными производствами и др.).

При безусловных достоинствах естественного освещения его существенным недостатком является резкая нестабильность освещенности и спектрального состава света в зависимости от времени года и суток. В связи с этим получают распространение совмещенные системы освещения с автоматическим подключением искусственного освещения по мере снижения естественного.

Во всех случаях, независимо от принятой системы освещения в дневное время, все гражданские и промышленные здания оборудуют системами искусственного освещения для темного времени суток. На ряде предприятий искусственное освещение занимает более 50% по времени. Процент использования искусственного освещения возрастает с повышением точности выполняемых работ, сменности работ на предприятии и географической широты места строительства.

Естественное освещение осуществляется через проемы в наружных ограждениях. В зависимости от расположения проемов (в стенах или покрытиях) различают б о к о в о е (одно- или двустороннее), в е р х н е е и к о м б и н и р о в а н н о е (верхнебоковое) освещение помещений (рис. 7.5). Боковое одностороннее освещение используют в жилых и большинстве общественных зданий с относительно малой глубиной помещений (6—9 м). Верхнее освещение в жилых зданиях используется очень редко (например, для освещения лестничных клеток, расположенных в центральной темной части плана здания), в общественных зданиях — в соответствии со специфическими функциональными требованиями (например, в музейных залах), в одноэтажных промышленных зданиях — в большинстве случаев.

Верхнебоковое освещение применяют в крупных залах общественных зданий с большепролетными перекрытиями (в крытых рынках, выставочных, спортивных и тому подобных залах) и в крайних пролетах одноэтажных промышленных зданий.

Естественное освещение помещений оценивается по величине к.е.о. — коэффициенту естественной освещенности, обозначаемому *е*. Он представляет собой отношение (в процентах) естественной освещенности заданной точки *М* внутри помещения светом неба E_M к одновременному значению освещенности наружной открытой горизонтальной поверхности вне здания рассеянным (диффузным) светом[1] от небосвода $E_н$:

$$e_M = \frac{E_M}{E_н} 100\,\%. \qquad (7.33)$$

[1]Прямое солнечное облучение в светотехнических расчетах не учитывается.

Абсолютное значение освещенности в любой точке помещения измеряется в люксах и составляет (из 7.33)

$$E_M = \frac{E_н e}{100}.$$

Значение $E_н$ для каждого географического пункта, времени года и суток принимают по многолетним данным метеорологических станций.

Светотехнические расчеты базируются на двух физических законах — законе телесного угла и светотехнического подобия. Согласно первому закону, освещенность заданной точки в помещении E_M полусферой небосвода прямо пропорциональна его яркости и площади проекции на освещаемую поверхность телесного угла, под которым из данной точки через проем виден участок неба (рис. 7.6, *а*).

Согласно второму закону, освещенность заданной точки M проемами различной величины постоянна, если эти проемы имеют одинаковый телесный угол ω, т. е. на величине освещенности сказывается не абсолютная, а относительная величина световых проемов (рис. 7.6, *б*).

Пользуясь первым законом, при проектировании назначают размеры и размещение проемов, исходя из их световой активности относительно рабочей поверхности. Световая активность измеряется отношением к. е. о. к площади проема.

Из схемы на рис. 7.7, *а* видно, что при горизонтальном расположении рабочей поверхности среди равных по размерам, но различно размещенных проемов максимальной светоактивностью обладает проем верхнего света, а при боковом освещении — вышерасположенный проем. Схема 7.7, *б*

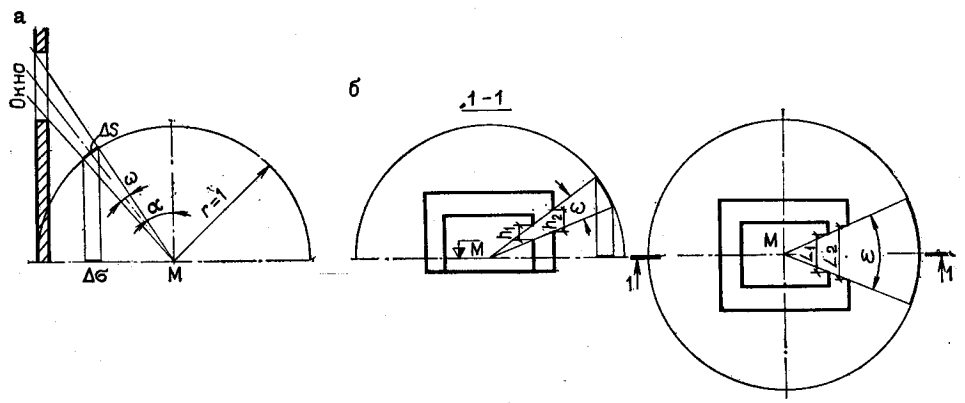


Рис. 7.6. Схемы, иллюстрирующие светотехнические законы
а — схема проекции телесного угла (приведена в проекции на вертикальную плоскость); *б* — схема светотехнического подобия

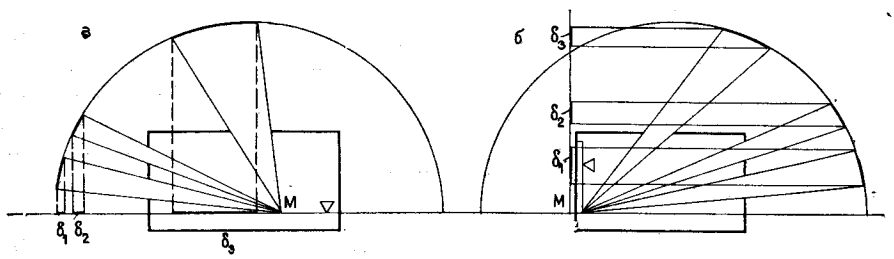


Рис. 7.7. Оценка относительной световой активности проемов с помощью закона проекции телесного угла при расположении точки *M* на горизонтальной (*а*) и вертикальной (*б*) рабочей поверхности

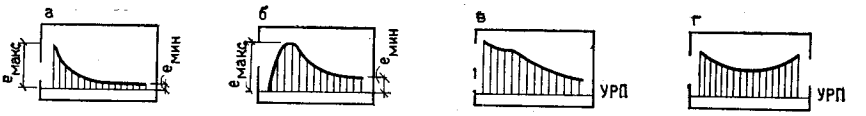


Рис. 7.8. Светотехнические характеристики (по кривой естественной освещенности) различного расположения боковых светопроемов

а — одностороннее низкое расположение; *б* — то же, высокое; *в* — одностороннее двухъярусное; *г* — двухстороннее

демонстрирует бóльшую световую активность бокового освещения по сравнению с верхним при вертикальном расположении рабочей поверхности.

Второй закон служит основой для моделирования естественного освещения при проектировании и научных исследованиях.

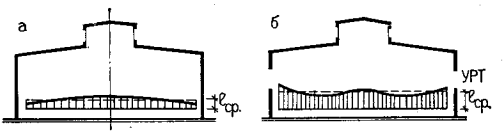


Рис. 7.9. Кривые естественной освещенности при верхнем (*а*) и верхне-боковом (*б*) освещении

В процессе проектирования по методике СНиП производится расчет естественной освещенности помещений, которую обеспечивают для заданных климатических условий предложенные в проекте размеры и расположение светопроемов. Расчет контролирует соответствие проектной величины освещенности, требуемой нормами.

Величина и равномерность естественной освещенности оцениваются также по кривым освещенности на уровне рабочей поверхности. Кривые освещенности строят для характерного разреза помещения (поперечного разреза по зданию через оси боковых и верхних светопроемов) чаще всего относительно условной горизонтальной рабочей поверхности, проходящей на уровне 0,8 м от пола (поверхность верстака, рабочего стола и др.) по расчетным величинам e для ряда равномерно расположенных на ней точек (не менее 5). Крайние из этих точек размещают на расстоянии 1 м от наружных стен. На перпендикулярах, восстановленных к избранным точкам вверх от рабочей поверхности, откладывают в одном масштабе в виде отрезков расчетные величины e. Объединив края отрезков плавной линией, получают кривую освещенности. Боковое освещение отличается большой неравномерностью со значительным перепадом от $e_{макс}$ к $e_{мин}$ в наиболее удаленной от проема точке рабочей поверхности (рис. 7.8).

Увеличение освещенности удаленных участков горизонтальной рабочей плоскости при боковом расположении проемов достигается смещением проемов в верхнюю зону стены, что способствует увеличению световой активности в 2—3 раза. Однако при этом уменьшается освещенность зоны, примыкающей к стене с проемами. Этот недостаток устраняется при введении дополнительного второго нижнего ряда проемов (рис. 7.8, *в*). Боковое одностороннее освещение целесообразно применять при необходимости обеспечить односторонне направленный свет в помещении, защиту от инсоляции планировочными средствами и сохранение относительного постоянства спектра света и яркости проема в течение дня.

Отношение $e_{макс}$ к $e_{мин}$, характеризующее равномерность освещения, в ряде случаев также нормируется. Так, например, в промышленных зданиях для производств с I и II разрядом зрительных работ оно не должно превышать 2 : 1, а с III и IV разрядом — 3 : 1. Если введение второго ряда боковых проемов или смещение их кверху не дает возможности обеспечить требуемые величины $e_н$ и отношения $e_{макс} : e_{мин}$, прибегают к устройству верхнего или комбинированного освещения (рис. 7.9).

Верхнее освещение обеспечивает наилучшую освещенность горизонтальной рабочей плоскости и бóльшую, чем боковое, равномерность осве-

щенности. Однако возможности применения верхнего освещения ограничены: оно возможно только в одноэтажных зданиях или в верхних этажах многоэтажных зданий.

В связи с различной равномерностью верхнего и бокового освещения нормы проектирования ограничивают значения минимальной освещенности при боковом свете по величине $e_{мин}$, при верхнем и комбинированном — по $e_{ср}$.

§ 3. 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, оздоровляя его. Поскольку обычное оконное стекло плохо пропускает ультрафиолетовые лучи, в лечебно-оздоровительных зданиях применяют для заполнения 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 слепящее действие солнечных лучей из-за прямой и отраженной блесткости 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. 7.10).

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 затеняющие экраны из железобетона, армоцемента, алюминия, дерева или других материалов (рис. 7.11). 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. Исключение радиационных воздействий при сохранении естественного освещения помещений может быть обеспечено также путем ориентации окон на север, применения фонарей с односторонним остеклением, ориентированным также на север. Ориентация окон на север может достигаться соответствующей ориентацией зданий, а при других ориентациях зданий — применением эркеров или пилообразных очертаний стен с проемами в них, ориентированными на северные румбы (рис. 7.12). При необходимости использования фонарей с двусторонним остеклением учитывается, что минимальную инсоляцию дает ориентация остекления север—юг. Снижению радиации способствуют заполнение проемов стеклоблоками или профильным стеклом (стеклопрофилитом), побелка остекления и зашторивание. Тепловое воздействие радиации уменьшается при применении вентилируемых конструкций покрытий и наружных стен.

Рис. 7.10. Секторы горизонта, при ориентации на которые необходимо ограничение теплового воздействия инсоляции

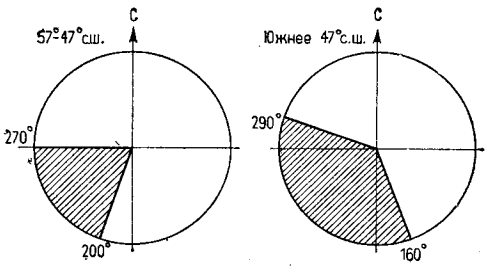
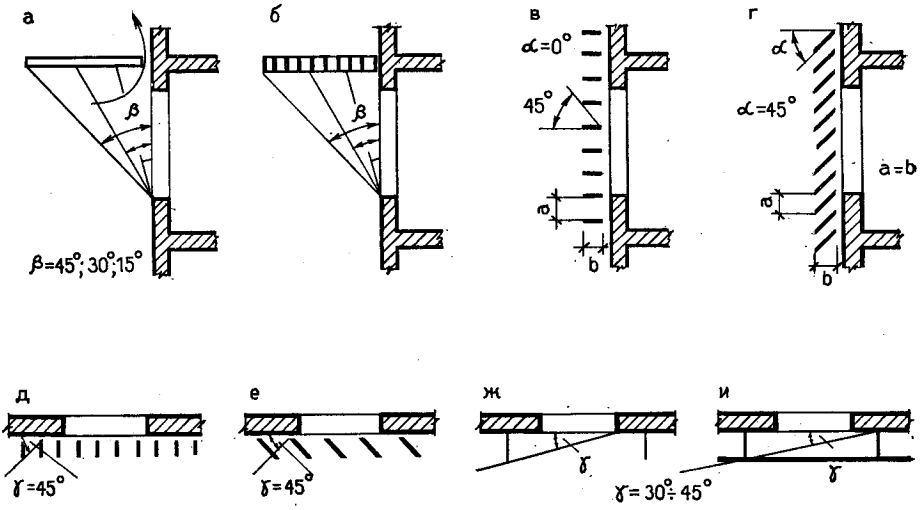


Рис. 7.11. Схемы солнцезащитных устройств
горизонтальные козырьки: *а* — сплошные; *б* — решетчатые; жалюзи стационарные или регулируемые: *в, г* — горизонтальные; *д, е* — вертикальные; *ж* — вертикальные экраны — «солнцеломы»; *и* — сотообразный экран; α, β, γ — величины защитных углов



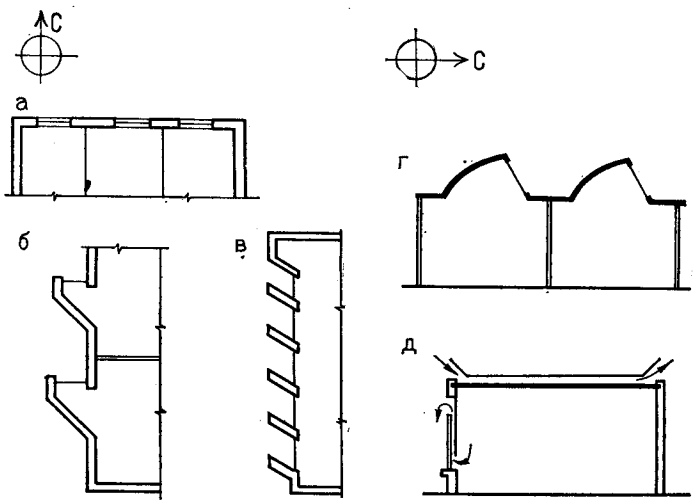


Рис. 7.12. Объемно-планировочные и конструктивные приемы защиты от радиации
а — северная ориентация проемов; *б* — то же, остекления эркеров; *в* — пилообразное очертание наружных стен в плане; *г* — шедовые покрытия; *д* — вентиляция наружных ограждений

§ 4. ЗАЩИТА ОТ ШУМА

Основные понятия и величины. Шумом являются все звуки, оказывающие на человека нежелательное физиологическое и психологическое воздействие в любых видах жизнедеятельности (работа, отдых, сон). Шум 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 — распространение колебаний какого-либо тела в окружающей его упругой среде. 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 измеряется в герцах (Гц). Частоты колебаний от 20 до 20 000 Гц вызывают у человека звуковые ощущения. Колебания с частотой менее 20 Гц называют инфразвуком, более 20 000 Гц — ультразвуком. Длина волны λ измеряется отношением скорости звука c к частоте колебаний f

$$\lambda = \frac{c}{f}. \qquad (7.34)$$

При столкновении звуковых воздушных волн с ограждающей конструкцией в ее материале возникают колебания с продольными и поперечными (перпендикулярными направлению распространения звуковой волны) волнами. В очень тонких конструкциях (толщиной менее $\lambda/6$) звуковые колебания возбуждают изгибные волны, особенно резко сказывающиеся на звукоизоляции конструкции (рис. 7.13). Звуковые волны распространяются в особо тонких и легких конструкциях с различной скоростью. 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 λ, падающей на ограждение. Волновое совпадение сопровождается резким увеличением интенсивности изгибных колебаний и звукопередачи через ограждение.

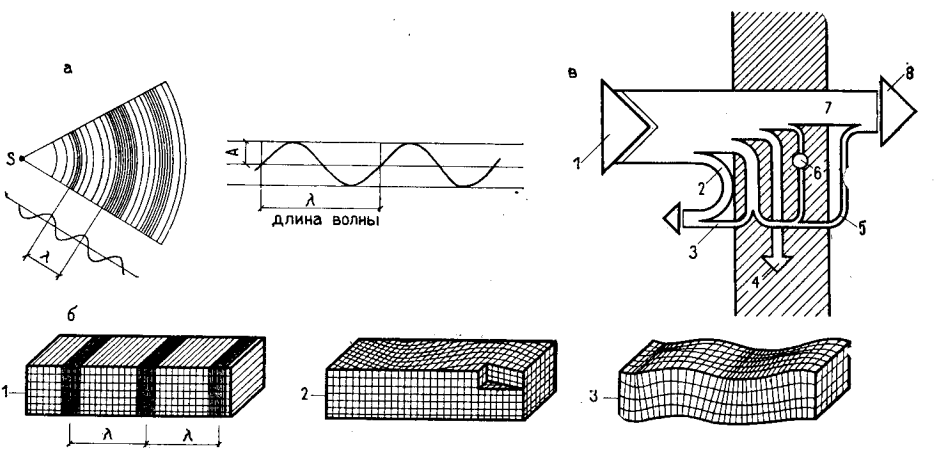


Рис. 7.13. Распространение звука

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 смежные помещения; *4* — энергия структурного шума; *6* — энергия, трансформирующаяся в тепловую; *7* — энергия, прошедшая через поры и неплотности; *8* — суммарная энергия, прошедшая через конструкцию

Избыточное (в дополнение к атмосферному) давление в воздушной среде, вызываемое звуковой волной, называется звуковым давлением P и измеряется в кгс/см^2. Интенсивность, или сила звука (звуковая мощность) измеряется количеством звуковой энергии, поступающей в 1 с на 1 м^2 площади, перпендикулярной направлению распространения звука, в Вт/м^2. Субъективное восприятие силы звука не абсолютно, а относительно, поскольку восприятие звука ограничивается в диапазоне между величинами порога слышимости $P_0 = 2 \cdot 10^{-10}$ кгс/см^2 и болевого порога ($P = 2 \cdot 10^{-4}$ кгс/см^2).

Шумовое воздействие оценивается в соответствии с особенностями восприятия относительной величиной уровня звукового давления L, измеряемой в децибелах (дБ):

$$L = 10 \lg \frac{I}{I_0}. \qquad (7.35)$$

Так как сила звука пропорциональна квадрату звукового давления, уравнение (7.35) может быть записано в виде

$$L = 10 \lg \frac{P^2}{P_0^2} = 20 \lg \frac{P}{P_0}, \qquad (7.36)$$

где P_0 — пороговое давление, равное $2 \cdot 10^{-10}$ кгс/см^2.

Звуковое давление, соответствующее болевому порогу, составляет около $2 \cdot 10^{-4}$ кгс/см^2. Соответственно $L = 20 \lg \frac{20}{2 \cdot 10^{-5}} = 20 \lg 10^6 = 120$ дБ, т. е. диапазон колебаний, воспринимаемых как звуковые, заключен в пределах от 0 до 120 дБ.

Чувствительность слуха зависит не только от уровня силы звука, но и от его частоты. Наибольшая чувствительность соответствует диапазону частот от 1000 до 3000 Гц и снижается за его пределами (рис. 7.14).

Шум в здании вызывают внешние и внутренние источники. Внешними источниками шума служат все виды транспорта, аэропорты, часть производственного оборудования промышленных предприятий, сортировочные железнодорожные станции, газодинамические установки и др. Внутренние источники шума — инженерное, производственное и санитарно-техническое оборудование зданий, звуковоспроизводящие приборы (радиоприемники, магнитофоны и т. п.), а также сами люди. Нормы проектирования ограничивают допустимые величины уровней звукового давления в дБ на рабочих местах, установленные дифференцированно для октавных полос со среднегеометрическими значениями частот 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000 и 8000 Гц.

Борьба с шумом осуществляется путем снижения уровня шума в его источнике и строительно-акустическими методами. Мероприятия по борьбе с шумом содержатся во всех разделах проекта. Защита от внешних источников шума предусматривается при разработке генеральных планов застройки жилых районов, микрорайонов, промышленных предприятий (см. гл. 8 и 16). Изоляция от внутренних источников шума обеспечивается архитектурно-планировочным путем при размещении «шумных» и «тихих» помещений в различных зонах здания; при разработке конструкций — выбором ограждений, удовлетворяющих нормативным требованиям звукоизоляции; в санитарно-технической части проекта — обоснованием параметров систем вентиляции и кондиционирования, выбором конструкций и типов оборудования с минимальными уровнями шума, применением глушителей шума в аэродинамических системах и т. п.

Для снижения уровня шума в помещении, где размещен его источник, используются методы звукопоглощения, для снижения уровня шума в смежных (изолируемых) помещениях — методы звукоизоляции. Метод звукопоглощения базируется на снижении звуковой энергии в воздухе помещения

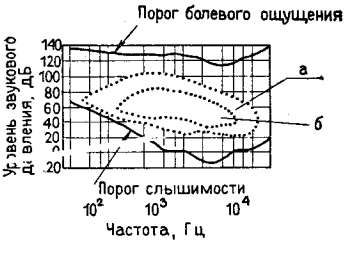


Рис. 7.14. Области восприятия звука человеком
а — слышимость музыки; *б* — речи

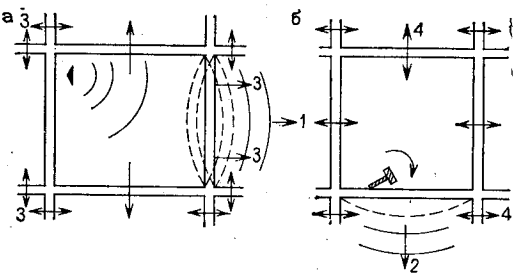


Рис. 7.15. Распространение воздушного (*а*) и ударного (*б*) шума в здании
1 и *2* — прямые пути передачи звука; *3* и *4* — косвенные

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 волн $E_о$ ниже прямых (падающих) $E_п$ вследствие звукопередачи через ограждения и частичного поглощения энергии материалом ограждений. Отношение поглощенной энергии к падающей называют коэффициентом звукопоглощения α:

$$\alpha = \frac{E_п - E_о}{E_п}. \qquad (7.37)$$

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

Методы звукоизоляции основаны на ограничении распространения звуковых волн через ограждающие конструкции. Различают три вида распространения звуков через конструкции: воздушный, ударный и структурный шум. Если звуковая энергия передается в изолируемое помещение вследствие колебаний конструкции под влиянием звуковых колебаний воздуха (от звуков человеческих голосов, радиоприемников и др.), то такой шум называют воздушным. Если колебания конструкции возбуждены ударами по ней (например, ходьба по перекрытию), то шум, передаваемый в смежное изолируемое помещение, называют ударным (рис. 7.15). Если шум распространяется по зданию через конструкции, жестко связанные с элементами, непосредственно подвергающимися ударам при ходьбе или вибрациям от насосов, вентиляторов, лифтов, его называют косвенным или структурным. Шум в изолируемое помещение передается также через неплотности, сквозные поры и щели в ограждающей конструкции.

Проектирование звукоизоляции от воздушного и ударного шума. Звукоизоляция проектируемых конструкций исследуется в диапазоне частот от 100 до 5000 Гц путем экспериментальной проверки или расчета.

При экспериментальной проверке натурный образец конструкции испытывается в камерах звукоизоляции: он устанавливается в проем 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 октавным полосам частот с вычерчиванием частотной характеристики изоляции перекрытием

ударного шума. Экспериментальные (или расчетные) кривые сопоставляют с нормативными кривыми частотных характеристик изоляции воздушного шума (рис. 7.16) или приведенного уровня ударного шума под перекрытием (рис. 7.17).

Нормируемыми параметрами звукоизоляции служат индексы изоляции воздушного и ударного шумов в дБ ($I_в$, $I_у$). Их нормативные величины зависят от назначения здания и места расположения в нем проектируемой конструкции. Так, например, $I_в$ межквартирных стен и междуэтажных перекрытий в жилых домах должен составлять не менее 50 дБ, а $I_у$ для тех же перекрытий — 67 дБ.

Индекс изоляции воздушного шума $I_в$ равен числу, которое получается при сложении числа 50 с величиной смещения (на целое число дБ) нормативной кривой, при котором среднее неблагоприятное отклонение измеренной или рассчитанной частотной характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции от смещенной нормативной кривой минимально (не более 2 дБ), а максимальное неблагоприятное (вниз от нормативной кривой) отклонение не превышает 8 дБ. Величина смещения положительна, если нормативная кривая смещается вверх, и отрицательна при смещении вниз.

Индекс приведенного уровня ударного шума под перекрытием $I_у$ равен числу, получаемому при вычитании из 70 величины смещения (на целое число дБ) нормативной кривой, при котором среднее неблагоприятное отклонение измеренной или рассчитанной частотной характеристики приведенного уровня ударного шума под перекрытием от смещенной нормативной кривой минимально (не более 2 дБ), а максимальное неблагоприятное не превышает 8 дБ. Неблагоприятными считаются отклонения вверх от нормативной кривой. Величина смещения положительна, если нормативная кривая смещается вниз, и отрицательна при смещении вверх.

При определении $I_в$ среднее неблагоприятное отклонение от нормативной кривой принимают равным $^1/_{18}$ суммы всех неблагоприятных отклонений в $^1/_3$ октавных полос частот в диапазоне 100—5000 Гц.

При определении $I_у$ среднее неблагоприятное отклонение от нормативной кривой принимают равным $^1/_{16}$ суммы неблагоприятных отклонений в $^1/_3$ октавных полос частот в диапазоне 100—3200 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 от-

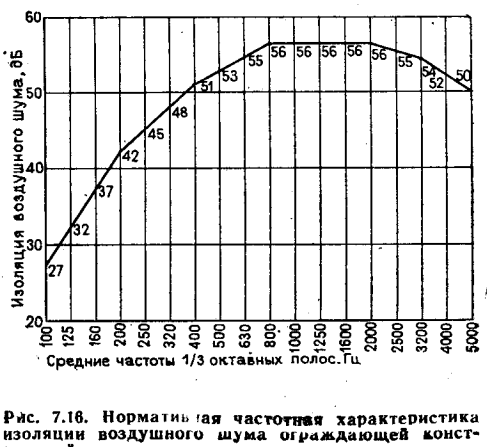


Рис. 7.16. Нормативная частотная характеристика изоляции воздушного шума ограждающей конструкцией

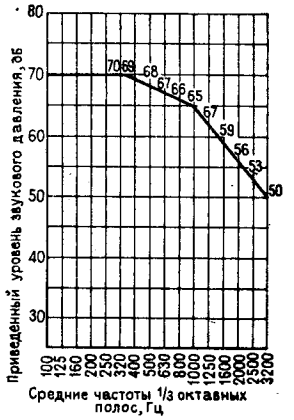


Рис. 7.17. Нормативная частотная характеристика приведенного уровня ударного шума под перекрытием

носят конструкции, состоящие из одного или нескольких жестко связанных между собой материалов (например, оштукатуренная с двух сторон стена из пористого кирпича или железобетонная панель), ко вторым — многослойные из нежестко связанных слоев различных материалов. Методика расчета звукоизоляции изложена в гл. СНиП II-12-77 «Защита от шума».

Изоляция от шума инженерного оборудования. Инженерное оборудование зданий (насосы, котельные установки, машинные отделения лифтов) при работе создает шум, распространяющийся в смежные помещения в виде воздушного и структурного шума. Для изоляции жилых и рабочих помещений от шумов инженерного оборудования применяют планировочные и конструктивные меры. Не допускается расположение машинных помещений лифтов над, под или смежно с жилыми комнатами, больничными палатами, рабочими помещениями административных зданий. Не допускается смежное с перечисленными помещениями расположение шахт лифтов и стволов мусоропроводов. Непосредственно под квартирами жилых домов не разрешается располагать котельные, бойлерные, водопроводные насосы (кроме пожарных). В жилых зданиях не допускается размещение встроенных трансформаторных подстанций и АТС, административных учреждений городского и районного значения, лечебных учреждений (кроме стоматологических поликлиник и женских консультаций), столовых и кафе с количеством посадочных мест более 50.

Лифтовые шахты проектируют самонесущими, опирающимися на самостоятельный фундамент. Места пересечения лифтовых шахт с междуэтажными перекрытиями заполняют упругими прокладками. Передача шума по трубопроводам уменьшается благодаря введению в них мягких вставок из резины или брезента, опиранию трубопроводов через мягкие прокладки и тщательной изоляции упругими прокладками мест пересечения трубопроводов с перекрытиями и стенами. Вентиляционные установки аналогично лифтовым опирают на самостоятельный фундамент или на перекрытие через виброамортизаторы. Для уменьшения распространения воздушного и ударного шума по вентиляционным каналам в последних устанавливают глушители — вставки или облицовки из звукопоглощающих материалов.

ГЛАВА 8. ЭЛЕМЕНТЫ ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА

Для общественной и народнохозяйственной жизни нашей страны в период развитого социализма характерен процесс интенсивной урбанизации: рост количества городов, их размеров и влияния на демографию, производство и культуру. В СССР каждую пятилетку возникает 100—120 новых городов. Формирование городов происходит под воздействием социального и технического прогресса. Ведущим градообразующим фактором служит промышленность, но наряду с ней возрастает градообразующая роль других факторов — науки, регионального обслуживания, подготовки кадров.

Городское население за последние 60 лет возросло почти в 6 раз. Особенно интенсивно растет население больших городов и новых индустриальных центров. Урбанизация является следствием общественных преобразований и научно-технической революции. В связи с НТР урбанизация происходит также и в экономически развитых капиталистических странах, но только в условиях социализма она становится управляемым процессом на базе научных основ градостроительства. Как отмечал товарищ Л. И. Брежнев в докладе XXIV съезду КПСС, «Преимущества социализма позволяют

направлять естественный процесс роста городов таким образом, чтобы их население пользовалось все более здоровыми условиями жизни»[1].

Градостроительство на научной основе наряду с использованием всех преимуществ урбанизации дает эффективные средства для ликвидации или нейтрализации ее отрицательных последствий — неравномерности расселения, загрязнения воздушных и водных бассейнов, шума от промышленных предприятий и транспорта.

Основными научными принципами социалистического градостроительства являются:

совершенствование исторически сложившейся системы расселения на территории страны;

создание новых городов и населенных мест с максимальным уровнем благоустройства, транспортных связей и системы всех видов обслуживания населения;

проведение эффективных мероприятий по охране природы и окружающей среды.

Наука о расселении позволяет преобразовать исторически сложившуюся стихийную сеть населенных мест в новую систему на базе рационального размещения производительных сил, отвечающего интересам социального и экономического развития страны.

В Программе КПСС уделено особое внимание рациональному размещению промышленности: «Развернутое строительство коммунизма требует все более рационального **размещения** промышленности, которое обеспечит экономию общественного труда, комплексное развитие районов и специализацию их хозяйств, устранит чрезмерную скученность населения в крупных городах, будет содействовать преодолению существенных различий между городом и деревней, дальнейшему выравниванию уровней экономического развития районов страны»[2]. Решениями XXVI съезда КПСС в этих целях предусматривается «последовательно проводить линию на ограничение роста крупных городов, развивать малые и средние города, размещая в них специализированные, высокопроизводительные производства, филиалы предприятий, объединений»[3]. Планомерное развитие отечественного градостроительства в ближайшие десятилетия приведет к уменьшению диспропорции в заселенности западных и восточных районов страны в связи с интенсивным развитием крупных промышленных и энергетических комплексов в Восточной Сибири. Общая рационализированная система расселения послужит базой для разработки частных систем расселения в отдельных территориально-производственных комплексах и районной планировки.

Районная планировка — вид проектной работы, содержанием которой является выявление наиболее рационального размещения на заданной территории профилирующей промышленности, населенных пунктов, транспортных сетей и мест отдыха населения. Работы по районной планировке выполняют в виде схем и проектов для первоочередного (7—10 лет) и расчетного (25—30 лет) сроков реализации.

Схема районной планировки разрабатывается для крупных территорий (область, край, республика). Она решает наиболее общие вопросы, обеспечивая переход от схем размещения производительных сил республики или экономического района к проектно-планировочным работам. Проекты районной планировки разрабатываются для части территории. Они предусматривают наиболее экономичное размещение промышленности, оптимальное расселение, целесообразную трассировку транспортных сетей, размещение пригородной сельскохозяйственной базы, охрану природы от загрязнения.

---

[1] Материалы XXIV съезда КПСС. М.; Политиздат, 1971, с. 44.
[2] Материалы XXII съезда КПСС, М., Политиздат, 1961, с. 374.
[3] Материалы XXVI съезда КПСС. М., Политиздат, 1981, с. 138.

§ 1. ГОРОД, ЕГО ПЛАНИРОВОЧНАЯ СТРУКТУРА И ТРАНСПОРТНАЯ СЕТЬ

Проектирование новых и реконструкция существующих городов осуществляются в соответствии с перспективными планами развития народного хозяйства, схем расселения и размещения производительных сил, а также схем и проектов районной планировки.

Основным документом, определяющим строительство нового или развитие и реконструкцию существующего города на перспективу в 20—30 лет, служит генеральный план. Генеральный план определяет масштабы нового строительства, восстановления и реконструкции, территориальные границы развития города, его функциональное районирование, основы планировочной структуры города (сеть основных улиц и площадей, размещение главного и районных центров, систему озеленения), плотность и этажность застройки, организацию транспортного движения в городе и связь с внегородскими магистралями, основы санитарно-технического благоустройства, мероприятия по охране воздушного бассейна, водоемов и почвы от загрязнения. Генеральным планом должна быть обеспечена высокая экономическая эффективность капитальных вложений за счет рационального использования земель, объединения промышленных предприятий в узлы или районы, повышения этажности зданий и индустриализации строительства.

В проектах планировки и застройки городов комплексно координируются и используются итоги разработки научных, творческих, социальных, экономических, инженерных и психологических проблем, имеющих целью создание оптимальной среды обитания человека.

Для создания выразительной объемно-пространственной структуры города и выявления его индивидуального облика в архитектурной композиции города подчеркивают специфические природно-ландшафтные особенности, в нее органически включают памятники архитектуры с установлением для них охранных зон и зон регулирования застройки, в композиции новой застройки учитывают возможность современной интерпретации традиционных приемов национального и регионального зодчества. Генеральные планы крупнейших городов предусматривают активное использование подземного пространства для размещения транспортных сооружений, складов и т. п.

Города классифицируются по численности населения на крупнейшие (с населением свыше 500 тыс. чел.), крупные (от 250 тыс. до 500 тыс. чел.), большие (от 100 тыс. до 250 тыс. чел.), средние (от 50 тыс. до 100 тыс. чел.) и малые (до 50 тыс. чел.).

Советская градостроительная политика ориентирована на преимущественное развитие малых, средних и больших городов, в которых (так же, как и в новых городах) размещают большинство новых предприятий и групп предприятий. Эта мера наряду с нормативными ограничениями по размещению новых предприятий в крупных и крупнейших городах способствует сокращению непомерного роста последних и гармоничному развитию больших, средних и малых городов.

Градостроительное проектирование предопределяет архитектурно-планировочную структуру города, его функциональное зонирование, архитектурный облик и единую улично-дорожную сеть.

Архитектурно-планировочная структура — взаимное расположение частей города в плане — определяется его величиной, характером природных условий и особенностями градообразующих факторов. Различаются города компактной, расчлененной и рассредоточенной структуры.

К о м п а к т н а я структура присуща малым и средним городам при их расположении на спокойном рельефе. Р а с ч л е н е н н а я структура характерна для средних и крупных городов. Расчленяющими факторами

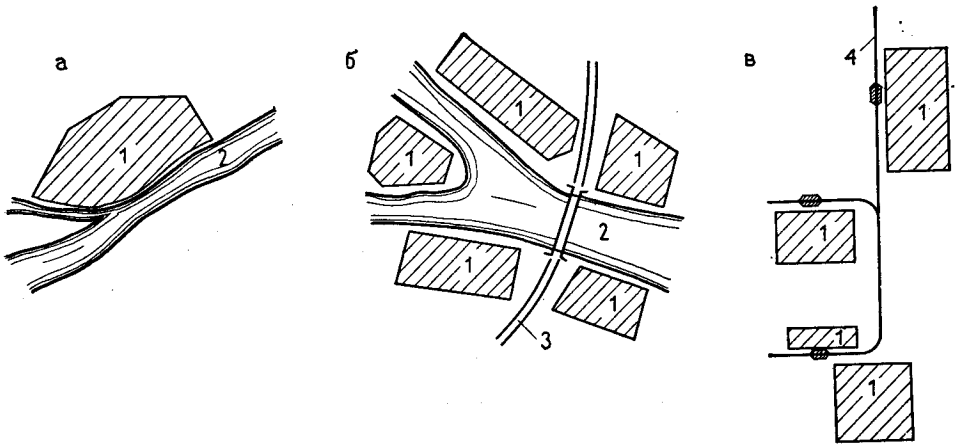


Рис. 8.1. Планировочные структуры городов
а — компактная; *б* — расчлененная; *в* — рассредоточенная; *1* — застройка; *2* — река; *3* — автомобильная магистраль; *4* — железная дорога

служат природные особенности территории (реки и водоемы, горные отроги, крупные овраги), включения внешнего транспорта или промышленные предприятия, выделяющие значительные вредности. Рассредоточенная структура присуща городам, для которых градообразующей основой послужили предприятия добывающей промышленности. Они требуют сохранять незастроенными отдельные участки территории (в местах залежей полезных ископаемых). Иногда рассредоточенную структуру имеют города, расположенные на сильно пересеченной гористой местности (рис. 8.1).

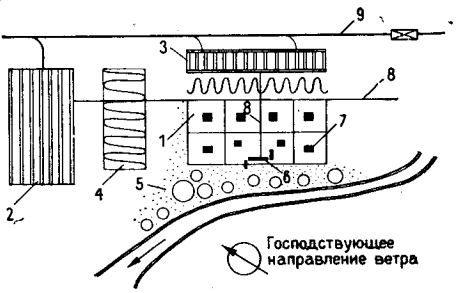


Рис. 8.2. Функциональное зонирование городской территории
1 — селитебная зона; *2* — тяжелая промышленность; *3* — обрабатывающая промышленность; *4* — санитарно-защитная зона; *5* — зеленые насаждения общего пользования; *6* — городской центр; *7* — общественный центр жилого района; *8* — городская магистраль; *9* — железная дорога

В проекте планировки и застройки города (рис. 8.2) предусматривается членение его территории на функциональные зоны (функциональное зонирование) — селитебную, промышленную, коммунально-складскую и зону внешнего транспорта, мест отдыха населения и санитарно-защитную.

Селитебная зона предназначается для размещения жилых районов, общегородского центра и зеленых насаждений общего пользования. Для этой зоны выделяют наиболее благоприятную в санитарном отношении часть территории города. Основным санитарным требованием является размещение селитебной зоны с наветренной стороны относительно промышленных зон и выше по течению рек. Преобладающее направление ветра определяют по розе ветров. Она представляет собой графическую схему распределения ветров в конкретной местности по странам света и повторяемости, выполненную на основе осредненных метеорологических данных за десятилетие. При построении розы ветров из одной точки — центра розы — проводят прямые по направлениям шестнадцати румбов и по этим прямым откладывают в одном масштабе отрезки повторяемости (число дней в году) ветра данного направления (к центру). Концы отрезков соединяют прямыми линиями. Образовавшийся неправильный многоугольник и является розой ветров (рис. 8.3).

Промышленная зона предназначается для размещения промышленных и энергетических предприятий и обслуживающих их объектов. Она обеспечивается удобными транспортными связями с жилыми районами и с внешними транспортными магистралями. На территории коммунально-складской зоны располагают трамвайные депо, троллейбусные и автобусные парки и склады. Она размещается вне селитебной территории, преимущественно на территории санитарно-защитных зон промышленных предприятий.

Сеть улиц и магистралей является наиболее устойчивым во времени и ответственным элементом городского плана. Схемы уличных сетей большинства городов сводятся к следующим четырем основным типам: прямоугольной (регулярной), лучевой, радиально-кольцевой и свободной (рис. 8.4).

Регулярная уличная сеть зародилась в античный период. Спланированные архитектором Гипподамом древнегреческие города Пирей, Милет, Родос и др. имели прямоугольную сетку улиц с общественным центром, расположенным на пересечении двух главных. Сочетание свободного контура города с регулярной сеткой улиц придавало индивидуальность городам «гипподамовой» системы. Прямоугольная уличная сеть широко распространена и в настоящее время. Она обеспечивает четкую ориентировку в городе и способствует удобной организации его застройки. Ее основными недостатками являются однообразие застройки и удлинение трасс городского движения в диагональном направлении. Поэтому регулярная уличная сеть целесообразна только в небольших населенных пунктах или в отдельных фрагментах городского плана (например, планировка Васильевского острова в Ленинграде, о. Манхэттен в Нью-Йорке и др.).

Радиально-кольцевая уличная сеть присуща городам, возникшим в средние века и развивавшимся в последовательно возникавших кольцах крепостных стен. Характерным примером такого города служит Москва. В городах с радиально-кольцевой уличной сетью лучше, чем при регулярной, организуется городской центр, обеспечивается прямолинейность связей между отдаленными частями города по диаметральным магистралям. Недостатком такой уличной сети является излишнее скопление транспорта в центре, требующее специальных мероприятий по его разгрузке с помощью окружных и кольцевых магистралей.

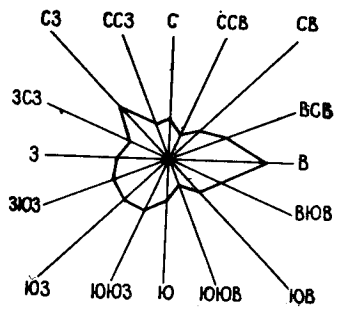


Рис. 8.3. Роза ветров

Лучевая сеть встречается в крупнейших (Ленинград) и средних городах (Калинин, Петрозаводск) в виде основы плана центра города или отдельного его фрагмента. Аналогично радиально-кольцевой лучевая сеть дает возможность ориентировать композицию застройки на городской центр, в то же время ее бо́льшая четкость позволяет удобнее организовать застройку и уличное движение.

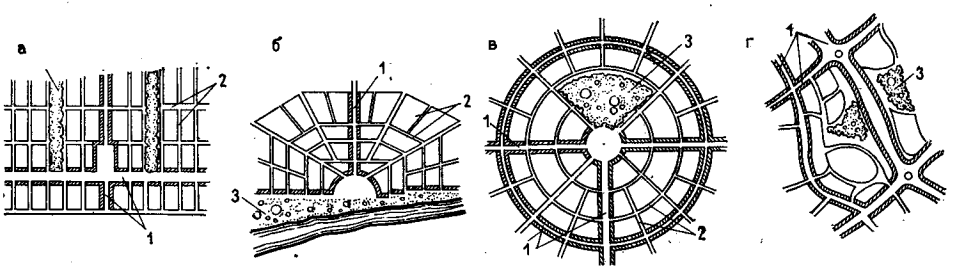


Рис. 8.4. Схемы уличных сетей

а — прямоугольная; *б* — лучевая; *в* — радиально-кольцевая; *г* — свободная; *1* — магистральная улица; *2* — жилая улица; *3* — зеленые общегородские насаждения

Уличная сеть свободной планировки отличается от рассмотренных меньшим геометризмом, большей приспособляемостью к природным особенностям местности (рельефу, водоемам и пр.). Свободная уличная сеть может включать в себя на отдельных участках города фрагменты других уличных сетей. Свободная (ландшафтная) планировка способствует созданию индивидуального своеобразия облика застройки.

Схемы планировочных сетей городов находятся в процессе совершенствования и развития. В период урбанизации наиболее ответственными задачами в их совершенствовании являются обеспечение возможности роста города и безопасности движения за счет дифференциации функций улиц и магистралей, организации движения в нескольких уровнях с прокладкой (помимо наземных) подземных и надземных трасс.

Трассировка улиц и магистралей разрабатывается в виде единой системы, обеспечивающей быстрые и безопасные транспортные связи всех функциональных зон города между собой, с пригородами и внешними транспортными сетями. Трассировка существенно влияет на микроклимат города, способствуя его лучшему проветриванию, а в суровых климатических условиях и в местностях с большим объемом снегопереноса за зиму позволяет защитить застройку от заносов путем расположения магистралей параллельно направлению господствующего ветра.

Городские дороги и улицы по назначению и расчетным скоростям движения транспорта подразделяются на скоростные (скорость до 120 км/ч), магистральные, жилые улицы (60 км/ч) и проезды (до 30 км/ч).

Скоростные улицы и дороги грузового движения преимущественно располагают вне селитебных зон (например, на территории санитарно-защитных зон предприятий), а при необходимости расположения на селитебных территориях — с полной изоляцией от пешеходов и местного транспорта. Непрерывность движения на скоростных дорогах обеспечивается развязками движения транспорта в разных уровнях. Скоростные дороги прокладывают, используя элементы рельефа в качестве преград распространению шума, иногда в тоннелях или выемках. Магистральные улицы размещают по трассам основных пассажиропотоков города (к центру и основным предприятиям), обеспечивая непрерывность движения пересечениями центральной проезжей части улицы с проезжими частями других улиц в разных уровнях и устройством пешеходных переходов. Жилые улицы служат для связи жилых комплексов с магистральными улицами районного значения, по которым движется общественный транспорт, проезды — для внутримикрорайонных связей.

Скоростные и магистральные улицы требуют максимальной прямолинейности трассы, минимальных величин продольных уклонов (не более 4 и 5% соответственно) и максимальных радиусов скривления (400 и 600 м). Жилые улицы и проезды могут иметь извилистую трассу, продольные уклоны до 6 и 8% и радиусы скривления не менее 125 и 30 м.

Транзитный транспорт пропускают по скоростным окружным дорогам в обход городов с компактным планом или по прямолинейным в городах с вытянутым линейным планом.

Площади являются столь же стабильным элементом городского плана, как и уличная сеть. Основные типы площадей: главные площади города или его районов — центры общественной жизни населенного пункта; площади перед общественными зданиями (зрелищными, зрелищно-спортивными, торговыми); вокзальные и предмостные; площади для пропуска и распределения транспортных и пешеходных потоков.

Проект планировки и застройки создается на основе активного использования положительных качеств местности и ее активного преобразования в целях благоустройства, поскольку нет территорий, в естественном состоянии полностью пригодных или непригодных для застройки.

Благоустройство рельефа с приспособлением его к архитектурным и инженерным нуждам предусматривается при проектировании **вертикальной планировки.** Оно заключается в построении проектной поверхности городской территории с выявлением наиболее важных для создания городского силуэта точек, определением участков с недопустимой крутизной рельефа, установлением наиболее удобной трассировки улиц и городских магистралей, организацией отвода поверхностных вод. При проектировании вертикальной планировки определяются высотные отметки дорог, мостов, набережных, подземных коммуникаций, въездов на территории промышленных предприятий и жилых районов, уклоны улиц, площадей и промышленных территорий, оптимизируется баланс земляных работ, предусматривается максимальное сохранение древесной растительности, почвенно-растительного покрова и естественного рельефа.

§ 2. ПЛАНИРОВКА И ЗАСТРОЙКА ЖИЛЫХ РАЙОНОВ И МИКРОРАЙОНОВ

Селитебная территория городов проектируется из расчета средней жилищной обеспеченности населения общей площадью на ближайший и перспективные этапы строительства соответственно в 13,5; 18 и 23 м²/чел. На селитебной территории формируются планировочные районы, жилые районы и микрорайоны. Планировочные районы выделяются из селитебной территории естественными или искусственными границами — реками, каналами, водоемами, железными дорогами и др. На территории планировочного района может располагаться несколько жилых районов. Помимо естественных и искусственных рубежей границами жилых районов служат магистральные улицы. Микрорайоны имеют границы по красным линиям магистральных и жилых улиц.

Численность населения жилых районов и этажность застройки определяются в зависимости от крупности города и условий строительства. Численность населения микрорайонов и жилых районов на первую очередь строительства в крупных и крупнейших городах принимают соответственно от 12 тыс до 20 тыс. чел. и от 40 тыс. до 80 тыс. человек, в средних и больших — от 6 тыс. до 12 тыс. и от 25 тыс. до 40 тыс. чел.

Приемы планировки и застройки жилых комплексов находятся в процессе непрерывного развития в связи с совершенствованием жилища, повышением требований к комфорту проживания и расширением системы обслуживания. Меняется характер застройки и укрупняются первичные жилые образования: с середины 1950-х гг. поквартальная застройка сменилась микрорайонной, а микрорайонная — застройкой межмагистральных территорий.

Проект жилой застройки должен предусматривать наилучшие в санитарно-гигиеническом отношении условия проживания, высокий уровень комфорта бытового и общественного обслуживания, систему общественного транспорта, гарантирующего удобную связь с местами труда, отдыха, культурными, торговыми и административными центрами при гарантированной безопасности пешеходного движения.

Обеспечение наилучших в санитарно-гигиеническом отношении условий проживания достигается выделением под селитьбу наиболее благоприятных территорий города и централизованными мерами очистки воздушного бассейна города (центральные отопительные установки на газовом топливе, очистные сооружения, перевод общественного транспорта на электрическую тягу и под землю, озеленение и обводнение городских территорий), а также частными мерами, принимаемыми при проектировании жилых районов и микрорайонов. К последним относятся планировочные решения застройки, позволяющие наиболее полно использовать благоприятные природные ус-

ловия или смягчить неблагоприятные, обеспечение необходимой инсоляции помещений и территории застройки, защита от шума городских магистралей.

Среди приемов, обеспечивающих улучшение санитарно-гигиенических условий проживания, наиболее распространены композиции застройки по принципу открытой и закрытой планировки.

Открытая планировка — раскрытие внутреннего пространства микрорайона во внешнюю среду — применяется в благоприятных климатических условиях и при размещении жилой застройки в окружении живописной природы и открытого пейзажа (рис. 8.5). Этот планировочный прием характерен для селитьбы в курортных районах, в небольших городах-спутниках и в окраинных районах крупных городов на границе селитьбы с зелеными зонами, водоемами, зонами отдыха. Открытая планировка обеспечивает оздоровление жилой застройки благодаря притоку свежего воздуха и композиционное обогащение пространства за счет связи жилых групп с ландшафтом.

Закрытая планировка применяется в условиях неблагоприятной внешней среды по климатическим или градостроительным требованиям защиты от шума магистралей, снежных заносов, пыльных и сухих ветров.

Использование приема закрытой планировки не означает необходимости полной застройки периметра. Обычно сплошь застраивается часть периметра, обращенная в неблагоприятную сторону (рис. 8.6).

Инсоляция территории и помещений измеряется количеством времени прямого облучения в часах и минутах. Ее минимальная величина для квартир, жилых комнат гостиниц и общежитий, классов школ, спален и групповых детских учреждений и территорий детских площадок и зон отдыха составляет 3 ч в дни осеннего и весеннего равноденствия.

Обеспечение необходимой инсоляции достигается соответствующей ориентацией зданий и сокращением сроков и площади затенения зданий и тер-

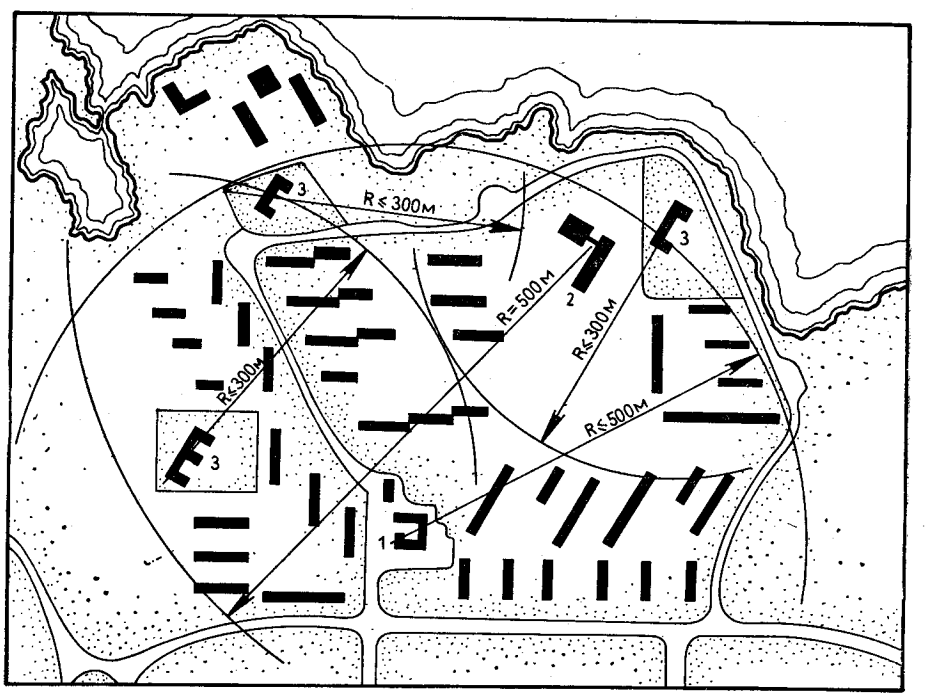


Рис. 8.5. Схема жилого района с открытой планировкой застройки
1 — общественно-торговый центр; *2* — школа; *3* — детский сад-ясли

риторий соседними зданиями. Для домов, в которых все комнаты квартир выходят на одну сторону (дома ограниченной ориентации), не допускается ориентация жилых комнат на северный сектор горизонта в пределах от 310 до 50° (рис. 8.7). Для обеспечения необходимой инсоляции дома ограниченной ориентации (меридиональные) располагают в застройке только меридионально с допустимым в северных и средних широтах отклонением от этого направления в ±15° (рис. 8.8).

Для домов, в которых размещены квартиры с двусторонней ориентацией (дома неограниченной ориентации — широтные), по условиям инсоляции возможно любое расположение в застройке, но оптимальным для средних широт является расположение под углом 30° к меридиану, обеспечивающее равноценное облучение обоих фасадов (рис. 8.9).

Для домов частично ограниченной ориентации (часть квартир дома имеет одно-, часть — двустороннюю ориентацию) возможно меридиональное и широтное (при ориентации односторонних квартир на юг) расположение в застройке (рис. 8.10). Рекомендуемой является ориентация жилых комнат на юго-восток. Восточная, южная и юго-восточная ориентация рекомендуются также для основных помещений детских учреждений и школ. Такая ориентация при обеспечении необходимой длительности инсоляции исключает перегрев помещений под действием солнечной радиации.

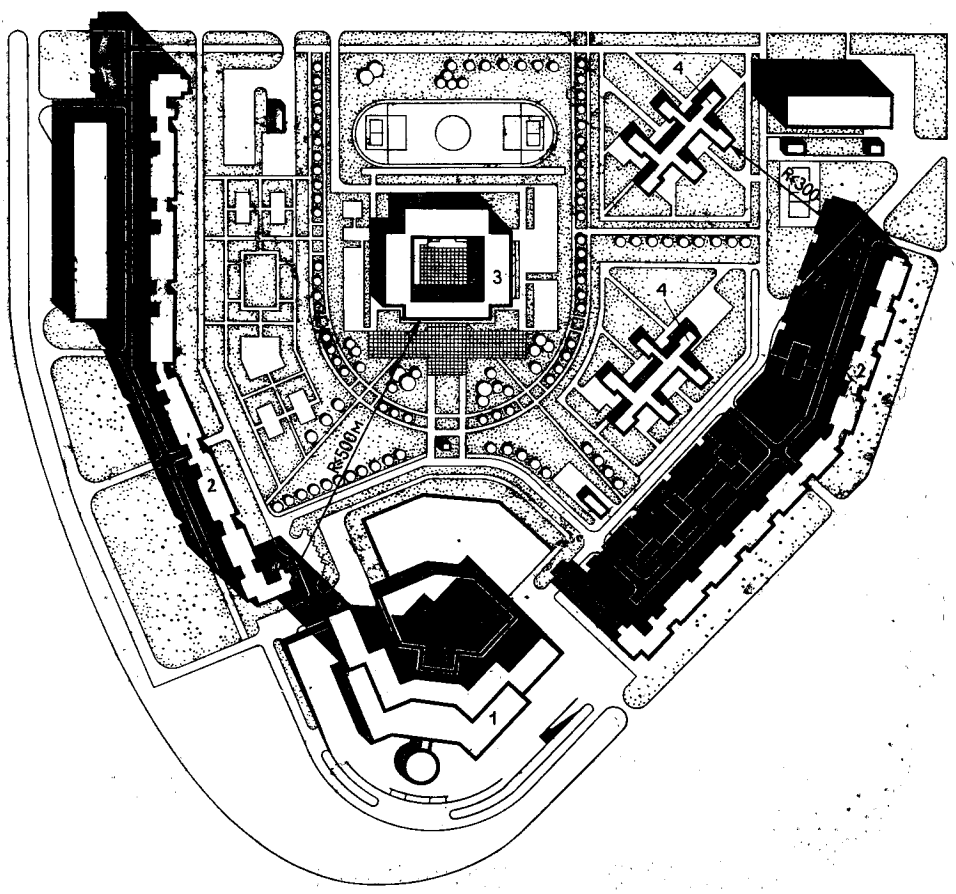


Рис. 8.6. Схема жилого района с закрытой планировкой застройки (со стороны пересечения магистралей)

1 — гостиница; *2* — жилой дом; *3* — школа; *4* — детский сад-ясли

Для исключения перегрева помещений в южных районах не допускается ориентация на юго-западный сектор горизонта (от 200 до 290°) жилых комнат односторонне ориентированных квартир и основных помещений детских учреждений и школ.

Затенение территорий и зданий зависит от высоты стояния солнца, обусловленной географической широтой места строительства, времени года, высоты и формы затеняющих зданий. Чем южнее расположена застройка, тем выше солнцестояние, короче тени, отбрасываемые зданием, меньше затенение территории и зданий, тем меньше могут быть разрывы между зданиями.

Длительность затенения территории связана с ориентацией и формой здания: затенение территории с северной стороны широтных зданий на несколько часов длительнее, чем затенение с западной и восточной сторон меридиональных зданий, хотя ширина затенения меньше (в первом случае она достигает $2H_з$, а во втором — 3 $H_з$, где $H_з$ — высота здания).

Наименее длительно затенение территории башенными зданиями, отбрасывающими не постоянные, а скользящие тени. Все эти обстоятельства учтены при назначении в СНиП минимальных разрывов между зданиями.

Во избежание нарушений инсоляционного режима использование принципа закрытой планировки в северных и средних широтах допустимо только при размере внутренних пространств более 4 $H_з$ и исключении

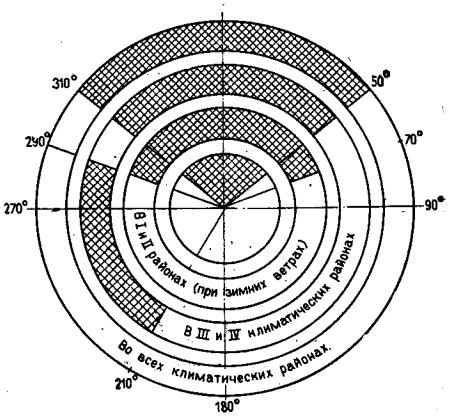
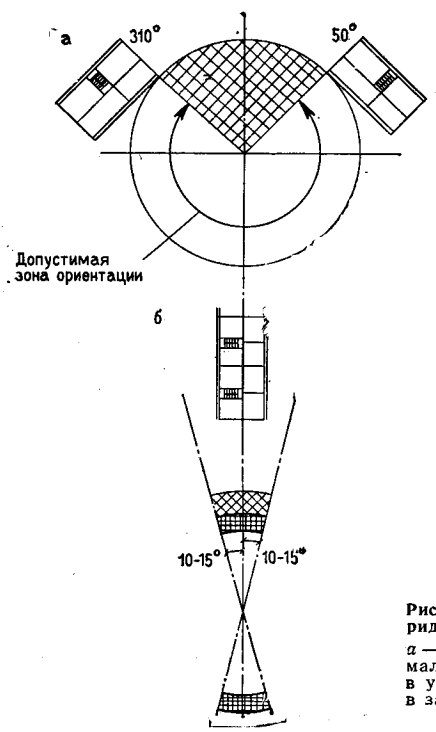


Рис. 8.7. Ориентация жилых помещений (заштрихованы участки горизонта, ориентация на которые не допускается)



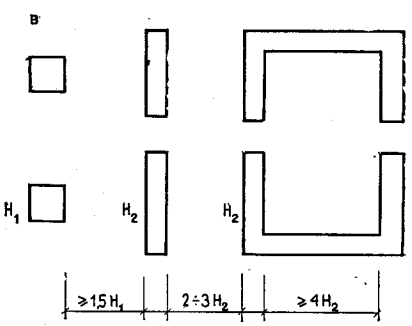


Рис. 8.8. Схемы ориентации и размещения меридиональных домов

а — допустимая зона ориентации; *б* — оптимальное расположение продольной оси здания в умеренном климате; *в* — размещение домов в застройке

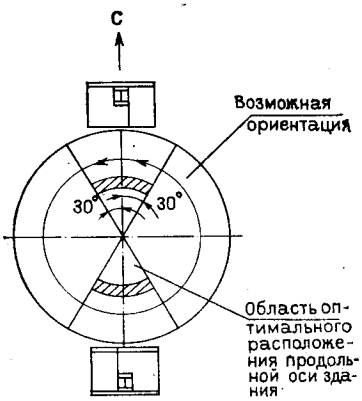


Рис. 8.9. Схема ориентации широтных домов

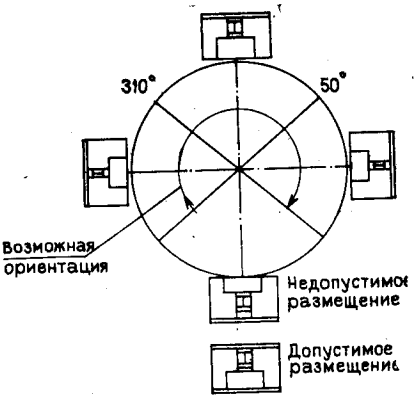


Рис. 8.10. Схема размещения домов частично ограниченной ориентации

раскрытия внутриквартального (внутримикрорайонного пространства) на север.

В южных районах с высоким солнцестоянием площадь неинсолируемой территории резко сокращается. Для обеспечения необходимого санитарно-гигиенического режима и уменьшения перегрева применяют специальные солнцезащитные устройства (см. гл. 7) и озеленение зданий и территории.

Проветривание территории застройки хорошо обеспечивается при чередовании (через 250—300 м) застройки с озелененными территориями, ориентации домов торцами к господствующему направлению ветров, необстроенных первых этажах в домах, ориентированных протяженными фасадами в наветренную сторону. Защита населения и территории от неблагоприятных ветров обеспечивается компактной застройкой без разрывов, а в особо неблагоприятных климатических условиях — соединением жилых зданий с обслуживающими учреждениями крытыми отапливаемыми переходами. На наветренную сторону в таких неблагоприятных условиях ориентируют подсобные помещения жилых и общественных зданий либо специальные ветрозащитные закрытые галереи этих зданий.

Жилая застройка должна быть надежно защищена от шума. Источниками шума являются транспортные потоки на улицах и магистралях, городские вводы железнодорожного транспорта, открытые участки линий метрополитена мелкого заложения, воздушный транспорт. В застройке возникает внутриквартальный шум на спортивных и детских площадках, при загрузке магазинов товарами. Наибольшей интенсивностью и постоянством отличаются неблагоприятные шумовые воздействия транспортных потоков. Уровень шума на магистралях и скоростных улицах составляет 85 и 87 дБА, что резко превышает допустимый по гигиеническим требованиям уровень шума у окон жилых зданий в дневное и ночное время (55 и 45 дБА) *.

Защита от шума при проектировании обеспечивается архитектурно-планировочными и строительно-акустическими мерами. К ним относятся рациональное функциональное зонирование городской территории (без вклинивания промышленных зон с большими грузопотоками в селитебную), рассмотренные выше приемы трассировки скоростных дорог, укрупнение размеров межмагистральных территорий с уменьшением числа перекрестков и других транспортных узлов, специальные приемы микрорайонной планировки. Последние сводятся к использованию закрытой системы планировки; размещению в зонах, примыкающих к источникам шума, учреждений

*дБА — уровень звука, измеренный по шкале А шумомера в дБ.

торгово-общественного комплекса, а также целесообразной группировке по условиям защиты от шума жилых домов.

При использовании приема закрытой планировки необходимо предусматривать специальное архитектурно-планировочное решение здания, являющегося акустическим щитом застройки: его высота и протяженность должны обеспечивать «звуковую тень» для всей внутриквартальной зоны, а объемно-планировочное и конструктивное решение — защиту жилых комнат (особенно спален) от шума. С этой целью применяются здания с неограниченной или частично ограниченной ориентацией, в которых односторонне ориентированные квартиры и спальни двусторонне ориентированных квартир (если это допустимо по условиям инсоляции) обращены к внутриквартальному пространству, либо специальные типы зданий с шумозащитной закрытой галереей со стороны магистрали.

Архитектурно-планировочные приемы не всегда дают желаемый эффект или бывают неэкономичны по расходу территории. Например, для снижения шума на 20—25 дБА требуется удаление здания от магистрали на 30—45 м. Поэтому такие приемы используют в комплексе со строительно-акустическими мерами: устройством экранов, полос озеленения, специальных конструкций окон с повышенной звукоизоляцией. Экранами служат специальные сооружения — сплошные стенки, земляные насыпи, откосы выемок либо здания (шумозащитные дома или непрерывная застройка зданиями торгово-бытового обслуживания). Эффективность применения экранов обусловливается возникновением за ними звуковой тени (рис. 8.11). Снижение уровня звука при применении экранов достигает 20—24 дБА. Экранирование не всегда может защитить от шума квартиры верхних эта-

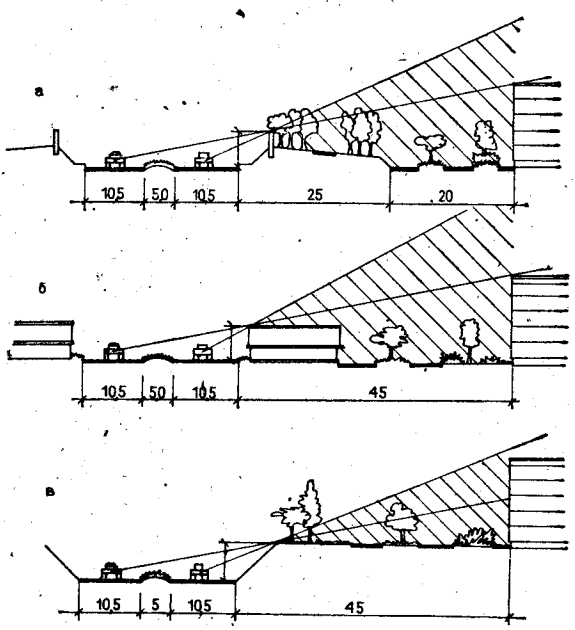


Рис. 8.11. Шумозащитные сооружения и устройства
а — экран-стенка; *б* — экранирующая малоэтажная застройка; *в* — размещение транспортного потока в выемке. На рисунке заштрихованы зоны звуковой тени

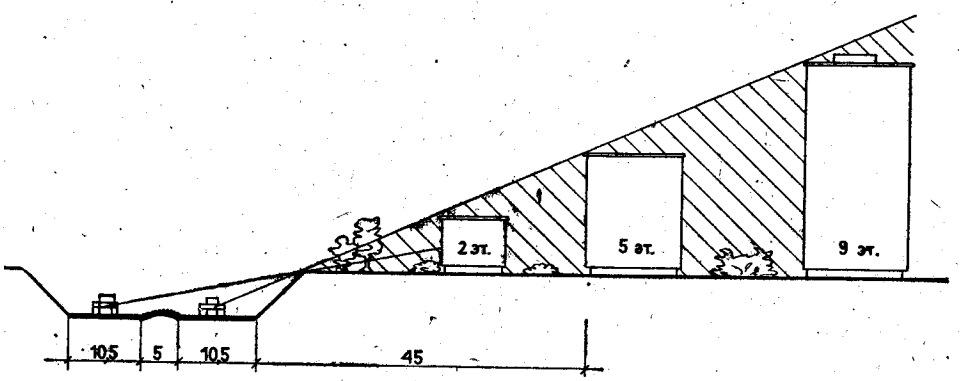


Рис. 8.12. Схема акустического зонирования этажности застройки

жей высоких зданий, находящиеся вне зоны звуковой тени. Полный эффект экранирование дает при зонировании этажности застройки — нарастании этажности по мере удаления от магистрали, которое обеспечивает размещение зданий по всей высоте в звуковой тени (рис. 8.12). Такое зонирование привлекательно и в композиционном отношении, так как раскрывает застройку своеобразным амфитеатром к внешним точкам обзора.

Шумозащитные зеленые насаждения могут служить дополнительным средством защиты от шума при шахматной высадке деревьев и кустарников в несколько полос. В зависимости от ширины и конструкции шумозащитной зеленой полосы может быть достигнуто снижение шума на 5—10 дБА.

Озеленение территорий жилых районов имеет большое гигиеническое значение как средство улучшения ее теплового режима, оздоровления воздушного бассейна, защиты от ветра, уменьшения шума и сорбции пыли. Очень значительна эстетическая роль озеленения как одного из средств индивидуализации и формирования архитектурного ландшафта. В связи с этим не менее 40% территорий микрорайонов отводится под озеленение; при этом норма озеленяемой площади на одного жителя составляет не менее 10 м².

§ 3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБСЛУЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

Предприятия и учреждения обслуживания составляют единую систему, которая охватывает селитьбу, места приложения труда и отдыха.

Вместимость и размещение учреждений обслуживания на селитебной территории определяются во взаимосвязи с ее членением на районы и микрорайоны, этажностью застройки и транспортными связями.

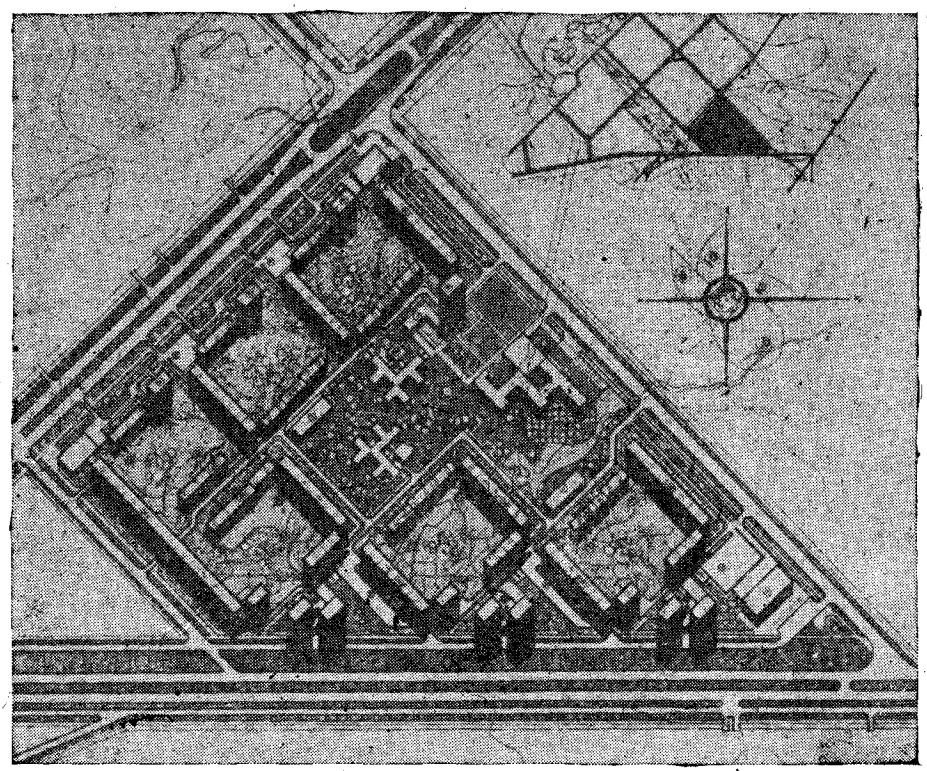


Рис. 8.13. Схема застройки микрорайона
слева — план микрорайона; справа (на с. 99) — благоустройство территории жилой группы

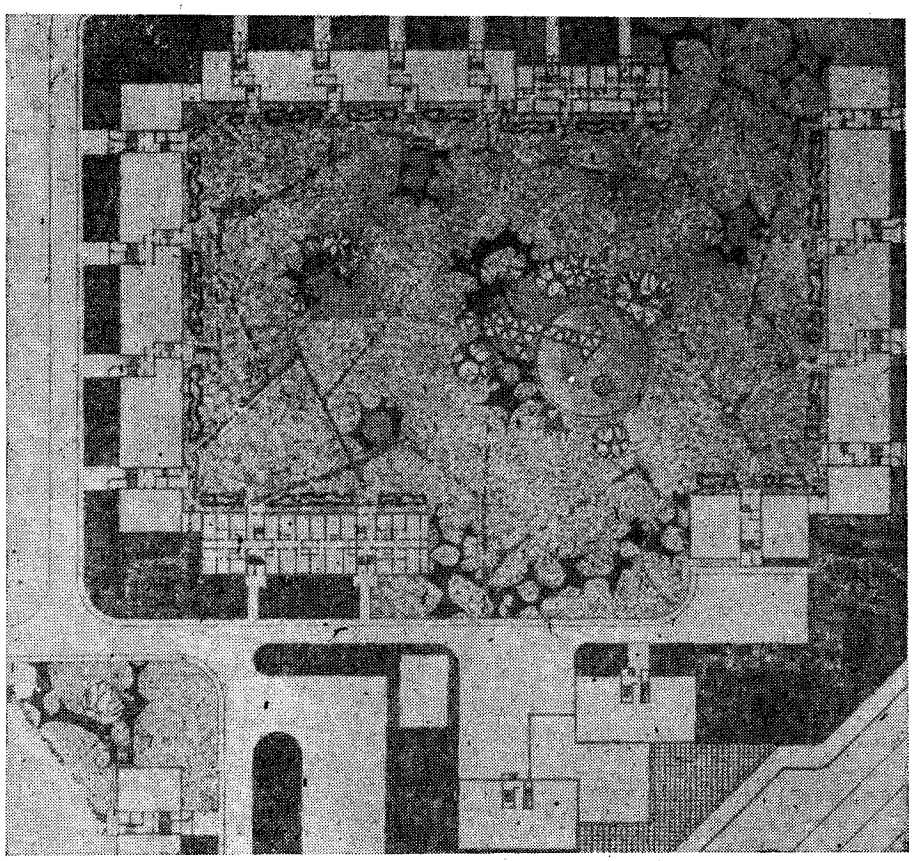
По функциональному признаку объекты, входящие в систему обслуживания, делят на пять основных групп: административно-общественные, культурно-просветительные и зрелищные, лечебно-оздоровительные и физкультурно-спортивные, торгово-бытовые и массового отдыха. Каждая из групп имеет центры и сети по своему профилю обслуживания (торговли, здравоохранения и пр.).

По частоте использования предприятия системы обслуживания делят на три группы: эпизодического, периодического и повседневного обслуживания.

Группу учреждений эпизодического пользования составляют объекты городского и внегородского (областного, республиканского или др.) значения. Объекты, имеющие общегородское значение (административные здания, театры, крупные универмаги и т.п.), размещают в городском центре. При разработке генерального плана принимается, что население для посещения этих учреждений пользуется городским транспортом с затратой времени на поездку (в одну сторону) 20—30 мин.

Учреждения науки, высшего образования, спорта, крупные больницы обычно располагают не в общественном центре города, а в специализированных центрах на периферии города — на стыке с пригородной зеленой зоной. Обычно эти учреждения бывают сгруппированы в специализированные комплексы.

Группу учреждений периодического пользования составляют кинотеатры, универмаги, спортивные сооружения, поликлиники, библиотеки. Их размещают преимущественно в центрах или на стыках жилых районов.



Размещение этих учреждений принимается с учетом необходимости пешеходной доступности или с использованием общественного транспорта при затрате времени на дорогу в один конец не более 15 мин.

Группу учреждений повседневного пользования составляют общеобразовательные школы, детские сады-ясли, спортивные и игровые площадки, клубные помещения, продовольственные магазины, приемные пункты предприятий бытового обслуживания, аптеки, конторы ЖЭК. Вся эта группа относится к учреждениям микрорайонного обслуживания.

Планировка микрорайона основывается на принципе пешеходной доступности (5—7 мин ходьбы, расстояние до 500 м) предприятий системы повседневного обслуживания и остановок городского транспорта. Это обстоятельство ограничивает территорию микрорайона 25—30 га. Радиусы обслуживания предприятий принимают в зависимости от их назначения: детские учреждения — 300 м, школы, предприятия торговли, общественного питания и бытового обслуживания — 500 м (см. рис. 8.5).

Застройка микрорайона компонуется из ряда первичных жилых групп. Группа состоит из нескольких домов и иногда включает детское учреждение, расположенное внутри нее или на стыке жилых групп. Школьные здания размещают во внутренней озелененной зоне микрорайона, а предприятия торговли и общественного питания — по периферии микрорайона в зонах, максимально приближенных к городским транспортным сетям (рис. 8.13, 8.14).

Продовольственные магазины, приемные пункты предприятий бытового обслуживания, клубные помещения часто размещают в одном здании общественно-торгового центра, который находится в центре или на границе смеж-

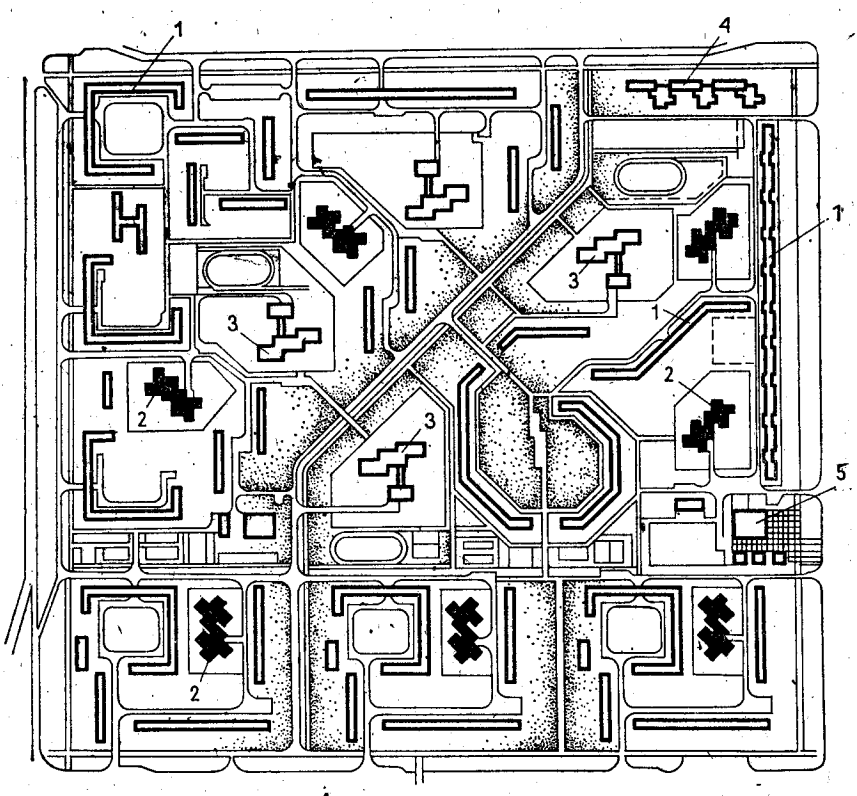


Рис. 8.14. Схема застройки межмагистральной территории в крупном городе (фрагмент)
1 — жилые дома; *2* — детский сад-ясли; *3* — школа; *4* — пристроенные магазины; *5* — общественный центр

ных микрорайонов вблизи магистральных улиц при сохранении радиуса доступности 500 м.

Микрорайонная система планировки и обслуживания не свободна от отдельных недостатков, связанных с ограниченными размерами микрорайона. Малые размеры микрорайона препятствуют сокращению транспортных коммуникаций, развитию системы периодического обслуживания, а иногда композиционному объединению и укрупнению градостроительного масштаба застройки. Поэтому микрорайонный принцип членения территории наиболее оправдан при застройке новых отдаленных районов городов, а также при средней этажности застройки. В других случаях на первое место выходит ее расположение в плане города, накладывающее свои ограничения (скоростные магистрали, естественные преграды и др.), а не система повседневного обслуживания. При этом возникают укрупненные жилые комплексы в пределах межмагистральных территорий, масштаб застройки укрупняется и самостоятельность микрорайонных членений утрачивается. Принцип застройки крупными жилыми комплексами больших межмагистральных территорий (80—120 га) использован в городах Тольятти, Набережные Челны и др.

Укрупненный масштаб членения территории и укрупненный масштаб застройки, присущие большим городам, требуют высокой интенсивности использования городской территории. С этой целью предусматриваются использование территории в двух уровнях (в подземном пространстве — проезд и паркирование автомобилей, подземные подъезды к магазинам и другим обслуживающим предприятиям) и ввод ряда предприятий обслуживания в первые этажи жилых домов. Последнее мероприятие способствует формированию жилого дома-комплекса с приближенной (встроенной в дом) системой обслуживания и является одной из мер дальнейшего повышения комфорта проживания и одновременно экономии городской территории.

В целях экономного расходования территории СНиП ограничивает минимальную плотность жилого фонда микрорайонов в зависимости от климатических условий района строительства и высоты зданий (табл. 8.1).

ТАБЛИЦА 8.1. ПЛОТНОСТЬ ЖИЛОГО ФОНДА (БРУТТО)

Климатические районы, подрайоны	Плотность жилого фонда: м² общей площади на 1 га территории при застройке жилыми зданиями с количеством этажей			
	2	5	9	12
Все, кроме IA, IБ, IГ, IIA	3000	4800	6300	6700
IA, IБ, IГ, IIA	3600	5700	7500	—

Плотность жилого фонда нетто измеряется количеством общей площади (в м²), приходящейся на 1 га жилой территории. Жилой территорией называется часть территории микрорайона, занятая жилыми домами, примыкающими к ним озелененными участками, детскими и хозяйственными площадками, дорожками, проездами, стоянками автомобилей, за вычетом участков школ, детских учреждений, культурных и торговых предприятий, гаражей, котельных, микрорайонных садов и ведущих к ним проездов. Помимо этого, производится оценка проекта по показателю плотности застройки — отношению территории, занятой жилыми зданиями, к жилой территории (в %).

При переходе от 2-этажной к 9—16-этажной застройке плотность застройки жилой территории уменьшается в 1,5—2 раза, а плотность жилого фонда (нетто) увеличивается в 5—6 раз, что позволяет экономить территорию (ее площадь на 1 жителя соответственно уменьшается) и уменьшить протяженность связей жилья с системой обслуживания.

РАЗДЕЛ II. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

ГЛАВА 9. СТРОИТЕЛЬСТВО ЖИЛЫХ И ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ В СССР

§ 1. РАЗВИТИЕ ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Жилище является одной из основных жизненных потребностей человека. В связи с этим обеспечение всего населения благоустроенным жилищем является одной из ведущих задач социалистического общества, построенного на основе общественного производства и общественного распределения материальных благ. Право граждан на жилище зафиксировано в ст. 44 Конституции СССР.

При досоциалистических классовых общественных формациях принцип равенства в обеспечении этим необходимейшим для человека материальным благом не мог быть соблюден. Капиталистические страны вплоть до наиболее высокоразвитых не могут решить даже проблемы ликвидации трущоб — крайнего проявления социального и жилищного неравенства. Например, по данным национальной статистики США, «20% среднего американского города составляют трущобы, в которых проживает 33% населения страны» [1].

В СССР с первых дней установления власти Советов и до сегодняшнего дня жилищному вопросу уделяется неослабное внимание со стороны Коммунистической партии и Советского правительства. В разделе программы партии «В области жилищного вопроса», принятой VIII съездом РКП (б) в марте 1919 г., говорилось: «... отнюдь не задевая интересов некапиталистического домовладения, всеми силами стремиться к улучшению жилищных условий трудящихся масс, к уничтожению скученности и антисанитарных условий старых кварталов, к уничтожению негодных жилищ, к перестройке старых, постройке новых, соответствующих новым условиям жизни рабочих масс, к рациональному расселению трудящихся» [2]. В Программе КПСС говорится, что «КПСС ставит задачу разрешить самую острую проблему подъема благосостояния советского народа — жилищную проблему» [3]. Программой предусматривается обеспечение каждой советской семьи, включая семьи молодоженов, благоустроенными квартирами, отвечающими требованиям гигиены и культурного быта. В пятилетних планах развития народного хозяйства конкретизируются пути решения этой задачи. Так, решениями XXV съезда КПСС было намечено в десятой пятилетке «Повысить качество строительства и архитектурных решений, а также экономичность застройки населенных пунктов, жилых районов, промышленных и сельскохозяйственных комплексов, возведения зданий и сооружений... Осуществлять планирование и строительство предприятий комплексно с жилыми домами, дошкольными учреждениями, объектами культуры, здравоохранения, просвещения, торговли, коммунального хозяйства и бытового обслуживания» [4]. В результате этих мероприятий «более 50 миллионов человек в десятой пятилетке улучшили свои жилищные условия». В одиннадцатой пятилетке «намечается построить 530—540 миллионов квадратных метров жилья». [5]

---

[1] Цит. по кн. «Перспективы развития жилищного строительства в СССР». М., 1975, с. 35.
[2] Цит. по кн. «Жилищное строительство в СССР». М., 1977, с. 4
[3] Материалы XXII съезда КПСС. М., 1961, с. 390.
[4] Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976, с. 211—212, 215—216.
[5] Материалы XXVI съезда КПСС. М., 1981, с. 101, 106.

Особенно интенсивное развитие жилищного строительства в СССР началось в конце 1950-х гг. в ходе реализации постановления ЦК КПСС и СМ СССР от 1957 г. «О развитии жилищного строительства в СССР», способствовавшего широкому техническому оснащению строительства, внедрению индустриальных методов, резкому увеличению объемов строительства, расширению типового проектирования, количественному и качественному росту обеспеченности населения жилищем. В 1960 г. СССР занял первое место в мире по объему жилищного строительства. Стандарт жилища в стране основан на принципе поквартирного заселения семей.

Индустриализация строительства обеспечила устойчивое превышение темпов прироста жилого фонда по сравнению с ростом городского населения: средняя обеспеченность населения жилищем в городах увеличилась за последние 20 лет с 7 до 12 м² общей площади на человека. Повышается уровень благоустройства и капитальности жилых домов — свыше 90% нового жилого фонда в городах и рабочих поселках оборудовано водопроводом и канализацией, 80% — всеми видами благоустройства, включая горячее водоснабжение и ванны.

Решающая роль в совершенствовании и расширении жилищного строительства в сельской местности принадлежит постановлению ЦК КПСС и Совета Министров СССР «Об упорядочении строительства на селе» (сентябрь 1968 г.). Оно представляет собой программу мероприятий по созданию укрупненной сельской системы расселения, соответствующей характеру социалистического индустриализированного сельскохозяйственного производства. Для большинства областей страны разработаны проекты планировки сельских районов и уже построены сотни благоустроенных сельских поселков. В десятой пятилетке существенно возросли (на 25—30%) ассигнования на государственное жилищное и культурно-бытовое строительство в сельской местности [1].

В СССР существуют следующие виды жилищного строительства: государственное (основное), кооперативное, на средства колхозов, индивидуальное (за счет личных средств застройщиков).

Планы жилищного строительства разрабатываются в составе Государственных пятилетних планов развития народного хозяйства. Исходными данными для определения объемов строительства и его индустриальной базы служат: планируемый рост численности населения, объем нового строительства, компенсирующий снос ветхого жилого фонда, и объем строительства, необходимый для улучшения жилищных условий населения.

Жилищное строительство осуществляется преимущественно по типовым проектам, которые разрабатывают государственные научно-проектные институты в соответствии с действующим строительным законодательством. В связи с тем, что уровень благосостояния советского народа непрерывно возрастает, постоянно повышаются требования к комфорту жилища. Строительное законодательство (глава СНиП II-Л, 1-71 «Жилые здания. Нормы проектирования») приблизительно раз в 10 лет пересматривается с целью повышения требований к комфорту жилища. Соответственно устаревающие типовые проекты заменяются новыми. Чтобы типовые проекты наиболее полно отвечали условиям строительства, их разработка осуществляется децентрализованно в каждой союзной республике для отдельных районов, отличающихся друг от друга климатическими, геологическими и демографическими условиями.

Методологической основой учета природных условий в типовом проектировании жилых и общественных зданий является климатическое районирование территории по физико-географическим признакам. Климатичес-

[1] Меерсон Д. С.; Тонский Д. Г. Жилищное строительство в СССР в десятой пятилетке. М., 1977; с. 16.

кое районирование расчленяет территорию страны на 4 района и 16 подрайонов по показателям температур, относительной влажности воздуха в январе и июне, геологических и природно-климатических факторов (табл. 9.1, рис. 9.1).

При проектировании зданий для определенного климатического района или подрайона учитывается комплекс соответствующих его природным условиям требований к архитектурно-планировочным решениям (ориентация, проветривание, необходимость в летних помещениях и др.) конструкциям и инженерному оборудованию. Учитываются также национальные архитектурные традиции населения, проживающего в конкретных районах и подрайонах.

ТАБЛИЦА 9.1. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЛИМАТИЧЕСКИХ РАЙОНОВ И ПОДРАЙОНОВ СССР

Климатический район	Климатический подрайон	Среднемесячная температура воздуха в январе град	Средняя скорость ветра за три зимних месяца, м/с	Среднемесячная температура воздуха в июле, град	Среднемесячная относительная влажность воздуха в июле, %	Особые физико-геологические условия	Природно-климатические факторы, определяющие общность типологических требований к жилищам
I	IА	От —32 и ниже	—	От +4 до +19	—	На значительной части территории вечномерзлые грунты	Суровая и холодная длительная зима, обусловливающая максимальную теплозащиту жилых зданий, а также защиту от снеговых заносов, ветров и повышенной влажности воздуха в приморских районах
	IБ	От —28 и ниже	5 и более	От 0 до +13	Более 75		
	IВ	От —14 до —28	—	От +12 до +21	—		
	IГ	От —14 до —28	5 и более	От 0 до +14	Более 75	В отдельных районах сейсмичность 7—9 баллов	
	IД	От —28 до —32	—	От +10 до +21	—	Имеются территории с просадочными грунтами	
II	IIА	От —4 до —14	5 и более	От +8 до +12	Более 75	На отдельных территориях сейсмичность 7—9 баллов	Умеренная зима, обусловливающая необходимую теплозащиту жилищ
	IIБ	От —3 до —5	5 и более	От +12 до +21	» 75		
	IIВ	От —4 до —14	—	От +12 до +21	—		
	IIГ	От —5 до —14	5 и более	От +12 до +21	Более 75	Имеются территории с просадочными грунтами	
III	IIIА	От —14 до —20	—	От +21 до +25	—	Просадочные грунты на значительной части территории	Отрицательные температуры зимнего периода и жаркое лето, определяющие теплозащиту жилищ в зимний период и защиту их от перегрева летом
	IIIБ	От —5 до +2	—	От +21 до +25	—		
	IIIВ	От —5 до —14	—	От +21 до +25	—	Имеются районы с сейсмичностью 7—9 баллов	
IV	IVА	От —10 до +2	—	От +28 и выше	—	Просадочные грунты на значительной части территории. Бо́льшая часть территории характеризуется сейсмичностью 7—9 баллов	Жаркое лето и относительно короткий зимний период, обусловливающие активную защиту жилища от перегрева летом при соответствующей теплозащите в зимний период
	IVБ	От +2 до +6	—	От +22 до +28	50 и более в 13 ч		
	IVВ	От 0 до +2	—	От +25 до +28	—		
	IVГ	От —15 до 0	—	От +25 до +28	—		

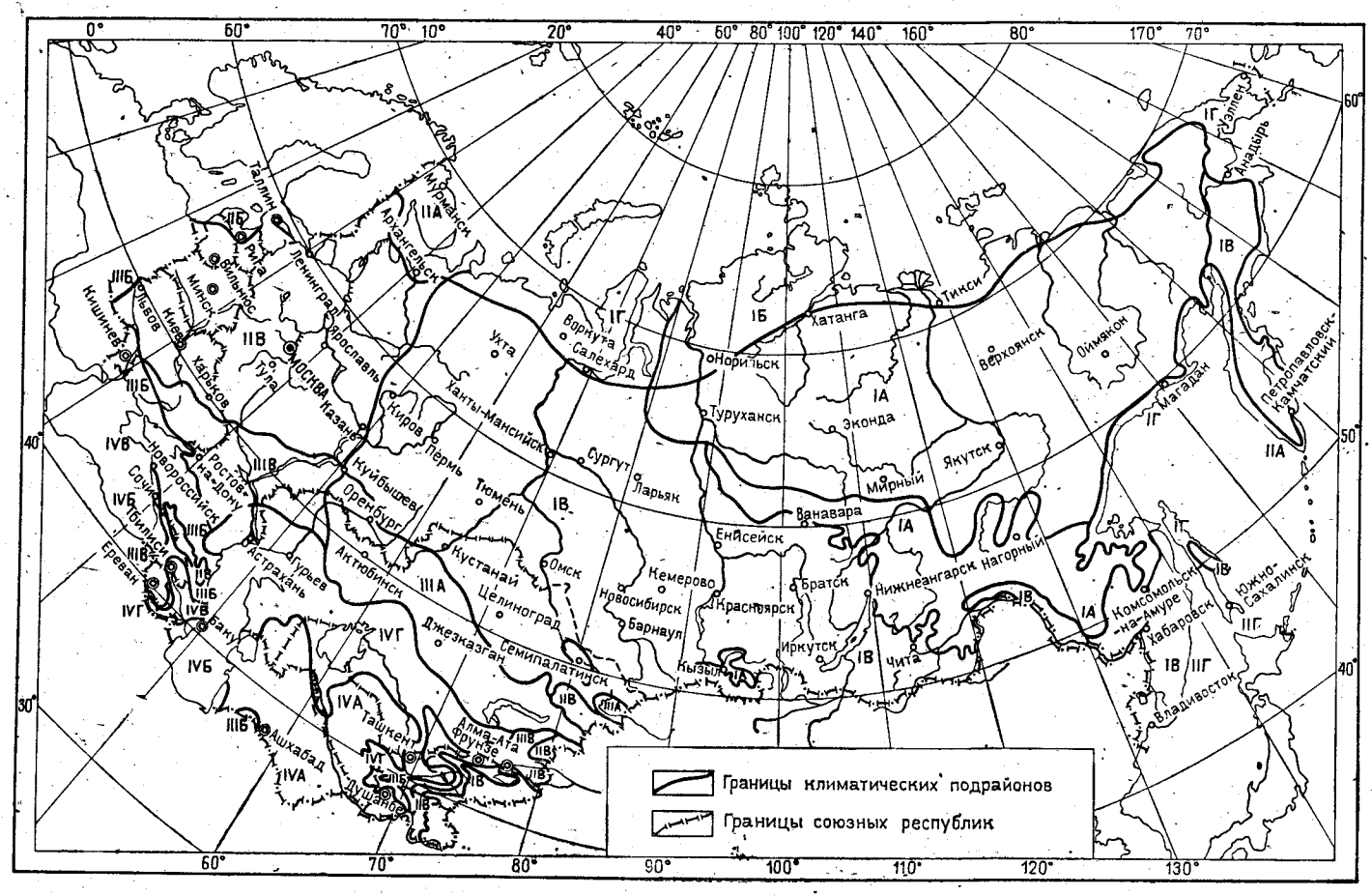


Рис. 9.1. Схема районирования территории СССР по СНиП II-Л.1-71

Планомерное совершенствование жилищного строительства охватывает весь комплекс проблем — удовлетворение социальных запросов, совершенствование планировочных и гигиенических качеств жилища (с переходом от нормативного минимума к гигиеническому оптимуму), повышение архитектурных качеств застройки, экономической эффективности и уровня индустриальности технических решений.

Совершенствование жилых домов и квартир происходит в условиях непрерывного увеличения обеспеченности жилищем как путем увеличения размеров квартир и их отдельных помещений, так и путем повышения удобства и разнообразия планировочных решений, технического обеспечения трансформации планов квартир во время эксплуатации, повышения их гигиенических качеств за счет планировочных решений (2—3-сторонняя ориентация, сквозное проветривание и пр.) и внедрения усовершенствованного инженерного оборудования (использования электроэнергии для бытовых нужд, автоматического регулирования отопительных систем и пр.). Функционально целесообразное расселение и обслуживание населения сопровождается поисками выразительных, эстетически полноценных градостроительных композиций застройки в целом и архитектуры отдельных жилых зданий.

Развитие индустриализации жилищного строительства получило свое выражение в создании свыше 400 домостроительных предприятий, развитии мощных специализированных строительных организаций, системы проектных и исследовательских институтов по гражданскому строительству, в работах по типизации и стандартизации строительства.

§ 2. СТРОИТЕЛЬСТВО ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

В социалистическом государстве общественная жизнь многогранна, поэтому в нашей стране получают дальнейшее развитие и новое содержание не только сложившиеся веками общественные здания (театры, цирки, школы и пр.), но и их новые типы (детские учреждения, дома отдыха, пансионаты, Дома Советов, Дворцы культуры, Дворцы спорта и пр.), отвечающие новым формам общественной жизни. Возникновение в первые годы после Великой Октябрьской социалистической революции детских дошкольных учреждений, предприятий общественного питания и других форм общественного обслуживания В. И. Ленин охарактеризовал как «ростки коммунизма» [1], без которых невозможна борьба за массовую перестройку быта.

Дальнейшее развитие социалистической общественной формации будет сопровождаться укреплением существующих и возникновением новых видов общественной деятельности с соответствующим увеличением объемов строительства и созданием новых типов зданий. Общая площадь строящихся общественных зданий составляет в среднем до 40% от площади жилых домов. Но в отличие от последних в связи с различным функциональным назначением общественные здания имеют весьма разнообразный внешний облик. Учет этого обстоятельства при размещении общественных зданий в жилой застройке способствует ее композиционному обогащению и индивидуализации. Однако размещение общественных зданий осуществляется на основе не только композиционных, но и на менее существенных функциональных и градостроительных требований (см. гл. 8).

Общественные здания повседневного и периодического обслуживания относятся к массовым. Они составляют более 85% общего объема строительства общественных зданий. Их проектирование основывается на принципах унификации и типизации и осуществляется с использованием индустриальных изделий, предусмотренных Общесоюзным каталогом. Здания

[1] Ленин В. И. Полн. собр. соч., т. 39, с. 24—26.

общегородского значения и частично районного (крупные киноконцертные залы, клубы и пр.) относятся к уникальным сооружениям, которые возводят, как правило, по индивидуальным проектам.

Основой для типового проектирования массовых общественных зданий служит номенклатура типов зданий, периодически пересматриваемая и обновляемая, и соответствующие главы II части СНиП. Строительное законодательство по проектированию массовых общественных зданий также систематически пересматривается и уточняется.

Базой совершенствования функциональных решений общественных зданий и норм их проектирования служат общегосударственные мероприятия по улучшению систем учебно-воспитательной работы, здравоохранения, торговли и бытового обслуживания населения.

Совершенствование объемно-планировочных решений школ и детских учреждений является следствием формирования единой социалистической учебно-воспитательной системы, охватывающей все звенья от детских учреждений до техникумов и вузов и строящейся на основах преемственности и взаимосвязи.

Существенно изменяется структура учебно-воспитательных зданий: внедрена кабинетная система обучения в общеобразовательных школах, уменьшается наполняемость классов и групп в дошкольных детских учреждениях, увеличиваются размеры рабочих площадей на одно место, внедряются технические средства обучения, расширяются номенклатура и объемы помещений для внеклассной работы в школах (кружковые помещения, плавательные бассейны, помещения для групп продленного дня и др.).

Совершенствуется технология торговли, общественного питания и службы быта. В магазинах механизируются погрузочно-разгрузочные и фасовочные операции. В сферу производства предприятий пищевой промышленности включается бо́льшая часть операций по обработке пищевых продуктов, приготовлению полуфабрикатов и готовых блюд, требующих минимума труда перед употреблением. Строятся предприятия торгового назначения новых типов — укрупненные магазины типа «Универсам» по продаже широкого ассортимента продовольственных и ограниченного непродовольственного товаров методом самообслуживания, а также укрупненные предприятия общественного питания.

Совершенствуется наиболее прогрессивная система комплексного обслуживания населения — создание центров, объединяющих в своем составе различные предприятия торговли, общественного питания, бытового обслуживания, культурные и административные учреждения, так называемых общественных или общественно-торговых центров микрорайонов. В целом проектирование общественных зданий микрорайонного значения развивается в направлении укрупнения и кооперирования на основе взаимодействия общественных центров, школ и детских учреждений.

В области строительства специализированных общественных учреждений здравоохранения, курортного лечения и отдыха, спортивных сооружений, вузов объединение и укрупнение осуществляется путем концентрации учреждений или предприятий, близких по функциям, в единых территориальных комплексах (учебных, торговых, медицинских или др.). При проектировании специализированные комплексы формируют из отдельных наиболее массовых типовых зданий (спальных, лечебных, учебных или др.) в сочетании со зданиями культурно-бытового назначения, которые возводят по индивидуальным проектам.

Объемы строительства массовых общественных зданий определяются Государственными пятилетними планами развития народного хозяйства. Так, например, в одиннадцатой пятилетке осуществляется строительство детских садов и яслей на 2,5 млн. мест, число мест для учащихся в школах

(группах) с продленным днем доводится до 13,5—14 млн.; за счет строительства новых больниц увеличивается «общее число больничных коек на 8 — 10 процентов».[1] Развивается сеть Дворцов и Домов пионеров, станций юных техников и натуралистов, спортивных и музыкальных школ, поликлинических учреждений и т. п.

Существенным недостатком строительства общественных зданий по сравнению с жилыми является низкий уровень индустриальности их технических решений: свыше 80% объема строительства осуществляется в традиционных конструкциях. Планируется существенный подъем уровня индустриализации строительства общественных зданий на основе полносборных строительных систем.

Производственной базой индустриализации будут служить заводы сборного железобетона и домостроительные комбинаты, обеспечивающие строительство общественных зданий на принципах кооперации

Опыт проектирования и строительства отдельных типов массовых общественных зданий в полносборных конструкциях подтверждает возможность, целесообразность и экономическую эффективность осуществления большей части номенклатуры таких зданий панельными полносборными.

Конструкции из кирпича, камня, монолитного и сборно-монолитного железобетона наиболее целесообразно использовать в уникальных зданиях с неповторяющимися объемно-планировочными параметрами и специфическим функциональным назначением Такие здания — государственные, республиканские, областные и городские Дома Советов, Дворцы культуры и спорта, театры, мемориальные комплексы и т. п. — имеют большое идеологическое значение и играют ведущую роль в сложении архитектурной композиции городских центров

ГЛАВА 10. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Жилые здания различают по нескольким классификационным признакам назначению, этажности и конструктивному решению.

По назначению различают:

квартирные дома для постоянного проживания семей различного состава;

общежития 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 — специализированные дома для постоянного проживания лиц старше 60 лет и инвалидов, нуждающихся в систематической помощи. Различаются два типа таких домов: дома общего типа для лиц, способных себя обслуживать, и дома для лиц, нуждающихся в постоянном медицинском уходе

В соответствии с назначением здания изменяются состав и размеры помещений его главной ячейки — квартиры, гостиничного номера и т. п. Каждая ячейка содержит основные (жилые) комнаты и подсобные помещения встроенную мебель и оборудование. Подсобные помещения квартир наиболее велики по площадям и составу (кухня, передняя, ванная, уборная). Подсобные помещения общежитий и гостиниц значительно меньше. Санитарные узлы здесь, как правило, совмещенные, кухня отсутствует или заменяется (в общежитиях) кухней-нишей

[1] Материалы XXVI съезда КПСС. М., 1981, с. 178, 182.

ТАБЛИЦА 10.1. СООТНОШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ РАЗЛИЧНОЙ ЭТАЖНОСТИ

Этажность	Показатели, %		
	единовременные затраты	затраты на инженерное оборудование и благоустройство территории	приведенные затраты
2	110—119	150	120—125
3	106—108	113	108—110
4	103.5	104—105	104—105
5	100	100	100
9	106—108	73—80	99—101
12	114	72	110—115
16	115	7	110—115

Уменьшение размеров подсобных помещений жилых ячеек общежитий, гостиниц и домов для престарелых компенсирует наличие 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 и бытового обслуживания.

По этажности различают жилые здания малоэтажные (1—2 этажа), средней этажности (3—5 этажей), повышенной этажности (6—9 этажей) и многоэтажные (10 и более этажей).

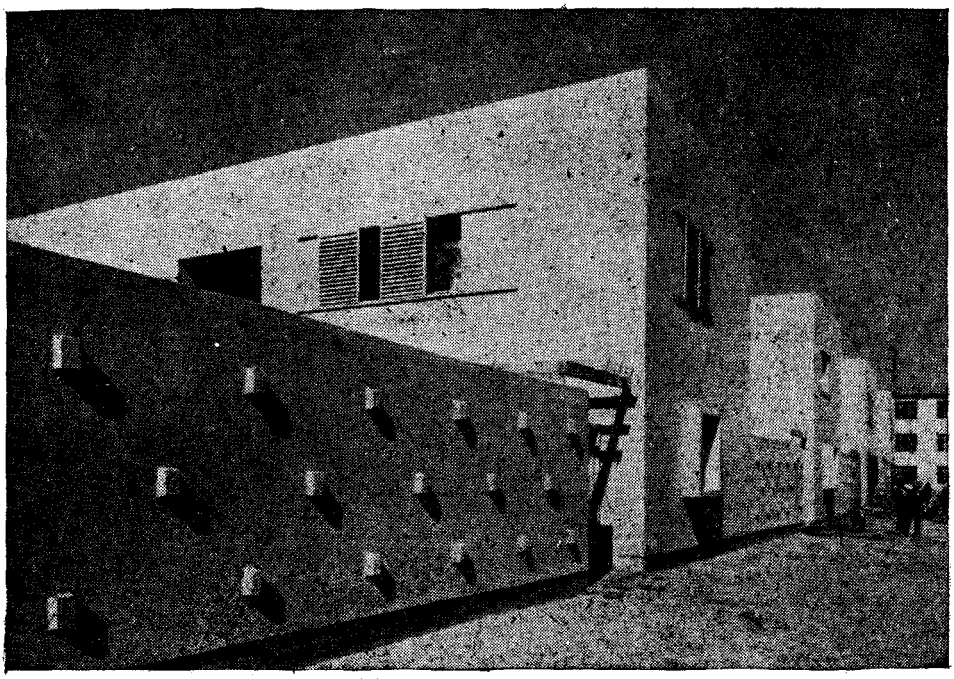
В свою очередь, многоэтажные здания разделяют на следующие категории: 10—16 этажей (высотой до 50 м) — многоэтажные здания I категории; 17—25 этажей (до 75 м) — II категории; 26—40 этажей (до 100 м) — III категории; более 40 этажей (более 100 м) — высотные здания. Согласно строительному законодательству, этажность жилой застройки крупных и крупнейших городов принимается смешанной — зданиями высотой 9 и более этажей; больших, средних и малых городов — преимущественно 5-этажной [1]; сельских населенных мест (в государственном жилищном строительстве) — преимущественно 2-этажной [2]. Применение одноэтажной застройки, как наименее экономичной в государственном строительстве, допускается в крайне ограниченном объеме в начальный период освоения новых районов, а также для персонала, обслуживающего трассы железных дорог, нефте- и газопроводов и пр. Основная область применения застройки одноэтажными одноквартирными домами — индивидуальное строительство на средства населения в сельской и пригородной местности. Для повышения эффективности использования территории и инженерных коммуникаций широко применяется блокирование одноквартирных домов по торцовым или продольным стенам в один блокированный дом (рис. 10.1) с индивидуальными земельными участками для каждой квартиры.

Нормативное ограничение высоты жилой застройки значительной части городов пятью этажами обусловливается экономическими преимуществами такой этажности (табл. 10.1).

Увеличение стоимости домов с повышением этажности объясняется, в первую очередь, дополнительным по сравнению с 4—5-этажными домами

[1] В климатических условиях, вызывающих повышенные физиологические нагрузки на человеческий организм (Крайний Север, IVA подрайон, территории, расположенные на высоте над уровнем моря 1000 м и более), массовая городская застройка преимущественно имеет высоту 4 этажа.

[2] Двухэтажная застройка сохраняется фрагментарно и в малых городах при использовании местных стеновых материалов, непригодных для зданий большей высоты.



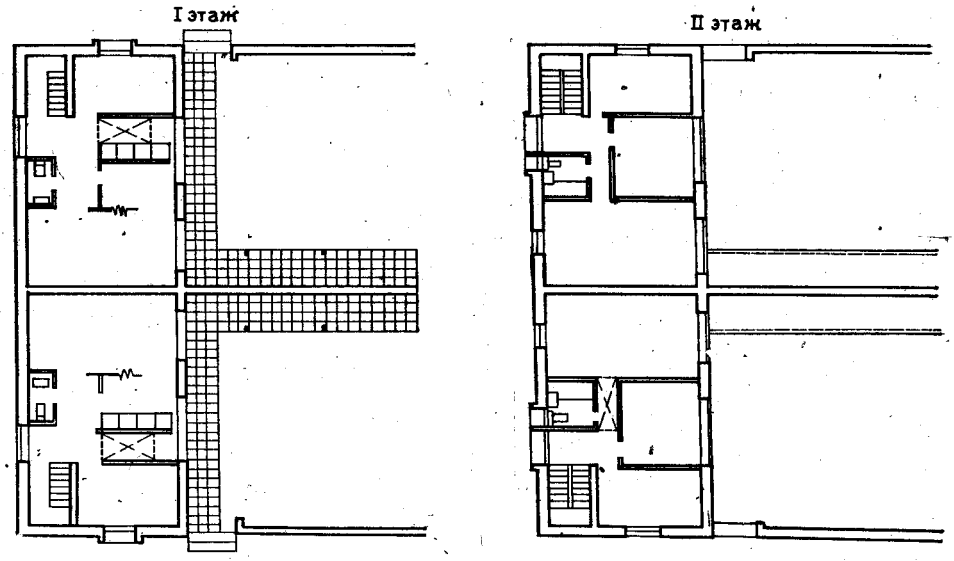


Рис. 10.1. Ташкент. Двухэтажные блокированные дома. Общий вид, планы первого и второго этажей

инженерным оборудованием (лифты, мусоропроводы, электроплиты в домах в 10 и более этажей), усложнениями объемно-планировочных решений, продиктованными противопожарными требованиями, и отчасти усложнением конструкций зданий. Относительно более дешевыми являются 9-этажные дома, что определяет максимальный объем применения их в застройке крупных городов. Дома высотой 10—16 этажей существенно дороже 9-этажных, так как в отличие от последних требуют оборудования лестнично-лифтовых узлов не одним, а двумя-тремя лифтами с увеличением площади холлов.

Только в крупнейших городах страны (Москва, Ленинград, Киев и др.) дома высотой 12, 14, 16, 19 этажей строят и в массовом порядке в связи с укрупненным градостроительным и архитектурным масштабом застройки таких городов и необходимостью ограничения их территориального роста.

Классификация жилых зданий по конструктивным решениям приведена в гл. 12.

§ 2. КВАРТИРНЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА

Квартира является основным элементом жилого дома. Ее планировочное решение должно удовлетворять многофункциональному назначению в связи с разнохарактерностью жизненных процессов, протекающих в ее стенах. Здесь осуществляются процессы отдыха, сна, индивидуальной работы, воспитания детей, ведения домашнего хозяйства, приготовления и принятия пищи, поддержания личной гигиены и пр. В квартире люди проводят бо́льшую часть времени.

Соответственно многофункциональному назначению квартира содержит жилые комнаты — общую комнату для совместного пребывания семьи (желательно без спальных мест) и спальни для ее членов, а также подсобные помещения — кухню, переднюю, ванную, уборную, кладовую, встроенные шкафы (рис. 10.2). Кроме того, в состав квартир домов, расположенных в жарком климате (IV район и IIIБ подрайон), обязательно входят открытые помещения (балконы, лоджии, веранды). В остальных климатических районах устройство открытых помещений необязательно. В IБ и IГ подрайонах оно допускается лишь в противопожарных целях.

Общая комната — самое большое помещение в квартире. Ее площадь составляет от 15 до 22 м^2. Удобное размещение необходимой мебели в общей комнате достигается при соотношении ее сторон в пределах от 1:1 до 1:1,5. Общая комната обычно проектируется изолированной, но в квартирах с числом жилых комнат три и более допускается предусматривать проход в одну из спален через общую комнату. Возможность увеличения пространства общей комнаты в праздничные дни дает применение трансформирующихся (складных или раздвижных) перегородок между общей комнатой и передней, смежной спальней или кухней.

Спальни в квартирах различают по назначению: одна площадью 12—14 м^2 для родителей, а иногда и ребенка в возрасте до 3-х лет; другая площадью не менее 10—12 м^2 для двоих членов семьи; третья площадью 8—10 м^2 на одного человека. Все спальни проектируют изолированными. Их пропорции для удобной расстановки мебели принимают вытянутыми в пределах от 1:1,5 до 1:2.

Кухни предназначаются для приготовления пищи, в соответствии с чем в них размещают необходимое инженерное оборудование и мебель: кухонную плиту (электрическую, газовую или на твердом топливе [1]), мойку, холодильник, рабочий стол, шкафы-столы, навесные шкафы, полки. Технологически целесообразно одностороннее или угловое (вдоль двух смежных стен) размещение кухонного

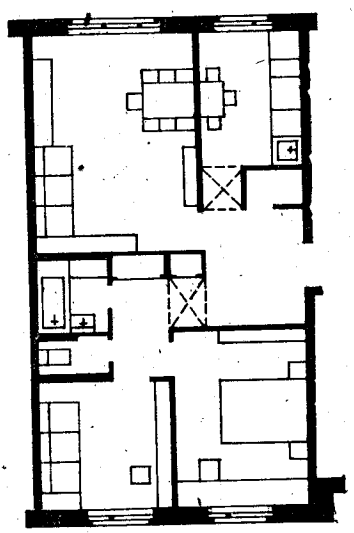


Рис. 10.2. План трехкомнатной квартиры

[1] Для негазифицированных районов.

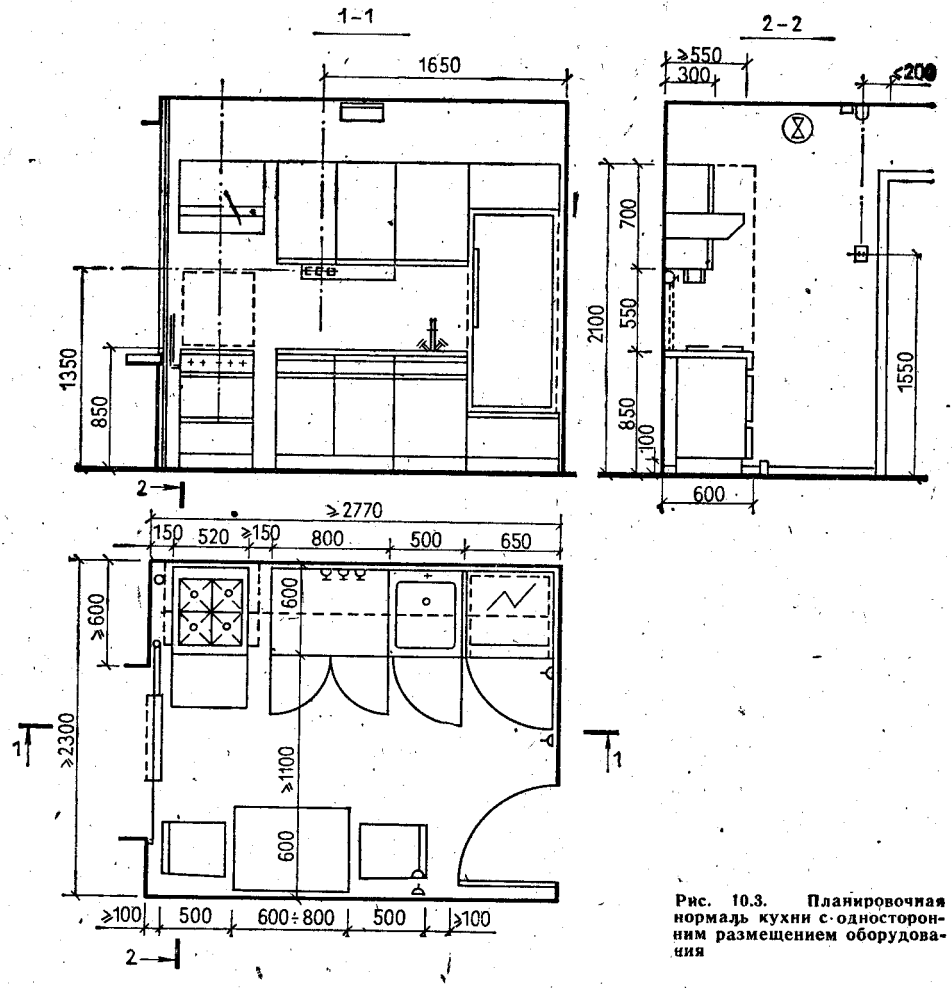


Рис. 10.3. Планировочная нормаль кухни с односторонним размещением оборудования

оборудования (рис. 10.3 и 10.4). Ширина кухни при одностороннем размещении оборудования принимается не менее 1,9—2,2 м, при угловом — 2,3—2,5 м. Общая протяженность фронта оборудования кухни (плита, мойка, рабочий стол, холодильник) 2,7 м. Площадь кухни назначают 7—8 м².

Санитарные помещения квартир проектируют в виде совмещенных или раздельных санитарных узлов. Совмещенный санитарный узел представляет собой одно помещение, оборудованное ванной (или душевым поддоном), умывальником и унитазом; раздельный санитарный узел — два смежно расположенных помещения — ванную и уборную. Большинство квартир проектируют с раздельными санитарными узлами. Совмещенные санитарные узлы устраивают в однокомнатных квартирах, а также и в больших квартирах в 4—6 комнат. В этих случаях они располагаются при группе спален, а близ кухни или передней устраивается дополнительная уборная с умывальником (рис. 10.5). Размеры санитарных помещений в чистоте составляют не менее: ванной 1,73×1,5 м, уборной 0,8×1,2 м.

Санитарные помещения проектируют с искусственным и естественным освещением первым или вторым светом (через фрамуги в перегородках). В передних предусматривают места для вешалки, встроенного шкафа для верхней одежды или кладовой. Ширина передней составляет не менее 1,4 м.

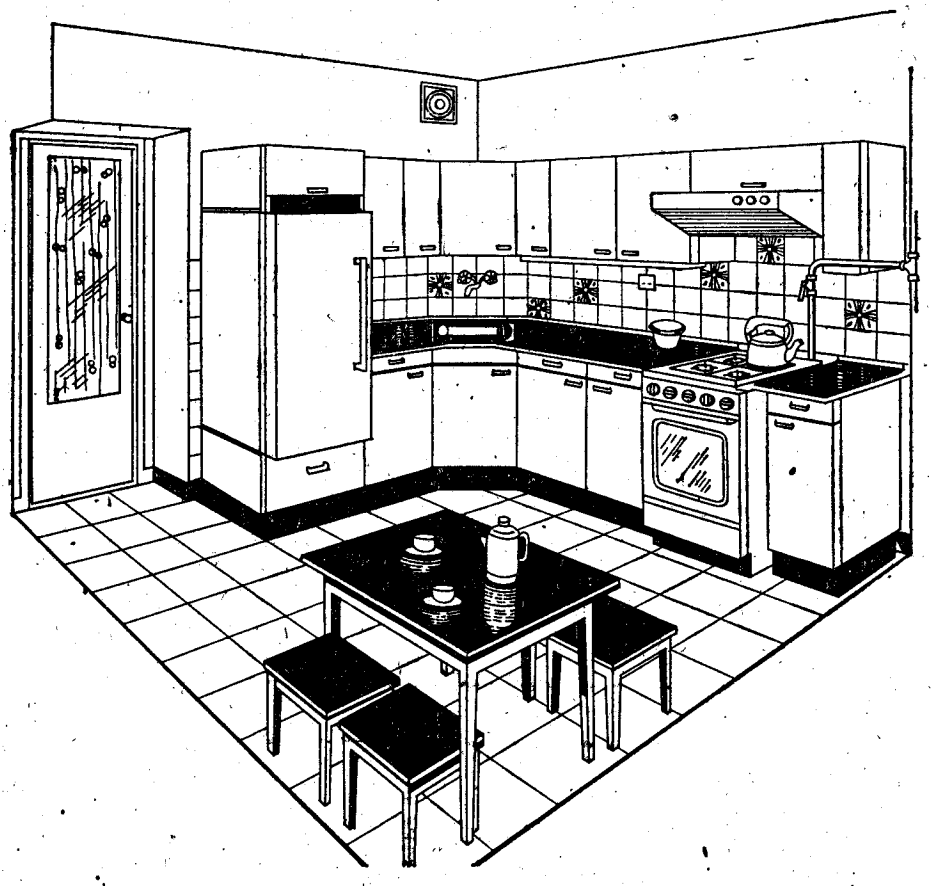


Рис. 10.4. Интерьер кухни с угловым размещением оборудования

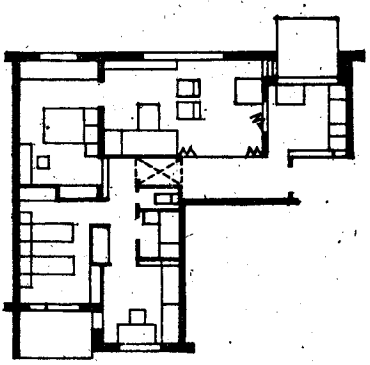


Рис. 10.5. План четырехкомнатной квартиры с функциональным зонированием помещений

Жилые комнаты и кухни проектируют с естественным освещением через окна. Площадь окон должна составлять не менее $^1/_8$, а в IV климатическом районе — $^1/_{10}$ площади пола освещаемого помещения. Жилые комнаты ориентируют таким образом, чтобы они получали прямую инсоляцию необходимой продолжительности. Оптимальной ориентацией в умеренном климате является восточная и юго-восточная, в жарком — южная. Предпочтительной ориентацией кухонь является северная.

Квартиры классифицируют по числу комнат. Различают однокомнатные квартиры, предназначенные для расселения 1—2 чел., двухкомнатные —

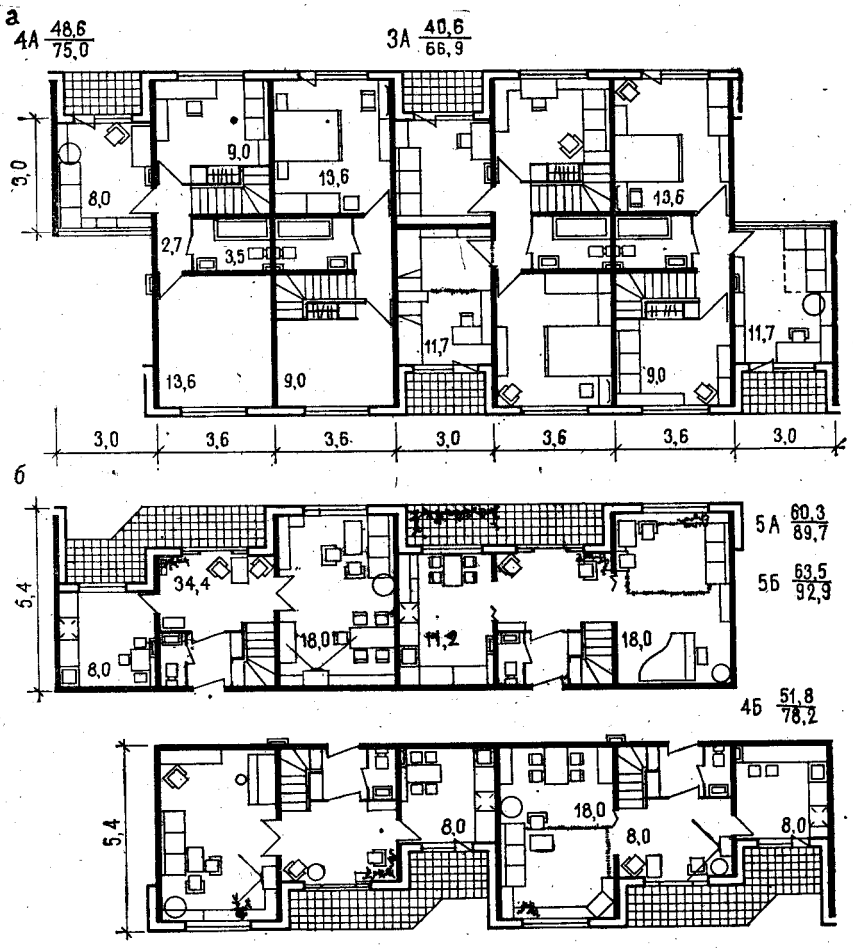


Рис. 10.6. Квартиры типа «мезонетт»
а — планы верхнего этажа; *б* — планы нижнего этажа

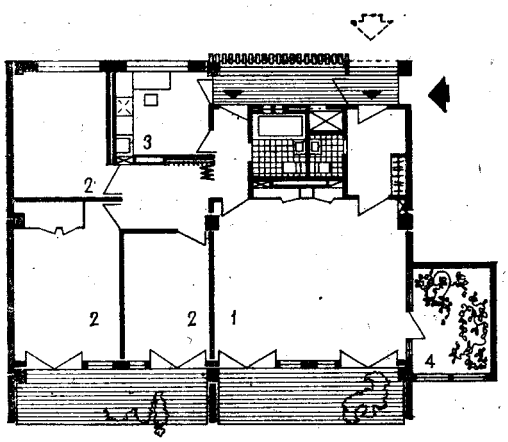


Рис. 10.7. План квартиры для строительства в IVА климатическом подрайоне
1 — общая комната; *2* — спальня; *3* — кухня; *4* — «зеленая» комната

для семей в 2—3 чел., трехкомнатные — для семей в 3—4 чел., четырехкомнатные — для семей в 4—5 чел., пятикомнатные — для семей в 5—7 чел. и т. п.

В квартирах любого типа предусматриваются компактное размещение помещений и удобные взаимосвязи между ними. Наиболее удачно эта задача решается при соблюдении принципа функционального зонирования по-

мещений. При этом вся квартира разделяется на две зоны — зону общей комнаты с кухней и передней и зону спален с санитарным узлом (см. рис. 10.2 и 10.5). Функциональное зонирование квартиры может осуществляться в одном или двух уровнях. В первом случае спальни с санузлом размещают в глубине квартиры, во втором — на втором этаже. Двухэтажное расположение помещений целесообразно в квартирах с числом жилых комнат не менее трех. В двухэтажных квартирах (так называемые квартиры типа «мезонетт») предусматривают два санитарных узла: один совмещенный в зоне спальных комнат, другой (уборная с умывальником) блокируется с передней и кухней (рис. 10.6)

Помимо общих функциональных требований при решении плана квартир учитывают климатические условия района строительства.

В жарком сухом климате сквозное проветривание квартир в ночное время является необходимой мерой борьбы с перегревом, в связи с чем квартиры обязательно получают двустороннюю ориентацию (рис. 10.7). Обязательным элементом южного жилища в многоэтажных домах являются открытые помещения квартир — балконы, лоджии или «зеленые комнаты» площадью до 20% общей площади квартиры, а при малоэтажных домах — затененные озелененные дворики (см. рис. 10.2). Улучшению параметров воздушной среды южного жилища в летний период способствует бо́льшая, чем в умеренном климате, конструктивная высота помещений (3 м), применение радиационного охлаждения квартир или индивидуальных квартирных кондиционеров.

Совершенно иначе компонуются квартиры в суровых климатических условиях подрайонов IA, IБ, IГ. Во избежание переохлаждения квартир вследствие инфильтрации холодного наружного воздуха их проектируют преимущественно односторонней ориентации. При длительной и холодной зиме нецелесообразно устраивать лоджии или балконы. Вместо них в качестве средства расширения визуальной связи с внешней средой и улучшения инсоляции применяют эркеры — выступающие за плоскость фасада объемы жилых комнат с различной ориентацией проемов. В суровых климатических условиях возрастает время пребывания людей в закрытых помещениях, больше объем зимней одежды, обуви и запасов продовольствия (среднесуточное потребление продовольствия здесь на 20% выше, чем в умеренном климате). Соответственно площади квартир для сурового климата назначают на 10% больше (преимущественно за счет увеличения площадей подсобных помещений, вентилируемых шкафов и др.), чем в умеренном климате, конструктивную высоту этажа 3 м и расчетную температуру внутреннего воздуха + 20° С. Необходимые параметры воздушной среды северного жилища обеспечивают за счет применения искусственной приточной вентиляции.

Для условий строительства в умеренном климате СНиП не требуют обязательного устройства открытых помещений и сквозного проветривания квартир. Но в связи с тем что наличие таких планировочных элементов улучшает функциональные и микроклиматические качества квартир, большинство из них проектируют с открытыми помещениями и двусторонней ориентацией.

§ 3. ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ

Жилой дом может быть запроектирован одноквартирным или содержать различное число квартир. Квартиры могут быть связаны друг с другом общими коммуникационными помещениями или не иметь таких связей, быть изолированными. Изоляция квартир от общих коммуникаций присуща блокированным домам. Она составляет их преимущество, но в то

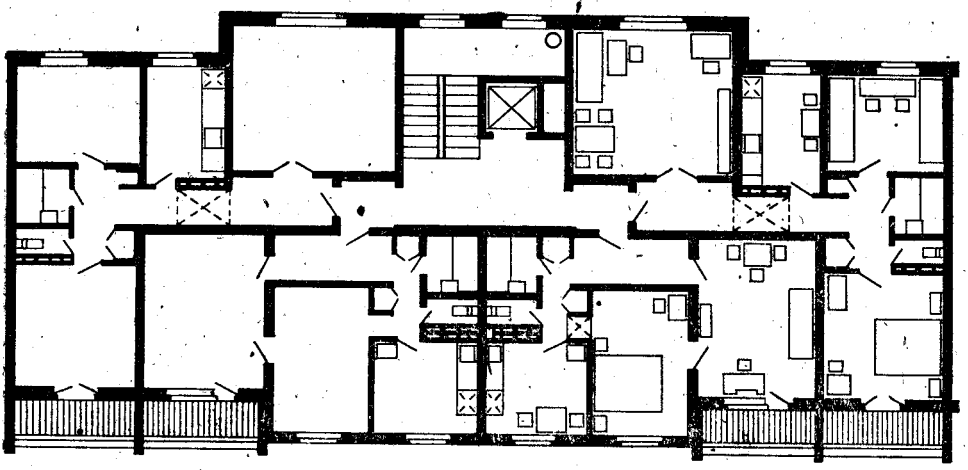


Рис. 10.8. План рядовой секции 9-этажного дома

же время ограничивает высоту блокированных зданий 1—2 этажами. С ростом этажности наличие общих коммуникационных помещений становится функционально и экономически необходимым. Различают вертикальные (лестничные клетки и лифтовые шахты) и горизонтальные (коридоры, галереи) коммуникационные помещения. В зависимости от состава коммуникационных помещений различают и типы домов — секционные (с вертикальными коммуникационными помещениями), коридорные и галерейные, в которых отдельные квартиры связаны между собой вертикальными и горизонтальными коммуникационными помещениями.

Секционные дома являются наиболее распространенным планировочным решением многоквартирных зданий. Такие дома обычно бывают образованы из нескольких (реже одной) жилых секций. Жилая секция представляет собой фрагмент дома, состоящий из группы квартир (с повторяющимися, как правило, поэтажными планами), объединенных общим вертикальным объемно-пространственным коммуникационным стволом (рис. 10.8). Планировочное решение и число секций в здании предопределяют внешний вид жилого дома. В облике наиболее распространенных многосекционных домов преобладает протяженность, в облике односекционных — вертикальная ордината, в связи с чем при описании односекционных домов часто употребляют термин — «башенный» дом (рис. 10.9 и 10.10). Секции протяженных домов различают по положению в плане дома (рядовая, торцовая, угловая секции), числу и составу квартир, градостроительной маневренности (секции ограниченной, частично ограниченной неограниченной ориентации см. гл. 8). Расположение и состав квартир в секции обозначают в проектах заглавными буквами и цифрами. Буквы Р, Т, У являются начальными буквами слов, определяющих расположение секции в плане дома (рядовое, торцовое, угловое), цифры — число жилых комнат в квартирах, составляющих секции, а общее количество цифровых показателей — число квартир в секции на один этаж. Так, например, обозначение Р-3-4 характеризует рядовую двухквартирную секцию с трех- и четырехкомнатной квартирами. Планировочные решения секций чрезвычайно разнообразны, но гигиенические качества квартир и градостроительные особенности здания зависят, в основном, от числа квартир в секции (рис. 10.11).

Двухквартирные рядовые секции обеспечивают двухстороннюю ориентацию, сквозное проветривание квартир и нормативную инсоляцию при любой ориентации здания в застройке (секции и здания свободной ориента-

ции — широтные). Экономически целесообразно предусматривать в двухквартирных секциях многокомнатные квартиры: при этом относительная стоимость вертикальных коммуникаций убывает. Основная область применения двухквартирных секций — строительство в южных районах.

Трехквартирные рядовые секции обеспечивают двухстороннюю ориентацию и сквозное проветривание только двух квартир, третья — одностороннее ориентированная — получает сквозное проветривание только через лестничную клетку. Одностороннее расположение одной из квартир исключает возможность ориентации ее на неблагоприятный сектор горизонта, в связи с чем трехквартирные секции являются секциями частично ограниченной ориентации. Они широко применяются в строительстве 4—5-этажных домов во II и III климатических районах.

Четырехквартирные рядовые секции могут быть скомпонованы по тому же принципу, что и трехквартирные, — с двумя малыми односторонне ориентированными квартирами и двумя двухсторонними либо с четырьмя односторонне ориентированными квартирами. При первом варианте обеспечивается частичное ограничение ориентации здания (исключается ориентация односторонних квартир на северный сектор), при втором — ориентация здания ограничивается расположением длинной стороной с севера на юг с отклонением от меридиана не более 15°. Четырехквартир-

Рис. 10.9. Город Тольятти. Многосекционные дома в застройке центра города

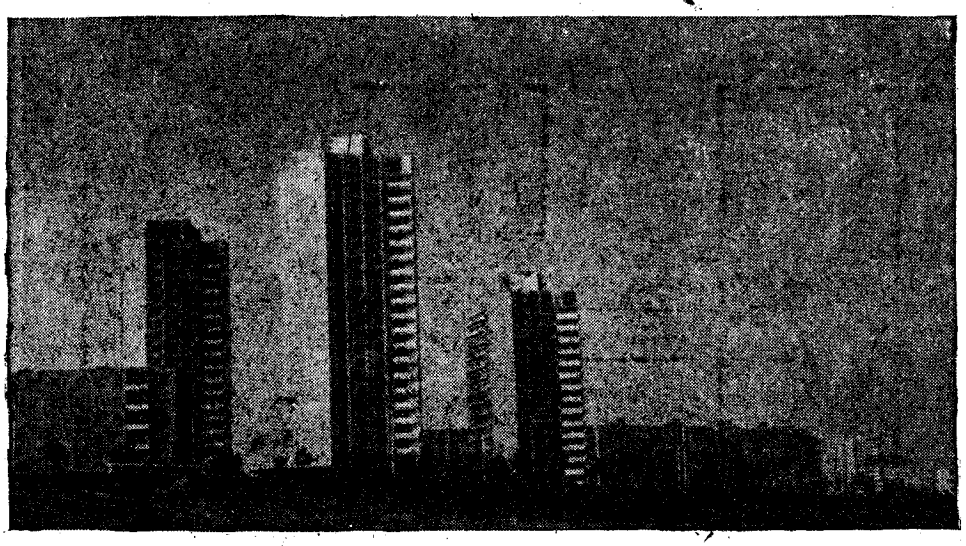


Рис. 10.10. Минск. Односекционные дома в застройке жилого района

ные секции экономичнее двух- и трехквартирных, поэтому их широко применяют для домов повышенной этажности в целях компенсации удорожания инженерного оборудования и вертикального транспорта. При этом используют оба варианта построения секции, что повышает градостроительную маневренность зданий и разнообразие типов квартир в застройке.

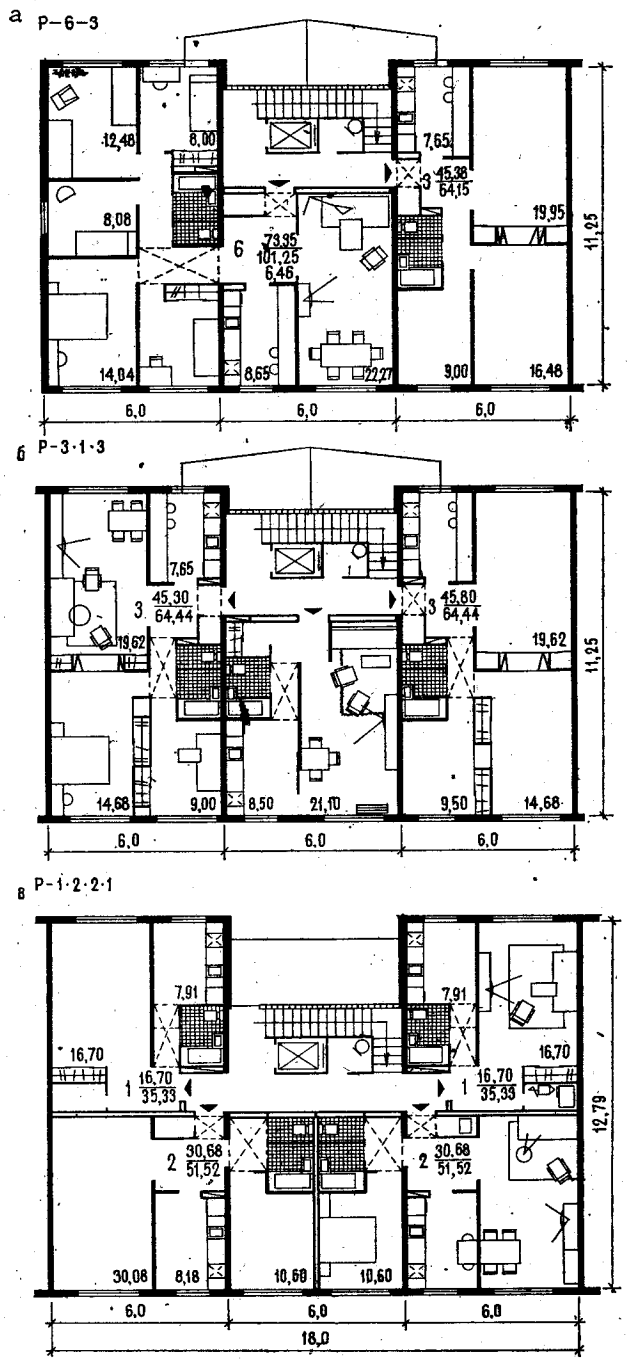


Рис. 10.11. Планы рядовых секций
а — двух-; *б* — трех-; *в* — четырехквартирной

Четырехквартирные секции с односторонне ориентированными квартирами используют в северных районах.

Торцовые секции отличаются от рядовых увеличенной протяженностью наружных стен. Планировочная структура торца секции обычно базируется на использовании дополнительных возможностей естественного освещения жилых помещений. Это позволяет получить дополнительные по сравнению с рядовыми секциями типы квартир и их состав (рис. 10.12).

Угловые секции отличаются неравномерностью светового фронта, так как протяженность наружной стены с внешней стороны угла развернута, а с внутренней сокращена. Вследствие этого во внутренней зоне угла часть полезной площади здания лишается естественного освещения (рис. 10.13). Она частично или полностью отводится под размещение лестнично-лифтового узла секции и подсобных помещений квартир. В строительстве зданий с индустриальными конструкциями угловые секции применяют сравнительно редко. При необходимости формирования домов с Г- или П-образной формой плана чаще применяют блокировку прямоугольных секций со сдвижкой или блокировочной встав-

кой, содержащей открытые или коммуникационные помещения (рис. 10.14).

Компоновка секционного дома строится на основе блокировки ряда секций различного состава и конфигурации. Состав секций и их сочетание выбирают таким образом, чтобы соотношение типов квартир в доме соответствовало соотношению численного состава семей, для расселения которых предназначается проектируемое здание или группа зданий. Конфигурация секций и дома выбирается в соответствии с композиционным решением зданий и застройки в целом. Часто общее решение застройки, форма участка или его ориентация требуют усложнения конфигурации плана здания и его объемной формы. Для этого наряду с обычными рядовыми, торцовыми и угловыми секциями используют блокировочные вставки или рядовые секции сложной конфигурации: секции поворота с одним или двумя косыми торцами или с косоугольными коммуникационными помещениями, с ломаным торцом, секции в форме трилистника или крестовины (рис. 10.15)

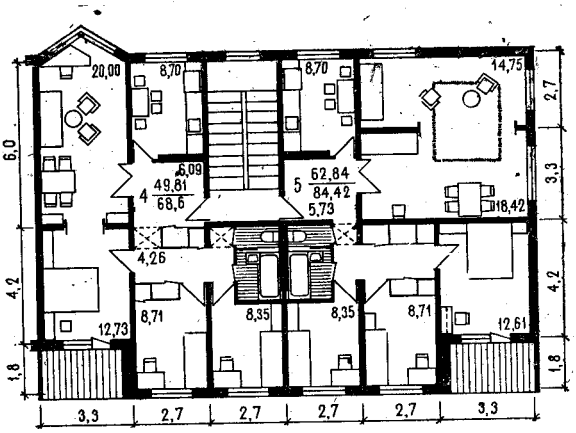


Рис. 10.12. План торцовой секции

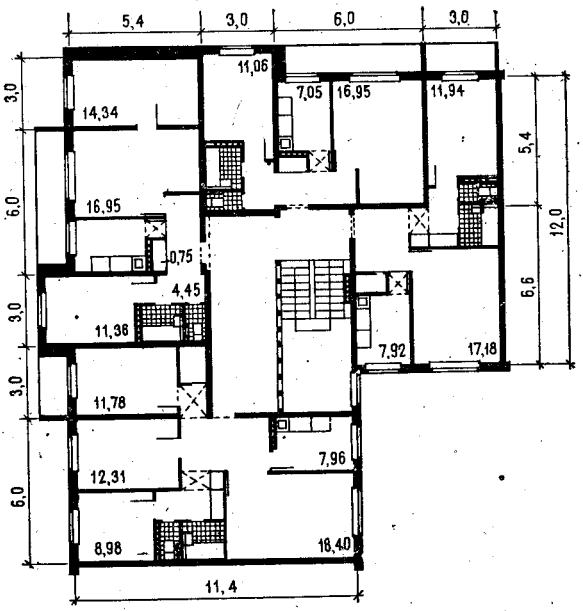
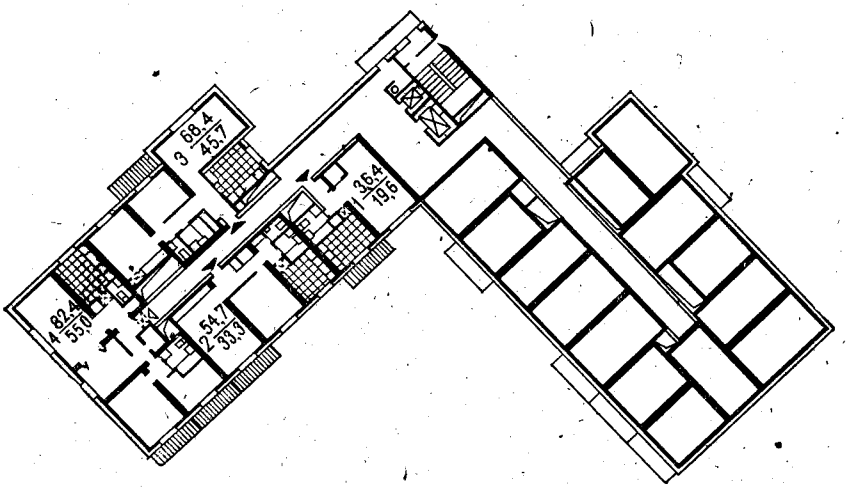


Рис. 10.13. План угловой секции

Протяженность секционных домов может быть весьма разнообразной. Выбор протяженности зависит от композиционных, градостроительных и экономических требований. Так, например, для домов выше 16 этажей протяженность более 2—3 секций нецелесообразна в градостроительном отношении вследствие длительного затенения территории. Экономически нерентабельно удлинение зданий до 90 м, что способствует повышению плотности жилого фонда, уменьшению общей протяженности разрывов между зданиями, затрат на благоустройство. Дальнейшее увеличение протяженности менее рентабельно из-за дополнительных затрат на устройство сквозных проходов или проездов под зданием, температурных швов и т. п.

Односекционные башенные дома имеют один узел вертикальных коммуникаций, размещенный в центральной части плана. Такие дома применяют в застройке наряду с протяженными для обогащения композиционного решения застройки, повышения ее плотности и улучшения гигиенических качеств квартир. Возможность улучшения гигиенических качеств квартир



б

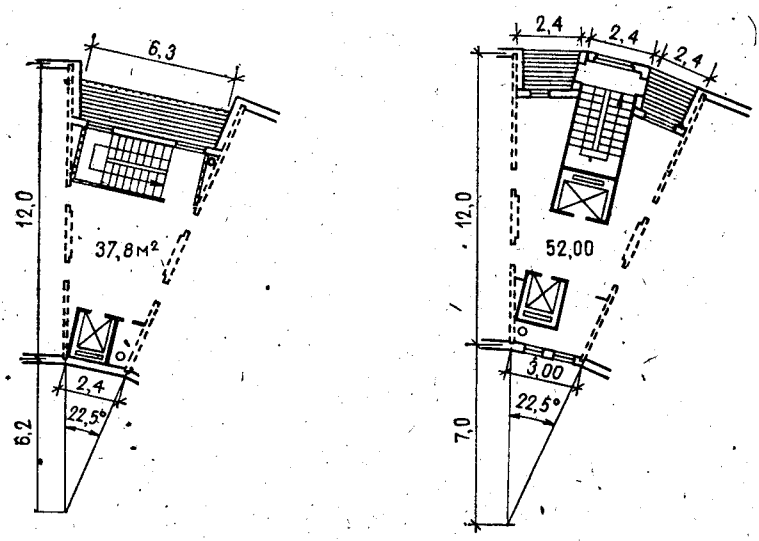


Рис. 10.14. Примеры формирования прямого (*а*) и тупого (*б*) угла зданий различной этажности за счет коммуникационных помещений

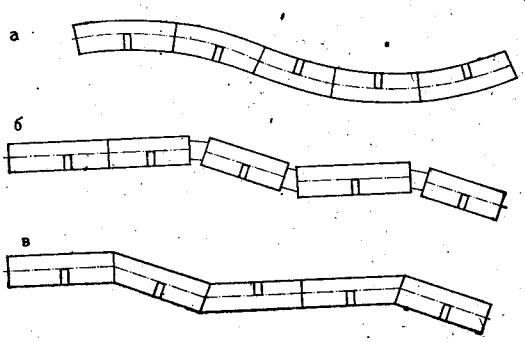


Рис. 10.15. Компоновка протяжейных непрямолинейных домов сложной конфигурации
а —криволинейных; *б* — со вставками, *в* — из непрямоугольных секций

обеспечивается большим удельным периметром наружных стен на единицу площади в односекционных домах по сравнению с многосекционными. Увеличение наружного периметра позволяет предусмотреть угловое или сквозное проветривание большинства квартир, способствует улучшению их инсоляции и естественной освещенности. В то же время увеличение наружного периметра является удорожающим фактором.

Минимальное удорожание квартир в башенных домах по сравнению с многосекционными обеспечивается при соблюдении следующих условий: сумма общих площадей квартир на этаже односекционного дома превышает 350 м², а отношение периметра наружных стен к площади этажа — менее 0,47. Односекционные дома проектируют преимущественно многоэтажными.

Использование башенных домов в качестве архитектурных доминант застройки повышает требования к выразительности их объемной формы. Поэтому наряду с простой прямоугольной формой плана для односекционных домов часто используются более сложные формы — круговые, эллиптические, парноблочные, тавровые, трехлучевые, крестовые, веерные и др. (рис. 10.16). Наряду с решением эстетических задач усложнение формы плана и объема односекционных домов целесообразно в функциональном и экономическом отношении, развернутая форма плана позволяет разместить на этаже

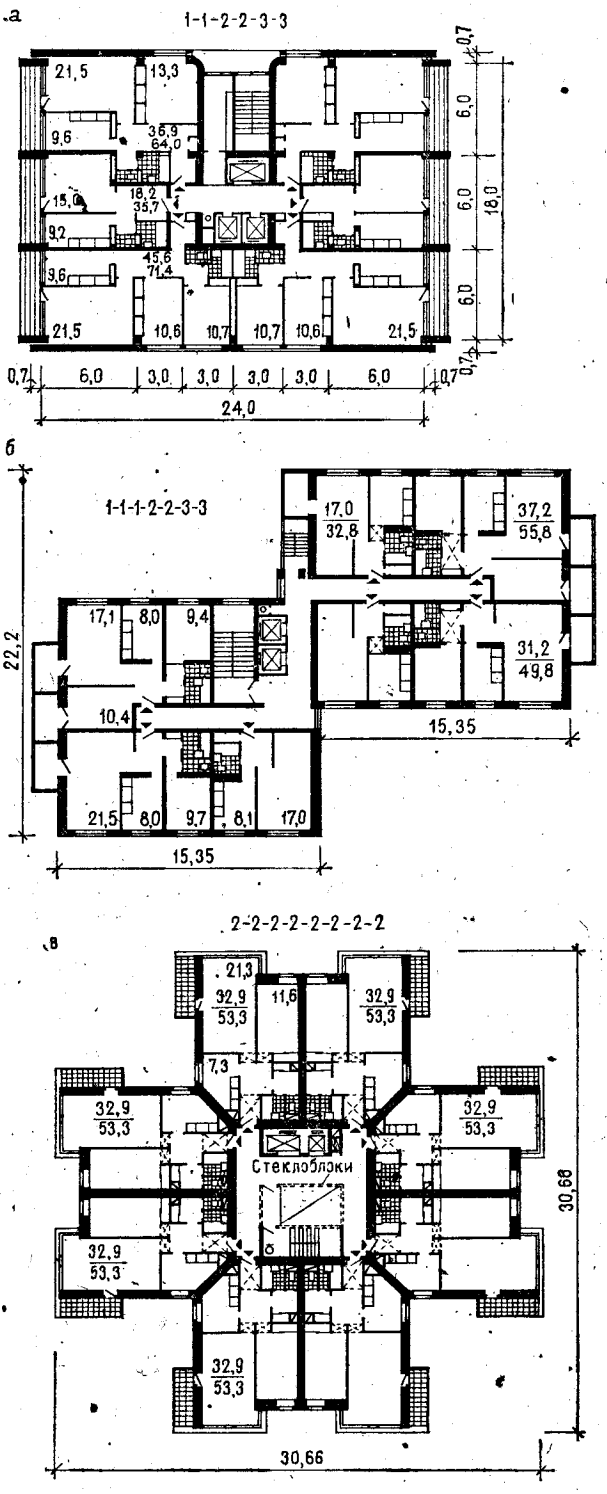


Рис. 10.16. Планировочные схемы односекционных домов
а — прямоугольная; *б* — парноблочная; *в* — крестовая

большее количество квартир и повысить эффективность использования лифтов.

Коридорные дома являются одним из типов многоквартирных домов, сочетающих вертикальные и горизонтальные коммуникационные помещения. Коридоры соединяют квартиры с лестницами и лифтами и позволяют увеличить число квартир, обслуживаемых одним лестнично-лифтовым узлом (рис. 10.17, *а*). Однако это увеличение не беспредельно, так как сопряжено с удалением жилых помещений от вертикальных путей эвакуации. Расстояния от входов в наиболее удаленные квартиры до лестниц строго ограничены требованиями противопожарной безопасности (см. табл. 3.1). Кроме того, протяженность коридоров зависит от гигиенических требований к их естественной освещенности: длина коридоров, освещаемых с двух торцов, должна составлять не более 40 м, с одного — 20 м. При большей протяженности необходимо устройство световых разрывов («световых карманов») в обстройке коридора. Для улучшения освещения и проветривания коридоров, а также обогащения объемной формы часто прибегают к взаимным сдвигам частей дома (рис. 10.17, *б*)

Наличие горизонтального коммуникационного помещения несколько снижает изоляцию квартир друг от друга в коридорных домах по сравнению с секционными. Это обстоятельство является одной из основных при-

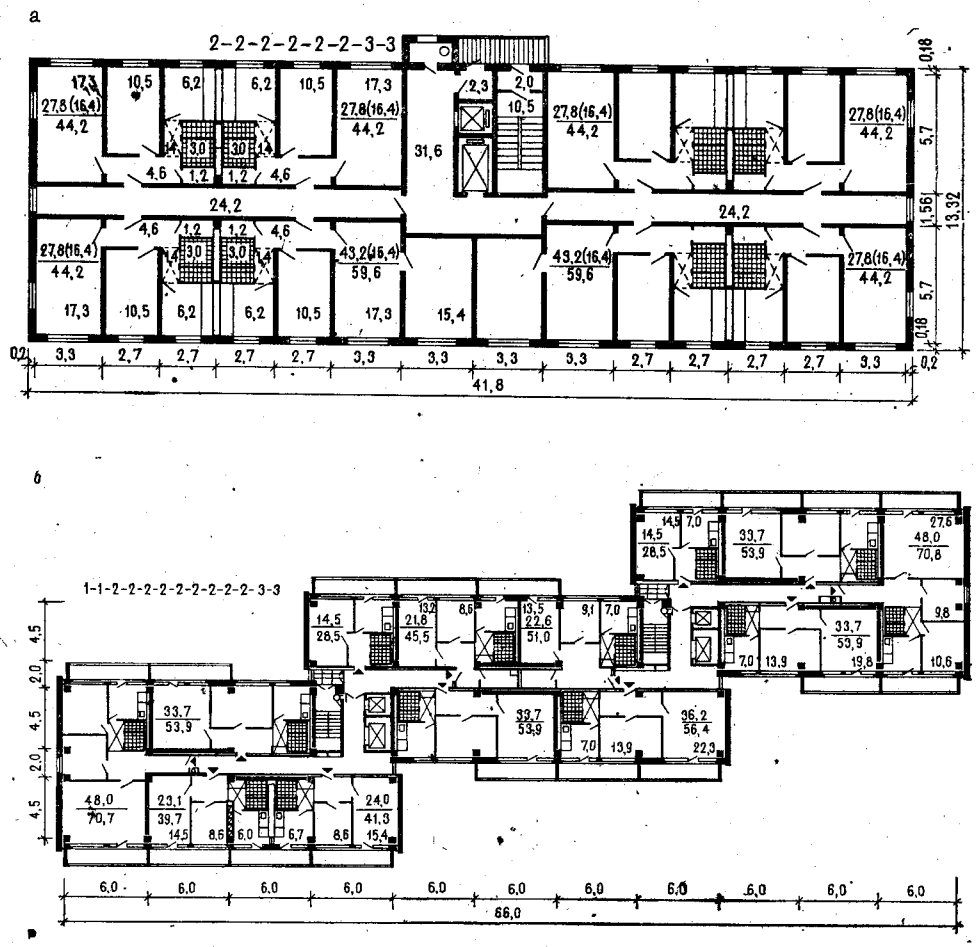


Рис. 10.17. Планы типовых этажей
а — прямоугольного; *б* — трехблочного

чин меньшего распространения коридорных домов, которые строят преимущественно многоэтажными.

Подобно многоквартирной секционной коридорная планировка ограничивает расположение здания в застройке меридиональной ориентацией. Основные недостатки коридорной планировки — снижение изоляции квартир и ограничение в ориентации здания — преодолимы, если здание проектируется с многокомнатными (3—4-комнатными) квартирами с функциональным зонированием помещений по вертикали. При этом квартиры в уровне спален получают двустороннюю ориентацию, квартира в целом — сквозное проветривание, а спальные помещения — изоляцию от шума в коридорах. Кроме того, обеспечивается более экономичное объемно-планировочное решение зданий в целом, так как при квартирах типа «мезонетт» коридоры располагают не в каждом этаже, а через 1—2 этажа (рис. 10.18).

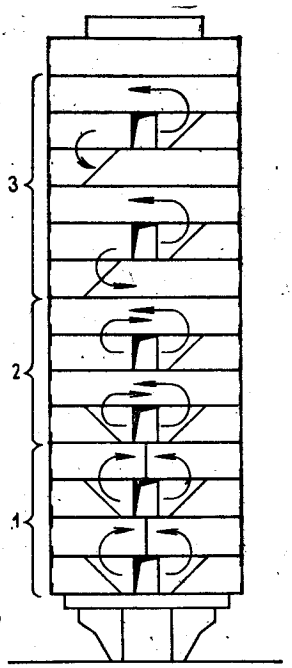


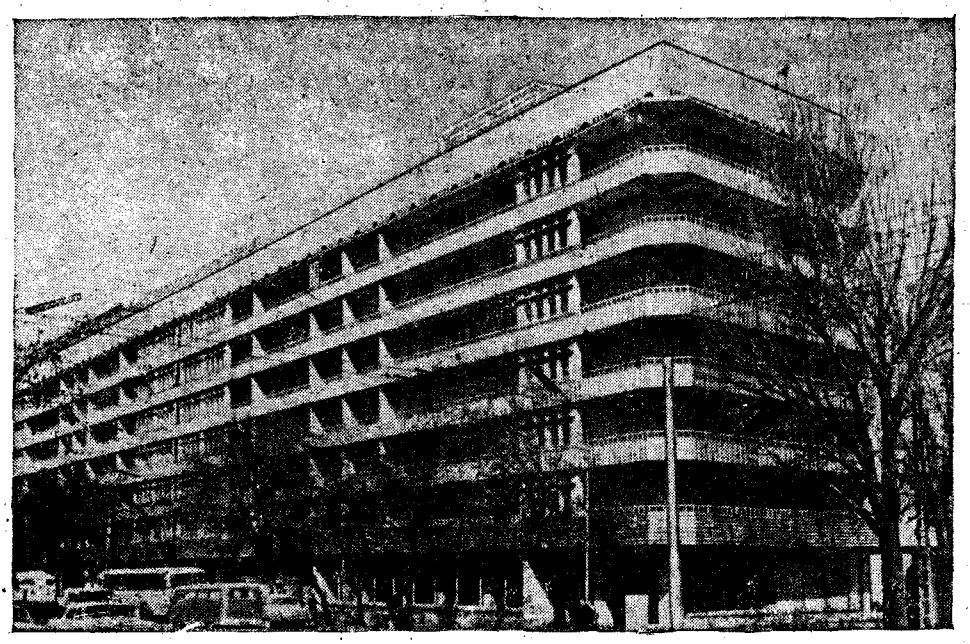
Рис. 10.18. Схема разреза дома коридорного типа с вариантами размещения двухэтажных квартир и коридоров

1 — квартиры односторонней ориентации, коридоры через этаж; *2* — квартиры двусторонней ориентации, коридоры через этаж; *3* — то же, коридоры через два этажа

Галерейными называют многоквартирные дома, сочетающие вертикальные (закрытые или открытые) коммуникационные помещения с открытыми горизонтальными — галереями. Вертикальные коммуникации размещают внутри габарита здания (встроенные лестницы) или пристроенными к открытой галерее.

Жилище галерейного типа применяется, главным образом, в южных районах. Его назначение — обеспечить сквозным проветриванием малые (1—2-комнатные) квартиры. Галерейная планировка используется в зданиях различной этажности. В целях звуковой и визуальной изоляции жилых комнат от галерей планировка квартир в таких домах строится следующим образом: к галереям примыкают подсобные помещения квартир, а жилые комнаты ориентируют на противоположную сторону (рис. 10.19). Галерейная система применяется и в домах с многокомнатными квартирами. Во избежание непомерного удлинения галерей и примыкания к ним части жилых комнат многокомнатные квартиры галерейных домов проектируют в двух уровнях. Это позволяет также отказаться от устройства галерей на каждом этаже, располагая их через 1—2 этажа на уровнях входов в квартиры. При необходимости размещения в доме квартир различной величины применяется галерейно-секционная планировочная схема: на укороченную галерею выходят малые квартиры, а к ее торцам примыкают многокомнатные.

В умеренном и суровом климате иногда также строят галерейные дома, но с закрытыми остекленными галереями. Назначение закрытых галерей может быть различным — защита жилых помещений и застройки от уличного шума при размещении домов на основных магистралях (шумозащитные дома, рис. 10.20) или же защита от неблагоприятных ветров (ветрозащитные дома). Закрытая галерея дороже открытой, а ее применение несколько снижает гигиенические качества обращенных к ней подсобных помещений квартир из-за ухудшения их естественной освещенности и снижения эффективности сквозного проветривания.



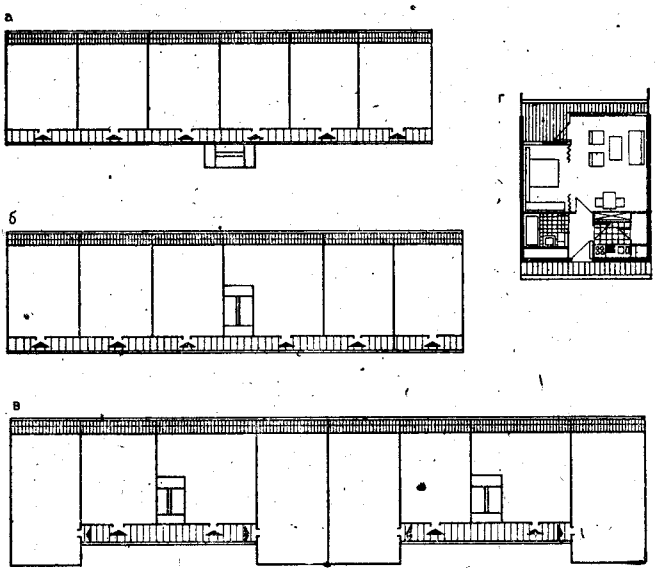


Рис. 10.19. Многоэтажный галерейный дом. Общий вид и планировочные схемы

а — с открытой лестницей;
б — с закрытой лестницей;
в — галерейно-секционная;
г — пример планировки квартиры галерейного дома

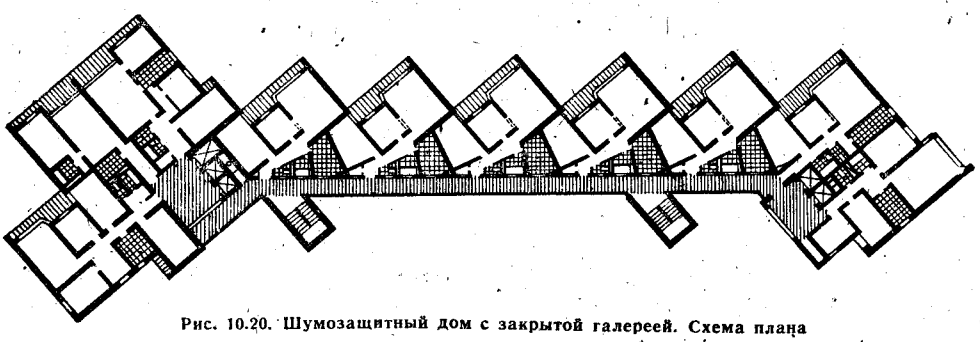


Рис. 10.20. Шумозащитный дом с закрытой галереей. Схема плана

§ 4. КОММУНИКАЦИОННЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И ТРАНСПОРТНЫЕ УСТРОЙСТВА В ЖИЛЫХ ДОМАХ

Коммуникационные пути — лестницы, коридоры, галереи — проектируют с учетом требований повседневной эксплуатации и аварийных ситуаций, поскольку в последнем случае коммуникационные пути являются и путями эвакуации жильцов. Лифты, имеющиеся в зданиях выше 4—5 этажей, к путям аварийной эвакуации не относятся, так как использование их в этих обстоятельствах небезопасно: вследствие воздействия высоких температур при пожаре или разрушении части конструкций при землетрясении могут быть повреждены машинное отделение, канатная установка или силовое питание лифтов. Чем выше здание, тем жестче требования к безопасности путей эвакуации, особенно вертикальных.

Лестницы. В зданиях высотой до 5 этажей включительно все квартиры проектируют с одним выходом на основной путь вертикальной эвакуации — несгораемую лестницу, расположенную в несгораемой лестничной клетке, имеющей естественное освещение через окна в наружных стенах.

В 9-этажных секционных домах все квартиры имеют также по одному выходу к эвакуационной лестнице. Кроме того, в квартирах, расположенных выше 5-го этажа, предусматривают переходы в смежные секции по балконам или лоджиям либо выходы на наружную эвакуационную лестницу, поэтажно соединяющую балконы до отметки пола 5-го этажа. В 9-этажных зданиях гостиниц, общежитий, коридорных и галерейных жилых домах с жилой площадью этажа свыше 300 м^2 предусматривают устройство выходов из коридоров и галерей не менее чем в две эвакуационные лестницы.

Требования к эвакуационным путям зданий выше 9 этажей существенно повышаются: они должны быть незадымляемыми.

Незадымляемость лестниц достигается архитектурно-планировочными или инженерно-техническими средствами. Архитектурно-планировочными средствами обеспечения незадымляемости служат введение воздушной зоны на пути к эвакуационной лестнице либо проектирование самой лестницы полуоткрытой или открытой, размещенной за пределами контура наружных стен дома (рис. 10.21). Назначение воздушной зоны — выпуск дыма при пожаре из задымленного этажа, предотвращающий попадание дыма в лестничную клетку (или немедленное удаление его в атмосферу в открытых или полуоткрытых лестницах). Надежно обеспечивая безопасность эвакуационных путей при аварийных ситуациях, незадымляемая лестница с воздушной зоной недостаточно комфортна в нормальной эксплуатации в холодное время года, так как пользоваться ею для связи между этажами можно, только пересекая открытое пространство. Это неудобство исключается при обеспечении незадымляемости лестничных клеток путем создания в них воздушного подпора (не менее 2 кг/м^2) при побудительной вытяжке дыма из лестничных клеток, шлюзов и холлов через вентиляционные каналы и шахты с клапанами на каждом этаже. Открывание клапанов и включение вентиляторов осуществляется автоматически от специальных датчиков дымообнаружения и дистанционно от кнопок, расположенных в поэтажных холлах или коридорах. Незадымляемые лестницы такого типа иногда называют изолированными, так как они отделены от поэтажных коридоров или холлов шлюзами, оборудованными вентиляционными шахтами и самозакрывающимися огнестойкими дверями. По середине высоты здания изолированная лестница разделяется на противодымные отсеки несгораемой стенкой из железобетона, кирпича или стеклоблоков высотой в один этаж.

В коридорных и галерейных домах, общежитиях и гостиницах высотой 10 и более этажей предусматривают не менее двух незадымляемых эвакуационных лестниц. Только при площади этажа менее 300 м^2 допускается одну из лестниц проектировать без учета мероприятий по незадымляемости.

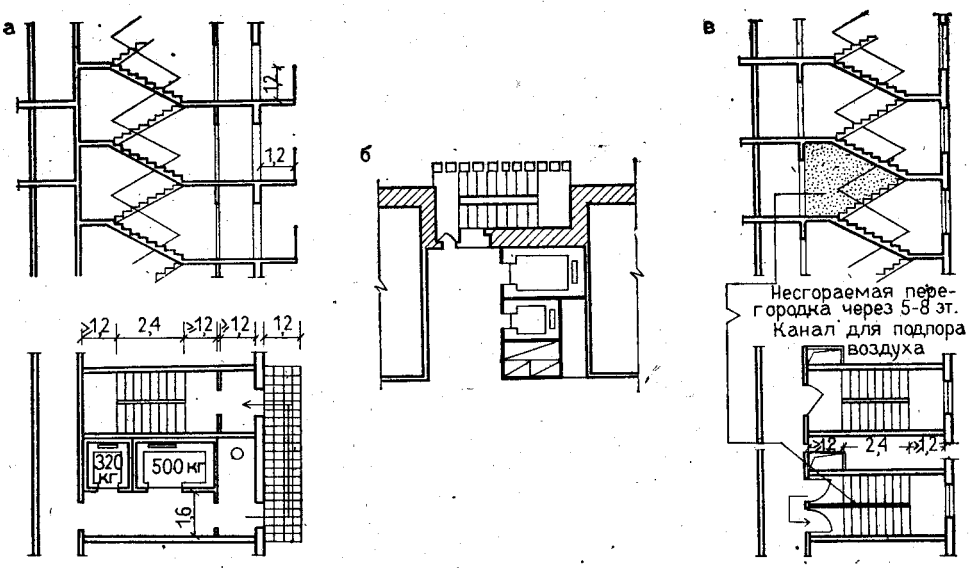


Рис. 10.21. Незадымляемые лестницы
а — с воздушной зоной на пути эвакуации; *б* — открытая лестница; *в* — изолированная лестница

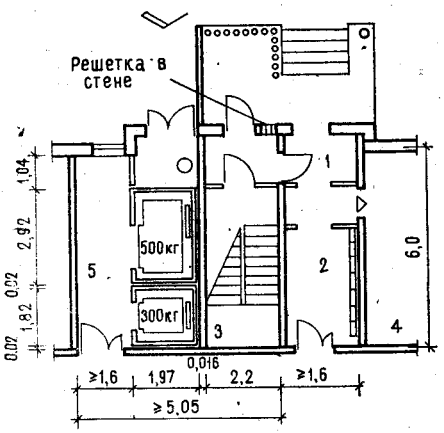


Рис. 10.22. План входного узла многоэтажного жилого дома
1 — тамбур; *2* — вестибюль; *3* — незадымляемая лестница; *4* — колясочная; *5* — лифтовый холл

В первом этаже дома незадымляемые лестницы имеют выход в вестибюль или непосредственно наружу (рис. 10.22). Вестибюль связан с незадымляемой лестничной клеткой через воздушную зону или вентилируемый шлюз с подпором воздуха не менее 2 кг/м² и самозакрывающимися дверями. Эвакуационные лестницы завершаются выходами на чердак или крышу.

Горизонтальные коммуникационные помещения должны служить также надежными путями эвакуации. Ширина коридоров должна быть не менее 1,4 м, а при длине более 40 м — не менее 1,6 м. Коридоры длиной 60 м и более рассекаются перегородками шагом 30 м с самозакрывающимися дверями. Предельная удаленность по коридору от входа в квартиру до выхода на эвакуационную лестницу назначается таким образом, чтобы человек успел пробежать это расстояние (см. табл. 3.1) за 1—2 мин — срок, гарантирующий невозможность удушения дымовыми газами. Ширина галерей должна быть не менее 1,2 м.

Лифты. Нормальная эксплуатация домов выше 4—5 этажей возможна только при наличии лифтов для подъема и спуска людей, перевозки больных на носилках, колясок, мебели и пр. Минимально необходимое количество лифтов, их скорость и грузоподъемность для жилых зданий высотой до 17 этажей принимаются по СНиП.

Наибольшее распространение имеют пассажирские лифты грузоподъемностью 320 кг (на 4 человека). Размер кабин таких лифтов 1,0×1,2 м, внутренние размеры шахты 1,55×1,7 м. В домах выше 9 этажей такой лифт часто блокируется с грузопассажирским лифтом грузоподъемностью 500 кг, вмести-

мостью 6 чел., с входом с широкой стороны. Размеры его кабины 1,2× ×2,2 м, шахты 1,7×2,65 м. Шахты лифтов проектируют глухими железобетонными, двери лифтов — автоматическими раздвижными. Как правило, лифты размещают вблизи лестниц, компонуя единый лестнично-лифтовый узел, но возможно и разобщенное размещение. Машинные отделения лифтов могут располагаться над или под шахтой. Первое решение наиболее распространено, так как обладает бесспорными экономическими и эксплуатационными преимуществами.

В пределах лестнично-лифтового узла в зданиях выше 4—5 этажей обычно размещают мусоропроводы — общие на секцию или группу квартир. Мусоропровод представляет собой асбестоцементную трубу с внутренним диаметром 40 см, снабженную загрузочными клапанами на каждом этаже (с доступом с этажных или промежуточных площадок эвакуационных лестниц). Мусоросборные камеры устраивают в первом или цокольном этаже. Не допускается размещение стволов мусоропроводов возле или в стенах жилых комнат и мусоросборных камер под жилыми комнатами. Вход в мусоросборную камеру изолируют от входа в дом и близ расположенных окон глухими стенами и козырьками. Мусоросборная камера имеет естественную вытяжную вентиляцию через ствол мусоропровода Поскольку наличие в каждой секции мусоросборной камеры сопряжено с неоправданными потерями объема здания и трудоемкими работами по перегрузке мусора в мусоросборочные машины, ведутся поиски более эффективных систем мусороудаления. В частности, разрабатываются вакуум-системы с автоматизированным управлением. При этом в наземном объеме здания сохраняют только стволы мусоропроводов, по которым мусор падает в подземные коллекторы— трубы большого диаметра. По коллектору отбросы уносятся потоком разреженного воздуха со скоростью до 25 м/с к специальной мусороприемной станции, обслуживающей застройку в радиусе 1,5—2 км.

ГЛАВА 11. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Общественные здания различают по нескольким классификационным признакам: функциональному назначению, повторяемости (уникальные и массовые), градостроительной роли (общегородские, районные, микрорайонные), этажности (мало- и многоэтажные) вместимости и конструктивному решению.

Функциональное назначение играет определяющую роль в объемно-планировочном решении здания. По этому признаку общественные здания делятся на специализированные (однофункциональные) и универсальные (многофункциональные).

Специализированные здания имеют определенное, не изменяющееся в течение всего срока эксплуатации назначение: школа, музей, больница, театр и т. п. Согласно назначению специализированные здания делят на 14 основных групп, предназначенных для следующих учреждений: I — здравоохранения, физической культуры и социального обеспечения; II — просвещения; III — культуры (библиотеки, музеи и др.); IV — искусства (театры, цирки, студии, кинотеатры и др.); V — научные организации; VI— учреждения-финансирования; VII — организации и управления; VIII— партийных и других общественных организаций; IX — коммунального хозяйства; X — бытового обслуживания населения; XI — торговли и общественного питания; XII — предприятия связи; XIII — предприятия транспорта; XIV — организации и учреждения строительства.

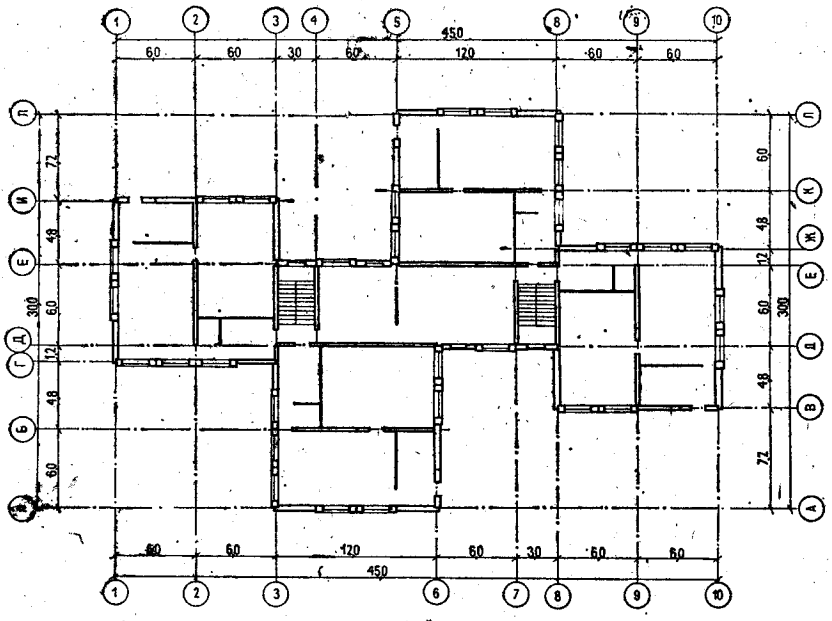
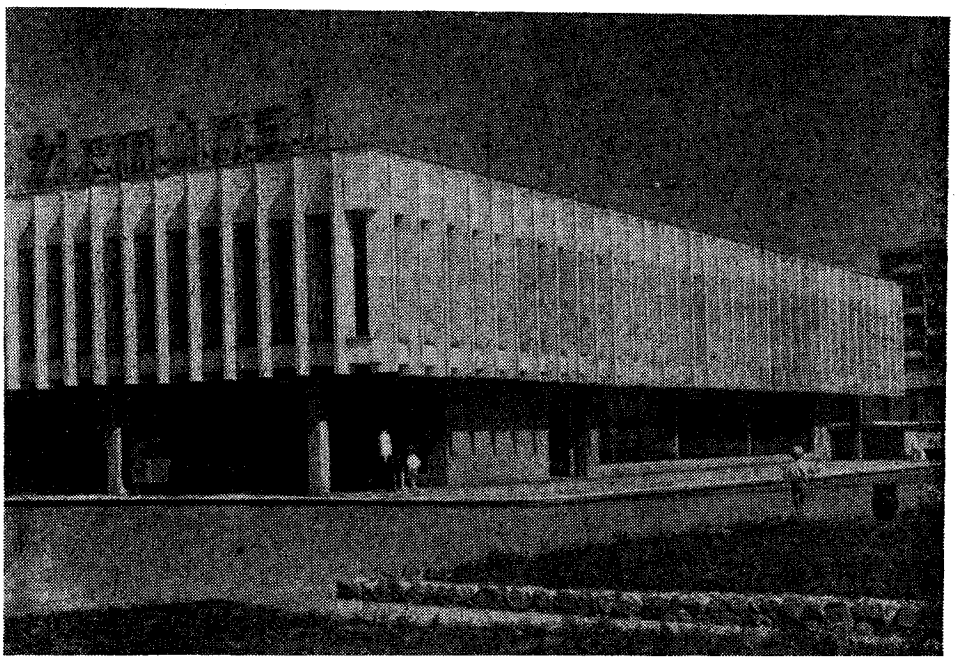


Рис. 11.1. Детские ясли-сад на 160 мест. Фасад, план второго этажа

В проектировании специализированных общественных зданий целесообразен принцип блокирования отдельных учреждений в одном здании и их кооперирования, т. е. совместной эксплуатации части общих помещений в разное время дня каждым из сблокированных учреждений. Наиболее широко принципы блокирования и кооперирования применяют для массовых общественных зданий микрорайонного значения. Блокирование способствует укрупнению общественных зданий, повышающему их композиционную роль в застройке, и дает ряд экономических преимуществ (сокращение территории застройки, снижение стоимости строительства, протяженности инженерных коммуникаций и дорог, уменьшение эксплуатационных затрат).

Наиболее характерными примерами блокированных общественных зданий являются детские сады-ясли и общественные центры микрорайонов (рис. 11.1—11.2). Блокировка детского сада с яслями позволила объединить воспитательное, медицинское и бытовое обслуживание детей различных возрастных групп и одновременно упростить родителям транспортирование детей в одно учреждение вместо двух.

Общественные центры микрорайонов — кооперированные многофункциональные здания, в которых сконцентрированы различные учреждения, необходимые населению по месту жительства: торговые, культурные, об-



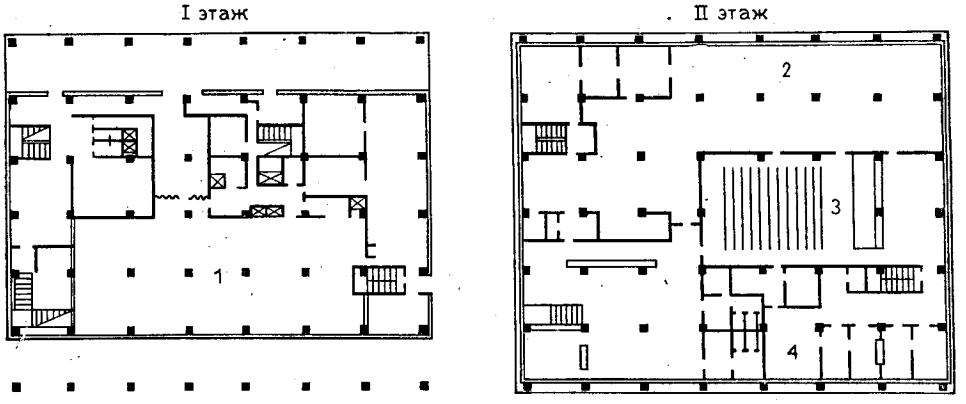


Рис. 11.2. Вильнюс. Общественный центр жилого района Жирмунай. Общий вид. Планы первого и второго этажей
1 — продовольственный магазин; *2* — столовая-кафе; *3* — универсальный зал; *4* — ЖЭК

щественные, бытовые. Они пришли на смену бессистемному размещению в застройке мелких зданий различного назначения и получают все более широкое применение. Благодаря укрупнению и устранению дублирования вспомогательных площадей здания общественных центров обеспечивают сокращение сроков строительства, уменьшение объема и снижение стоимости на 6—8% по сравнению с рассредоточенными предприятиями.

Общественный центр представляет собой группу сблокированных кооперированных зданий или одно кооперированное здание. Второй вариант дешевле первого на 1,5—2%. Состав помещений общественных центров строго не регламентирован: в них используют различные сочетания культурных, бытовых и торговых учреждений. В зависимости от степени кооперирования учреждений и градостроительных условий здания общественных центров весьма разнообразно размещаются в жилой застройке (рис. 11.3).

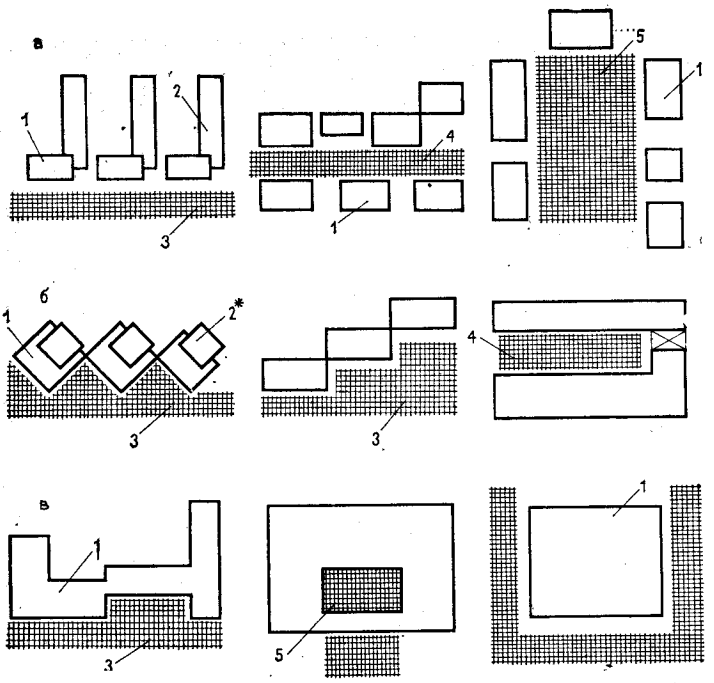
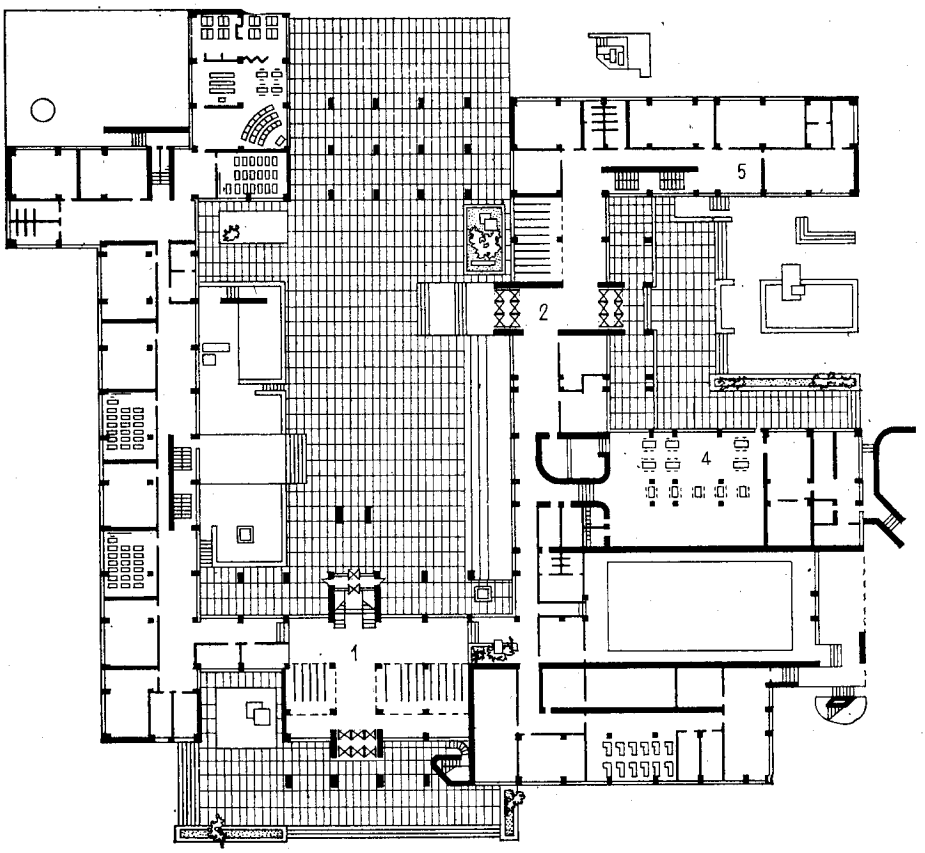


Рис. 11.3. Варианты блокировки и размещения общественных центров

а — в отдельных зданиях; *б* — в здании из примыкающих друг к другу блоков; *в* — в одном кооперированном здании; *1* — общественное здание; *2* — жилой дом многосекционный; *2** — то же, односекционный; *3* — городская улица; *4* — пешеходная улица; *5* — двор



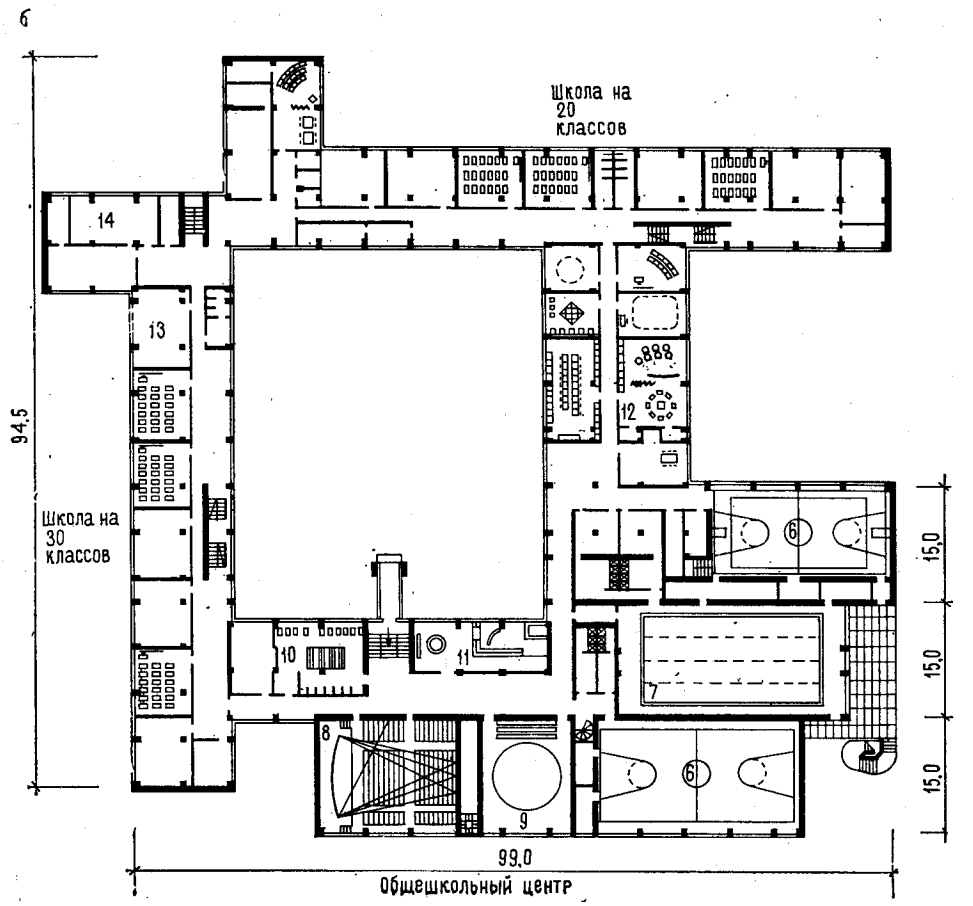
С ростом этажности жилой застройки получает развитие комбинированный тип здания массового строительства: жилой дом с встроенными или пристроенными предприятиями торгово-бытового обслуживания. Этот тип здания позволяет решить две функциональные задачи — приблизить систему обслуживания к жилью и ликвидировать квартиры на первых этажах, проживание в которых на магистралях протекает в некомфортных условиях.

В комбинированных зданиях, расположенных вдоль магистралей и образующих торговую улицу, размещают преимущественно специализированные предприятия торговли и обслуживания; в зданиях, расположенных во внутренней зоне межмагистральной территории,— предприятия повседневного обслуживания.

Увеличение этажности массовой жилой застройки сопровождается повышением ее плотности, ростом потребности в детских учреждениях и школьных зданиях. Все это стимулирует появление нового типа кооперированного здания — школьного. Школы, объединенные в кооперированном здании, могут иметь одинаковую или различную (рис. 11.4) вместимость. Пространственно и функционально их объединяет общешкольный

Рис. 11.4. Кооперированное здание школ на 30 и 20 классов

а — план первого этажа; *б* — план второго этажа; *1* — вестибюльная группа школы на 30 классов и общешкольного центра; *2* — вестибюльная группа школы на 20 классов; *3* — блок мастерских для учащихся среднего возраста; *4* — столовая; *5* — блок помещений практикумов; *6* — спортивные залы; *7* — бассейн; *8* — актовый зал; *9* — универсальный зал; *10* — библиотека; *11* — комната юных натуралистов; *12* — студии и кружковые комнаты; *13* — учебные кабинеты; *14* — лаборатории



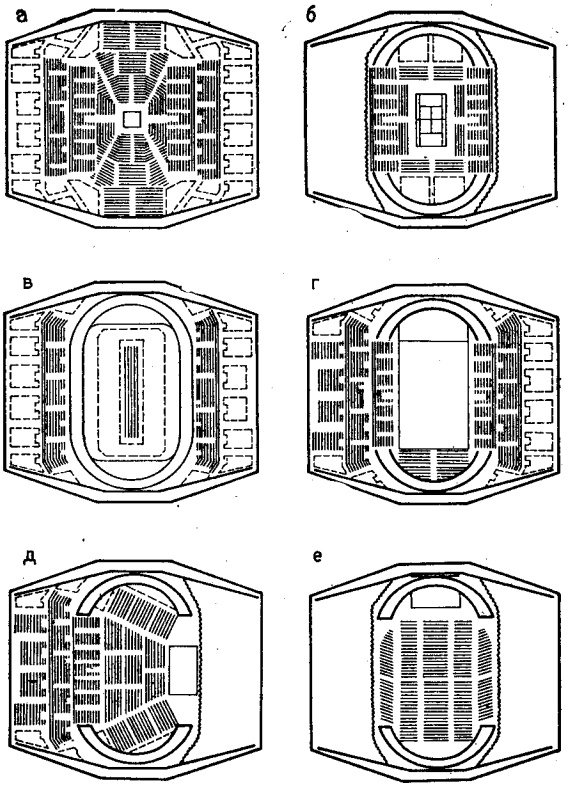


Рис. 11.5. Схемы трансформации универсального зрелищно-спортивного зала

а — для соревнований по боксу; *б* — теннису и волейболу; *в* — велоспорту на треке; *г* — для балета на льду; *д* — для концерта; *е* — для демонстрации фильмов

пентр, содержащий залы спортивные и актовый, плавательный бассейн, мастерские и кружковые комнаты.

Универсальные здания предназначаются для многофункционального использования либо для одной динамично развивающейся функции.

К универсальным зданиям первого типа относятся зрелищно-спортивные сооружения с залами большой вместимости — киноконцертные залы, Дворцы спорта и т. п. Специальные конструктивные решения и механизация оборудования позволяют в течение нескольких часов трансформировать спортивный зал для митинга, кинопоказа, концерта или праздничного бала (рис. 11.5). В универсальных залах возможно проведение свыше 30 видов различных общественных, спортивных и зрелищных мероприятий. Многофункциональное использование залов обеспечивает им высокую экономическую эффективность в эксплуатации.

Универсальными зданиями второго типа являются большинство предприятий торговли, а также здания управлений, проектных и научно-исследовательских институтов. Быстрые смены оборудования и методов торговли — в первых, необходимость многократной перегруппировки помещений и оборудования — в остальных предъявляют к объемно-планировочному и конструктивному решению таких зданий требования свободы планировки и перепланировки в процессе эксплуатации. Они обеспечиваются при соблюдении в проектировании универсальных зданий принципов гибкой планировки, применении крупной конструктивно-планировочной сетки (рис. 11.6) и сборно-разборных конструкций перегородок.

§ 2. ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ И ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Общественным зданиям присущ ряд специфических особенностей, непосредственно отражающихся на объемно-планировочном решении:

разнообразие функций зданий и их отдельных элементов;

одновременное сосредоточение в зданиях большого количества людей;

широкий диапазон требований к физико-техническим параметрам внутренней среды: освещенности, звуковому и воздушному режиму.

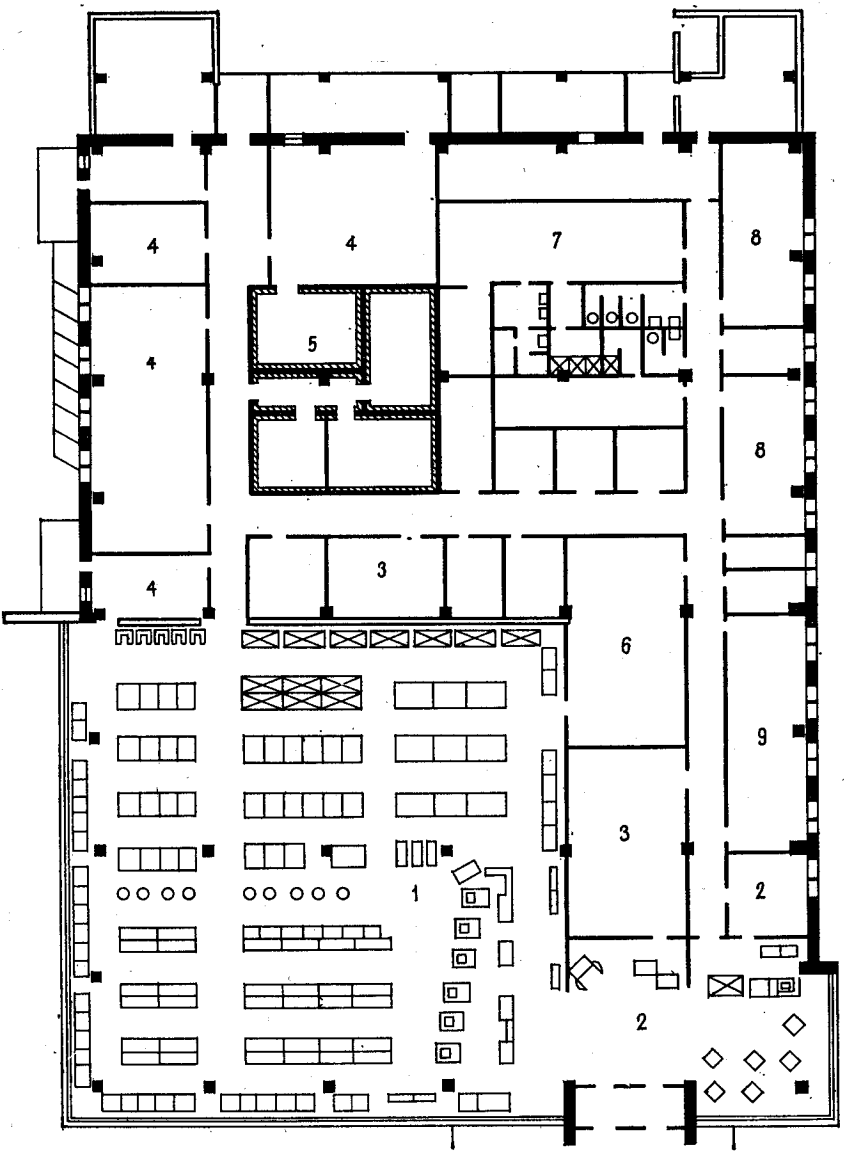


Рис. 11.6. План магазина «Универсам»

1 — торговый зал; *2* — кафетерий; *3* — помещения для фасовки товаров; *4* — кладовые; *5* — холодильные камеры; *6* — кладовая сопутствующих товаров; *7* — бытовые помещения; *8* — административные помещения; *9* — венткамера и трансформаторная подстанция

Разнообразие функций порождает большое разнообразие геометрических параметров помещений и конструктивных элементов зданий, что требует в целях максимально возможной унификации конструкций и изделий специальных приемов проектирования и специфического использования ЕМС. Вторая особенность требует от проекта надежного обеспечения противопожарной безопасности путей эвакуации и ее кратких сроков. Третья особенность определяет разнообразие в размерах световых проемов (по требованиям естественной освещенности), специфичность форм и отделки крупных помещений (по требованиям архитектурной акустики) и разнообразные решения инженерного оборудования здания.

Требования унификации в объемно-планировочном решении реализуются путем группировки однотипных по функциональному признаку помещений в обособленные фрагменты общего объема здания, что позволяет использовать для них однотипные конструктивные изделия и приемы строительства. Так, например, в здании школы обособлены группы классных помещений от зальных (см. рис. 11.4). Противоречие между планировочными требованиями к разнообразию геометрических параметров и требованиями строительной промышленности к сокращению номенклатуры сборных изделий разрешаются в проектировании общественных зданий за счет применения укрупненных конструктивно-планировочных модулей (не менее 15М). Основной конструктивно-планировочной сеткой осей общественных зданий является сетка 6×6 м, дополнительной 6×3 или 6×4,5 м. В перспективе получат применение сетки 7,5×6 или 7,2×6 м и 6×9 м.

В зданиях универсального назначения применяют сетки 9×9,12××6 и 12×12 м. Шаг перегородок назначается кратным укрупненному модулю 15М. Меньшие величины укрупненных модулей (6М, 12М) применяются в проектировании массовых общественных зданий при использовании для их возведения панельных конструкций, выпускаемых домостроительными предприятиями.

Противопожарные требования учитывают в объемно-планировочном и конструктивном решении в соответствии с назначением и вместимостью здания. Основные коммуникационные пути и их протяженность регламентируются в соответствии с требованиями, изложенными в гл. 3. В зданиях с особенно большим сосредоточением людей (театры, Дворцы спорта, высотные административные здания) пропускную способность и размеры всех элементов пути эвакуации (ширины коридоров, проходов, лестничных маршей, дверных проемов) проверяют расчетным путем по методам теории движения людских потоков [1]. Ширина маршей эвакуационных лестниц назначается по результатам расчета, но не менее 1,2 м, а при населенности этажа свыше 200 чел. — не менее 1,35 м; уклон лестниц должен быть не более 1:2. В зданиях высотой более 9 этажей 50% расчетного числа эвакуационных лестниц проектируют незадымляемыми. Минимальная ширина коридоров 2,2 м в больницах, 1,8 в учебных, 1,5 м в остальных общественных зданиях. Двери всех рабочих помещений, а также вестибюлей и тамбуров должны открываться наружу в направлении пути эвакуации.

Степень огнестойкости конструкций, принятых в проекте здания, непосредственно влияет на его вместимость. При V степени огнестойкости вместимость детского дошкольного учреждения не может превышать 50 мест, а зрительного зала клуба или кинотеатра — 300 мест. Ограничения, связанные с требованиями безопасной эвакуации, влияют также и на объемно-планировочные решения здания с конструкциями высоких степеней (I и II) огнестойкости. Так, например, залы с вместимостью свыше 300 чел допускается располагать только в пяти нижних этажах, а вместимостью свыше 600 чел. — не выше третьего этажа. Это требование получило отражение в объемной композиции большинства высотных административных зданий, гостиниц, проектных и научно-исследовательских институтов. Обычно эти здания имеют развитую малоэтажную встроенно-пристроенную часть (стилобат), в которой размещены залы большой вместимости (рис. 11.7).

Очень важны противопожарные планировочные и инженерно-технические мероприятия в зданиях, содержащих легковоспламеняемые и огнеопасные материалы и установки (кинопленку, декорации и пр.). К числу таких планировочных мер в зданиях кинотеатров и клубов относятся изоляция блока помещений киноаппаратной от зрительного зала огнестойкими пере-

[1] **Архитектура** гражданских и промышленных зданий. В 5-ти т, Т. II. Основы проектирования/ Под ред. В. М. Предтеченского. М., 1976.

крытиями и стенами, отсутствие дверных проемов в этих стенах, устройство изолированных выходов из киноаппаратной, не пересекающихся с путями эвакуации зрителей. В театральных зданиях сцена и помещения при сцене также имеют независимые выходы наружу, ограждения сцены выполняют из конструкции с пределом огнестойкости до 4 ч, а пространство сцены отделяют от зрительного зала противопожарным огнестойким (чаще всего железобетонным) занавесом. К инженерно-техническим противопожарным средствам относится оснащение общественных зданий с большим скоплением людей (высотные здания, залы с числом мест 300 и более) стационар-

Рис. 11.7. Москва. Здание СЭВ. Архит. М. Посохин и др.

ными средствами пожаротушения: пожарным водопроводом, спринклерными и дренчерными установками. В частности, в театрах дренчерные установки создают водяные завесы между залом и сценой, орошая с двух сторон противопожарный занавес.

Параметры воздушной среды общественных зданий обеспечиваются центральными системами отопления и приточно-вытяжной вентиляции. Неорганизованный естественный воздухообмен с проветриванием через окна используется в ограниченном объеме преимущественно во вспомогательных помещениях (рекреации в школах и т. п.). Кондиционирование воздушной среды с поддержанием постоянных оптимальных параметров (температуры, чистоты и влажности) применяется в крупных зрительных залах, универмагах и торговых комплексах, административных зданиях, книгохранилищах. Объем внедрения системы кондиционирования, как одного из активных средств повышения комфорта внутренней среды, непрерывно расширяется. Введение кондиционирования накладывает отпечаток на объемно-планировочное и конструктивное решение здания. Для размещения установок вентиляции и кондиционирования предусматривают крупные помещения ($\geqslant$100 м^2) высотой 4,5—6 м и более с изолированными входами, а также планировочные и конструктивные мероприятия по защите рабочих помещений от шума и вибраций, возбуждаемых этими установками. Светопрозрачные ограждения проектируются глухими без створных частей с минимально допустимой по требованиям освещенности площадью. Предусматривается герметизация сопряжений стен со светопрозрачным заполнением проемов, устройство тамбуров и пр. При использовании приточно-вытяжной вентиляции и кондиционирования в объемно-планировочном решении зданий учитывается необходимость размещения вентиляционных каналов и шахт крупного сечения и горизонтальных воздуховодов.

Звуковой режим в помещениях общественных зданий столь же разнообразен, как и их функциональное назначение. По характеру этих требований рабочие помещения общественных зданий могут быть сведены к трем группам.

При проектировании помещений первой группы (конторские помещения, классы, лаборатории, групповые и спальни детских дошкольных учреждений и т. п.) предусматривают только меры звукоизоляции от внешних (по отношению к помещению) шумов, проникающих из других помещений и с улицы. Защита от шумов, проникающих из других помещений, обеспечивается назначением ограждающих конструкций с соответствующими нормативным требованиям индексами звукоизоляции. Изоляция от уличного шума обеспечивается градостроительными мерами и соответствующим планировочным решением здания, например, ориентацией рабочих помещений в сторону «звуковой тени».

При проектировании помещений второй группы (помещения крупных магазинов, телефонных и машиносчетных станций, типографий, машинописных бюро, телетайпных залов и т. п.) помимо звукоизоляции предусматривают меры по снижению уровня шума от источников, расположенных непосредственно в помещении. Для этого применяют звукопоглощающие облицовки стен и потолка, а также звукопоглощающие экраны, отгораживающие отдельные источники шума.

При проектировании помещений третьей группы (зрительных залов, театров, концертных и киноконцертных залов) предусматривается помимо звукоизоляции от внешних шумов обеспечение хорошей акустики — четкого восприятия музыки или речи и их красивого звучания в любой точке зала. Проектное решение зала должно обеспечивать необходимый уровень звуковой энергии в нем, ее равномерное распределение (диффузность звукового поля), необходимое в соответствии с назначением зала время реверберации (для залов кинотеатров регламентируется $T_р$ = 0,8—0,9 с, для кон-

цертных залов 1,8 с), отсутствие эха и фокусировки отраженных звуковых волн в отдельных точках зала. Удовлетворение большинства этих требований достигается назначением соответствующих форм и пропорций зала. Его размеры в плане должны быть приблизительно равновелики ($L : B \leqslant \leqslant 2:1$), стены, как правило, непараллельны (трапециевидная форма плана), высота относительно невелика : $H/B = 1:1{,}5 \div 1:2{,}5$ (рис. 11.8). Круглые и эллиптические в плане формы залов нецелесообразны, так как вогнутая поверхность стен способствует фокусировке отраженного звука. Если применение круглой формы плана композиционно необходимо, то используется акустическая облицовка выпуклой формы, либо конструкция стены выполняется из выпуклых фрагментов, способствующих рассеиванию отраженных звуков (рис. 11.9)

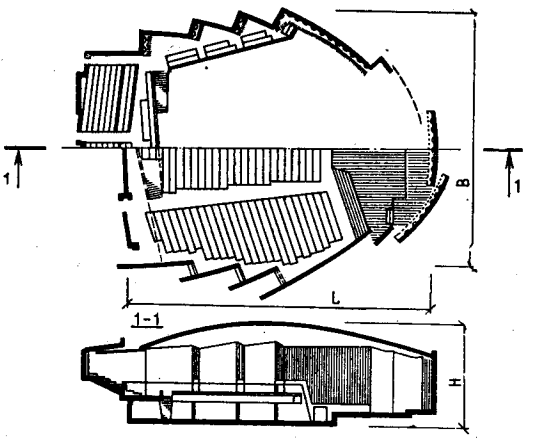
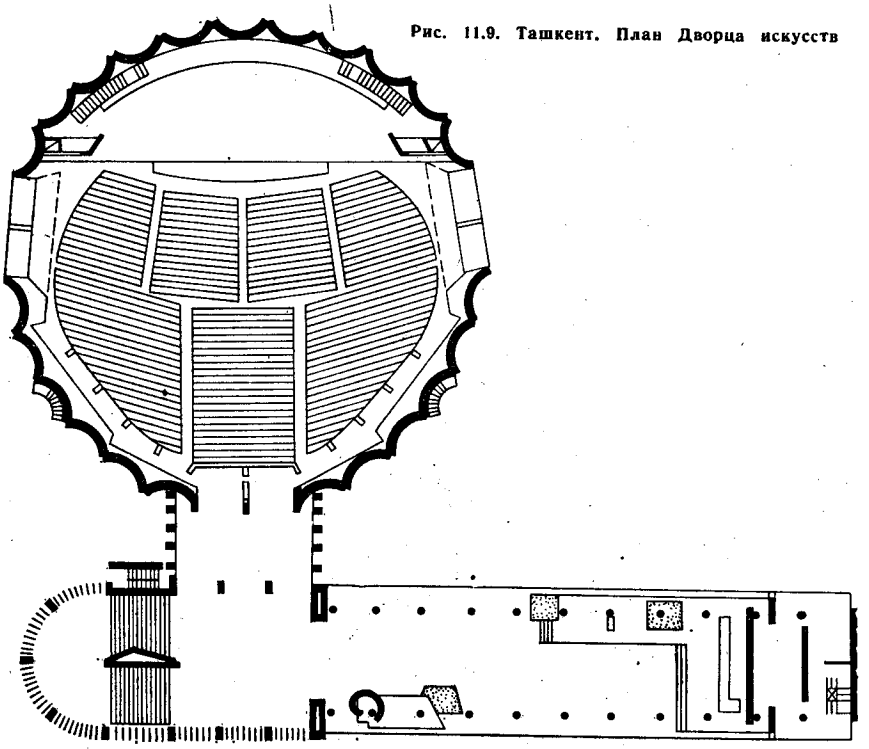


Рис. 11.8. Бонн (ФРГ). План и разрез концертного зала

Освещение помещений общественных зданий в дневное время проектируют естественным, искусственным или совмещенным. Естественное освещение предусматривают в рабочих помещениях с постоянным пребыванием людей. Величины естественной освещенности для рабочих помещений большинства общественных зданий регламентированы СНиП.

Интегральное освещение допускается в крупных рабочих

Рис. 11.9. Ташкент. План Дворца искусств



залах конторских и проектных высотных зданий при глубине этих помещений 9 м и более. В этих случаях в зонах, удаленных от светопроемов, располагают рабочие места, не требующие интенсивного естественного освещения, а также хранение рабочей документации и других вспомогательных материалов. Искусственное освещение используется в рабочих помещениях с кратковременным пребыванием людей либо в случаях, когда оно необходимо функционально (зрительные залы кинотеатров). В обслуживающих и вспомогательных помещениях общественных зданий (холлах, санузлах, кладовых, коротких коридорах) допускается применение искусственного освещения.

Основные коммуникационные помещения — коридоры и лестничные клетки — проектируют с естественным освещением. Длина коридора при освещении его с одного торца не должна превышать 24 м, с двух торцов — 48 м. При большей длине коридора предусматривают «световые карманы», расстояния между которыми не должны превышать 24 м, а между световым карманом и окном в торце коридора — 30 м. Ширина светового кармана назначается не менее половины его глубины. Допускаются естественное освещение коридоров вторым светом через фрамуги в стенах коридора, остекленные перегородки и двери.

Инсоляционный режим рабочих помещений большинства общественных зданий также регламентирован СНиП. Для ряда помещений предусмотрена оптимальная ориентация: например, для школьных классов на юг, восток и юго-восток, для кабинетов черчения и рисунка — на север и т. п. В общественных зданиях, проектируемых для IV климатического района, светопроемы, ориентированные на сектор горизонта в пределах 200—290°, должны иметь солнцезащитные устройства.

§ 3. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ

Общественные здания содержат три группы помещений — рабочие, обслуживающие и вспомогательные. Рабочие помещения (классы, аудитории, больничные палаты и пр.) предназначаются для основного функционального процесса; обслуживающие (вестибюли, буфеты, холлы, склады и пр.) способствуют обслуживанию людей, участвующих в функциональном процессе; вспомогательные (коммуникационные и инженерно-технические) помещения обеспечивают взаимосвязь между помещениями, служат для размещения насосных, вентиляционных камер и др.

На выбор объемно-планировочной структуры, геометрических параметров и размеров сетки осей проектируемого общественного здания решающее влияние оказывают габариты его рабочих помещений. В соответствии с этим признаком различают мелкоячеистую структуру зданий, содержащую многочисленные небольшие рабочие помещения площадью 15—30 м² (конторские, лечебные и курортные здания); крупноячеистую структуру с помещениями площадью 30—80 м² (школы, техникумы, вузы, проектные и научно-исследовательские институты); зальную структуру с одним или несколькими зальными помещениями (выставочные павильоны, кинотеатры, вокзалы, универмаги, музеи); смешанную структуру, образованную из одного или нескольких залов и мелких помещений (клубы, Дома пионеров и др.).

В объемно-планировочных решениях общественных зданий находят применение все рассмотренные в гл. 3 планировочные системы: анфиладная (вокзалы, музеи, универмаги), коридорная (административные здания), секционная (школы, больницы), зальная и комбинированная. Последняя используется в большинстве массовых общественных зданий. В соответствии с функциональным процессом рабочие помещения различного назначения группируются в относительно самостоятельные фрагменты здания с оптимальной для группы объемно-планировочной и конструктивной структу-

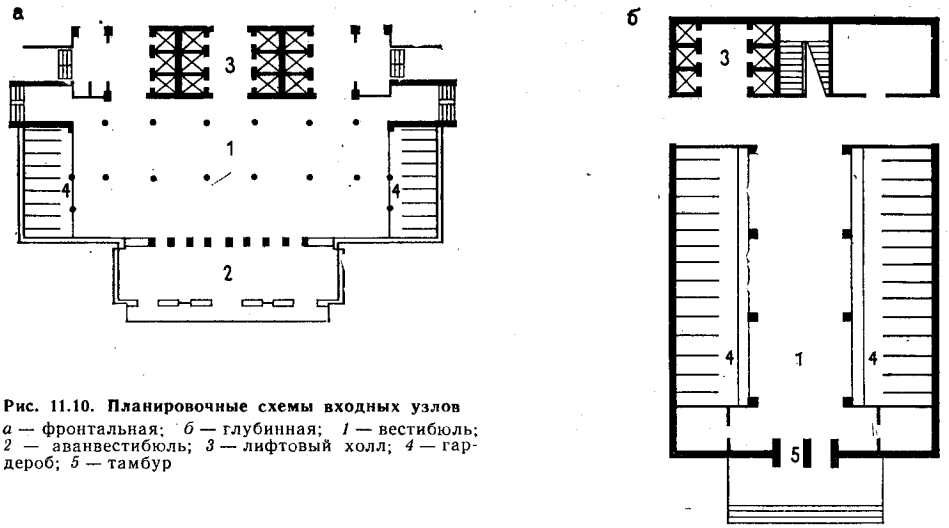


Рис. 11.10. Планировочные схемы входных узлов
а — фронтальная; *б* — глубинная; *1* — вестибюль; *2* — аванвестибюль; *3* — лифтовый холл; *4* — гардероб; *5* — тамбур

рой. Так, например, в школьных зданиях учебные помещения получают секционную планировку и комбинируются с группой спортивных и актовых помещений, имеющих зальную планировку. В дошкольных детских учреждениях анфиладная структура групповых помещений сочетается с коридорной планировкой административно-хозяйственных помещений, в клубах зальная структура зрелищных — с коридорной структурой блока кружковых комнат. Планировочное решение и размеры рабочих помещений не зависят от количества рабочих мест в этих учреждениях. Вместимость учреждения влияет только на размеры вспомогательных помещений. Это позволяет использовать блок-секционный метод для проектирования общественных зданий. При этом секции с рабочими помещениями блокируются в общий объем с помощью вспомогательных помещений, планировку которых разрабатывают в нескольких вариантах в соответствии с вместимостью здания.

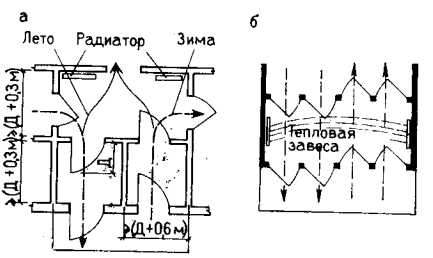


Рис. 11.11. Тамбуры
а — с летним и зимним графиком движения; *б* — прямой двойной

Экспериментальную проверку проходит в строительстве новый метод решения ряда массовых общественных зданий с вынесением из их состава вспомогательных помещений в отдельный административно-хозяйственный блок. В этом случае объемно-планировочное решение основного здания содержит только рабочие и обслуживающие помещения и приобретает универсальный характер, а в административном блоке размещены вспомогательные службы для всех аналогичных учреждений района, например кухня и постирочные для всех детских учреждений.

Входы в здания различают на главные и служебные или вспомогательные (для эвакуации и других целей). Главный вход, так называемый входной узел, состоит из вестибюля с тамбурами и гардеробами, а иногда включает также помещения касс и администрации (в зрелищных зданиях), справочных и пропускных бюро (в административных). В непосредственной близости к главному входу размещают лестницы, лифты, эскалаторы. Размеры и компоновка входного узла зависят от режима работы здания, который

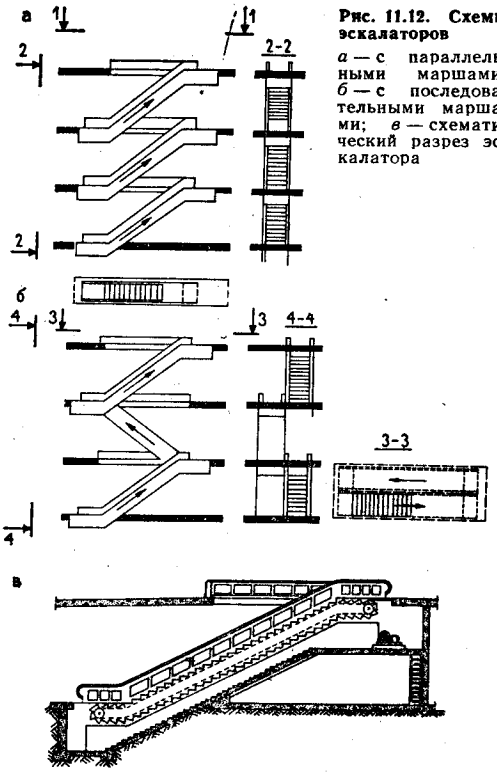


Рис. 11.12. Схемы эскалаторов

а — с параллельными маршами; *б* — с последовательными маршами; *в* — схематический разрез эскалатора

может характеризоваться неравномерностью людских потоков в течение дня с короткими по времени (15—20 мин) «пиками» сосредоточения людей в вестибюле (театры, концертные залы и др.) или относительной равномерностью людских потоков (выставки, библиотеки, музеи). Размеры вестибюлей (с гардеробами) в первом случае принимают по норме 0,25—0,28 м²/чел., во втором — 0,18—0,22 м²/чел. Планировка вестибюля может быть решена в одном уровне фронтальной или глубинной с фронтальным, фланговым или островным размещением гардероба (рис. 11.10) либо в двух уровнях с размещением гардероба в цокольном этаже при удобных вертикальных связях (эскалаторы, лифты и лестницы). Пространство вестибюля должно быть максимально свободным для размещения людских потоков. Поэтому независимо от конструктивной системы здания (каркасной или бескаркасной) вестибюль проектируют каркасным, используя размещение колонн для разделения людских потоков и организации их движения.

Тамбуры представляют собой небольшие помещения (шлюзы), защищающие вестибюль от переохлаждения (рис. 11.11). В I климатическом районе предусматривают устройство двойных тамбуров, во II и III — одинарных, в IV тамбуры не предусматривают. Размеры тамбуров по ширине и глубине определяются возможностью свободного открывания дверей и прохода между ними. При интенсивном движении людей (в зданиях магазинов, вокзалов) входные двери тамбуров практически постоянно открыты, поэтому для защиты от переохлаждения в зоне тамбуров устраивают тепловые завесы из направленных струй теплого воздуха.

Вертикальные коммуникации в общественных зданиях компонуют из лестниц, лифтов и эскалаторов. Лестницы являются основными эвакуационными путями, приемы обеспечения пожарной безопасности которых рассмотрены в § 2 настоящей главы.

Эскалаторы — непрерывно движущиеся лестницы с ступенями в виде металлических тележек на бегунках, связанных с бесконечной тяговой цепью. Эскалаторы применяют при необходимости перемещения больших и непрерывно движущихся людских потоков на станциях метрополитенов, в вокзалах, крупных магазинах и т. п. Лестницы эскалаторов имеют уклон 30° и проектируются с параллельными, последовательными или перекрестными маршами (рис. 11.12). В магазинах и вокзалах устраивают эскалаторы с шириной полосы 0,63 м (в осях поручней 0,84 м) и со скоростью движения 0,5 м/с, на станциях метрополитена — с шириной 1 м (в осях поручней 1,2 м) и скоростью 0,75 м, обеспечивающей пропускную способность 150 чел/мин.

Лифты являются основным средством вертикального транспорта в многоэтажных общественных зданиях. Отличия в габаритах и компоновке лифтовых узлов в общественных зданиях по сравнению с жилыми связаны с не-

обходимостью применения большего количества лифтов с более крупными габаритами. Применяются пассажирские лифты с грузоподъемностью 500, 1000 и 1600 кг со скоростями 0,5 (в больницах); 1; 1,4; 2,8 и 4 м/с, а также грузовые лифты. Пассажирские лифты размещают группами в центре горизонтальных коммуникаций зданий в непосредственной связи с группой входных помещений. Пассажирские лифты располагают рядами (не более 5 в ряду) и размещают в лифтовых холлах (рис. 11.13).

Грузовые лифты размещают в зоне расположения вспомогательных лестниц, пищеблоков, подготовки товаров к продаже (в магазинах) и т. п.

Санитарные узлы общественных зданий содержат умывальные и уборные, а в лечебных и спортивных зданиях — также и душевые. Помещения уборных располагают на расстоянии не более 75 м от рабочих мест и изолируют от других помещений и коридоров шлюзами, используемыми обычно для установки умывальников (рис. 11.14). Число приборов в санитарных узлах определяется нормами проектирования соответствующих типов зданий в зависимости от количества и контингента лиц в здании.

Архитектурная композиция общественного здания преследует цель создания художественного образа, соответствующего назначению здания, его роли в жизни общества и в застройке. В композиции используются функцио-

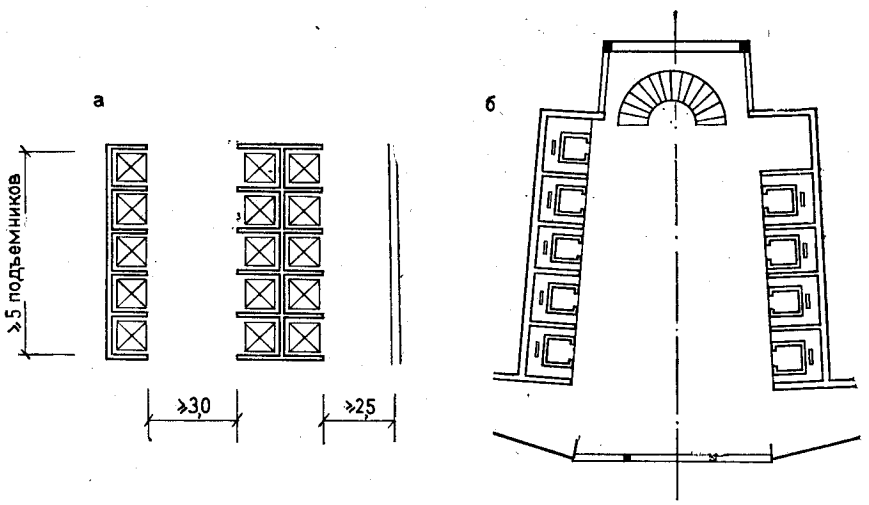


Рис. 11.13. Схема группировки лифтов в лифтовых холлах многоэтажного административного здания
а — нормативные ограничения; *б* — пример проектного решения

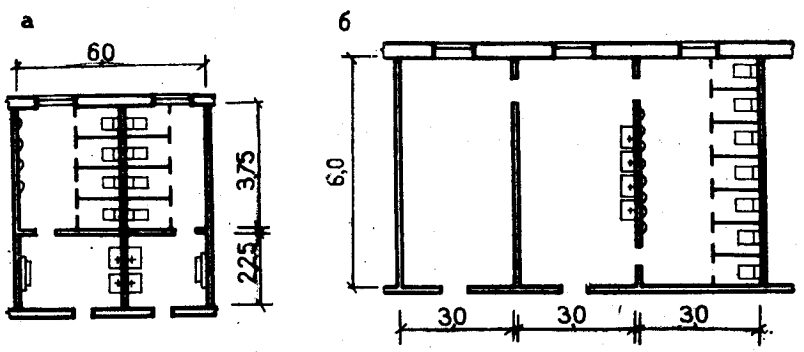


Рис. 11.14. Схемы планов санитарных узлов
а — административного здания; *б* — зрелищного

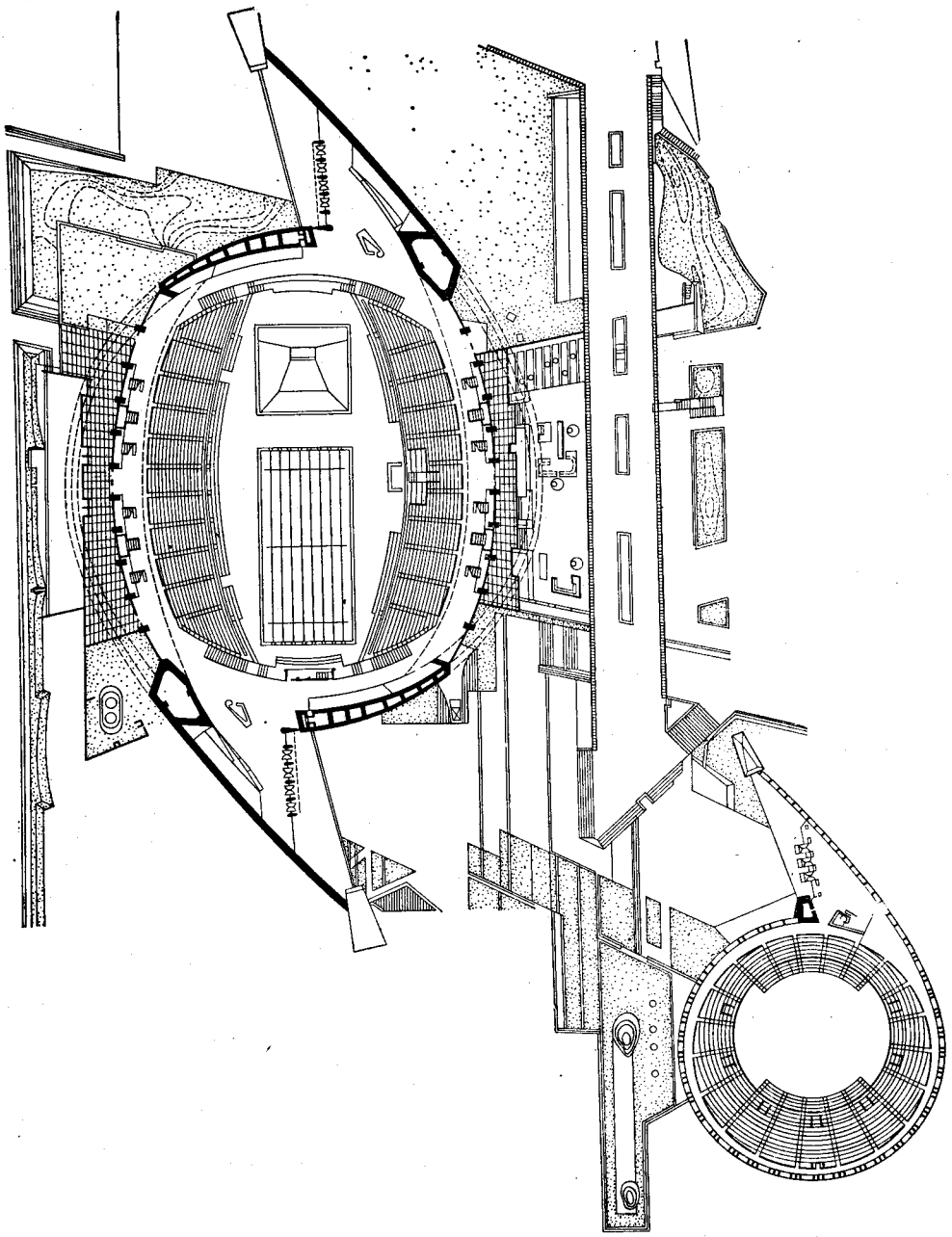
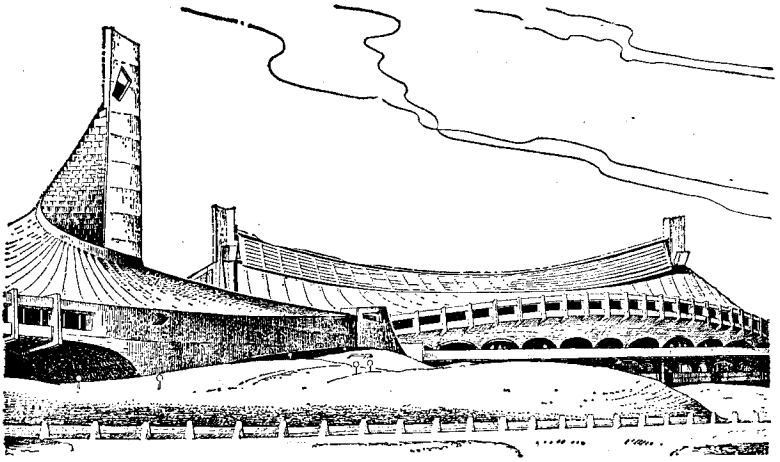


Рис. 11.15. Олимпийский спортивный комплекс в Токио. Архит. К. Танге. План и общий вид комплекса

нальные и конструктивные особенности здания, учитываются климатические условия строительства.

В композиции часто выявляют объем крупного (зального) помещения или группы однородных рабочих помещений. На выбор объемной формы зданий с большими залами существенное влияние оказывает принятая конструкция большепролетного покрытия. Тектоника крупной пространственной конструктивной формы позволяет индивидуализировать облик зданий одинакового назначения и вместимости (ср. рис. 5.22 и 11.15).



ГЛАВА 12. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Конструктивное решение здания в целом определяется на первом этапе проектирования выбором его строительной системы, конструктивной системы и конструктивной схемы

§ 1. СТРОИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Строительная система здания определяется материалом, конструкцией и технологией возведения несущих элементов здания. В зависимости от материала вертикальных несущих конструкций различают здания из дерева, камня и бетона. С учетом технологии возведения (например, из монолитного бетона, сборно-монолитного или полносборного) определяется не только материал, но и строительная система. Наименование строительной системы определяется по названию наиболее часто повторяющегося конструктивного элемента: панельная, крупноблочная, объемно-блочная.

Строительные системы зданий с несущими конструкциями из дерева и пластмасс используются для возведения жилых и общественных зданий высотой в 1—2 этажа. Несущая способность деревянных конструкций, как показывают расчеты, испытания и опыт древнерусского строительства многоярусных высотных культовых и крепостных сооружений, позволяет возводить здания существенно большей высоты. Однако строительное законодательство не допускает применения вертикальных деревянных несущих конструкций для зданий средней и повышенной этажности, так как они не отвечают классу капитальности таких зданий по долговечности и огнестойкости. По мере разработки и массового внедрения технологичных и дешевых способов повышения био- и огнестойкости древесины предельная этажность зданий с деревянными несущими конструкциями будет возрастать. В настоящее время в зданиях выше двух этажей допускается только выборочное применение деревянных элементов для ненесущих наружных стен из панелей с листовыми и деревянными обшивками по деревянному каркасу или деревянных внутриквартирных перекрытий и лестниц в квартирах типа «мезонетт».

Существует несколько строительных систем зданий с несущими стенами или стойками из дерева: традиционная — с рубленными стенами из уложенных горизонтальными рядами («венцами») бревен, брусчатая — с рублеными стенами из брусьев, каркасно-щитовая, щитовая и панельная.

Традиционная система используется только в индивидуальном строительстве в лесоизбыточных районах.

Брусчатые, каркасно-щитовые, щитовые и панельные конструкции стен являются последовательными этапами индустриализации массового деревянного домостроения.

На современном этапе развития строительной техники наиболее экономически эффективны и индустриальны панельные клеефанерные конструкции из водостойкой фанеры и древесностружечных плит на деревянном каркасе с эффективным утеплителем (рис. 12.1). Затраты пиломатериалов на строительство таких зданий в 2,5 раза, а труда в 3 раза ниже, чем на дома из деревянных брусьев. Уровень эксплуатационных качеств наружных ограждений в домах из панельных клеефанерных конструкций существенно выше, чем в брусчатых или щитовых домах.

Переход на высокомеханизированное конвейерное изготовление клеефанерных панелей определил широкое развитие деревянного панельного домостроения в Скандинавских странах, Канаде и США, где оно составляет 40—60% всего объема малоэтажного жилищного строительства.

Строительные системы зданий с несущими стенами из кирпича, керамических блоков или естественного камня различаются на традиционную и полносборную.

Традиционная система основана на возведении стен в технике ручной кладки и применяется для зданий различной этажности в пределах до 16 этажей.

Уровень индустриальности конструкций такой строительной системы существенно повышает применение крупноразмерных сборных перекрытий, лестниц, перегородок и фундаментов. Система имеет широкое применение: на ее основе осуществляется $^2/_3$ объема строительства общественных и $^1/_3$ жилых зданий.

Конструкции зданий с каменными стенами ручной кладки надежны в эксплуатации, огнестойки и долговечны. Применение этих конструкций не вызывает архитектурно-планировочных и композиционных ограничений: малые габариты основного конструктивного элемента стен (кирпича, камня) позволяют запроектировать здание любой конфигурации в плане и любой формы. Поэтому применение такой строительной системы целесообразно в проектах жилых зданий различной этажности, выполняющих роль композиционных акцентов в застройке или общественных зданий общегородского значения (театры, музеи и др.). Однако ручная кладка стен определяет основные технические и экономические недостатки каменных зданий: повышенную трудоемкость возведения и нестабильность прочности конструкции, подверженной влиянию сезона возведения и квалификации мастера (влияние «руки каменщика» дает резкие колебания значений прочности кладки). Повышение экономичности и индустриальности зданий с каменными стенами достигается путем замены ручной кладки монтажом укрупненных элементов — кирпичных (каменных) панелей заводского изготовления.

Строительная система зданий со стенами из кирпичных (каменных, керамических) панелей впервые разработана и применена в СССР. Панели несущих стен изготовляются высотой в один этаж и длиной на 1—2 конструктивно-планировочных шага.

Объединение отдельных камней, мелких блоков естественного камня, керамических блоков или кирпича в панель достигается их предварительной укладкой на цементном растворе в стальные формы с вибрированием (виброкирпичные и виброкаменные панели) либо без вибрирования, но со специальными синтетическими добавками в раствор, повышающими сопротивление кладки растяжению (кирпичные панели).

В обоих случаях прочность конструкции на сжатие увеличивается в 1,5—2 раза по сравнению с ручной кладкой, что обеспечивает экономию

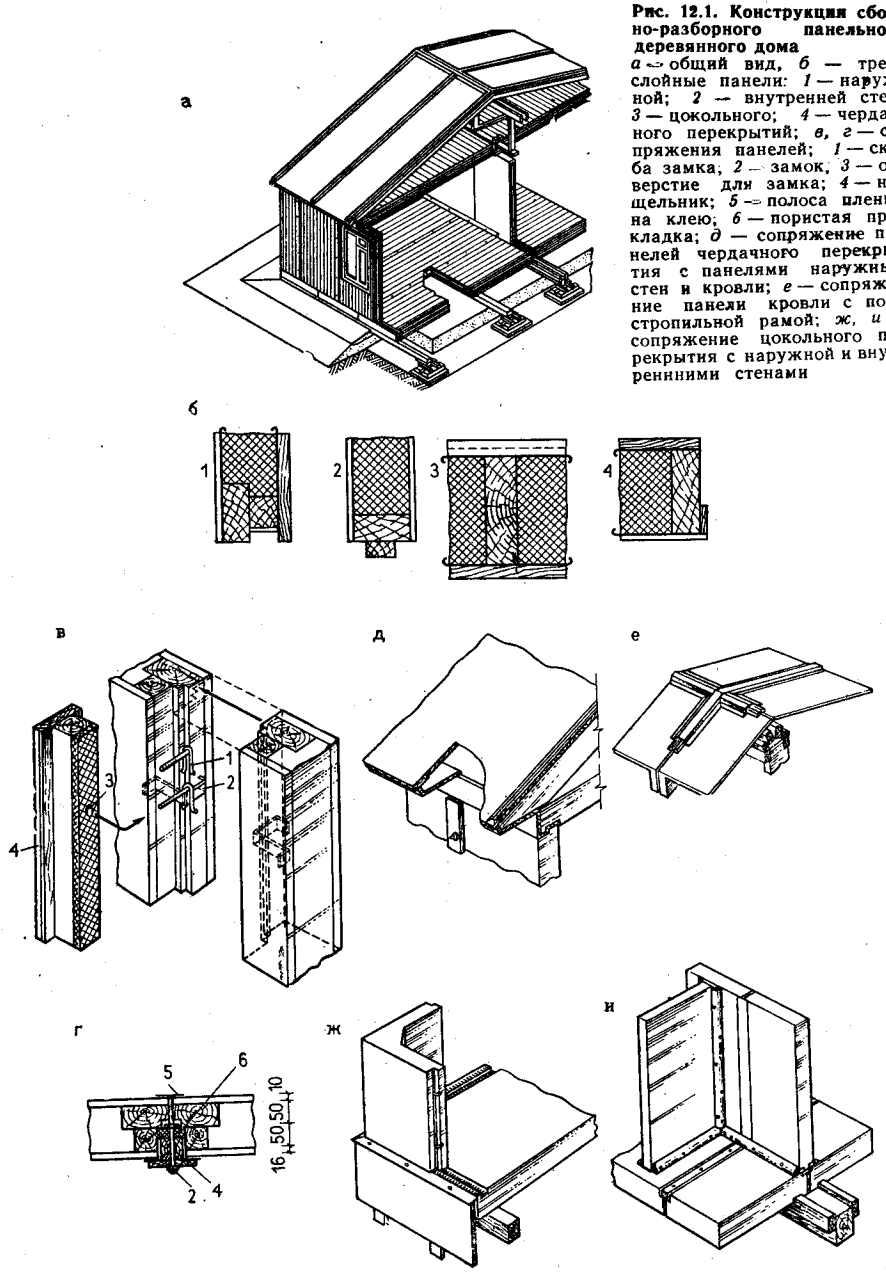


Рис. 12.1. Конструкция сборно-разборного панельного деревянного дома
а — общий вид, *б* — трехслойные панели: *1* — наружной; *2* — внутренней стен; *3* — цокольного; *4* — чердачного перекрытий; *в, г* — сопряжения панелей; *1* — скоба замка; *2* — замок; *3* — отверстие для замка; *4* — нащельник; *5* — полоса пленки на клею; *6* — пористая прокладка; *д* — сопряжение панелей чердачного перекрытия с панелями наружных стен и кровли; *е* — сопряжение панели кровли с подстропильной рамой; *ж, и* — сопряжение цокольного перекрытия с наружной и внутренними стенами

кирпича или камня. Переход от конструкций ручной кладки к каменным панелям заводского изготовления обеспечивает повышение экономической эффективности строительства: показатели затрат труда снижаются на 23—25%, приведенные затраты — на 6—8%, расход камня — на 40—50%, сроки строительства — на 30%.

В связи с повышенной прочностью панельных конструкций область их применения распространяется на здания высотой до 20 этажей.

Полносборные здания с несущими конструкциями из бетонных и железобетонных элементов возводятся на основе крупноблочной, панельной, каркасно-панельной и объемно-блочной строительных систем.

Крупноблочная строительная система применяется в строительстве зданий высотой до 16 этажей. Предельная масса сборных элементов 5 т. Установка крупных блоков осуществляется по основному принципу возведения каменных стен — горизонтальными рядами на растворе с взаимной перевязкой швов.

Преимуществами крупноблочного строительства являются:

простота техники возведения, обусловленная самоустойчивостью блоков при монтаже;

возможность применения таких конструкций в условиях различной сырьевой базы, так как блоки могут быть изготовлены из бетонов на различных пористых заполнителях (котельные и доменные шлаки, аглопориты, керамзит, перлит, естественные вулканические породы — пемзы и шлаки), из силикатных и цементных бетонов ячеистой и плотной структуры и других материалов;

гибкость номенклатуры блоков наружных и внутренних стен, позволяющая при ограниченном числе типоразмеров изделий возводить различные типы жилых домов и массовых общественных зданий (детских учреждений, школ, поликлиник, больниц и др.);

существенно меньшие капиталовложения в производственную базу (по сравнению с панельным и объемно-блочным домостроением) из-за простоты и малой металлоемкости формовочного оборудования;

ограниченный вес сборных изделий, позволяющий использовать наиболее массовое монтажное оборудование и применять эти конструкции в городском и сельском строительстве.

По сравнению с традиционной каменной крупноблочная строительная система дает сокращение затрат труда на 10% и сроков строительства на 15—20%.

Панельная система применяется для строительства зданий высотой до 30 этажей в обычных условиях и до 9—12 этажей в сейсмостойком строительстве. Панели несущих стен таких зданий выполняются высотой в этаж и протяженностью на 1—2 конструктивно-планировочных шага при массе элементов до 8—10 т. Конструкции панелей несамоустойчивы: их устойчивость при возведении обеспечивается специальными монтажными приспособлениями. Несущие стеновые панели устанавливаются на цементном растворе, без взаимной перевязки швов, и совместность статической работы сборных элементов обеспечивается конструкциями связей между ними.

Панельное домостроение было освоено в экспериментальном порядке в конце 40-х годов одновременно в СССР и во Франции, в настоящее время составляет в СССР около 60% объема массового жилищного строительства и имеет тенденцию к дальнейшему росту. В других экономически развитых странах объем панельного строительства растет с такой же интенсивностью, что объясняется высокой экономической эффективностью строительной системы. По сравнению с традиционной системой с каменными стенами она обеспечивает снижение стоимости строительства на 6—7%, массы конструкций на 30—40% и затрат труда на 40%.

Техническим преимуществом панельных конструкций является их существенно бóльшая по сравнению с традиционными прочность и жесткость. Это способствует особенно широкому применению панельных конструкций для зданий повышенной этажности, для строительства в сложных геологических условиях и над горными выработками.

Панельные конструкции сейсмостойки: они обеспечили максимальную сейсмостойкость зданий по сравнению с другими строительными системами при Ташкентском (1966 г.) и Бухарестском (1977 г.) землетрясениях.

Панельные конструкции применяются преимущественно для возведения жилых зданий различного типа, гостиниц, пансионатов, спальных корпусов домов отдыха и санаториев, а также для ряда массовых общественных зданий (детские учреждения, школы и др.).

Каркасно-панельная система с несущим железобетонным каркасом и наружными стенами из бетонных или небетонных панелей применяется для строительства зданий высотой от 1 до 30 этажей. Освоена в СССР впервые наряду с панельной в конце 40-х годов, в настоящее время на ее основе сооружается около 15% объема строительства массовых общественных зданий. Система несколько уступает панельной по показателям затрат труда и расхода стали, но обеспечивает бóльшую свободу планировочных решений, что определило ее преимущественное применение в строительстве общественных зданий.

Объемно-блочная система наряду с панельной и виброкирпичной является предметом приоритета отечественной строительной техники. Объемно-блочные здания возводят из крупных объемно-пространственных железобетонных элементов массой до 25 т, содержащих в себе жилую комнату или другой фрагмент здания.

Объемно-блочное строительство сулит снижение суммарных трудозатрат в строительстве (на 10% по сравнению с панельным) и прогрессивную структуру этих затрат. Так, в панельном строительстве соотношение затрат труда на заводе и строительной площадке в % составляет в среднем 50:50, а в объемно-блочном оно приближается к 80:20. Вместе с тем сложность технологического оборудования заводов объемно-блочного домостроения требует капиталовложений на 15% больше по сравнению с заводами панельного домостроения.

Конструкции объемно-блочных зданий интенсивно исследуются и усовершенствуются, ведутся поиски средств повышения их архитектурной выразительности.

Решениями XXVI съезда КПСС предусмотрено увеличить «долю крупнопанельных и объемно-блочных жилых домов в общем объеме жилищного строительства».[1]

Технико-экономические показатели основных из рассмотренных строительных систем даны в табл. 12.1.

Получают также развитие несколько строительных систем, основанных на индустриализации возведения зданий из монолитного бетона.

Монолитная и сборно-монолитная системы применяются преимущественно для возведения многоэтажных зданий с несущими стенами. Расположение стен в таких зданиях связано со способом возведения и типом механизированной опалубки. Для зданий, возводимых в скользящей опалубке, характерно перекрестное расположение несущих стен; для зданий, возводимых с применением объемно-переставной опалубки туннельного типа, — редкое (через 6—7,2 м) расположение поперечных несущих внутренних стен. Та же схема применяется для зданий, возводимых с применением инвентарной крупнощитовой опалубки.

Количество зданий с несущими конструкциями, возводимыми из монолитного бетона, весьма ограничено (до 2% от общего объема городского жилищного строительства). В них применяют также сборные элементы: при

---

[1] Материалы XXVI съезда КПСС. М., Политиздат, 1981, с. 175.

ТАБЛИЦА 12.1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ (НА 1 М² ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ)

Строительная система здания	Этажность	Показатель					
		расчетная стоимость, руб.	приведенные затраты, руб.	затраты труда, чел.-ч	расход материалов		
					сталь (натуральная), кг	бетон, м³	цемент, кг
Панельная	5	99	123	19	22	0,8	240
Кирпичная	5	111,6	120,4	25,5	18	0,38	150
Крупноблочная	5	119,1	127,5	20,7	28	0,78	205
Объемно-блочная	5	102	129,8	17,5	26	0,7	210
Панельная	9	101,2	132,5	18,2	21	0,76	230
Кирпичная	9	114,3	132,1	24,9	18	0,36	150
Крупноблочная	9	120,9	138,7	20,5	33	0,78	202
Объемно-блочная	9	104,6	139,8	17	28	0,67	205

возведении в скользящей опалубке — для перекрытий, при объемно-переставной опалубке — для наружных стен и перегородок.

Среди возможных вариантов сборно-монолитного решения несущих конструкций наиболее распространена система с вертикальными монолитными элементами жесткости (стенами-диафрагмами или стволами жесткости и др.) в сочетании со сборными вертикальными и горизонтальными конструкциями. Эта система позволяет повысить этажность застройки или отдельных акцентных зданий по сравнению с этажностью полносборного здания из тех же конструктивных элементов (панельных или каркасно-панельных).

Сборно-монолитная система используется также при возведении каркасных зданий методом подъема перекрытий (МПП) и методом подъема этажей (МПЭ). При повышенной этажности в таких зданиях предусматриваются и вертикальные монолитные конструктивные элементы — стены или стволы жесткости. Монолитные перекрытия зданий этих систем представляют собой неразрезные плиты (чаще всего сплошного сечения) размером на этаж. Такие плиты в количестве, соответствующем числу перекрытий в здании, формируют на уровне земли в виде пакета конструкций, разделенных изолирующими прокладками, затем перемещают с помощью механических или гидравлических подъемников по сборным колоннам (или стволам жесткости) и закрепляют на проектных отметках (рис. 12.2) Затем монтируют мелкоразмерные конструкции вертикальных ограждений (МПП).

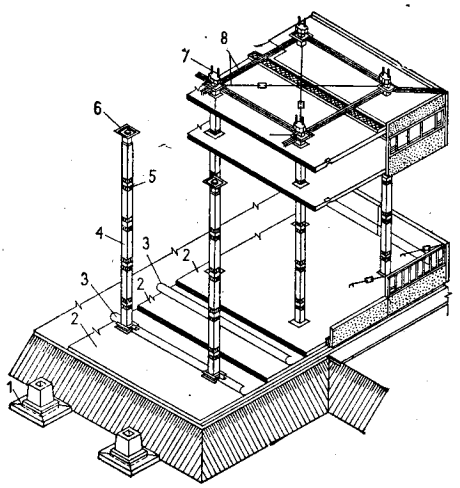


Рис. 12.2. Схема конструкций многоэтажного здания, возводимого методом подъема перекрытий

1 — фундамент; *2* — перекрытие; *3* — разделительная прокладка; *4* — колонна; *5* — отверстие для закладных стержней; *6* — оголовок колонны; *7* — подъемник; *8* — монтажные связи

При методе подъема этажей (МПЭ) вертикальные ограждающие конструкции, выполняемые из панелей, монтируют на отметке первого этажа и поднимают на проектную отметку вместе с плитой перекрытия, на которой они смонтированы.

Простота и технологичность основного объема бетонных работ приводит к тому, что сроки возведения домов методом МПП (в условиях положительных температур

наружного воздуха), несмотря на низкий уровень заводской готовности конструкций, незначительно превышают сроки возведения полносборных зданий. Эти здания выгодно отличаются от монолитных бескаркасных бетонных возможностью гибкого планировочного решения.

Экономические особенности строительства сборно-монолитных зданий методом подъема перекрытий или этажей (малые капиталовложения в производственную базу, сжатые сроки строительства, отсутствие потребностей в мощных подъемных кранах, строительстве и территории для крановых путей) наряду с их архитектурно-планировочными преимуществами определили достаточно широкое применение этой строительной системы для многоэтажного промышленного и гражданского строительства в различных странах.

Монолитные и сборно-монолитные здания по жесткости превосходят панельные и потому особенно целесообразны при многоэтажном строительстве в сейсмических районах. Монолитные конструкции экономичнее панельных по расходу стали (до 10%) и капиталовложениям (до 15%).

§ 2. КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ ЗДАНИЙ

Конструктивная система представляет собой совокупность взаимосвязанных конструктивных элементов здания, обеспечивающих его прочность, устойчивость и необходимый уровень эксплуатационных качеств. В конструктивной системе совмещаются несущие конструкции, воспринимающие силовые воздействия и выполняющие функции защиты внутреннего пространства зданий от несиловых воздействий. При компоновке конструктивной системы здания определяется статическая роль каждой из его несущих и ограждающих конструкций. Материал конструкций определяется при выборе строительной системы здания.

Несущие конструкции здания состоят из вертикальных и горизонтальных взаимосвязанных элементов.

Вертикальные несущие конструкции воспринимают все вертикальные нагрузки на сооружение и передают их основанию.

Горизонтальные несущие конструкции — покрытия и перекрытия — воспринимают все приходящиеся на них вертикальные нагрузки и поэтажно передают их вертикальным несущим конструкциям. Горизонтальные несущие конструкции играют в зданиях также роль горизонтальных диафрагм жесткости, воспринимающих поэтажно горизонтальные нагрузки и воздействия (ветровые, сейсмические и др.). Перекрытия — диафрагмы жесткости обеспечивают совместность и равенство горизонтальных перемещений вертикальных несущих конструкций от ветровых и сейсмических воздействий. Возможность совместности и выравнивания этих перемещений обеспечивается жесткостью сопряжений вертикальных несущих конструкций с горизонтальными.

Передача горизонтальных нагрузок и воздействий на вертикальные несущие конструкции решается в проектировании двояко: с распределением их либо на все вертикальные конструкции здания, либо на отдельные специальные вертикальные конструкции жесткости (стены — диафрагмы жесткости, решетчатые ветровые связи или стволы жесткости). Возможно промежуточное решение с распределением в различных пропорциях горизонтальных нагрузок между элементами жесткости и конструкциями, работающими преимущественно на восприятие вертикальных нагрузок.

Горизонтальные несущие конструкции гражданских зданий высотой более двух этажей однотипны по материалу. В соответствии с требованиями противопожарных норм проектирования конструкции перекрытий таких зданий должны быть трудносгораемы или несгораемы. Этим требованиям наиболее полно удовлетворяют железобетонные конструкции, что опреде-

ляет однотипность горизонтальных несущих элементов, которые обычно представляют собой железобетонную плиту (сборную, сборно-монолитную или монолитную).

Вертикальные несущие конструкции зданий разнотипны. Тип конструкции служит определяющим признаком для классификации конструктивных систем. Различают следующие типы вертикальных несущих конструкций:

стержневые из элементов сплошного сечения (каркас);

плоскостные (стены);

объемно-блочные;

объемно-пространственные элементы в виде тонкостенных стержней открытого или замкнутого профиля (стволы жесткости). Ствол жесткости обычно располагается в центральной части здания, а во внутреннем пространстве ствола размещаются лифтовые и вентиляционные шахты и другие коммуникации. В зданиях большой протяженности имеется несколько стволов жесткости;

объемно-пространственные элементы в виде тонкостенной оболочки замкнутого профиля, образующей наружное ограждение здания. В зависимости от архитектурного решения наружная несущая оболочка может иметь призматическую, цилиндрическую, пирамидальную или другую форму поверхности.

Соответственно различают пять основных конструктивных систем зданий: каркасную, бескаркасную (стеновую), объемно-блочную ствольную и оболочковую (периферийную)— рис. 12.3, а также рис. 12.76, *а*.

Выбор типа вертикальных несущих конструкций и характера распределения горизонтальных нагрузок и воздействий между ними является одним из основных вопросов при компоновке конструктивной системы. Он также оказывает влияние на планировочное решение, архитектурную композицию и экономичность проекта.

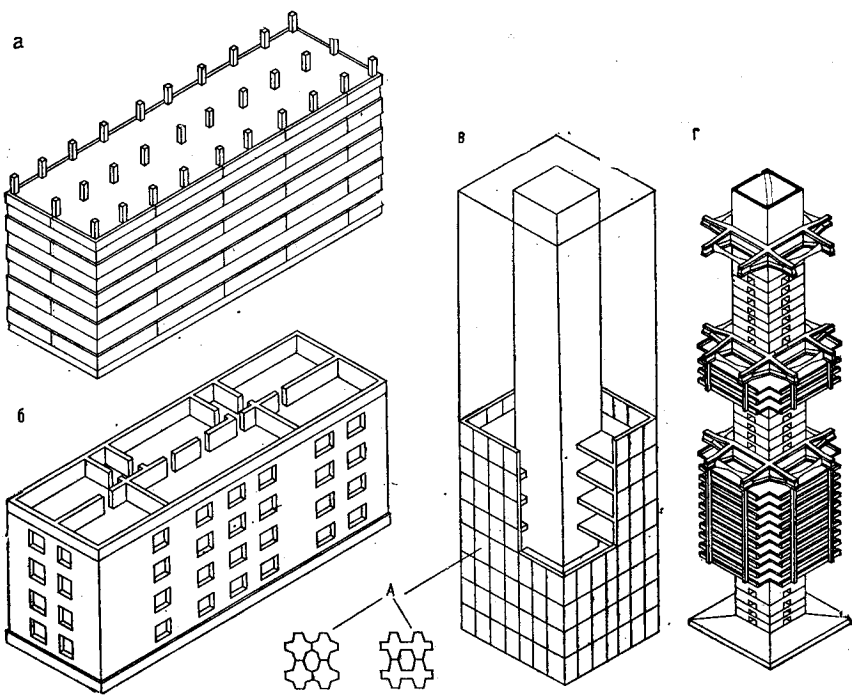


Рис. 12.3. Конструктивные системы
а — каркасная; *б* — бескаркасная; *в* — оболочковая; *г* — ствольная

Наряду с основными конструктивными системами широко применяют комбинированные, в которых вертикальные несущие конструкции компонуются из разнотипных элементов — стержневых и плоскостных, стержневых и ствольных и т. п. Рассмотрим наиболее распространенные комбинированные конструктивные системы (рис. 12.4).

Система с неполным каркасом основана на распределении всех вертикальных и горизонтальных нагрузок между стенами и каркасом. Система применяется в двух вариантах: с несущими наружными стенами и внутренним каркасом или с наружным каркасом и внутренними несущими стенами.

Система каркасно-диафрагмовая (каркасно-дисковая, каркасно-стеновая) основана на разделении статических функций между стеновыми (связевыми) и стержневыми элементами несущих конструкций: на стеновые элементы передаются все или бóльшая часть горизонтальных нагрузок и воздействий, на стержневые (каркас) — преимущественно вертикальные нагрузки.

Каркасно-ствольная система основана на разделении статических функций между каркасом, воспринимающим вертикальные нагрузки, и стволом (или несколькими стволами), воспринимающим горизонтальные нагрузки и воздействия.

Системы каркасно-ствольная и каркасно-диафрагмовая являются производными от системы пространственного рамного каркаса, исходной для всех каркасных систем.

Ствольно-стеновая система основана на сочетании несущих стен и ствола (стволов) с распределением вертикальных и горизонтальных нагрузок между этими элементами в различных соотношениях.

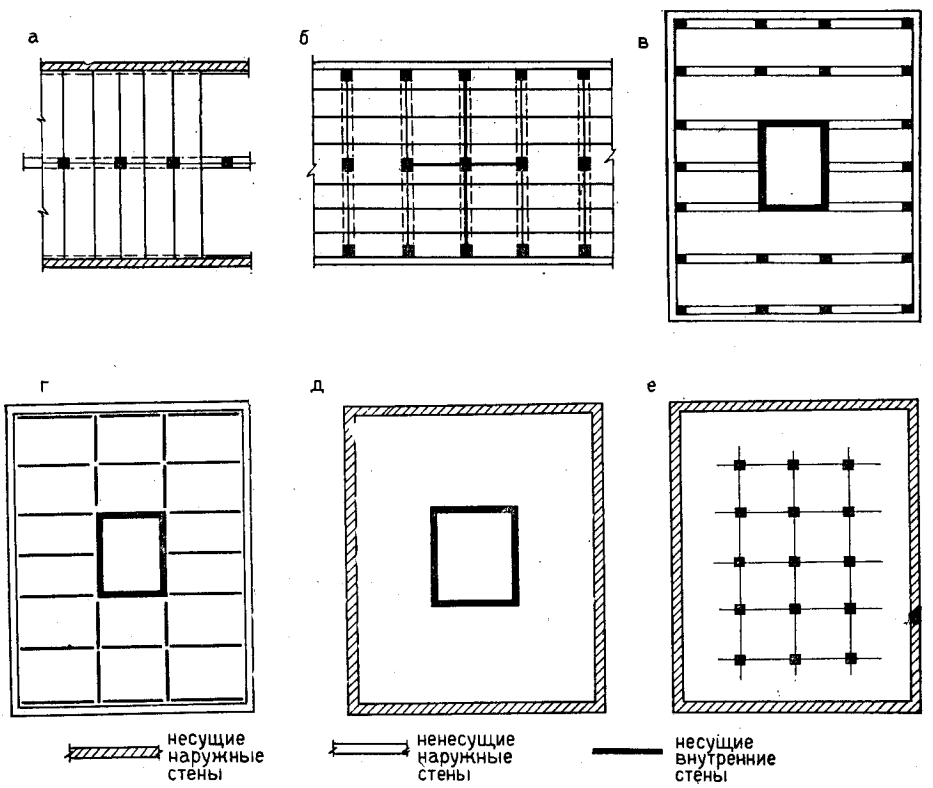


Рис. 12.4. Комбинированные системы

а — с неполным каркасом; *б* — со связевым каркасом; *в* — каркасно-ствольная; *г* — ствольно-стеновая; *д* — оболочково-ствольная; *е* — каркасно-оболочковая

Оболочково-ствольная система основана на сочетании наружной несущей оболочки и несущего ствола внутри здания, работающих совместно на восприятие вертикальных и горизонтальных нагрузок. Совместность перемещений ствола и оболочки обеспечивается горизонтальными несущими конструкциями отдельных ростверковых этажей, редко расположенных по высоте здания. Ствольно-стеновая и оболочково-ствольная принадлежат к типу бескаркасных систем.

Каркасно-оболочковая система основана на сочетании наружной несущей оболочки здания с внутренним каркасом при работе оболочки на все виды нагрузок и воздействий, а каркаса — преимущественно на вертикальные нагрузки. Совместность горизонтальных перемещений оболочки и каркаса обеспечивается так же, как и в зданиях оболочково-ствольной системы.

Понятие «конструктивная система» является обобщенной конструктивно-статической характеристикой здания, не зависящей от материала, из которого оно возводится, и способа возведения. Например, на основе бескаркасной конструктивной системы может быть запроектировано здание со стенами деревянными рублеными, кирпичными, бетонными (панельными или монолитными). В свою очередь, каркасная система может быть осуществлена в деревянных, стальных или железобетонных конструкциях. Так же вариантны могут быть структура и материал заполнения ячеек, образованных несущими элементами в каркасных или ствольных зданиях. Для этой цели могут быть использованы любые элементы — от мелкоразмерных до объемно-блочных. Несущая часть оболочкового здания может представлять собой раскосную или безраскосную пространственную стальную ферму или монолитную железобетонную оболочку с регулярно расположенными проемами, сборно-монолитную железобетонную решетку и т. п.

Области и масштабы применения в строительстве отдельных конструктивных систем различны и определяются назначением здания и его этажностью.

Бескаркасная конструктивная система является основной в проектировании зданий со стабильной во времени мелкоячеистой объемно-планировочной структурой квартирных жилых домов, общежитий, пансионатов, спальных корпусов домов отдыха и санаториев. Применяется в проектировании зданий высотой до 30 этажей в сборных конструкциях и до 50 — в монолитных.

Каркасная система в совокупности с каркасно-диафрагмовой и каркасно-ствольной комбинированными системами является основной в проектировании большинства общественных зданий, а также высотных жилых домов и гостиниц.

Ствольная система используется в проектировании высотных жилых и административных зданий преимущественно башенного типа.

В протяженных зданиях с несколькими стволами эта система широкого распространения не получила. Применение ствольных башенных систем целесообразно для сейсмостойких зданий повышенной этажности, а также в условиях неравномерных деформаций основания (на просадочных грунтах над горными выработками и т.п.).

Оболочковая система и ее производные имеют ограниченную область применения в высотных зданиях (50 и более этажей) административного или многофункционального назначения. Оболочковые системы используются преимущественно для зданий башенной объемно-планировочной структуры с увеличенной шириной плана (40—50 м).

Наряду с основными и комбинированными в проектировании получают применение **смешанные конструктивные системы** — сочетание в здании по его высоте или протяженности двух или нескольких конструктивных систем. Такое решение обычно диктуется функциональными требованиями. Например, переход от бескаркасной системы в типовых этажах к каркасной

системе в первых или верхних бывает связан с необходимостью перехода от мелкоячеистой планировочной структуры типовых этажей к зальной планировочной структуре в нетиповых. Чаще всего эта необходимость возникает при застройке магистралей жилыми домами с устройством крупных магазинов в первых этажах либо в многоэтажных гостиницах с ресторанами и танцевальными залами в нижних этажах.

Такая смена конструктивных систем по высоте здания технически нецелесообразна и неэкономична, так как приводит к усложнениям конструктивного решения здания, увеличению его стоимости, расхода материалов и увеличению сроков строительства.

§ 3. КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ

Конструктивная схема представляет собой вариант конструктивной системы по признаку взаимного размещения (продольного, поперечного или перекрестного) в пространстве вертикальных несущих конструкций здания.

Конструктивная схема выбирается на начальном этапе проектирования во взаимосвязи с объемно-планировочным решением здания и определяет тип его основных конструкций

В проектировании зданий наиболее распространенной бескаркасной системы используются пять конструктивных схем, представленных на рис. 12.5:

схема I — с перекрестным расположением внутренних стен при малом шаге поперечных стен;

схема II — с чередующимися размерами (большим и малым) шага поперечных несущих стен и отдельными продольными стенами жесткости (схема со смешанным шагом);

схема III — с редко расположенными поперечными несущими стенами и отдельными продольными стенами жесткости (с большим шагом поперечных стен);

схема IV — с продольными наружными и внутренними несущими стенами и редко расположенными поперечными стенами — диафрагмами жесткости;

схема V — с продольными несущими наружными стенами и редко расположенными поперечными диафрагмами жесткости.

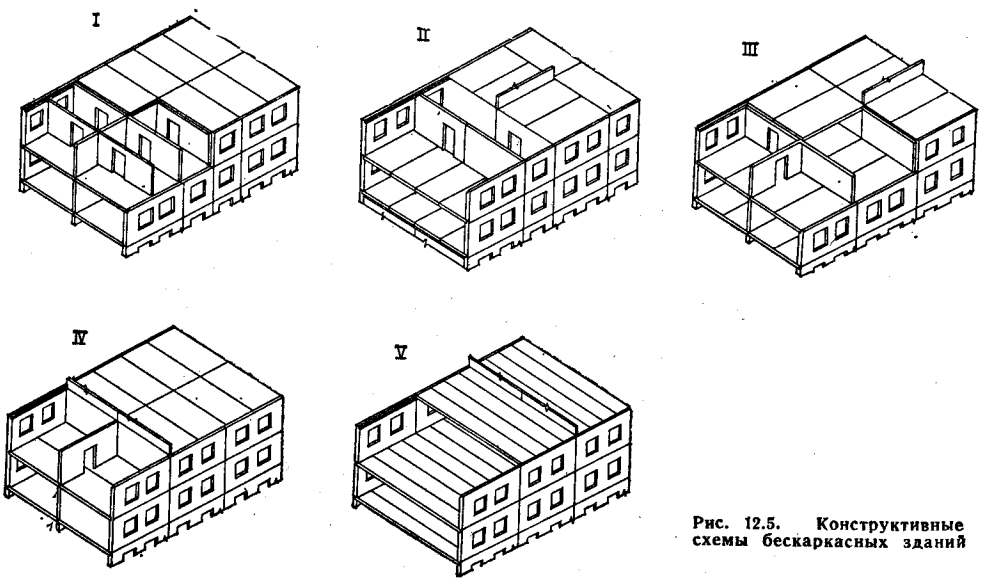


Рис. 12.5. Конструктивные схемы бескаркасных зданий

Схема 1 в соответствии с особенностями ее статической работы называется также перекрестно-стеновой, схемы II — V — плоскостенными.

В плоскостенных схемах горизонтальные ветровые нагрузки, параллельные несущим стенам, воспринимаются и передаются основанию вертикальной перекрестной конструкцией (этажеркой) из взаимосвязанных стен и перекрытий, а горизонтальные нагрузки, перпендикулярные несущим стенам,— вертикальными диафрагмами жесткости, в качестве которых обычно используются стены лестничных клеток, межсекционные или другие стены.

В перекрестно-стеновой схеме горизонтальные силовые воздействия воспринимаю ся и передаются основанию пространственной многоячейковой структурой, образованной перекрытиями, поперечными и продольными стенами. В связи с высокой пространственной жесткостью схемы усилия в ее элементах (благодаря перераспределению) минимальны.

В схемах I—III продольные наружные стены могут быть решены в виде несущей, самонесущей и ненесущей конструкций; в схемах IV и V наружные стены могут быть только несущими, но поперечные внутренние стены — диафрагмы жесткости могут быть решены с передачей на них только горизонтальной либо вертикальной и горизонтальной нагрузок.

Схеме 1 (перекрестно-стеновой) присущи малые размеры (до 20 м²) конструктивно-планировочных ячеек, что ограничивает область ее применения жилыми зданиями, преимущественно панельными. Частое расположение поперечных несущих стен делает трансформацию планов здания практически неосуществимой. Разнообразие планировочных решений при проектировании домов на основе схемы 1 обеспечивается применением нескольких размеров шагов поперечных стен (например, 2.4; 3 и 3,6 м) в различных сочетаниях. Благодаря высокой пространственной жесткости схема 1 широко применяется в проектировании многоэтажных зданий I и II категорий, а также зданий, строящихся в сложных грунтовых и сейсмических условиях.

Схемы II и III применяются преимущественно в жилых зданиях с конструкциями из кирпича, крупных блоков, панелей или монолитного бетона и в ограниченном объеме — в панельных зданиях детских дошкольных учреждений и школ.

В архитектурно-планировочном отношении схемы II и III имеют ряд преимуществ перед схемой I. Они позволяют более разнообразно решать планы зданий и обеспечивают возможность их частичной перепланировки в процессе эксплуатации, позволяют разместить небольшие встроенные нежилые помещения для предприятий службы быта и получить удовлетворительные планировочные решения детских учреждений и школ.

Схема III несколько уступает схеме II в вариантности планировочных решений квартир при ограничении шага поперечных несущих стен одной величиной. Это обстоятельство, однако, является конструктивным преимуществом системы III при осуществлении ее в полносборных конструкциях, так как позволяет сократить номенклатуру сборных изделий на 5—10% по сравнению со схемами I и II.

Схема IV является традиционной в проектировании жилых и общественных зданий малой, средней и повышенной этажности с каменными и крупноблочными конструкциями. В панельном строительстве схема IV применяется реже (до 10% общего объема панельного домостроения) из-за отсутствия соответствующей производственной базы.

Редкое расположение поперечных стен — диафрагм жесткости (через 25—40 м) обеспечивает значительную свободу планировочных решений в зданиях, проектируемых на основе схемы IV. Благодаря этому она особенно широко применяется в проектировании общественных зданий различного назначения.

Схема V предложена недавно, применяется в экспериментальном проектировании и строительстве жилых домов высотой 9—10 этажей. Она обес-

ТАБЛИЦА 12.2. СООТНОШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПАНЕЛЬНЫХ ДОМОВ РАЗЛИЧНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ (НА 1 М² ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ)

Показатель	Этажность	Конструктивная схема		
		I	II	IV
Приведенные затраты	5—9	100	99	98
Затраты труда		100	98	97
Расход стали		100	105	105
Расход цемента		100	85	80
Приведенные затраты	16	100	98	97
Затраты труда		100	98	97
Расход стали		100	98	95
Расход цемента		100	85	86

печивает максимальную свободу планировки и многократной трансформации планов квартир в течение срока эксплуатации здания, а также свободную планировку встроенных нежилых помещений. Схема V может получить применение в проектировании массовых общественных зданий.

Применительно к панельным зданиям средней этажности все пять схем экономически равноценны. С ростом этажности схемы II—IV (с пролетами перекрытий 6 м и более) обеспечивают незначительное снижение приведенных затрат и других показателей по сравнению со схемой I (табл. 12.2).

В каркасных зданиях применяются конструктивные схемы, различающиеся размещением в плане рам каркаса (продольным или поперечным) и его составом (ригельный или безригельный каркас) — рис. 12.6.

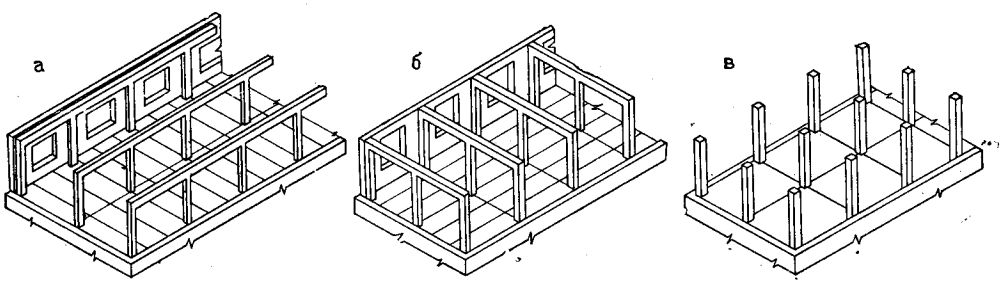


Рис. 12.6. Конструктивные схемы каркасных зданий
а — с продольными; *б* — с поперечными рамами; *в* — безригельная (безбалочная)

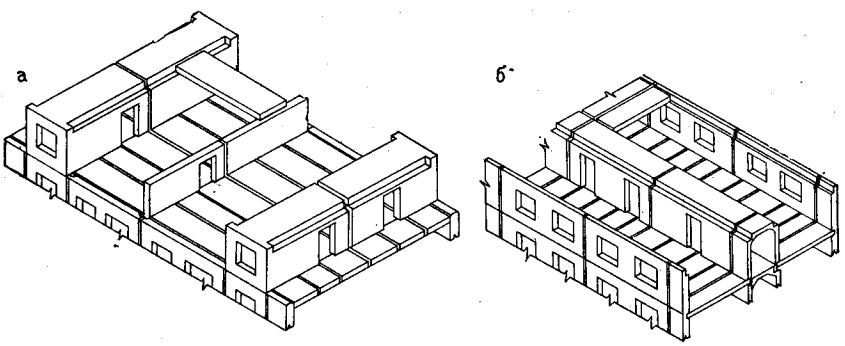


Рис. 12.7. Конструктивные схемы блочно-панельных зданий
а — с поперечными; *б* — с продольными несущими конструкциями

Конструктивные схемы имеются как в основных, так и в комбинированных конструктивных системах. На рис. 12.7 даны примеры конструктивных схем блочно-панельной системы, различающихся расположением несущих элементов в плане здания: схема 1 — с поперечным расположением объемных элементов и стен и схема 2 — с продольным расположением несущих стен и объемных элементов. Схема 2 имеет планировочные преимущества (свобода планировки и трансформации плана), схема 1 — конструктивные (возможность применения вариантных — несущих и ненесущих — конструкций наружных стен). В экономическом отношении обе схемы равноценны.

§ 4. ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

1. Общие положения конструирования

Каждое здание состоит из совокупности конструктивных элементов, причем работа каждого из них определена его положением в здании, заданным температурно-влажностным режимом здания и природно-климатическими условиями строительства. Все элементы связаны друг с другом конструкциями соединений, обеспечивающими прочность, устойчивость и изоляционные качества сооружения.

В условиях НТР происходит непрерывное изменение и совершенствование методов строительства, внедряются новые конструкционные материалы. Обеспечение необходимых функциональных параметров конструкций и их стабильности в этих условиях может быть достигнуто за счет единой методики проектирования, которая сводится к следующему. Здание мысленно расчленяется на отдельные конструкции (фундаменты, стены, перекрытия и т. д.), и каждая из них рассматривается индивидуально и в совокупности с остальными конструкциями здания.

Проектирование каждой конструкции проходит следующие этапы:

выявление всего комплекса внешних силовых и несиловых воздействий на конструкцию;

установление количественных величин воздействий или их качественная оценка в случаях, когда количественная оценка невозможна [1];

анализ процессов, происходящих в конструкции под влиянием внешних воздействий;

анализ различных методов восприятия отдельных внешних воздействий: оценка целесообразности восприятия каждого из воздействий путем соответствующего усиления конструкции или здания в целом либо его исключения за счет специальных конструктивных мероприятий (например, усиление конструкций здания на восприятие температурных напряжений или их исключение при частой разрезке здания температурными швами);

установление требований, предъявляемых к конструкции в соответствии с ее функциями в здании, выявленным комплексом воздействий и строительным законодательством;

выбор типа и материала конструкций, наиболее полно отвечающих предъявляемым требованиям, с проверкой комплекса разнородных элементов, составляющих конструкцию, на сопротивление выявленным воздействиям (например, проверка теплозащитной функции наружной стены по ее глухим участкам, в зонах светопроемов и стыков сборных элементов, из которых стена смонтирована);

---

[1] На современном уровне развития строительной науки количественная оценка существует для большинства силовых воздействий, теплофизических процессов, шумовых и вибрационных воздействий. Воздействия солнечной радиации, попеременного увлажнения и высушивания, коррозионных и ряд других процессов еще не получили количественной оценки. Их учет при проектировании осуществляется выполнением защитных конструктивных мероприятий, сложившихся в строительном искусстве.

решение мест сопряжения избранной конструкции с остальными конструкциями здания с учетом силовых и несиловых воздействий на узлы сопряжений;

расчет конструкций, осуществляемый с использованием закономерностей строительной физики и строительной механики на основе расчетных характеристик прочности и изоляционной способности примененных в конструкции материалов.

Разработка конструкции завершается ее вычерчиванием, выявлением расходов материалов и составлением спецификаций на полуфабрикаты необходимые для ее изготовления.

После разработки конструкции проводится технико-экономический расчет показателей приведенных затрат, удельных капиталовложений в промышленность сборных конструкций и строительных материалов, трудоемкости изготовления и возведения конструкции, а также натуральных показателей (расхода основных материалов).

Расчет приведенных затрат по сравниваемым вариантам конструктивных решений осуществляется по формуле (6.1), приведенной в гл. 6.

При проектировании конструкций учитывают требования минимальной материалоемкости и максимальной индустриальности, а при проектировании полносборных конструкций также учитывают специфические требования конструирования зданий из сборных изделий.

Материалоемкость — экономическая категория, отражающая преобладающую часть затрат прошлого труда (на добычу транспортировку, подготовку топлива, сырья и материалов) в процессе производства. Она выражается в натуральных или стоимостных показателях.

Основной обобщающий показатель — отношение материальных затрат к вновь созданной стоимости.

При разработке строительных конструкций требования минимальной материалоемкости реализуются главным образом путем сокращения расхода основных материалов (стали, цемента древесины, естественного и искусственного камня) при обеспечении нормативных критериев прочности, долговечности и изоляционных свойств.

Применительно к комплексу конструкций здания в целом косвенным критерием материалоемкости служит его масса на единицу площади или объема. Развитие технических решений гражданских зданий характеризуется интенсивным снижением материалоемкости при последовательном переходе от кирпичных к крупноблочным и панельным конструкциям с соответствующим изменением показателей массы 1 м^3 конструкций здания — 550, 450, 300 кг/м^3.

Применительно к отдельным элементам здания при проектировании следует анализировать каждую конструкцию с позиций возможного уменьшения массы, представляя выполнение ее из различных материалов и их сочетаний. Даже при заданном типе конструкции границы изменения массы могут быть очень широкими. Так, например, масса и толщина наружной стены из трехслойных железобетонных панелей для заданных климатических условий и типа здания могут меняться от 550 до 150 кг/м^2 и с 45 до 25 см при замене тяжелого бетона легким той же прочности и малоэффективного утеплителя более эффективным.

Индустриализация строительства обеспечивает максимальное снижение уровня трудозатрат и ритмичность круглогодичного производственного цикла независимо от климатических условий и времени года.

Особенностью индустриализации является высокий уровень капиталовложений в производственную базу, который повышается с ростом уровня заводской готовности и укрупненности сборных элементов. Поэтому она особенно экономически эффективна при больших объемах полносборного строительства.

Основным критерием индустриальности проектного решения являются затраты труда на его реализацию. Эти показатели учитываются в проектировании прежде всего при выборе строительной системы — крупноблочной, панельной или другой, а затем и при выборе отдельных конструкций внутри избранной системы.

При рассмотрении вариантов конструкций, удовлетворяющих нормативным требованиям по несущей способности, теплоизоляции и пр., предпочтение отдается решению, гарантирующему минимальную суммарную (на заводе и постройке) трудоемкость. При этом из конструкций, близких по показателям суммарных трудозатрат, предпочитают конструкции с преобладающей долей заводских трудозатрат.

2. Особенности конструирования зданий из сборных элементов

Полносборное строительство базируется на принципах унификации, типизации и стандартизации рассмотренных в гл. 2. Они позволяют ограничить число типоразмеров изделий, типизировать и в массовом порядке изготовлять наиболее эффективные из них, обеспечить возможность собираемости зданий с применением изделий, изготовленных различными предприятиями для зданий с разными конструктивными системами и схемами.

При проектировании зданий из сборных изделий предусматривают:

возможность сборки здания с обеспечением единства конструкции при восприятии внешних воздействий;

возможность обеспечения проектных параметров конструкции (прочности, долговечности, эксплуатационных качеств и др.) при заводском изготовлении изделий.

Для возведения здания из сборных элементов необходимо каждый из них снабдить приспособлениями для захвата при подъеме и перемещении и для связи друг с другом в единую конструкцию. Для захвата в каждом из сборных элементов устраивают монтажные петли из арматурной стали. В целях сокращения расхода стали на петли иногда применяют инвентарные вывинчивающиеся после монтажа стальные петли либо строповочные отверстия для подъема изделий с помощью специальных захватов (рис. 12.8).

Соединения сборных элементов подвергаются различным силовым воздействиям, которые вызывают в стыках усилия растяжения, сжатия и сдвига в различных сочетаниях. Растягивающие напряжения передают на стальные связи между элементами, сжатие — на бетон или раствор, заполняющий плоские швы между сборными изделиями, сдвиг — на плоские или шпоночные железобетонные стыки, замоноличенные мелкозернистым бетоном или раствором. В соответствии с этим в сборных изделиях для восприятия растягивающих усилий предусматривают выпуски арматурных стержней, стальные закладные детали из отдельных пластин (уголков или фасонной стали) с приваренными к ним анкерными стальными стержнями. В изделиях из автоклавных ячеистых бетонов с этой целью предусматривают забивку в готовое изделие связевых нагелей или забетонку в высверленных отверстиях стальных анкеров. В необходимых случаях в панелях предусматривают каналы или пазы для пропуска в них арматурных стержней или канатов с последующим натяжением арматуры и заполнением каналов и пазов цементным раствором, а также специальную профилировку стыковых граней для образования после замоноличивания шпоночных соединений.

Прочность и деформативность сборных конструкций проверяются не только на эксплуатационные нагрузки, но и на дополнительные усилия, возникающие при распалубке, съеме изделий с формы, складировании, перевозках и монтаже. Проектировать конструкцию следует, избегая специального усиления на дополнительные воздействия: вероятность возник-

новения дополнительных усилий должна быть устранена соответствующими усовершенствованиями технологического процесса — применением кантователей при съеме изделий с форм, закрыванием и открыванием бортов форм с помощью гидравлических механизмов, перевозкой изделий на специально оборудованных транспортных средствах и т. п.

Конструкции из сборных элементов разрабатывают с учетом возможности изоляции их стыков от проникания атмосферной влаги, инфильтрации наружного воздуха, промерзания огневых воздействий, коррозии и пр. При проектировании должен осуществляться контроль изоляционных качеств конструкций с учетом технологических воздействий. Так, например, теплотехнические свойства конструкций назначают по расчету, учитывая не только свойства материалов наружной стены, но и возможные изменения этих свойств из-за технологических воздействий; например, теплотехнические качества ограждающей конструкции могут снизиться из-за повышенной влажности ограждения в целом или из-за переувлажнения и деформации влагоемкого и сминаемого материала утепляющего слоя при формовании панели. В связи с этим ГОСТы устанавливают критерии начальной (отпускной) влажности бетонов панелей для ограждающих конструкций. При изготовлении изделий влагоемкие утепляющие (или звукоизоляционные) материалы специально защищают (например, пакетированием в водонепроницаемые оболочки).

Особенности заводского производства должны учитываться не только при назначении и проверке всех основных конструктивных параметров изделий, но и отдельных деталей. Например, предусматривая в архитектурном проекте облицовку бетонных панелей фасадных стен плитками (керамическими, стеклянными из пиленого камня и др.), следует учитывать, что необходимая прочность сцепления облицовки с бетоном осуществима только при формовании изделия «лицом вниз» (фасадной поверхностью к днищу формы). При формовании «лицом вверх» прочность сцепления

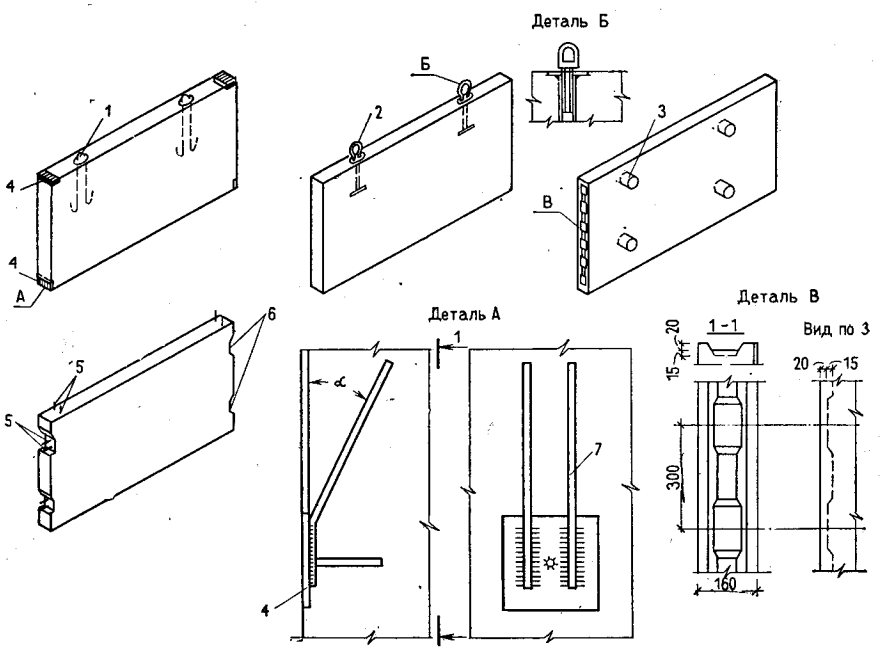


Рис. 12.8. Приспособления в сборных изделиях для монтажа и соединений
1 — петли замоноличенные; *2* — петли вывинчивающиеся; *3* — строповочные отверстия для захвата; *4* — закладные детали; *5* — арматурные выпуски; *6* — шпоночные вырезы; *7* — анкеры закладных деталей

окажется существенно ниже (на 40%), а выполнение облицовки в 3 раза более трудоемко.

Любой из сборных элементов должен конструироваться с учетом требований технологичности: возможности точного и нетрудоемкого заводского изготовления.

§ 5. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Основания и их свойства играют большую роль в сохранности зданий, их деформативности, а также в экономичности строительства. Поэтому проектированию и строительству предшествуют инженерно-геологические и гидрогеологические изыскания. Они заключаются в выявлении типов грунтов оснований, их прочностных и деформативных характеристик уровня грунтовых вод, скорости их движения и химического состава для установления степени агрессивности по отношению к материалу фундаментов. Геодезическая съемка местности и инженерно-геологические исследования позволяют определить рельеф площадки, строение и напластования грунтов основания показать их на чертежах вертикальных разрезов территории по характерным направлениям (рис. 12.9). Материалом для построения геологических разрезов служат результаты испытания проб грунта, отбираемых из шурфов и буровых скважин. По результатам изысканий устанавливается возможность использования основания в его естественном виде (естественное основание) или необходимость его предварительного усиления (искусственное основание).

Критериями для характеристики основания в качестве естественного служат:

его несущая способность, плотность и равномерность строения, обеспечивающие допустимые относительные деформации основания и нормативную величину его полной осадки под зданием (в зависимости от назначения здания ее величина ограничивается в пределах от 80 до 150 мм);

устойчивость к воздействию грунтовых вод;

неподверженность «пучению» — увеличению в объеме при переходе в лед воды в порах и прослойках грунта;

неподверженность грунтов основания оползням.

Если основание не удовлетворяет какому-либо из названных критериев, его закрепляют, уплотняют или заменяют другим более плотным насыпным грунтом (например, экскавация заторфованного слоя грунта и замена его песчаным или щебеночным). Закрепление естественного грунта осуществляется путем инъекции в грунт на разную глубину различных веществ (цементной суспензии — цементация грунта, жидкого стекла с хлористым кальцием — силикатизация, битумного раствора — битуминизация или др.), химически или механически связывающих частицы грунта. Грунты уплотняют различными методами — поверхностным грамбованием, предварительным замачиванием, глубинными взрывами и т. п.

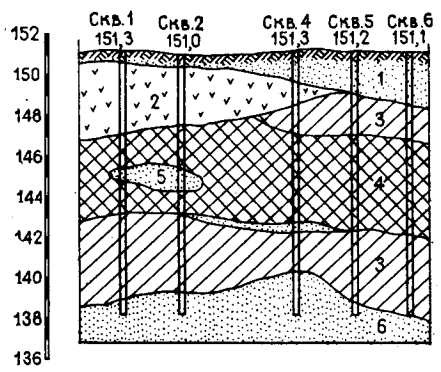


Рис. 12.9. Геологическое строение участка

1 — насыпной грунт; *2* — торф; *3* — пластичные суглинки; *4* — сапропель; *5* и *6* — среднезернистые пески

Все грунты оснований делятся на скальные и нескальные. Скальные служат естественными основаниями, нескальные — естественными и искусственными.

Скальные грунты представляют собой изверженные, метаморфические и осадочные породы с жесткими связями между зернами. К ним относятся песчаники, граниты, известняки, базальты. Скальные основания отличаются высокой прочностью и практической несжимаемостью под нагрузкой от здания.

Нескальные грунты представляют собой рыхлые горные породы, состоящие из несцементированных минеральных частиц, прочность которых во много раз превосходит прочность связей между ними. К нескальным относятся крупнообломочные, песчаные и глинистые грунты. Крупнообломочные грунты содержат свыше 50% (по массе) обломков кристаллических или осадочных пород. Крупнообломочные грунты, не содержащие способных к растворению в воде обломков (гипс, глинистые сланцы, ангидриты и др.), обладают высокой несущей способностью (условное расчетное давление на грунт от 3 до 6 кгс/см^2) и являются малосжимаемым основанием. Песчаные грунты характеризуются сыпучестью в сухом виде и состоят из частиц диаметром от 0,05 до 2 мм. Песчаные грунты отличаются малой сжимаемостью, деформации под нагрузкой протекают быстро и стабилизируются в первый год эксплуатации возведенного на них здания. Обычно песчаные грунты являются надежным и достаточно прочным основанием: условное расчетное давление на песчаные грунты составляет от 6 до 1 кгс/см^2. При этом прочность основания снижается пропорционально уменьшению крупности частиц и повышению влажности грунта (для мелких и пылеватых песков). Глинистые грунты представляют собой массу связанных силами внутреннего сцепления мельчайших минеральных плоских частиц — чешуек длиной менее 0,05 и толщиной менее 0,001 мм. Глинистые грунты существенно меняют свои свойства в зависимости от степени увлажнения. В сухом и маловлажном состоянии они представляют собой достаточно прочное (условное расчетное давление от 6 до 2,5 кгс/см^2), незначительно и медленно деформирующееся основание: процесс стабилизации осадки протекает в течение нескольких лет по возведении здания. По мере повышения влажности глинистый грунт из твердого переходит в пластичное или даже в текучее состояние. При замерзании влаги в порах глинистого грунта он приобретает пучинистость. Силы трения иногда настолько велики, что могут вызвать деформацию фундаментов и наземных конструкций здания. Глинистые грунты встречаются в чистом виде и с примесями песка в различных пропорциях (супеси, суглинки).

Специальную разновидность глинистых грунтов составляют макропористые (лессы, лессовидные) с пористостью 50% и более с крупными порами в виде ячеек и вертикальных трубочек. Вследствие таких особенностей структуры макропористые грунты являются просадочными: при замачивании водой они под действием внешней нагрузки или только собственного веса дают дополнительную, быстро протекающую осадку (просадку). Просадка часто превышает по величине допустимую осадку, иногда достигает десятков сантиметров и представляет серьезную опасность для прочности и сохранности сооружений. Поэтому строительству на просадочных грунтах, как правило, предшествуют работы по их уплотнению и вертикальной планировке территории, исключающей замачивание основания атмосферными водами благодаря их быстрому сбросу в ливнесточную сеть.

Просадочность присуща также вечномерзлым льдонасыщенным грунтам. К ним относят грунты с отрицательной температурой, имеющие в своем составе лед в течение длительного срока (3 года и более). Просадочность вечномерзлого основания может возникать при его протаивании под тепловым воздействием эксплуатируемого здания. Во избежание этого прибегают к устройству искусственного основания (утепление поверхности или предварительное протаивание и уплотнение) либо используют естествен-

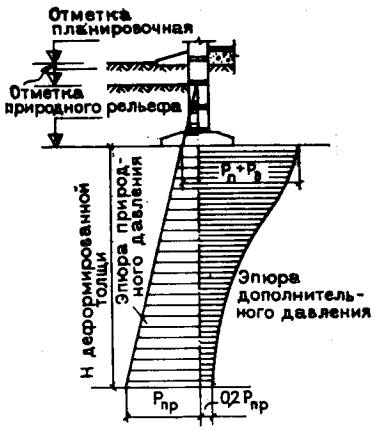


Рис. 12.10. Схема определения глубины сжимаемой толщи основания

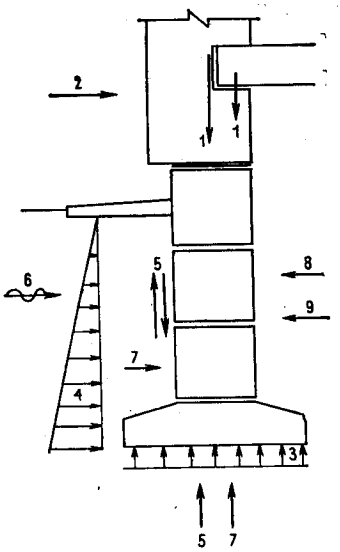


Рис. 12.11. Основные воздействия на конструкции фундамента и стен подвала

1 — вертикальные нагрузки; *2* — горизонтальные силовые воздействия; *3* — отпор грунта; *4* — боковое давление грунта; *5* — силы пучения грунта; *6* — вибрации; *7* — миграция грунтовой влаги; *8* — тепловой поток; *9* — диффузия водяного пара

ное основание, сохраняя его мерзлое состояние за счет специальных конструкций фундаментов, подполья и перекрытия над ним.

Грунты основания находятся в обжатом состоянии под двумя силовыми воздействиями — собственного веса вышележащих слоев грунта и всех силовых воздействий на здание, передаваемых его фундаментами основанию. Давление от собственного веса грунта называется природным (бытовым), от здания — дополнительным. По глубине основания эти силовые воздействия проявляются различно: интенсивность природного давления возрастает, а дополнительного падает за счет распределения его на более широкое пространство (рис. 12.10). Влияние дополнительного давления на деформации основания проявляется на глубину конечной величины, называемой величиной деформируемой толщи основания. Верхней границей деформируемой толщи считается отметка подошвы фундамента, нижней — отметка, на которой величина дополнительного давления падает до 0,2 природного ($P_{доп} = 0{,}2\ P_{пр}$).

Фундаменты не только передают силовые воздействия от здания основанию, но и сами подвергаются ряду статических и динамических силовых и несиловых воздействий (рис. 12.11). К статическим силовым относятся воздействия собственного веса конструкций здания с приходящимися на них вертикальными нагрузками, бокового давления грунта, его упругого отпора и неравномерных деформаций основания; к динамическим — ветровые, сейсмические, вибрационные воздействия. При высоком уровне стояния грунтовых вод фундамент подвергается также гидростатическому давлению по боковой поверхности и подошве; при основании, сложенном пучинистыми грунтами, — воздействию сил пучения. К несиловым относят воздействие грунтовых вод и растворенных в них химически агрессивных примесей, а также переменных температур по высоте фундамента и его толщине (при наличии теплого подвала или подполья).

Анализ перечисленных воздействий в процессе проектирования позволяет найти конструктивные или строительные меры для исключения или уменьшения некоторых из них. Например, воздействие сил пучения устраняют соответствующим выбором глубины заложения фундаментов; миграция грунтовой влаги через конструкцию может быть исключена или прервана вве-

дением гидроизоляционных слоев; воздействие неравномерных осадок заторфованного грунта оснований — их заменой, горизонтальных подвижек основания и вибраций — отсыпкой вертикальных пазух по внешнему обводу фундаментов амортизирующими материалами (например, шлаком) и т. п. Конструктивно неустранимые внешние силовые воздействия на фундамент определяют его работу на сжатие и изгиб. Он также подвержен воздействиям грунтовой влаги и теплового потока, если фундамент служит ограждением теплого подвала или подполья. Соответственно конструкции фундаментов должны удовлетворять требованиям прочности, устойчивости и долговечности, а также общим требованиям экономичности и индустриальности. Согласно этим требованиям, выбирают материал фундамента, глубину заложения, конструктивный тип, форму и размеры сечений

Материалом фундаментов служит естественный или искусственный камень (бетон). Наибольшее распространение получили бетонные и железобетонные (сборные и монолитные) конструкции фундаментов.

Глубина заложения фундаментов назначается в зависимости от объемно-планировочного решения здания (наличие подвала, подземных коммуникаций), величины и характера нагрузок на основание, геологического строения и характера напластований отдельных видов грунтов (глубина заложения может быть несколько увеличена с прорезкой слабого слоя грунта для установки подошвы фундамента на более прочный подстилающий слой), гидрогеологических и климатических условий, определяющих глубину сезонного промерзания и оттаивания грунтов.

В случаях когда объемно-планировочные и другие факторы не влияют на глубину заложения фундаментов, ее величина принимается минимальной. На нескальных и непучинистых грунтах она составляет 0,5 м для наружных стен и колонн, для внутренних стен — 0,2 м при сборной конструкции фундаментов и 0,5 м при монолитной.

В пучинистых глинистых грунтах, мелкозернистых и пылеватых влажных песчаных и илистых грунтах глубина заложения фундаментов зависит от глубины сезонного промерзания и температурного режима здания, его подвала или подполья. Глубина заложения фундаментов наружных стен и колонн отапливаемых зданий при таких грунтовых условиях принимается не менее расчетной глубины промерзания H, внутренних опор при холодных подвалах и подпольях — 0,5 H, при теплых — вне зависимости от этой величины. Для неотапливаемых зданий глубина заложения фундаментов наружных и внутренних опор принимается не менее H.

Конструкции фундаментов бывают различных типов: ленточные, столбчатые, плитные (сплошные) и свайные. Выбор типа фундаментов зависит от конструктивной системы зданий, величины передаваемых нагрузок, а также от несущей способности и деформативности грунтов.

Для бескаркасных зданий с несущими стенами чаще всего применяют ленточные или свайные фундаменты, для каркасных — столбчатые или свайные, для многоэтажных и высотных зданий различных конструктивных систем — плитные или свайные фундаменты. Окончательный выбор варианта конструкции фундамента осуществляется по результатам технико-экономического анализа вариантов.

Ленточные фундаменты представляют собой непрерывную подземную стену (рис. 12.12), передающую нагрузку от наземных стен или колонн грунту через уширенную нижнюю часть — подушку и песчаную либо щебеночную подсыпку толщиной 50—100 мм. Уширение подушки необходимо для приведения в соответствие величины дополнительного давления под подошвой фундамента несущей способности грунта, так как величина расчетных давлений на грунт существенно меньше расчетных сопротивлений каменных или бетонных стен. Ленточный фундамент без подушек устраивается только под малонагруженными стенами. Ленточные фундаменты проек-

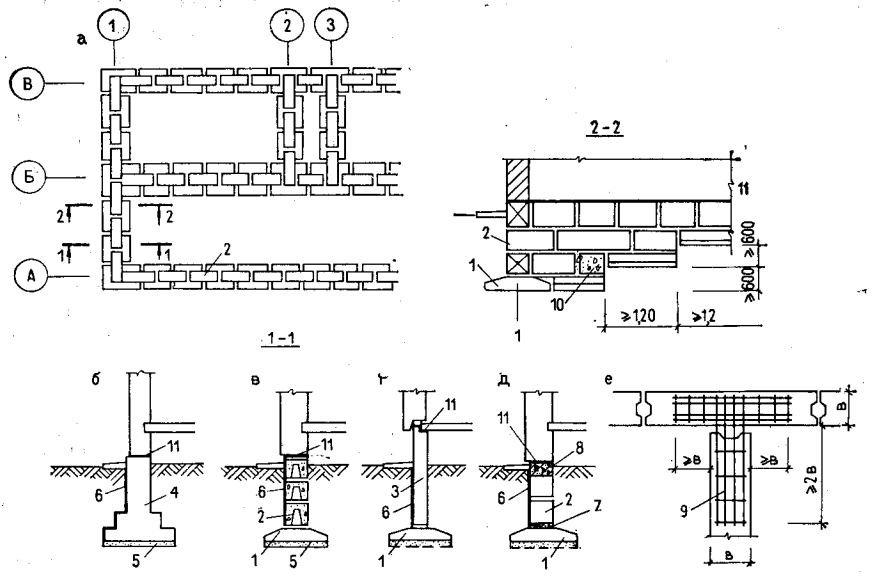


Рис. 12.12. Ленточные фундаменты

а — фрагмент плана сборного фундамента из бетонных блоков; сечения фундаментов: *б* — из монолитного бетона; *в* — из пустотелых бетонных блоков; *г* — панельного; *д* — сборно-монолитного; *е* — армирование горизонтальных швов в местах пересечения сборных стен фундамента: *1* — железобетонная подушка; *2* — бетонный блок; *3* — цокольная панель; *4* — монолитный бетон (бутобетон); *5* — песчаная подушка; *6* — обмазочная гидроизоляция; *7* — армированный шов; *8* — железобетонный монолитный пояс; *9* — арматурная сетка; *10* — забетонка или заполнение кирпичом по месту; *11* — горизонтальная гидроизоляция стен

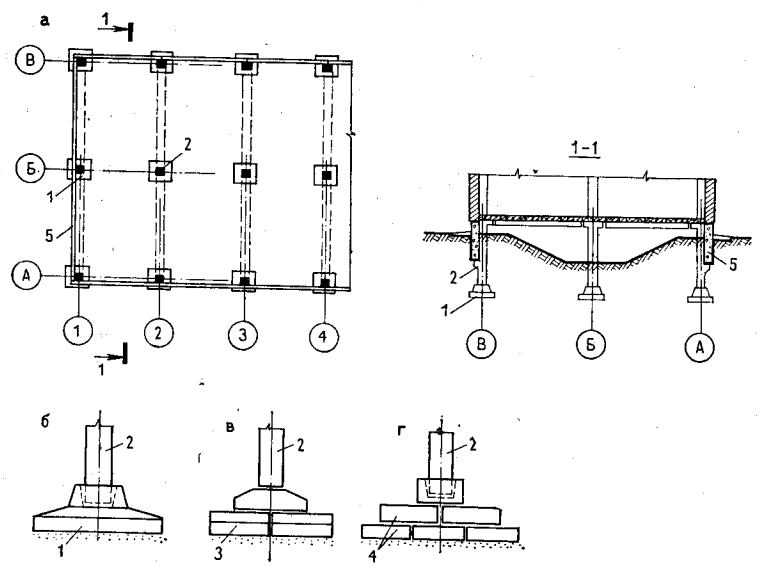


Рис. 12.13. Столбчатые фундаменты

а — фрагмент плана фундаментов. Конструкции опор; *б* — фундаментный блок стаканного типа; *в* — железобетонные блоки ленточных фундаментов; *г* — блок-стакан и железобетонные плиты: *1* — блок-стакан; *2* — колонна; *3* — железобетонная фундаментная подушка; *4* — железобетонная плита; *5* — цокольная панель

тируют монолитными или сборными. Монолитные ленточные фундаменты выполняют из бетона или бутобетона. Переход к уширенной подошве в бутобетонных фундаментах осуществляется уступами высотой не менее 30 см при отношении высоты уступа к его ширине в пределах 1,25—1,75. Снижение трудоемкости возведения монолитных фундаментов обеспечивается применением многократно оборачивающейся инвентарной опалубки.

При различных проектных отметках заложений фундаментов наружных и внутренних стен переход от пониженных отметок к повышенным должен быть отнесен от места пересечения стен и осуществляться уступами длиной 1 — 1,2 м, высотой не более 0,6 м.

Наиболее распространенным вариантом ленточных фундаментов является сборная конструкция из железобетонных блоков-подушек трапециевидного сечения и прямоугольных бетонных стеновых блоков. Согласно Общесоюзному каталогу индустриальных изделий, номинальные размеры блоков-подушек по ширине составляют 1,0; 1,2; 1,4; 1,6; 2,0; 2,4; 2 8 и 3,0 м; по длине — 1,2; 2,4 и 3,0 м; по высоте — 0,3 и 0,5 м; стеновых блоков соответственно по ширине 0,3; 0,4; 0,5 и 0,6 м при длине от 0,8 до 2,4 м и единой высоте 0,6 м. Совместность статической работы сборных элементов обеспечивается их укладкой горизонтальными рядами на цементный раствор с взаимной перевязкой швов и армированием стальными сварными сетками горизонтальных швов в местах пересечений стен.

Несущую способность сборной конструкции ленточного фундамента при его работе на изгиб на сильно сжимаемых и неравномерно деформирующихся грунтах повышают, устраивая монолитный армированный пояс по верху фундамента и армированный горизонтальный шов между подушкой и нижним рядом блоков стенки.

При основаниях из сухих и маловлажных песков можно уменьшить материалоемкость блочной конструкции сборных ленточных фундаментов путем прерывистой раскладки подушек и замены стеновых блоков сплошного сечения пустотелыми или уменьшения толщины стеновых блоков в пределах, допустимых по требованиям прочности (но не менее 300 мм).

Применение сборных ленточных фундаментов из бетонных блоков сокращает построечную трудоемкость вдвое по сравнению с монолитными фундаментами. Однако наименее трудоемкой и наиболее индустриальной является панельная конструкция ленточных фундаментов. Она служит основным вариантом конструкции ленточных фундаментов в панельном домостроении, а в случаях, когда это позволяет материальная база строительства, может применяться в крупноблочных, объемно-блочных и кирпичных зданиях.

Панельные ленточные фундаменты выполняют из железобетонных подушек и бетонных панелей стен подвала или подполья. Панели внутренних стен подполья выполняют сплошного сечения, глухими, с проемами или сквозными из железобетонных рам. Наружные стены подвалов или подполий выполняют из цокольных панелей. В зависимости от температурного режима подполья цокольные панели проектируют утепленными и неутепленными. Для ограждения холодных подполий применяют плоские или ребристые железобетонные панели. Для цоколей теплых подполий применяют однослойные панели из легких бетонов или трехслойные из тяжелого или легкого бетона с эффективным утеплителем. Сопротивление теплопередаче цокольных панелей назначается не менее 0,85 $R_o^{тр}$ наружных стен дома. Цокольные панели соединяются замоноличенными стальными связями в стыках.

Столбчатые фундаменты (рис. 12.13) в виде сборных железобетонных столбов и подушек применяют для передачи грунту нагрузок от колонн каркасных зданий. Подушки таких фундаментов выполняют в виде специальных блоков стаканного типа или различных комбинаций из трапециевидных сборных подушек ленточных фундаментов. При больших нагрузках фундамент колонны может быть дополнен плоскими железобетонными плитами необходимых размеров. Наружное ограждение подпольного пространства зданий со столбчатыми фундаментами устраивают из цокольных панелей, которые опирают на специальные консоли колонн наружных рядов или уступы фундаментных подушек. Если ограждение подполий проектируют из мелкоразмерных элементов, опорой для них служат специальные железо-

бетонные балки, уложенные по консолям колонн или фундаментным подушкам.

Сплошные (плитные) фундаменты (рис. 12.14) применяют преимущественно при строительстве многоэтажных зданий на слабых, неравномерно сжимаемых грунтах. Фундаментная плита проектируется плоской или ребристой с расположением ребер под несущими стенами или колоннами. Ребристая конструкция обеспечивает снижение расхода стали и бетона, но отличается большей трудоемкостью, чем сплошная. При выполнении фундаментов из плоских плит предельно упрощаются опалубка, арматурные работы (раскатка готовых арматурных сеток), механизируются бетонные работы. Благодаря меньшей трудоемкости фундаменты в виде плит сплошного сечения распространены больше ребристых. Толщина фундаментной плиты назначается в зависимости от пролета (шага) несущих конструкций и типа самой плиты и составляет для ребристых плит 1/8-1/10 пролета, а для сплошных 1/6—1/8 пролета.

Железобетонные свайные фундаменты (рис. 12.15) применяют для зданий различных конструктивных систем, этажности и в разнообразных грунтовых условиях. Наиболее целесообразны такие фундаменты при слабых, неравномерно деформируемых основаниях. Различают два типа свай — сваи-стойки и висячие сваи. Первые прорезают напластования слабых грунтов

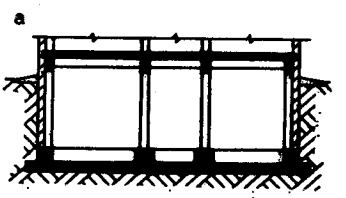


Рис. 12.14. Плитные фундаменты
а — в виде ребристой железобетонной плиты; *б* — в виде плиты сплошного сечения

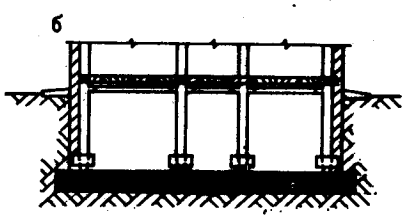
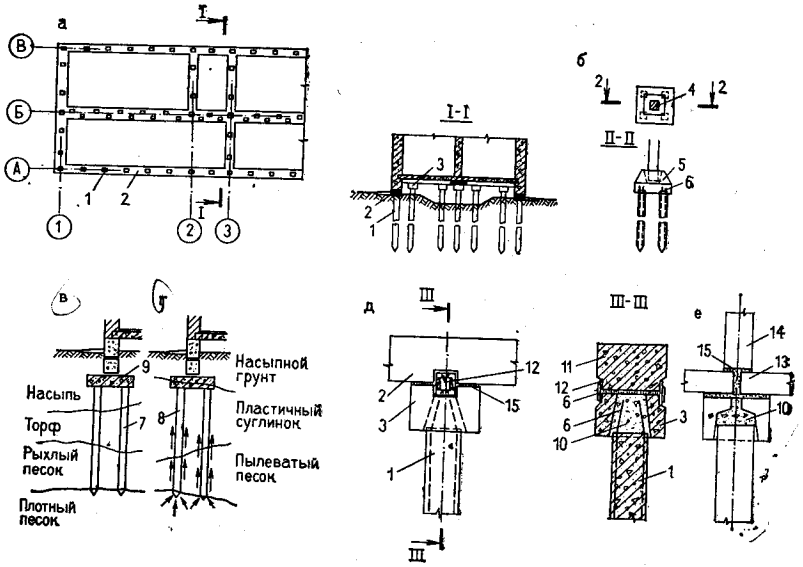


Рис. 12.15. Свайные фундаменты
а — фрагмент плана фундамента под несущие стены; *б* — фундамент под колонну; *в* — фундамент на сваях-стойках; *г* — то же, на висячих сваях; *д* — стык сборного ростверка с забивной сваей; *е* — деталь свайного фундамента без ростверка; *1* — свая; *2* — ростверк; *3* — оголовок сваи; *4* — колонна; *5* — монолитный ростверк стаканного типа под колонну; *6* — арматура сваи; *7* — свая-стойка; *8* — висячая свая; *9* — монолитный ростверк; *10* — бетон замоноличивания; *11* — закладная деталь; *12* — стальная накладка; *13* — панель перекрытия; *14* — панель стены; *15* — цементный раствор



и передают всю приходящуюся на них нагрузку через острие на подстилающий слой прочного грунта. Фундамент на таких сваях обеспечивает минимальную осадку здания. Висячие сваи не достигают прочного слоя и передают нагрузку основанию через острие и через боковые поверхности за счет сил трения между ними и уплотненным грунтом. Наиболее распространены фундаменты из забивных висячих коротких (длиной 4—7 м) железобетонных свай квадратного или круглого, сплошного или полого сечения площадью до 0,1 м^2. Верхняя часть свай, частично разрушаемая при забивке, срезается, усиливается специальным сборным железобетонным оголовком, а полость между оголовком и сваей замоноличивается. Нагрузка от несущих конструкций передается на сваи через сборные или монолитные элементы — ростверки. Их располагают в плане здания в виде перекрестных балок под несущими стенами по сваям, забитым в один- два ряда (в зависимости от требований прочности).

В панельных домах высотой до 12 этажей с малым шагом поперечных стен и перекрытиями из панелей размером на комнату применяется наиболее экономичный вариант конструкции — безростверковые свайные фундаменты. При этом роль продольных ростверков выполняют наружные цокольные панели, роль поперечных ростверков — поперечные стены в первом этаже, а панели перекрытия в уровне пола первого этажа опираются непосредственно на оголовки свай. Эта конструкция требует размещения верхней опорной поверхности оголовков с точностью 7—10 мм. Применение безростверковой конструкции фундаментов дает по сравнению с ростверковой сокращение стоимости на 31%, трудоемкости на 27% и расхода стали на 5%.

Под колонны многоэтажных каркасных зданий забивают несколько (куст) свай так как несущая способность одной забивной сваи относительно невелика. Наряду с забивными используют набивные сваи из монолитного бетона, заполняющего специально пробуренные скважины в грунте. Под сильно нагруженные колонны высотных зданий устраивают опоры глубокого заложения (15—40 м) из набивных железобетонных свай-оболочек. Несущая способность таких свай выше, чем забивных, в 8—10 раз.

Гидроизоляция подземной части здания. Фундаменты подвергаются увлажнению грунтовой влагой и просачивающейся в грунт атмосферной влагой. Увлажнение фундаментов может снизить их долговечность, вызвать отсыревание стен подвала и повысить влажность стен наземной части здания вследствие капиллярного подсоса влаги. Для исключения капиллярного подсоса наземную часть стен (наружных и внутренних) изолируют от фундаментов горизонтальной гидроизоляцией в уровне низа цокольного перекрытия. В зданиях с подвалами предусматривается еще один ряд горизонтальной гидроизоляции в уровне пола подвала. Горизонтальная гидроизоляция устраивается обычно из двух слоев рубероида на битумной мастике. Если проектом предусмотрена совместная статическая работа наземной и подземной частей здания на горизонтальные нагрузки, гидроизоляция осуществляется из цементного раствора состава 1:2. По всей внешней поверхности фундаментов устраивается вертикальная обмазочная гидроизоляция горячим битумом за два раза. Возможность увлажнения фундамента дождевыми и талыми водами должна исключаться планировкой территории застройки и устраиваемой по внешнему периметру здания отмосткой из плотных водонепроницаемых материалов — асфальта, асфальтобетона. Отмостка имеет уклон от здания 3%.

Полы подвалов и технических подполий, как правило, должны располагаться выше уровня грунтовых вод. В тех случаях, когда это невыполнимо, должны предусматриваться меры по водопонижению.

§ 6. КАРКАС

Каркас проектируют, как правило, сборным железобетонным. Разрезка рам железобетонного каркаса на сборные элементы осуществляется в соответствии с расчетной схемой каркаса. Для рамного каркаса применяют разрезку на Г,-, Т-, Н-образные плоскостные или пространственные элементы, что позволяет обеспечить заводское изготовление узлов рам и стыкование сборных элементов в зонах нулевых изгибающих моментов (рис. 12.16). Такая разрезка обладает бесспорными статическими преимуществами, но нетехнологична. Для изготовления элементов такого каркаса необходимы формы сложной конфигурации и большие производственные площади.

Для связевого каркаса применяют разрезку на прямолинейные элементы с отсечением ригеля от стойки в узле рамы, поскольку при восприятии горизонтальных нагрузок диафрагмами жесткости сопряжение ригеля со стойкой может быть шарнирным. На практике в этом сопряжении возникает частичное защемление ригеля в колонне из-за необходимости применения стальных связей, обеспечивающих монтажную устойчивость ригеля. Связевая система дает возможность унификации ригелей по высоте здания и сопряжений ригелей со стойками. Связевая система позволяет конструировать сборный железобетонный каркас с расходом стали на 20% меньше, чем у рамного каркаса. Благодаря ее преимуществам связевая система положена в основу унифицированных конструктивных решений каркаса массовых общественных зданий. Сборный каркас рамного типа находит применение в сейсмостойком строительстве.

Применение унифицированного сборного каркаса со связевой системой позволяет проектировать разнообразные по этажности и форме здания. Эта возможность обеспечивается наличием в составе номенклатуры изделий для разных высот этажей, величин пролетов и унифицированного ряда нагрузок на перекрытия в 450, 600, 800 и 1250 кгс/м². Промышленностью сборного железобетона освоено производство изделий для связевого каркаса по Об-

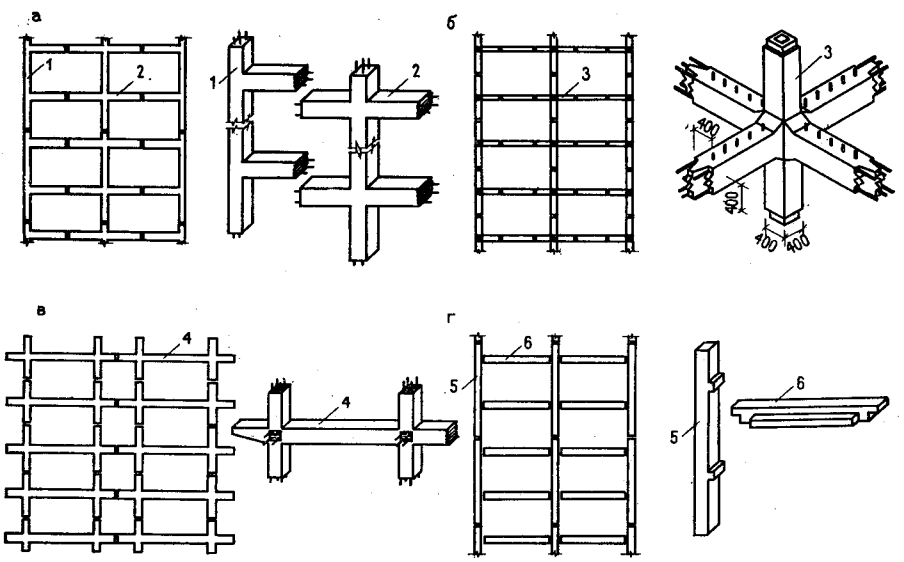


Рис. 12.16. Примеры разрезок железобетонных рамных каркасов на сборные элементы и основные изделия

а — разрезка плоской рамы на двухэтажные колонны с двумя и четырьмя консолями; *б* — разрезка пространственной рамы на одноэтажные колонны с четырьмя консолями в двух плоскостях; *в* — разрезка плоской рамы на одноэтажные Н-образные двухконсольные элементы; *г* — разрезка плоской рамы на двухэтажные колонны и однопролетные ригели: *1* — колонна с консолями; *2* — фрагмент плоской рамы; *3* — фрагмент пространственной рамы; *4* — Н-образный элемент; *5* — колонна; *6* — ригель

щесоюзному каталогу индустриальных изделий — разд. 3.01-12 (бывш. серия ИИ-04) и по московскому каталогу КМС-К-1-79 для строительства в Москве (рис. 12.17). Оба каркаса основаны на единой конструктивной системе, но имеют частичные различия в параметрах и привязках. В КМС-К-1-79 приняты размеры пролетов 6,6; 6,0; 5,4; 4,2 и 3 м; высот этажей 3,0; 3,3; 3,6; 4,2 и 4,8 м.

Каркас собирают из колонн, ригелей, ригелей-распорок и настилов-распорок, обеспечивающих жесткость каркаса в направлении, перпендикулярном плоскости рам, диафрагм жесткости и многопустотных панелей перекрытий. В комплект сборных конструкций каркаса входят панели наружных ненесущих стен ленточной разрезки с высотой 1,2; 1,5; 1,8 и 2,1 м, а также панели однорядной разрезки. Из унифицированных элементов могут быть скомпонованы каркасы с поперечным и продольным расположением ригелей. Компоновка диафрагм жесткости также может быть разнообразной в соответствии с планировочным решением и величинами внешних воздействий на здание. Однако наиболее целесообразной является компоновка диафрагм в пространственные связевые системы замкнутого или открытого сечения либо в плоские стенки на всю ширину здания (рис. 12.18).

Колонны имеют высоту в 2—4 этажа, стыки колонн расположены на высоте 0,7 м над перекрытием, что упрощает их выполнение. Стыкование осуществляется через центрирующую стальную прокладку со сваркой выпусков угловых стержней продольной арматуры колонн и обетонированием. Ригели каркаса имеют тавровое сечение с полкой понизу для опирания настилов перекрытий, что обеспечивает уменьшение конструктивной высоты перекрытия. Ригель опирается на консоль колонны. За счет специальной подрезки ригеля консоль полностью входит в его габариты: образуется так называе-

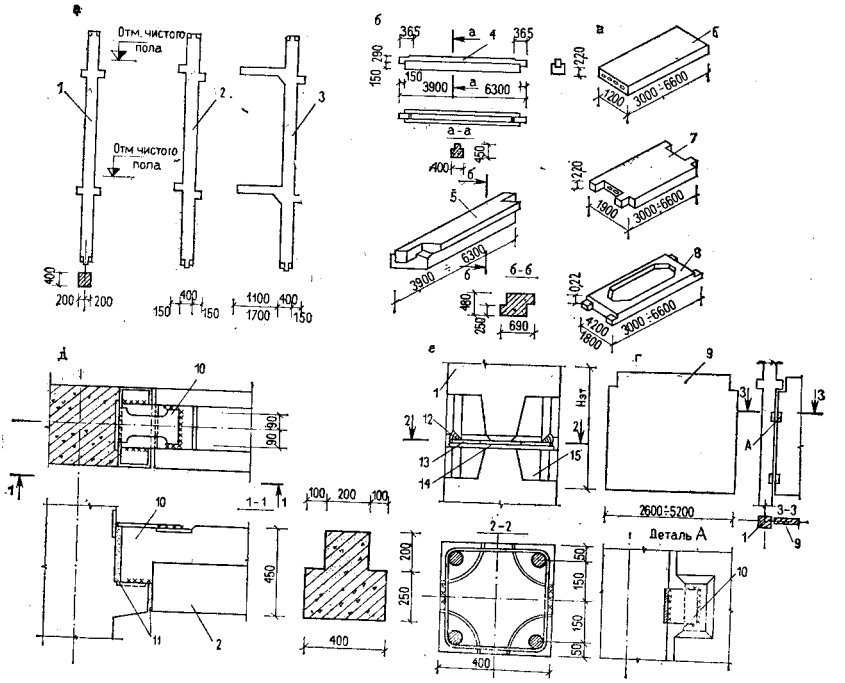


Рис. 12.17. Основные элементы и конструктивные узлы сборного железобетонного связевого каркаса
а — колонны; *б* — ригели; *в* — настилы перекрытий; *г* — диафрагма жесткости и ее сопряжение с колонной; *д* — стык ригеля с колонной; *е* — стык колонн; *1* — рядовая колонна; *2* — то же, фасадная; *3* — фасадная с балконной консолью; *4* — рядовой ригель; *5* — фасадный ригель-распорка; *6* — настил перекрытия; *7* — настил-распорка; *8* — сантехнический настил-распорка; *9* — стенка-диафрагма; *10* — стальная накладка; *11* — цементный раствор; *12* — полуавтоматическая сварка выпусков арматуры колонн; *13* — хомут; *14* — центрирующая стальная прокладка; *15* — бетон замоноличивания

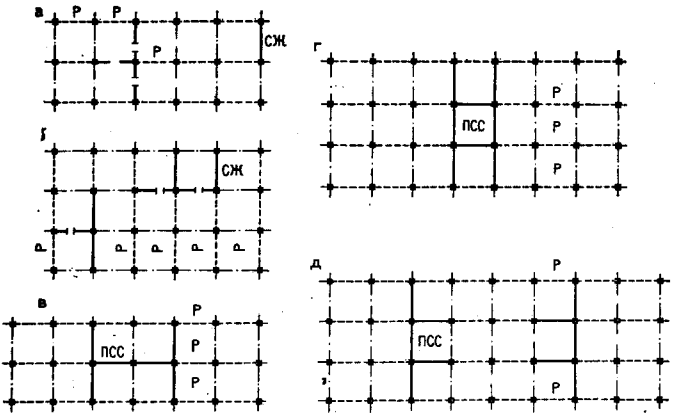


Рис. 12.18. Компоновка связевого каркаса

а — с продольными ригелями и отдельными стенами жесткости; *б* — то же, с поперечными ригелями; *в—г—д* — примеры компоновки пространственных связевых систем; Р — ригель; СЖ — стена жесткости, ПСС — пространственная связевая система

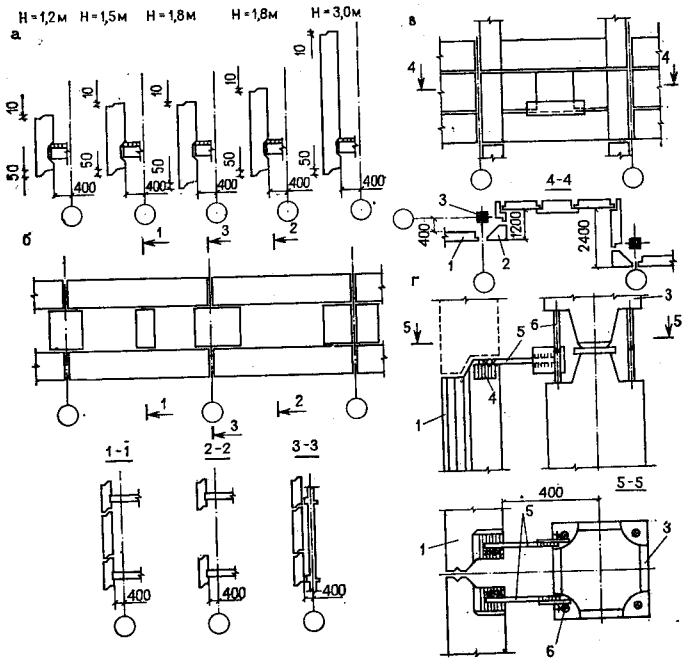


Рис. 12.19. Наружные стены зданий со связевым сборным железобетонным каркасом

а — номенклатура панелей по высоте и схема их взаимосвязи с внутренними конструкциями здания; *б* — раскладка стеновых панелей на плоском фасаде; *в* — то же, в ризалитах; *г* — примыкание панелей наружных стен к стыку колонны; *1* — стеновая панель рядовая; *2* — угловая; *3* — колонна; *4* — закладная деталь; *5* — соединительный стержень; *6* — арматурный выпуск

мый узел со скрытой консолью, наиболее приемлемый в интерьере. Частичное защемление ригеля на опоре обеспечивается сваркой закладных деталей ригеля с закладными деталями колонны и консоли. Помимо консолей для опирания ригелей колонны имеют консоли для опирания ригелей-распорок и консоли с вылетом до 1,7 м для устройства балконов и лоджий. Вертикальные диафрагмы имеют составное сечение из колонн каркаса и приваренных к ним железобетонных стенок. Фасадные ригели-распорки имеют Z-образное сечение, верхняя полка которого предназначена для опирания панелей наружных стен, а нижняя для опирания перекрытий. При расположении рам каркаса перпендикулярно фасаду панели наружных стен опирают на фасадный настил-распорку. Панели наружных стен крепят в двух уровнях, понизу — к ригелю-распорке или перекрытию, поверху — к колоннам (рис. 12.19).

В местах пропуска сантехнических и других коммуникаций применяют настилы перекрытий корытного сечения с тонкой плитой, в которой по месту пробивают отверстия нужной величины.

§ 7. НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

1. Общие требования

Наружные стены — наиболее сложная конструкция здания. Они подвергаются многочисленным и разнообразным силовым и несиловым воздействиям (рис. 12.20). Несущие стены воспринимают собственный вес и временные нагрузки от опертых на стены перекрытий и крыш, воздействия от ветра, неравномерных деформаций основания, сейсмики 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.

Выполняя функции наружного 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 индустриальности и минимальной материалоемкости, а также экономическим требованиям, так как наружные стены являются наиболее дорогой конструкцией (20—25% стоимости конструкций здания).

В наружных стенах обычно располагают проемы бокового освещения помещений и проемы в открытые помещения балконов и лоджий, поэтому в комплекс конструкции стены включают светопрозрачное заполнение проемов и конструкции открытых помещений. Все эти элементы и их сопряжения со стеной также должны отвечать перечисленным выше требованиям. В стенах из сборных элементов в этот комплекс включают также стыки элементов наружных стен между собой и с внутренними конструкциями.

Наружные стены могут выполнять в здании статические функции несущей, самонесущей или ненесущей конструкции. **Несущие стены** воспринимают и передают на фундамент нагрузку от собственного веса, конструкций перекрытий и крыш, **самонесущие** — нагрузку от собственного веса, **ненесущие** поэтажно передают нагрузку от собственного веса на внутренние несущие конструкции здания. Несущие и самонесущие стены воспринимают наряду с вертикальными и горизонтальные нагрузки, являясь вертикальными элементами жесткости сооружения. В зданиях с ненесущими наружными стенами функции вертикальных элементов жесткости выполняют внутренние стены-диафрагмы или стволы жесткости.

Несущие и ненесущие наружные стены применяют в зданиях любой этажности, самонесущие — в зданиях средней этажности.

Наружные стены могут быть однослойными[1] или слоистыми. Однослойные конструкции возводят из камня, кирпича, бетонных или каменных блоков, па-

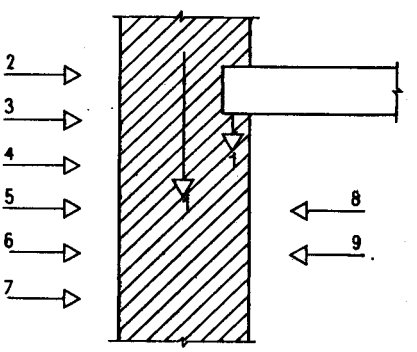


Рис. 12.20. Основные воздействия на конструкцию наружной стены

1 — вертикальные нагрузки; *2* — горизонтальные силовые воздействия; *3* — колебания температуры наружного воздуха; *4* — колебания его влажности; *5* — солнечная радиация; *6* — атмосферные воздействия; *7* — шум; *8* — тепловой поток; *9* — диффузия водяного пара

[1] В число слоев условно не включаются отделочные слои.

нелей монолитного бетона, деревянных бревен или брусьев. В слоистых стенах для выполнения каждой функции предназначаются различные материалы: для несущей — камень, дерево или бетон; для теплоизоляционной — эффективные утеплители; для пароизоляционной — рулонные материалы или специальные мастики; для декоративной — камень, бетон, дерево, листовые материалы или окраска. Конструкция слоистой стены может быть выполнена в ручной кладке из кирпича или мелких блоков с теплоизоляционными вкладышами, из слоистых бетонных панелей или из панелей с листовыми обшивками на деревянном или металлическом каркасе и др. Толщина наружных стен назначается по максимальной из величин, полученных в результате статического и теплотехнического расчетов.

В строительстве из кирпича или камня эта величина согласуется с их размерами и принимается равной ближайшей большей конструктивной толщине стены, получаемой при ее кладке. Так, например, толщина кирпичных стен в 1; $1^1/_2$, 2, $2^1/_2$ или 3 кирпича[1] с учетом вертикальных швов между отдельными камнями (по 10 мм) составляет 250, 380, 510, 640, 770 мм.

В полносборном бетонном домостроении расчетная толщина наружной стены увязывается с ближайшей большей величиной из унифицированного ряда толщин наружных стен, принятых при централизованном изготовлении формовочного оборудования, — 300, 350, 400 мм для панельных, 300, 400, 500 мм для крупноблочных зданий.

Толщина стен из листовых материалов с эффективными утеплителями иногда принимается больше полученной по теплотехническому расчету из-за конструктивных требований: увеличение размеров сечения стены оказывается необходимым для устройства надежной изоляции стыков и сопряжений с заполнением проемов.

2. Конструкции стен

Конструкции наружных стен крайне разнообразны; они определяются строительной системой здания, материалом стен и их статической функцией (табл. 12.3). Приемы реализации основных требований к наружным стенам при их конструировании рассмотрены на примере индустриальных крупноблочных и панельных стен.

Наружные стены из крупных блоков проектируют несущими или самонесущими с двух, трех- или четырехрядной разрезкой на блоки по высоте этажа. Наиболее распространена двухрядная разрезка с применением блоков массой 3—5 т. При любой из разрезок соблюдается принцип перевязки кладки (несовпадение вертикальных швов между блоками в смежных горизонтальных рядах) и укладки блоков на раствор. В соответствии с назначением различают блоки простеночные, перемычечные, поясные, подоконные, цокольные, карнизные, парапетные рядовые и угловые (рис. 12.21). Перемычечные блоки имеют четверти: поверху — для опирания перекрытий, понизу — для установки заполнения проема. Четверти предусмотрены также по вертикальным торцам простеночных блоков. Материал блоков — легкий или автоклавный ячеистый бетон. С наружной стороны блоки имеют защитно-отделочный слой. В легкобетонных блоках — это декоративный бетон на белом или цветном цементе с заполнителем из крошки декоративного камня; в блоках из ячеистого бетона — поризованный раствор, дробленые каменные материалы или покраска полихлорвиниловая либо поливинилацетатная. В легкобетонных блоках иногда предусматривают несколько рядов щелевидных пустот, параллельных фасаду. Это способствует снижению веса блоков и повышению их теплоизоляционной способности. Реже применяют блоки, выпиленные из массива естественного камня (туфа,

[1] Размеры кирпича 250 × 120 × 65 и 250 × 120 × 80 мм (модульный кирпич).

известняка и др.) или составные из мелких блоков естественного или искусственного камня (кирпича). Составные крупные блоки выполняют однослойными или трехслойными с теплоизоляционными вкладышами.

Прочность и устойчивость крупноблочной стены обеспечивают перевязка кладки блоков и их сцепление с раствором, поэтажная обвязка перемычечными блоками, соединенными стальными связями, укладка перекрытий на наружные стены по раствору и установка стальных связей между ними, связи с внутренними стенами.

В зданиях средней этажности связи пересекающихся стен проектируют из сварных Г- или Т-образных сеток, проложенных в растворе горизонтальных швов; в зданиях повышенной этажности применяют жесткие сварные связи (рис. 12.22)

Изолирующая способность крупноблочной стены обеспечивается — по сечению блоков — их соответствующей теплотехническому расчету толщиной и водонепроницаемым защитно-отделочным наружным слоем, по стыкам блоков — их заполнением, компенсирующим разрезку стены на блоки. Возможность сквозного проникания холодного наружного воздуха (инфильтрация) или атмосферной влаги через стены по стыкам между блоками исключается уже во внешней зоне стыков (устье). С этой целью устья стыков заполняют синтетическими мастиками, имеющими хорошую растяжимость и адгезию (прилипание) к бетону и камню. Мастики наносят по упругому осно-

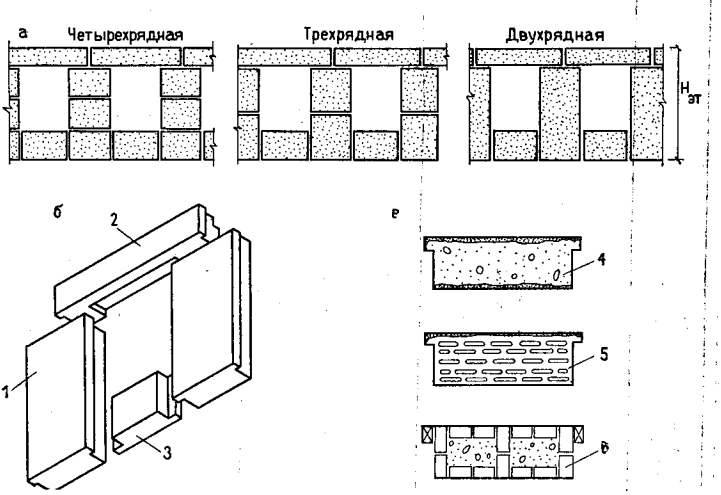


Рис. 12.21. Крупноблочные наружные стены

а — разрезка стен на блоки; *б* и *в* — типы блоков; *1* — простеночный; *2* — перемычечный; *3* — подоконный; *4* — легкобетонный сплошного сечения; *5* — то же, с щелевыми пустотами; *6* — кирпичный с утеплением легким бетоном

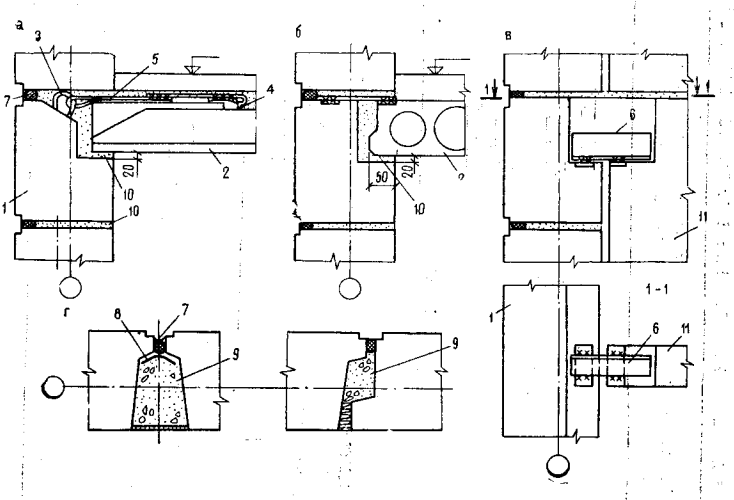
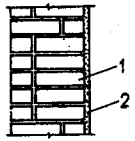
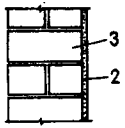
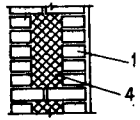
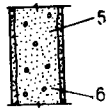
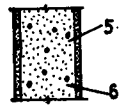
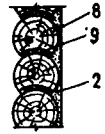
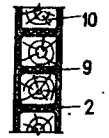
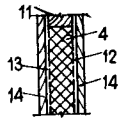


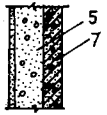
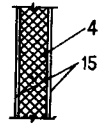
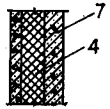
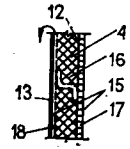
Рис. 12.22. Связи и стыки блоков стен многоэтажных зданий

а, б — связи блоков наружной стены с перекрытием; *в* — то же, с внутренней стеной; *г* — изоляция вертикальных стыков; *1* — перемычечный блок; 2 — настил перекрытия; *3* — подъемная петля стенового блока; *4* — то же, настила перекрытия; *5* — стальной анкер; *6* — жесткая связь из уголка; *7* — герметизирующая мастика по упругой прокладке; *8* — обклейка рулонным гидроизоляционным материалом; *9* — легкий бетон; *10* — цементный раствор; *11* — блок внутренней стены

ТАБЛИЦА 12.3. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН

Тип стены	Эскиз сечения конструкции	Статическая функция	Область применения
Каменная ручной кладки	Сплошная 	Несущая	Здания различной этажности
	Сплошная 	»	То же
	Слоистая 	Несущая, самонесущая	Здания средней и повышенной этажности
Бетонная (панельная или монолитная)	Однослойная 	Несущая, самонесущая, ненесущая	То же

Тип стены		Эскиз сечения конструкции	Статическая функция	Область применения
Бетонная (крупноблочная)		Крупноблочная 	Несущая, самонесущая	Здания средней и повышенной этажности
Деревянная	рубленая бревенчатая		Несущая	Малоэтажные здания
	рубленая из брусьев		»	То же
	панельная		»	»

	Двухслойная		Несущая	Здания различной этажности	Панельная из небетонных материалов	клееная (сэндвич)		Ненесущая	Здания любой этажности
	Трехслойная		Несущая, самонесущая, ненесущая	То же		каркасная		»	То же

Примечание. *1* — кирпич; *2* — штукатурный слой; *3* — естественный камень или легкобетонный блок; *4* — эффективный утеплитель; *5* — конструктивно-теплоизоляционный легкий бетон; *6* — ячеистый автоклавный бетон; *7* — конструктивный бетон; *8* — бревно; *9* — конопатка; *10* — брус; *11* — деревянный каркас; *12* — пароизоляционный слой; *13* — воздухонепроницаемый слой; *14*—обшивка из водостойкой фанеры, досок или древесностружечных плит; *15* — алюминиевый лист; *16* — асбестоцементный или металлический каркас; *17* — асбестоцементный лист; *18* — воздушный прослоек.

ванию из жгутов пористой резины (гернит) или просмоленной пакли. Внутренняя зона плоских горизонтальных стыков заполняется цементным раствором, через который передаются силовые воздействия, а внутренняя зона профилированных вертикальных стыков — конструктивно-теплоизоляционным легким бетоном.

Наружные стены из крупных бетонных панелей проектируют несущими, самонесущими или ненесущими. В связи с массовым применением панельных стен почти во всех странах мира они отличаются разнообразием конструкций и разрезок (табл. 12.4). Однако для несущих стен применима только однорядная разрезка (без перевязки вертикальных швов) и в ограниченном объеме (для домов малой и средней этажности) — двухрядная, вертикальная, крестообразная и тавровая. Для ненесущих стен используют любые разрезки. Все системы разрезки, приведенные в табл. 12.4, относятся к плоским стенам. Наряду с ними для разнообразия архитектурного облика зданий применяют криволинейные стеновые панели (для круглых или изогнутых в плане домов) или панели с глубокой (свыше 100 мм) пластикой. Последние используются в высотных зданиях как в художественных целях, так и в технических (отвод дождевой воды от зоны стыка). Опыт применения панельных стен криволинейных или с глубокой пластикой весьма ограничен. Конструктивную компоновку домов сложной формы обычно осуществляют, применяя плоские панели, располагаемые под углом друг к другу в виде ломаной поверхности, вписанной в криволинейную (рис. 12.23).

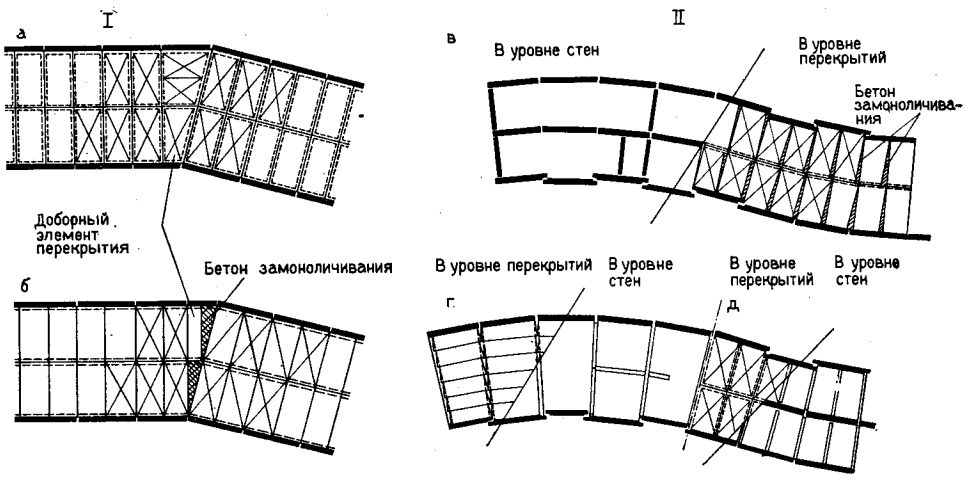


Рис. 12.23. Конструктивная компоновка домов с ломаной (*I*) и криволинейной (*II*) формой плана

а, д — в домах с малым шагом поперечных стен; *б, в* — в домах с продольными несущими стенами; *г* — в домах с большим шагом поперечных стен

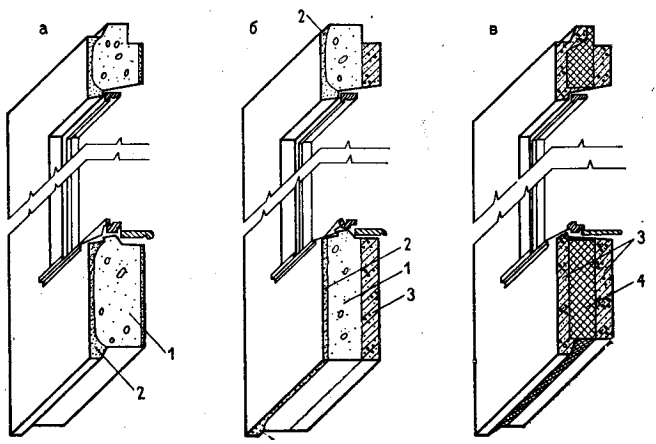


Рис. 12.24. Бетонные панели наружных стен

а — одно-; *б* — двух-, *в* — трехслойная; *1* — конструктивно - теплоизоляционный легкий бетон; *2* — защитно-отделочный слой; *3* — тяжелый или конструктивный легкий бетон; *4* — эффективный утеплитель

Конструкции бетонных панелей проектируют одно-, двух- или трехслойными (рис. 12.24).

Однослойные бетонные панели выполняют из конструктивно-теплоизоляционных бетонов на пористых заполнителях с объемной массой бетона не более 1400 кг/м³ или из ячеистых бетонов автоклавного твердения с объемной массой не более 800 кг/м³. В группе легкобетонных стен наибольшее распространение получили конструкции из бетонов с искусственными заполнителями из керамзита, перлита, шлаковой пемзы, аглопорита и смеси керамзитового гравия с перлитовым песком. Используются также естественные легкие заполнители в виде щебня из пемзы, вулканического туфа или шлака. Прочность несущих стен зданий средней этажности обеспечивается при марках легкого бетона М50 и М75; сечения таких стен, определенные теплотехническим расчетом, обычно удовлетворяют и требованиям прочности. При большей этажности необходимая прочность стен обеспечивается повышением марки бетона и увеличением толщины стен.

Для ненесущих стен выбор марки бетона определяется не из условий прочности, а по требованиям долговечности, регламентирующим минимальную стойкость материала. Эти требования зависят от капитальности здания и климата. Для стен зданий средней этажности в умеренном климате минимальная марка бетона по морозостойкости принимается Мрз25, для зданий выше 5 этажей — Мрз35.

Структура бетона панелей несущих и ненесущих стен должна быть слитной (с межзерновой пористостью не более 3%), что обеспечивает защиту арматуры панелей от атмосферной коррозии, а панель от сквозных протечек под воздействием длительных дождей с ветром. Водонепроницаемость стены обеспечивает также фасадный защитно-отделочный слой. В легкобетонных панелях он имеет толщину 20—25 мм и выполняется из паропроницаемых декоративных бетонов или растворов или из обычных растворов (с последующей окраской), усадочные деформации и модуль упругости которых близки по величине аналогичным характеристикам основного бетонного слоя панели. Для фасадного слоя применяют также отделку керамическими и стеклянными плитками, тонкими плитами пиленого естественного камня, дробленными каменными материалами. Облицовка стеклянными, каменными или керамическими плитками может быть применена для большинства видов легких бетонов. С внутренней стороны на панели наносится отделочный слой раствора толщиной не более 15 мм.

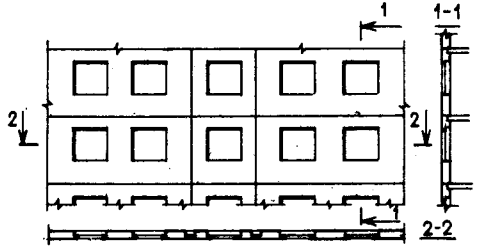
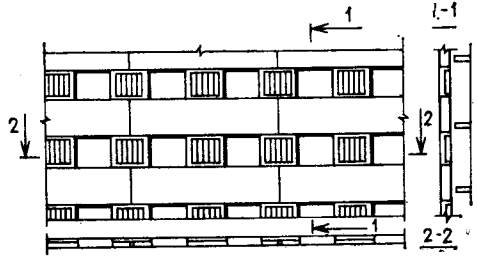
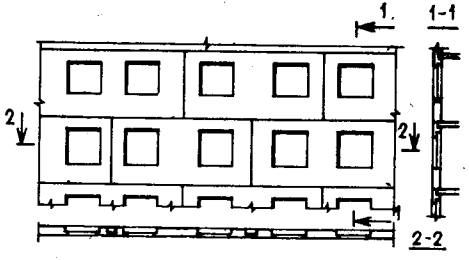
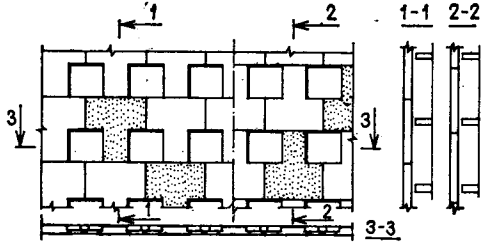
Необходимая плотность и водонепроницаемость защитно-отделочных бетонных слоев достигаются при формовании панелей фасадной поверхностью к поддону формы «лицом вниз». Этот же способ формования гарантирует максимальную прочность сцепления бетона панели с плиточной облицовкой.

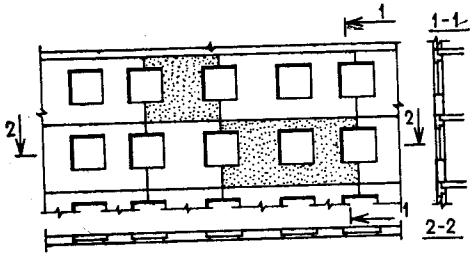
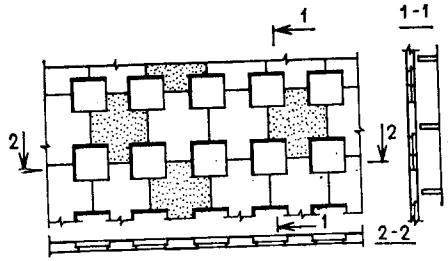
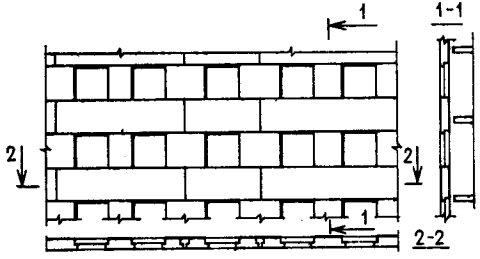
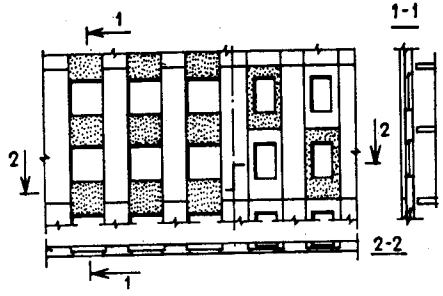
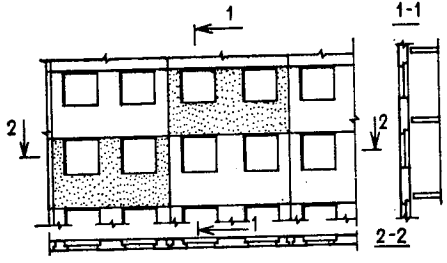
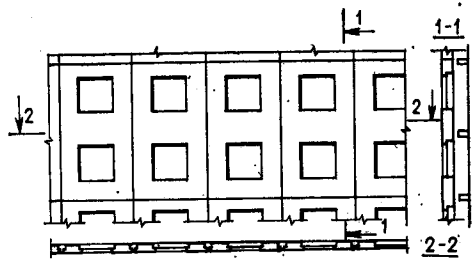
Водозащитные мероприятия при проектировании наружных стен не завершаются выбором фактур и способа формования панелей стены. Они распространяются на зоны сопряжения панелей в стыках друг с другом и с оконными проемами. С этой целью защитно-отделочный слой бетона или раствора заводят с фасадной поверхности на торцы панелей (на всю глубину зоны герметизации стыков) и на оконные откосы. Если такой прием технологически невыполним, торцы защищают гидрофобной окраской и гидроизоляционной мастикой.

При отделке фасадной поверхности плитками или дробленными каменными материалами торцы панелей в зоне герметизации и оконные откосы защищают плотным цементным раствором.

Однослойные несущие и самонесущие стены проектируют как внецентренно-сжатые бетонные конструкции без расчетного армирования (за исключением перемычек и узких простенков). Тем не менее однослойные панели даже ненесущих стен содержат конструктивное армирование, предотв-

ТАБЛИЦА 12.4. СХЕМА РАЗРЕЗОК НАРУЖНЫХ СТЕН И ОБЛАСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

№	Наименование и схема разрезки	Область применения	№	Наименование и схема разрезки	Область применения
1	Однорядная 	Несущие, самонесущие и ненесущие стены	6	Горизонтальная (ленточная) 	Ненесущие стены
2	Однорядная с перевязкой вертикальных швов 	Ненесущие стены. Допускается к применению для несущих и самонесущих стен зданий средней этажности в умеренном климате	7	Т-образная (прямая и опрокинутая) 	Ненесущие стены многоэтажных зданий несущие и самонесущие малоэтажных

3	Однорядная с вертикальными швами в перемычках 	Ненесущие и самонесущие стены	8	Крестообразная 	То же
4	Двухрядная 	Ненесущие стены многоэтажных зданий, несущие и самонесущие малоэтажных	9	Вертикальная 	»
5	Ш-образная 	Самонесущие стены зданий средней этажности (клееные панели из ячеистобетонных «досок»)	10	Двухэтажная 	Ненесущие стены

ращающее их хрупкое разрушение и развитие трещин при транспортировании и монтаже.

Однослойные панели из ячеистых бетонов автоклавного твердения благодаря низкой стоимости (на 10—15% дешевле стен из легких бетонов) и доступности исходного сырья (цемент и песок) широко используют для наружных стен. В связи с меньшей, чем у легких бетонов, прочностью и долговечностью такие панели применяют преимущественно для ненесущих стен. Значительные температурно-влажностные деформации (0,4 мм/м и более), присущие ячеистым бетонам, влияют на выбор конструктивного решения, размеров и разрезку стен.

При изготовлении панелей из ячеистых бетонов однорядная разрезка стен применяется редко, так как для термообработки элементов такой стены требуется несерийное оборудование (крупногабаритные автоклавы). Обычно стены из ячеистых бетонов проектируют с двухрядной разрезкой на поясные и простеночные панели. Получают применение клееные крупные панели однорядной, Т- или Ш-образной разрезки. Их комплектуют на заводах из более мелких прямоугольных фрагментов (досок) путем укрупнительной сборки на полимерных клеях. Фасадный защитно-отделочный слой таких панелей выполняют из синтетических полихлорвиниловых или поливинилацетатных красок, цветных поризованных растворов с объемной массой менее 1400 кг/м^3, каменных дробленых материалов, мелких керамических или стеклянных плиток.

Технология формования изделий из ячеистого бетона (особенно при резательной технологии) исключает возможность защиты торцов панелей от увлажнения нанесением защитно-отделочного растворного слоя. Защита этих поверхностей после формования и комплектации панели осуществляется на заводе путем гидрофобной окраски и покрытия гидроизолирующими мастиками.

Конструктивную арматуру и стальные связи в панелях из ячеистых бетонов защищают от коррозии путем предварительного гальванического цинкования либо применения антикоррозионных паст. Однослойные панельные стены из легких и ячеистых бетонов применимы в различных климатических условиях. Однако в районах с влажным климатом водонепроницаемость однослойных стен может быть гарантирована лишь при применении специальных водозащитных экранов-щитов из листовых материалов или тонких бетонных плит, закрепленных перед фасадом на относе.

Двухслойные бетонные панели содержат несущий и утепляющий слои: несущий слой — из тяжелого или конструктивного легкого бетона, утепляющий — из конструктивно-теплоизоляционного легкого бетона плотной или пористой структуры. Несущий, более плотный слой располагается с внутренней стороны. Обратное расположение слоев нецелесообразно в статическом и теплотехническом отношении. Для защитно-отделочного слоя двухслойных панелей применяют те же материалы, что и для однослойных легкобетонных панелей. Формование двухслойных панелей «лицом вниз» обеспечивает наибольшую прочность сцепления защитно-отделочного, утепляющего и несущего слоев. Прочное сцепление основных слоев панели гарантирует их совместную работу под нагрузкой и позволяет предусматривать передачу вертикальной нагрузки на оба слоя панелей.

В теплотехническом отношении двухслойные панели имеют некоторые преимущества перед однослойными. Наличие внутреннего плотного слоя малой паропроницаемости ограничивает количество конденсата в толще панели, а паропроницаемость наружного слоя обеспечивает интенсивное удаление конденсата и избыточной изготовительной влаги. Установлено, что при проектировании одно- и двухслойных панелей из керамзитового гравия одинаковой объемной массы требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен достигается при меньшей толщине двухслойной панели.

Толщина двухслойной панели определяется по максимальному из значений, полученных в результате статического и теплотехнического расчетов, при этом толщина внутреннего несущего слоя назначается не менее 100 мм.

Двухслойные панели проектируются как бетонные внецентренно-сжатые конструкции без расчетного армирования (за исключением перемычек и узких простенков). Закладные детали для связей между панелями и анкерующие их в панели арматурные элементы располагаются во внутреннем несущем слое. В случаях когда оба слоя панели формуются из плотных бетонов слитной структуры с межзерновой пористостью до 3%, конструктивная арматура устанавливается без защитных покрытий. При утепляющем слое крупнопористой структуры арматурная сетка и поперечные стержни, соединяющие ее с арматурой несущего слоя, имеют антикоррозионное покрытие. Панели с утепляющим слоем крупнопористой структуры применяют в районах с сухим климатом, а слитной структуры — в районах с сухим и умеренным климатом.

Трехслойные бетонные панели (рис. 12.15) имеют наружный и внутренний конструктивные слои из тяжелого или легкого бетона и заключенный между ними утепляющий слой. Минимальная марка тяжелого бетона — М 150, легкого — М 100. Для утепляющего слоя применяют наиболее эффективные материалы с объемной массой не более 400 кг/м^3, поставляемые в виде блоков, плит или матов из стеклянной или минеральной ваты на синтетической связке, пеностекла, фибролита, полистирольного или фенольного пенопласта. В экспериментальном порядке для утепления панелей используют заливочные пенопласты, полимеризирующиеся во внутренней плоскости панели. Отрицательный влажностный баланс стен в процессе эксплуатации обеспечивается при соотношении толщин внутреннего бетонного слоя и наружного не менее 1,2:1, либо при введении специального слоя пароизоляции (фольги, рубероида и т. п.) между внутренним бетонным и утепляющим слоями. Трехслойные панели могут иметь сплошное сечение или включать в себя воздушные прослойки. Последнее решение целесообразно для строительства в южных районах как мера борьбы с перегревом помещений в летнее время за счет вентиляции воздушной

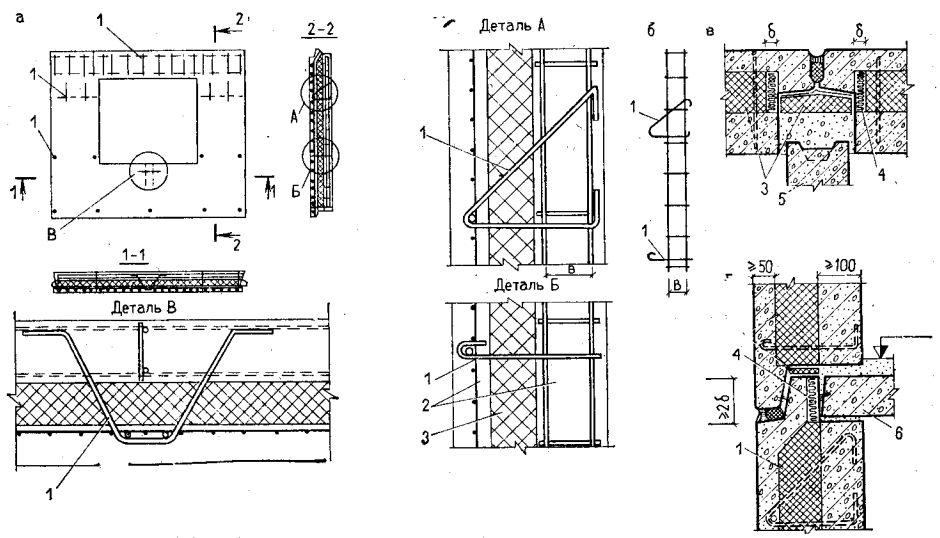


Рис. 12.25. Трехслойная бетонная панель

а — фасад панели; *б* — арматурный каркас внутреннего бетонного слоя; *в* — вертикальный стык панелей; *г* — горизонтальный стык; *1* — элемент гибкой связи; *2* — бетонные слои панели; *3* — сгораемый утеплитель; *4* — несгораемый утеплитель; *5* — панель внутренней стены; *6* — панель перекрытия

прослойки. Воздушная прослойка находится между наружным бетонным слоем и утеплителем, а последний защищают от инфильтрации воздухонепроницаемой оболочкой.

Изготовление трехслойных панелей обычно представляет собой единый технологический процесс, состоящий в послойной укладке в форму арматуры и материалов слоев. Возможно изготовление панелей и путем комплектации утеплителя и столярных блоков с заранее изготовленными сборными бетонными плитами внешних слоев. В обоих случаях бетонные слои объединяют связями, обеспечивающими монтажное единство панели и отвечающими требованиям прочности, долговечности и теплоизоляции. Наиболее совершенна конструкция гибких связей. Она состоит из отдельных металлических стержней, которые обеспечивают монтажное единство бетонных слоев при независимости их статической работы. Гибкие связи не препятствуют температурным деформациям наружного бетонного слоя и полностью исключают возникновение температурных усилий во внутреннем. Элементы гибких связей выполняют из стойких к атмосферной коррозии низколегированных сталей. Допускается выполнять гибкие связи из стали класса А-I с антикоррозионным покрытием. В трехслойных панелях с гибкими связями наружный бетонный слой имеет только ограждающие функции. Нагрузка от его массы и массы утеплителя передается через гибкие связи на внутренний бетонный слой. Долговечности и трещиностойкости наружного слоя способствуют его толщина (минимум 50 мм) и армирование всей плоскости сварной сеткой. Вдоль стыковых граней панели и по контуру проемов наружный бетонный слой утолщают для устройства водозащитной профилировки стыков и граней проемов. Толщину внутреннего бетонного слоя трехслойных панелей с гибкими связями в несущих и самонесущих стенах назначают не менее 100 мм, а в ненесущих стенах — 65 мм. Все элементы, предназначенные для связи панели с остальными конструкциями здания, располагают в ее внутреннем слое.

Наряду с гибкими в трехслойных бетонных панелях применяются и жесткие связи между слоями в виде армированных бетонных ребер, отформованных из тяжелого или легкого бетона. Жесткие связи обеспечивают совместную статическую работу бетонных слоев, защиту соединительной арматуры от коррозии, простоту выполнения, допускают применение утеплителей любого типа. Недостаток конструкции — наличие сквозных теплопроводных включений в местах расположения ребер, что может привести к выпадению конденсата на внутренней поверхности стены. Для устранения опасности конденсата повышают теплоемкость внутреннего бетонного слоя, утолщая его до 80—120 мм (по результатам расчета температурных полей), а толщину соединительных ребер назначают не более 40 мм. Прочность и теплозащитная способность стен из трехслойных панелей могут меняться в широком диапазоне, что позволяет применять их для зданий любой этажности и в любых климатических условиях.

Панели из небетонных материалов [1] проектируют с наружной облицовкой листами анодированного алюминия, эмалированной стали, металлопластов [2], закаленного стекла (стемалита), асбестоцемента и преимущественно применяют для ненесущих стен общественных зданий. В жилищном строительстве применяют легкие стены с облицовкой асбестоцементными листами.

Легкие стены выполняются в виде фахверковых конструкций полистовой сборки либо панельных. В жилищном строительстве применяется панельный вариант преимущественно с однорядной разрезкой на панели.

[1] Для описания таких конструкций применяются также термины: легкие стены, стены-экраны, стены-куртины и др.

[2] Металлопласты — металлические листы, на которые для защиты от коррозии в заводских условиях наносят полимерные составы и затем прогревают для увеличения сцепления защитного покрытия с металлом.

Комплектация облицовочных и утепляющего слоев в панель выполняется путем склейки слоев друг с другом безусадочными клеями (панели типа сэндвич) либо путем крепления их к внутреннему каркасу панели (каркасные панели). Комплектация на склейке требует применения жестких и относительно прочных утеплителей, обеспечивающих монтажное и статическое единство панелей. Это ограничивает возможности применения в клеевых панелях наиболее эффективных утеплителей. Поэтому шире применяются каркасные панели, универсальные в отношении возможности использования различных утепляющих материалов. Для каркаса панелей применяют различные материалы. Однако большинство из них — сталь, алюминий, асбестоцемент, легкобетонные бруски — теплопроводны и ухудшают эксплуатационные качества стен в умеренном и холодном климате. В этих условиях благоприятные эксплуатационные качества стен обеспечивает применение деревянного антисептированного каркаса. Конструкции легких панелей с деревянным каркасом могут быть применены в зданиях любой этажности при условии защиты каркаса от непосредственного воздействия огня примыкающими несгораемыми конструкциями (торцовыми участками панелей внутренних стен и перекрытий, колоннами и ригелями каркаса) и при утеплении панелей несгораемыми или трудносгораемыми утеплителями (рис. 12.26). В зданиях высотой до 9 этажей панели на деревянном каркасе могут быть применены без этих ограничений.

Крепление облицовки к каркасу проектируется податливым (на винтах, шурупах, алюминиевых раскладках и других механических соединениях) для погашения температурных деформаций облицовочных листов и деформаций коробления или усушки. С этой же целью наружную стальную и алюминиевую облицовку выполняют преимущественно из профилированных листов. При необходимости использования плоских листов их крепят на относе 15—20 мм с устройством вентилируемой воздушной прослойки непосредственно за облицовкой. Это позволяет создать одинаковые температурно-влажностные условия по обе стороны листов, уменьшив опасность их коробления. Асбестоцементную облицовку выполняют из плоских листов.

Внутренняя облицовка легких панелей выполняется из асбестоцементных, гипсоопилочных, гипсоволокнистых или древесноволокнистых плит. Отрицательный влажностный баланс стен в процессе эксплуатации достигается при сопротивлении паропроницанию внутреннего облицовочного слоя в 1,2 раза большем, чем у наружного. Это может быть обеспечено материалом внутреннего слоя, либо рулонной пароизоляцией, размещаемой непосредственно за внутренней облицовкой.

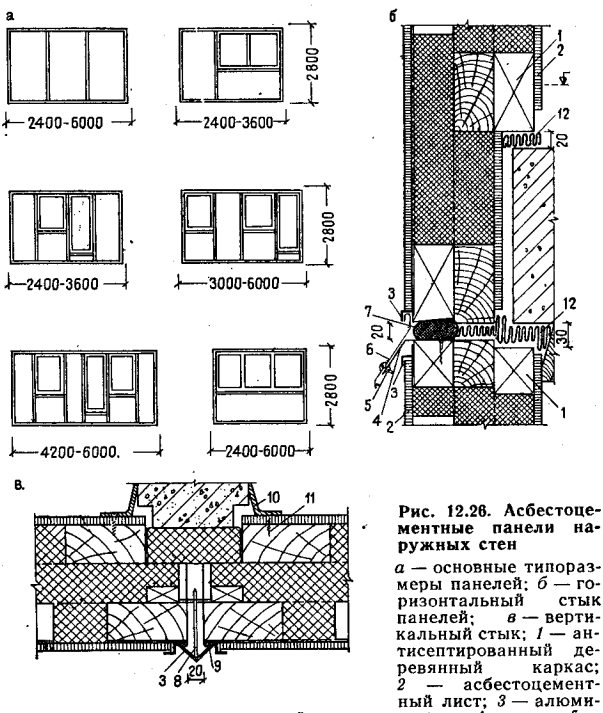


Рис. 12.26. Асбестоцементные панели наружных стен

а — основные типоразмеры панелей; *б* — горизонтальный стык панелей; *в* — вертикальный стык; *1* — антисептированный деревянный каркас; *2* — асбестоцементный лист; *3* — алюминиевая раскладка; *4* — кронштейн для крепления фартука; *5* — крепежный болт; *6* — металлический фартук; *7* — упругая прокладка; *8* — болт; *9* — алюминиевый нащельник; *10* — раскладка из пластика; *11* — шуруп; *12* — конопатка

Коррозиестойкость стальных элементов легких панелей (каркаса, винтов, шурупов и др.) обеспечивается металлизацией цинком или защитными полимерными покрытиями. Во избежание электрохимической коррозии элементов, выполненных из различных металлов (например, алюминиевая облицовка и стальной каркас), их разделяют электроизоляционными прокладками.

Узлы навески легких панелей, выполняемые на стальных связях, изолируют от непосредственного огневого воздействия примыкающими внутренними несгораемыми конструкциями или бетоном замоноличивания.

Малая теплоемкость и связанные с ней теплотехнические недостатки легких стен частично компенсируются при назначении их сопротивления теплопередаче равным не $R_o^{тр}$, а $R_o^{эк}$.

В одном здании могут сочетаться различные конструкции наружных стен. Так, в домах с поперечными внутренними стенами для ненесущих стен продольных фасадов может быть применена любая разрезка и конструкция панелей, а для стен торцовых фасадов — только несущая конструкция из двух- или трехслойных бетонных панелей однорядной разрезки.

Выбор типа панелей для наружных стен осуществляется с учетом их экономических показателей (табл. 12.5).

Стыки и связи панелей наружных стен так же, как сами стеновые панели, проектируют с учетом требований прочности, долговечности, теплоизоляции, водоизоляции, ограничения воздухопроницаемости.

Жесткость и устойчивость конструкций панельного здания при действии горизонтальных нагрузок и неравномерных деформаций основания обеспечиваются поперечными и продольными стенами, объединенными между собой и с перекрытиями в единую пространственную систему. В объединении всех конструкций здания в единую систему основная роль принадлежит конструкциям связей между панелями, препятствующим развитию деформаций в стыках.

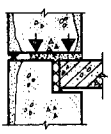
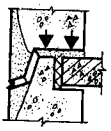
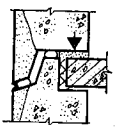
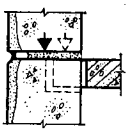
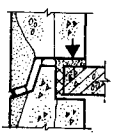
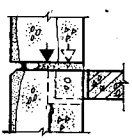
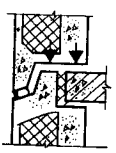
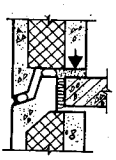
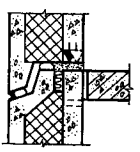
Конструктивное обеспечение прочности и жесткости стыков предусматривается в соответствии с величиной и характером силовых воздействий на каждый тип стыка.

ТАБЛИЦА 12.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПАНЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН НА 1 М² КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ $t_н = -30°$ С

Конструкция панели	Толщина стены, см	Расход стали, кг	Расчетная стоимость, руб.	Приведенные затраты, руб.	Трудоемкость изготовления, чел.-ч
Однослойная из керамзитобетона	35	5,25	19,5	31,96	2,17
Однослойная из автоклавного ячеистого бетона	25	3,3	13,07	23,78	3,29
Трехслойная из тяжелого бетона с утеплением					
из пенополистирола	30	7,21	21,95	29,57	2,47
из минераловатных плит	30	7,21	19,18	27,59	2,65
Трехслойная с обшивками из асбестоцементных листов по деревянному каркасу и утеплением из минераловатных плит с раскладками из алюминиевых сплавов	18	1,51*	16,79	24,87	1,26

* Дополнительный расход алюминиевых сплавов 0,85 кг/м².

ТАБЛИЦА 12.6. ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ СТЫКИ ПАНЕЛЕЙ НЕСУЩИХ НАРУЖНЫХ СТЕН

Конструкция стен	Типы стыков и схема передачи нагрузки				
	плоский с передачей нагрузки по всему сечению	профилированный, с передачей нагрузки через гребень и внутренний слой панели	профилированный, с передачей нагрузки на внутренний слой панели	плоский, с передачей нагрузки от перекрытий в отдельных точках	профилированный с передачей нагрузки от перекрытий в отдельных точках
Однослойная					—
Двухслойная	То же	—			—
Трехслойная	—			—	

Стыки наружных стен подвергаются воздействию вертикальных и ветровых нагрузок, неравномерных деформаций основания и температурно-влажностных деформаций отдельных панелей и стен в целом. Поэтому горизонтальные стыки несущих и самонесущих стен испытывают в своей плоскости усилия сжатия от вертикальных нагрузок и сдвига от горизонтальных, неравномерных деформаций основания и температуры; вертикальные стыки — усилия растяжения, сжатия и сдвига при перераспределении нагрузок от внешних воздействий. Наружные стены (и их стыки) испытывают растяжение при изгибе в своей плоскости (воздействие неравномерных деформаций основания) и растяжение из плоскости, отрывающее наружные стены от внутренних конструкций (воздействие ветра и внецентренного приложения вертикальной нагрузки). Дополнительные изменения величин усилий в стыках как в плоскости, так и из плоскости стен вызываются температурно-влажностными деформациями. Прочность горизонтальных стыков панелей несущих и самонесущих наружных стен обеспечивается при опирании их друг на друга через слои цементного раствора марки не менее М 50 в летнее и М 100 в зимнее время.

Конструкцию горизонтальных стыков решают различно в зависимости от материала стены, ее толщины, необходимости водозащитной профилировки (устройства противодождевого барьера — гребня в стыке), но определяющим признаком является способ передачи вертикальных сжимающих усилий в стыке (см. табл. 12.6).

Плоский горизонтальный стык с опиранием перекрытия по всей длине стыка и передачей вертикальной нагрузки как с панели на панель (во внешней зоне стыка), так и через перекрытие (во внутренней зоне), аналогичный

стыкам крупноблочных стен, применяется для легкобетонных однослойных панелей толщиной более 350 мм, для панелей любой толщины из ячеистых бетонов и для двухслойных панелей.

Профилированный горизонтальный стык с гребнем применяется в однослойных легкобетонных стенах толщиной 350 мм и менее, а также в двух- и трехслойных стенах. При этом вертикальная нагрузка может передаваться через гребень и через перекрытие либо только через перекрытие.

В стенах из трехслойных панелей с гибкими связями передача вертикальной нагрузки в стыке предусматривается только через перекрытие и внутренний бетонный слой. При жестких связях возможна передача нагрузки в горизонтальном стыке через гребень и через перекрытие.

Контактный горизонтальный стык с опиранием перекрытий на панели стены «пальцами» (специальными опорными выступами панелей перекрытия) обладает максимальной несущей способностью и применяется для наиболее нагруженных стен различной конструкции.

В горизонтальных стыках ненесущих бетонных наружных стен бескаркасных зданий предусматривается поэтажная передача нагрузки от веса панелей наружных стен на кромки панелей перекрытия.

Усилия растяжения в стыках стеновых панелей воспринимают специальные стальные связи. Они располагаются в одном или нескольких уровнях по высоте этажа и выполняются из сталей мягких сортов с большой площадкой текучести По принципу соединения все разнообразие конструктивных решений сводится к следующим основным типам связей (рис. 12.27): сварным, болтовым, замковым, самофиксирующимся, замоноличиваемым типа петля — скоба, монолитным железобетонным.

Сварные связи выполняют путем сварки арматурных выпусков из панелей или приварки накладок к ним и к закладным деталям панелей. Эта конструкция связей универсальна: она может применяться при различной этажности зданий, в обычных и сложных грунтовых условиях, в сейсмостойком строительстве.

Сварные связи являются основным конструктивным решением растянутых соединений во внутренних конструкциях зданий. В наружных стенах, где требуется трудоемкая защита сварных связей от атмосферной коррозии, часто применяют другие типы связей. Связи типа петля — скоба образуются установкой стальных скоб в петлевые арматурные выпуски панелей. Прочность и деформативность таких связей находятся в прямой зависимости от прочности бетона замоноличивания, препятствующего разгибанию и выдергиванию концов скоб из петель. Связи петля — скоба менее трудоемки, чем сварные, но уступают последним в прочности. Поэтому их применяют в зданиях с малым шагом поперечных стен высотой не более 12 этажей в обычных условиях строительства. По высоте этажа устраивают 2—3 такие связи.

Болтовые связи аналогичны по металлоемкости сварным, менее трудоемки, но более деформативны при отсутствии натяжения. Применяются в обычных условиях строительства.

Замковая связь самофиксации образуется насадкой при монтаже жесткой консольной закладной детали в виде горизонтального разомкнутого кольца («замок») в одной панели на вертикальный стальной стержень, закрепленный на жесткой консольной закладной детали в другой панели. Замковая связь обладает необходимой монтажной жесткостью, что позволяет устанавливать панели без временных креплений. Являясь одновременно монтажной и рабочей, замковая связь позволяет ускорить монтаж и обеспечить некоторое сокращение расхода стали и труда. Благодаря ее жесткости допускается устраивать связь самофиксации только в одном уровне по высоте этажа. Применяется в обычных условиях строительства.

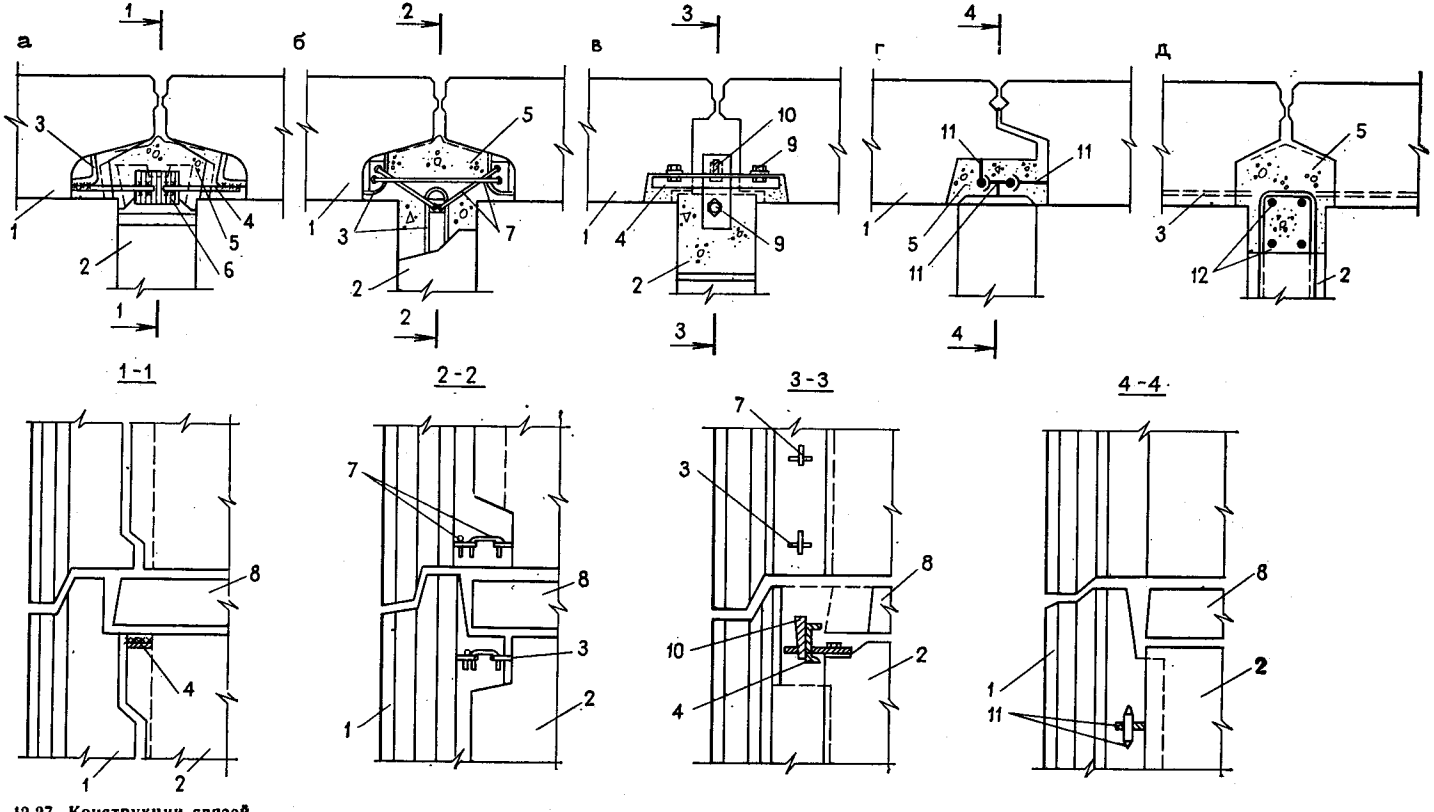


Рис. 12.27. Конструкции связей

а — сварная; *б* — замоноличиваемая типа петля-скоба; *в* — болтовая; *г* — самофиксирующаяся замкового типа; *д* — железобетонная замоноличиваемая; *1* — панель наружной стены; *2* — панель внутренней стены; *3* — петлевой арматурный выпуск; *4* — стыковая накладка; *5* — бетон замоноличивания; *6* — стальная закладная деталь; *7* — стальная скоба; *8* — панель перекрытия; *9* — болтовая связь; *10* — стальной клин; *11* — закладные связи самофиксации; *12* — продольная арматура стыка

Железобетонные монолитные связи представляют собой многошпоночное жесткое соединение, которое превращает сборные конструкции панельного здания в сборно-монолитные. Для этого в железобетонных стыках предусматриваются соединения регулярных горизонтальных арматурных выпусков из панелей (в 4—6 уровнях по высоте этажа), рифление стыковых граней панелей, установка вертикальной арматуры в канал стыка и его замоноличивание бетоном М 200. Среди рассмотренных решений железобетонные стыки отличаются наибольшей прочностью и жесткостью, работают на растяжение и сдвиг, но требуют больших затрат труда на выполнение (особенно в зимнее время) и усложнения формовочного оборудования. Поэтому железобетонные монолитные связи применяют только при необходимости такого решения по требованиям прочности (например, в сейсмостойких домах повышенной этажности).

В обеспечении сопротивления сдвигу стыков панелей наружных стен решающую роль играют их сопряжения с перекрытиями и внутренними стенами. Железобетонные перекрытия панельных зданий являются горизонтальными диафрагмами жесткости. Наружные грани панелей перекрытия вводят в горизонтальный стык панелей наружных стен с устройством швов из цементного раствора и стальных связей между стенами и перекрытиями. С этой же целью предусматривается заведение внешних торцов панелей внутренних стен в полость вертикального стыка наружных и устройство шпоночных швов из бетона или раствора по плоскостям примыкания внутренней стены к наружной. Для этого на стыковых плоскостях панелей наружных и внутренних стен предусматривают шпоночное рифление.

Конструкции стыков должны обеспечивать изоляционные свойства ограждения. Для этого конструкции стыков панелей наружных стен должны обладать теплоизоляционной способностью, исключающей выпадение конденсата в зоне стыка, воздухопроницаемостью в пределах нормативных требований и полностью исключать возможность сквозного протекания. Все вертикальные и горизонтальные стыки наружных стен, их примыкания к балконам, карнизам, парапетам, цоколям и лоджиям утепляют вкладышами из материалов высокой тепловой эффективности (например, пенополистирола) и заполняют образующиеся после установки вкладышей пазухи и колодцы бетоном для снижения воздухопроницаемости стыка. Особое внимание уделяется теплоизоляции выступающих угловых вертикальных стыков наружных стен, отличающихся максимальными теплопотерями. С этой целью применяют утепляющие вкладыши, устройство внутреннего скоса, наружной утепляющей пилястры или подачу дополнительного тепла в стык от замоноличенного или свободно установленного стояка отопления (рис. 12.28).

Конструктивное обеспечение защиты панельных стен от протекания определяется выбором конструкции и материала стен в соответствии с климатическими воздействиями и выбором соответствующей этим условиям системы водозащиты стыков. В зависимости от системы водозащиты различают закрытые, дренированные, открытые и комбинированные стыки (рис. 12.29).

Закрытые стыки проектируют с водо- и воздухоизоляцией за счет герметизации внешней зоны (устья) синтетическими мастиками по уплотняющим шнуровым прокладкам (гернит, пороизол), установленным на клеящих мастиках. Наличие упругих прокладок обеспечивает герметикам возможность свободных деформаций. Благодаря хорошей адгезии к бетону и большой растяжимости (удлинение без разрыва на 100% и более) герметизирующие мастики (герметики) компенсируют температурно-влажностные деформации панелей без раскрытия стыков. В качестве герметиков используют пленочные (полисульфитные, силиконовые) или объемные (полиизобутиленовые и др.) мастики, сохраняющие свои основные свойства при температурах до — 40° С. Долговечность герметизирующих материалов не пре-

вышает 20—30 лет, т. е. существенно ниже долговечности конструкций здания. Поэтому при конструировании стыков предусматривается возможность смены герметиков и защиты их от прямого воздействия солнечных лучей — одной из основных причин старения герметиков. С этой целью герметик размещают в глубине устья, покрывают полимерцементными составами или светоотражающей краской.

Закрытые стыки применяют в стенах любой конструкции, в том числе в стенах с экранами и в стенах из небетонных материалов.

Дренированные стыки аналогичны закрытым, но дополнены конструктивными устройствами, позволяющими поэтажно отводить наружу воду, случайно проникшую в стык. Водоотводящими устройствами служат декомпрессионная полость в вертикальном стыке (местное уширение зазора стыка в виде вертикального цилиндрического канала), небольшие отверстия и водоотводящие фартуки (из алюминиевых сплавов, фольгоизола, кислото- и морозостойкой резины) в местах пересечения вертикальных и горизонтальных стыков. В горизонтальных стыках дополнительной водоотводящей мерой служит их специальная профилировка с противодождевым барьером (гребнем).

Открытые стыки имеют открытое устье, куда допускается попадание воды при исключении ее проникания в глубину стыка за счет специальных конструктивных устройств. В горизонтальных стыках основной конструктивной мерой водоотвода является устройство противодождевых гребней высотой до 120 мм и фартуков; в вертикальных стыках — водоотбойных экранов из алюминиевой, неопреновой или резиновой ленты. За экраном располагают декомпрессионную полость. Открытые стыки применяют для трехслойных стен с гибкими связями в любых климатических условиях, для трехслойных стен с жест-

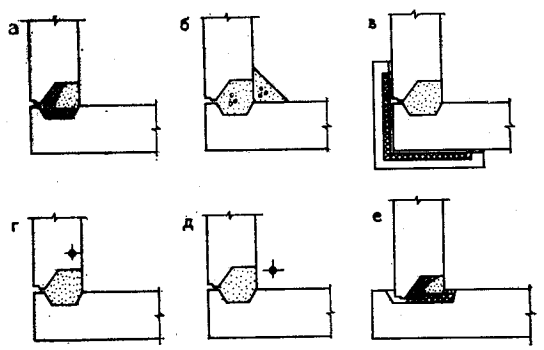


Рис. 12.28. Утепление угловых стыков

а — вкладышем из эффективного утеплителя; *б* — легкобетонным скосом; *в* — наружной пилястрой; *г, д* — подогревом отопительным стояком (открытым или закрытым); *е* — нахлесткой и утепляющим вкладышем

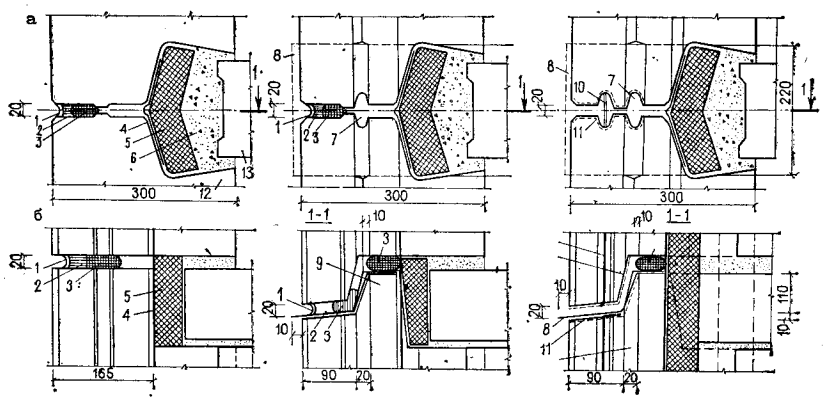


Рис. 12.29. Стыки панелей наружных стен

слева направо: закрытый; дренированный; открытый; *а* — вертикальный; *б* — горизонтальный; *1* — светоотражающая покраска; *2* — герметик; *3* — упругая прокладка; *4* — обклейка гидроизоляционным материалом; *5* — утепляющий вкладыш; *6* — бетон замоноличивания; *7* — полость декомпрессии; *8* — водоотводящий фартук; *9* — противодождевой барьер; *10* — водоотбойная преграда; *11* — гидроизоляционная обмазка

кими связями при расчетных зимних температурах наружного воздуха $t_н^5$ до — 27° С, для однослойных стен из легкого бетона объемной массы 950 кг/м³ $t_н^5$ до — 22° С и из легкого бетона объемной массы 1200 кг/м³ $t_н^5$ до — 17° С.

Комбинированные стыки объединяют элементы защиты, применяемые в закрытых и открытых стыках. С внутренней стороны вертикальных стыков всех типов предусматривают расширенную полость (для утепления и замоноличивания) и обклейку стыка воздухо- и водоизоляционной лентой из биостойкого рубероида, наирита или морозостойкой резины.

Дополнительными конструктивными мерами защиты стыков являются нащельники и накладки, нахлестки панелей, специальная профилировка фасадной поверхности панелей.

3. Светопрозрачные наружные ограждения гражданских зданий

Применяются три типа светопрозрачных ограждений — окна, витражи (стеклянные стены) и витрины (светопрозрачные ограждения из большеразмерного стекла, предназначенные для осмотра экспозиции).

Конструкции светопрозрачных ограждений подвергаются тем же силовым и несиловым воздействиям, что и наружные стены, но в связи с их функциональным назначением должны удовлетворять еще более разнородным требованиям. Основные из них — необходимая освещенность помещения, возможность визуального контакта с внешней средой, возможность четкого восприятия интерьера или экспозиции снаружи (для витрин и витражей) либо исключение этой возможности при четком восприятии внешней среды изнутри (для жилых помещений), прозрачность в любое время года, исключение возможности снижения прозрачности ограждения вследствие поверхностного конденсата или обледенения, необходимая теплозащитная способность, защита помещения от перегрева в летнее время, прочность и жесткость при ветровых воздействиях. Кроме того, конструкции сопряжений элементов светопрозрачного ограждения друг с другом и с стеной должны быть влаго- и воздухонепроницаемы.

Конструкции светопрозрачных ограждений состоят из светопрозрачного материала (чаще всего стекла, реже стеклопрофилита, стеклопластиков или стеклоблоков) и обрамляющих его элементов — деревянных, деревоалюминиевых, стальных, железобетонных.

Поскольку стекло и обрамляющие элементы имеют различные температурные деформации, в местах сопряжения с обрамлением предусматривают зазоры. Они исключают разрушение стекла при обжатии металлическим обрамлением или набухающей древесиной. Зазоры заполняют упругими материалами, морозо- и озоностойкой резиной, замазкой и т. п., компенсирующими разницу температурных деформаций и защищающими от инфильтрации.

Окно является наиболее распространенным типом светопрозрачного ограждения. Размеры окон назначают в соответствии с требованиями естественной освещенности, архитектурной композиции, экономии единовременных и эксплуатационных затрат. Необходимость ограничения площади окон объясняется их высокой стоимостью (они в 1,5 раза дороже глухой части ограждения), увеличением затрат на отопление, так как сопротивление теплопередаче окон существенно меньше сопротивления глухих стен, ухудшением микроклимата примыкающих к большим окнам зон помещений в зимнее время из-за отрицательной радиации остекленных поверхностей. Дополнительным удорожающим фактором в южных районах является солнцезащита проемов.

Определенные с учетом перечисленных требований площади проемов увязывают с размерами конструкций заполнения проемов по государственным стандартам (рис. 12.30). Стандартные величины проемов кратны основному модулю 3 М и дополнительному 1,5 М и весьма разнообразны по размерам и пропорциям. Стандартная конструкция заполнения оконного проема выполняется из дерева и силикатного стекла толщиной 4—5 мм. Она состоит из стационарной контурной обвязки — коробки, подвижно закрепленных на ней остекленных створных элементов — переплетов и подоконной доски. При площади проема более 2 м² жесткость коробки увеличивают промежуточными вертикальными или горизонтальными брусками — импостами. Коробки с навешенными на них остекленными переплетами называют столярными блоками.

Деревообрабатывающие предприятия поставляют конструкции заполнения оконных проемов в виде столярных (оконных или дверных) блоков непосредственно на стройку или на домостроительный завод (для комплектации панелей наружных стен).

Коробка устанавливается в проем и крепится гвоздями к деревянным пробкам в бетонных стенах. Защиту сопряжения коробки со стеной от инфильтрации в каменных и бетонных стенах обеспечивают верхняя и боковая четверти в проемах, уплотнение зазоров между коробкой и стеной конопаткой, специальные внутренние наличники или штукатурка откосов (рис. 12.31). Защита коробки от увлажнения и гниения обеспечивается выполнением ее из сухой антисептированной древесины и наружной оберткой по контуру полосой рубероида.

Отвод воды от поверхности светопрозрачного ограждения и исключение сквозных протеканий обеспечивают следующие меры: изоляция герметизирующими мастиками сопряжения коробки со стеной, заглубленное размещение окна по отношению к плоскости стены (глубина четвертей 70 мм и более), уклон верхнего откоса наружу, специальные водоотводящие выступы на нижних обвязках переплетов — «отливы» и подоконный металлический слив. Оконная коробка выполняется цельной — из одного бруска или составной из двух брусков. Цельная коробка применяется при использовании двойного остекления, расположенного в двух спаренных переплетах, составная — при раздельных переплетах. Подвижное крепление переплетов к коробкам может предусматривать различные варианты открывания: наружу или внутрь, вращением вокруг горизонтальной или вертикальной грани либо вертикальной или горизонтальной оси створки, реже применяют откатные или подъемные переплеты. Наиболее распространено открывание внутрь, обеспечивающее простоту и безопасность смены и очистки стекол. Однако для удобства открывания при этом требуется предусматривать различные (на 50—70 мм) размеры наружного и внутреннего переплетов, так называемый рассвет.

Для проветривания помещений оконные блоки содержат форточки или фрамуги (верхняя часть переплета, поворачивающая вокруг горизонтальной грани). Для помещений, нуждающихся в периодическом проветривании (большинство жилых зданий), применяют столярные блоки с форточками; для помещений, в которых необходимо постоянное проветривание в присутствии людей (классы, аудитории, больницы и т. п.), — блоки с фрамугами.

Для открывания и фиксации створок используют металлические приборы — петли, навески, ветровые стопоры, ручки, совмещенные со щеколдой, кнопкой или натяжным устройством. Створность переплетов не должна приводить к увеличению теплопотерь вследствие инфильтрации наружного воздуха. Для этого все притворы переплетов уплотняют упругими шнуровыми прокладками из полиуретана, пористой резины или шерсти, а стык переплетов с элементами коробки перекрывают специальной четвертью («на-

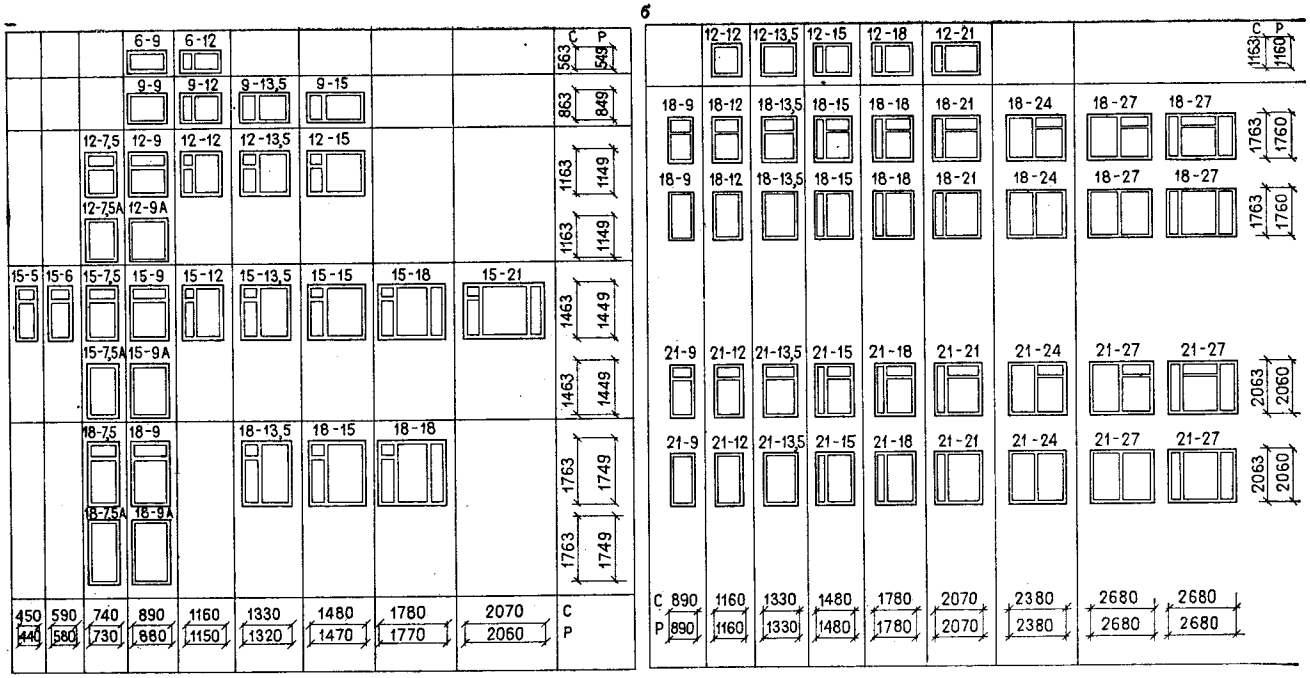


Рис. 12.30. Номенклатура стандартных окон

а — для жилых; *б* — для общественных зданий; габариты с индексом С — для оконных блоков со спаренными переплетами, с индексом Р — для раздельных переплетов

ТАБЛИЦА 12.7. СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ КОНСТРУКЦИЙ ЗАПОЛНЕНИЯ СВЕТОВЫХ ПРОЕМОВ

Конструкция заполнения	Расстояние между стеклами, мм	R_0, м²·ч·°С/ккал
Одинарный переплет с одинарным остеклением	—	0,2
Одинарный переплет со стеклопакетом (двойное остекление)	10	0,35
Двойные переплеты спаренные (двойное остекление)	56	0,4
Двойные переплеты раздельные (двойное остекление)	93	0,44
Двойные переплеты раздельные (тройное остекление)	93 и 56	0,6
Двухслойный стеклопакет	12—18	0,37
Трехслойный стеклопакет	9—12	0,54

плавом») обвязки переплетов. Стекла в деревянных переплетах фиксируют съемными деревянными штапиками.

Сопротивление теплопередаче окон и балконных дверей выбирают в зависимости от климатических условий строительства и назначения здания, но не менее величин, регламентированных главой СНиП «Строительная теплотехника».

Сопротивление заполнения оконных проемов теплопередаче зависит от числа рядов остекления, расстояния между ними, герметичности воздушного прослойка и конструкции оконного блока. При одинаковом материале уплотняющих прокладок сопротивление теплопередаче оконных блоков различной конструкции соответствует величинам, приведенным в табл. 12.7.

В связи с тем что опасность выпадения конденсата на остеклении минимальна при температуре его внутренней поверхности 5° С и более, заполнение оконных проемов для зданий с нормальной влажностью внутреннего воздуха и его температурой + 18° С и более назначают:

в районах с температурой наиболее холодной пятидневки $t_н$ до —26° С с двойным остеклением в спаренных переплетах;

в районах с $t_н$ от — 26 до — 31° С с двойным остеклением в раздельных переплетах;

в районах с $t_н$ ниже — 31° С с тройным остеклением (рис. 12.32).

Сопротивление столярного блока атмосферным воздействиям может быть увеличено, а его вес и габарит сечения уменьшены при наружной облицовке коробки и выполнении наружного переплета из алюминиевых профилей.

К окнам домов, выходящих на магистрали, предъявляются также требования звукоизоляции. Для обеспечения звукоизоляции применяют упругую установку стекол в перепле-

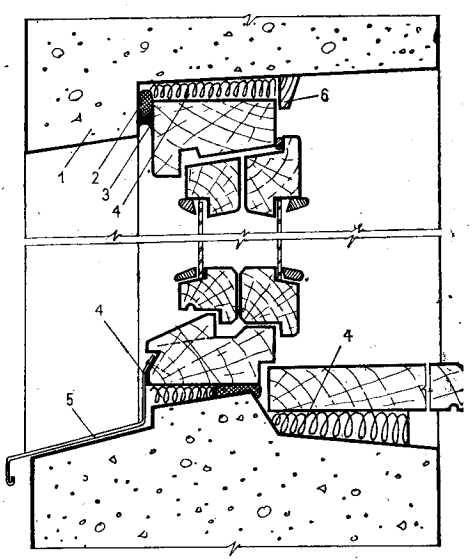


Рис. 12.31. Изоляция сопряжения оконной коробки с бетонной панельной стеной

1 — четверти проема; *2* — упругая прокладка; *3* — герметизирующая мастика; *4* — конопатка; *5* — металлический слив; *6* — деревянная раскладка

тах на резиновые или неопреновые прокладки, уплотнение притворов створок прокладками из полиуретана или губчатой резины и звукопоглощающую облицовку по периметру воздушного прослойка между переплетами. Все эти меры эффективны при закрытых окнах. Чтобы избежать открывания окон на шумную магистраль, прибегают к устройству глухих окон с проветриванием помещений с помощью приточно-вытяжной вентиляции. Под окном устраивают приточное отверстие и устанавливают короб в виде глушителя с небольшим вентилятором (рис. 12.33).

Для заполнения переплетов могут быть использованы двух- или трехслойные стеклопакеты (с двумя или тремя рядами стекла). Прослойки между стеклами в стеклопакетах герметичны, заполнены обезвоженным, обеспыленным воздухом или иным газом. Толщина прослоек 9—18 мм обеспечивается распорными рамками из гнутого алюминиевого профиля или свинцовой полосы, их герметичность — клеящими и герметизирующими синтетическими мастиками, монтажное единство стеклопакета — склейкой с обрамляющей рамкой из металлического или пластмассового профиля. Температурные зазоры между стеклопакетом и переплетом создают опорные боковые и фиксирующие прокладки из морозостойкой резины, зазоры заполняются нетвердеющими мастиками (рис. 12.34). Стеклопакеты применяют также в витринах и зенитных фонарях верхнего света.

На выбор конструкции окон наряду с теплотехническими оказывают влияние экономические требования. В частности, ими определяется применение окон с двойным остеклением в спаренных переплетах для районов с $t_н$ до — 26° С. По сравнению с конструкцией с раздельными переплетами

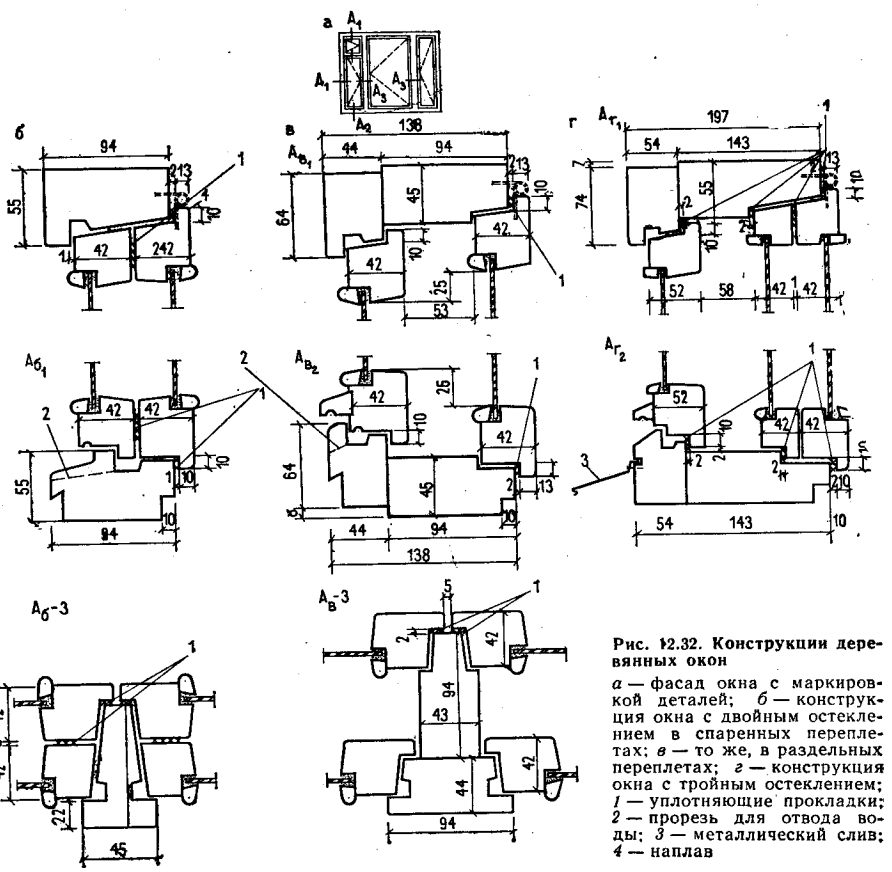


Рис. 12.32. Конструкции деревянных окон

а — фасад окна с маркировкой деталей; *б* — конструкция окна с двойным остеклением в спаренных переплетах; *в* — то же, в раздельных переплетах; *г* — конструкция окна с тройным остеклением; *1* — уплотняющие прокладки; *2* — прорезь для отвода воды; *3* — металлический слив; *4* — наплав

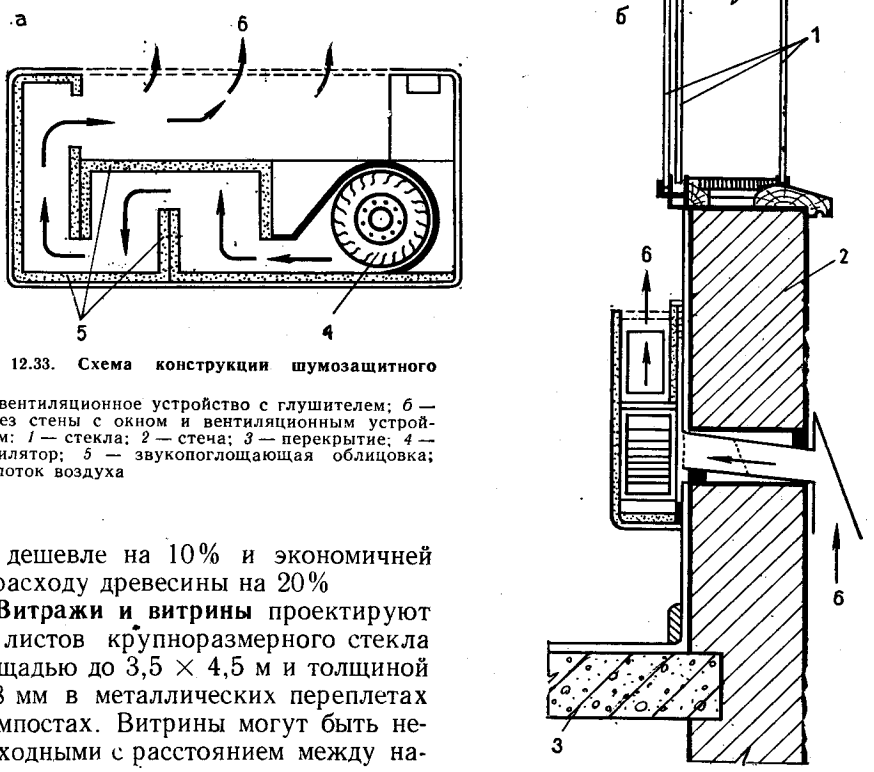


Рис. 12.33. Схема конструкции шумозащитного окна

а — вентиляционное устройство с глушителем; *б* — разрез стены с окном и вентиляционным устройством: *1* — стекла; *2* — стеча; *3* — перекрытие; *4* — вентилятор; *5* — звукопоглощающая облицовка; *6* — поток воздуха

они дешевле на 10% и экономичней по расходу древесины на 20%

Витражи и витрины проектируют из листов крупноразмерного стекла площадью до 3,5 × 4,5 м и толщиной до 8 мм в металлических переплетах и импостах. Витрины могут быть непроходными с расстоянием между наружным и внутренним остеклением до 350 мм и проходными с расстояниями между стеклами 450 мм и более. Проходные витрины удобны в эксплуатации, проще по конструкции и менее металлоемки, так как требуют устройства только одного створного проема во внутреннем остеклении или с торца витрины (из тамбура). В непроходных витринах для очистки внутренней поверхности стекол требуется по всей плоскости внутреннего остекления предусматривать открывающиеся створки. При проектировании витрин и витражей учитывают эксплуатационные требования по защите больших светопрозрачных поверхностей от конденсата и оледенения и снижению их блесткости. С этой целью межстекольное пространство вентилируют более сухим наружным воздухом через небольшие отверстия в верхних и нижних обвязках наружного переплета, защищают от проникания увлажненного внутреннего воздуха и предусматривают обдув внутреннего остекления струей теплого воздуха от отопительной системы. Блесткость витрин может быть устранена при размещении наружного остекления с отклонением от вертикали на 10—15° либо (при вертикальном остеклении) путем использования солнцезащитных устройств.

Конструкция витрин и витражей преимущественно панельная из готовых элементов — листового стекла в металлическом обрамлении с уплотняющими прокладками из морозостойкой резины между стеклом и металлом. Обрамление выполняют из трубчатых элементов прямоугольного сечения (алюминиевых или стальных) либо из уголков (рис. 12.35) Для несущих элементов — импостов витрин и витражей — используют стальные стержни швеллерного, двутаврового или трубчатого сечения. Большие светопрозрачные поверхности витражей и витрин подвергаются воздействию ветра и переменных температур наружного воздуха. Повреждения витрин от этих воздействий исключаются благодаря применению самонесущих или навес-

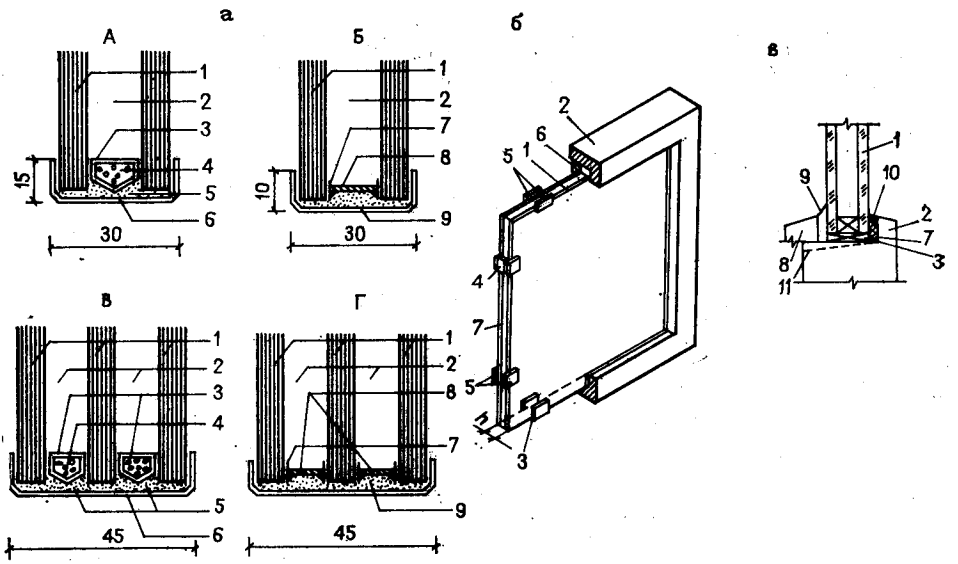


Рис. 12.34. Стеклопакеты в заполнении проемов

а — типы стеклопакетов; *А* — клееный однокамерный; *Б* — паяный однокамерный; *В* — клееный двухкамерный; *Г* — паяный двухкамерный: *1* — стекло оконное или витринное; *2* — воздушная прослойка; *3* — гнутый алюминиевый профиль; *4* — осушитель; *5* — герметик; *6* — гнутая алюминиевая обвязка; *7* — металлизация медью; *8* — свинцовая полоса, *9* — перхлорвиниловая пленка; *б* — установка стеклопакета в переплет; *в* — деталь установки стеклопакета в переплете: *1* — стеклопакет; *2* — переплет; *3* — стальная опорная прокладка; *4* — фиксирующая боковая прокладка; *5* — то же, верхняя; *6* — нетвердеющая мастика; *7* — эластичный профиль из губчатой резины; *8* — штапик; *9* — эластичный резиновый профиль; *10* — герметик; *11* — дренажное отверстие

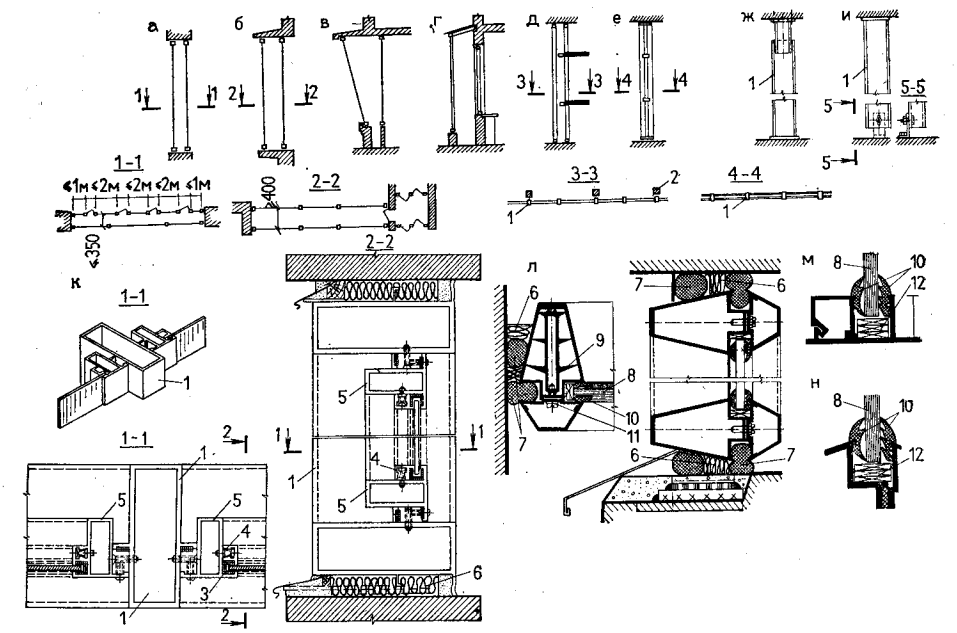


Рис. 12.35. Витрины и витражи

а — непроходная витрина; *б* — проходная витрина; *в* — витрина с наклонным наружным остеклением; *г* — приставная витрина; *д* — схема витража с поэтажным креплением к перекрытию; *е* — с креплением к покрытию и цоколю; *ж* — схема крепления самонесущего импоста; *и* — то же, навесного импоста; *к* — детали конструкции витража из стальных труб; *л* — узлы примыкания к вертикальным и горизонтальным конструкциям витража из алюминиевых профилей; *м* — крепление витринного стекла в резиновом профиле с металлическим штапиком на защелке; *н* — то же, в бесштапиковом профиле; *1* — импост; *2* — колонны каркаса здания; 3 — резиновый профиль; *4* — защелка на пружине; *5* — стальная труба; *6* — конопатка; *7* — упругая прокладка; *8* — стекло; *9* — вкладыш; *10* — унифицированный резиновый профиль; *11* — винт; *12* — прокладка

ных конструкций импостов с гибкими скользящими креплениями одной из опор. При самонесущих импостах гибкие связи размещают поверху, при навесных — понизу.

4. Балконы, лоджии, эркеры

Балконы и лоджии представляют собой открытые помещения, которые связывают внутреннее пространство здания с внешним, обогащают объемно-пространственную композицию сооружения и улучшают его эксплуатационные качества. Балкон — открытая площадка, примыкающая с одной стороны к наружной стене, а по остальным — замкнутая ограждением высотой не менее 1 м. Лоджия — площадка, с трех сторон окруженная стенами и только с одной стороны имеющая ограждение. Ширина балкона редко превышает 1 м, а его протяженность и форма плана выбираются с учетом функциональных, композиционных и конструктивных требований.

Конструкция балкона образуется из горизонтальной железобетонной плиты и поддерживающих ее элементов, вертикального ограждения, гидроизоляции и пола. Марки бетона плиты по прочности и морозостойкости принимаются не менее М 150 и Мрз35.

Плита балкона проектируется как консольная или балочная с различным опиранием в зависимости от конструкции наружных стен дома и его конструктивной системы. Консольная плита передает на конструкции здания вертикальную реакцию и опорный изгибающий момент. В зданиях с бетонными и каменными наружными стенами вертикальная реакция воспринимается стеной, а опорный момент — удерживающим моментом вертикальной пары сил, создаваемой пригрузкой балконной плиты весом наружной стены (высотой в этаж), либо горизонтальной парой сил со стороны связей с перекрытием. Восприятие опорного момента горизонтальной парой сил применяют при облегченных наружных стенах. Для этого балконную плиту выполняют в виде консоли перекрытия. Консоль может представлять собой наружный выпуск панели перекрытия или быть образована с помощью жестких стальных связей между панелью перекрытия и бетонной плитой.

Сопряжение балконной плиты с наружной стеной и перекрытием должно удовлетворять требованиям не только прочности, но и теплоизоляции. Поэтому выполнение балконной плиты в виде консоли перекрытия возможно только в теплом климате или при перекрытии из легкого бетона. В консольном перекрытии из тяжелого бетона по линии пересечения с наружной стеной предусматривают установку утепляющих вкладышей. Непосредственный контакт балконной плиты с панелью перекрытия предусматривают только на участках расположения стальных связей (рис. 12.36). Балконные плиты балочного типа проектируют при необходимости увеличения выноса балкона или при ненесущих наружных стенах.

Вертикальная нагрузка от балочной плиты передается по внутреннему продольному краю на наружную стену, а по наружному — на дополнительные опоры — колонны или подвески (к внутренним наружным стенам, перекрытию или карнизу). Полное исключение передачи вертикальной нагрузки на наружные стены возможно при введении дополнительных поперечных опор балконной плиты. Ими служат консоли колонн (в каркасных домах); консольные балки в плоскости поперечных внутренних стен, жестко соединенные с ними; железобетонные балки-стенки, также жестко соединенные с внутренними стенами и образующие торцовые ограждения балкона; приставные колонны Г-образной формы и др. (рис. 12.37).

Лоджии проектируют шириной 1,2 м и более встроенными или выносными по отношению к плоскости фасада.

В зданиях с поперечными несущими стенами во встроенных лоджиях требуется дополнительное утепление внутренних стен, служащих торцовы-

ми стенками («щеками») лоджий. В крупнопанельных домах для этого используют доборные панели наружных стен или объемные элементы с Г-, П- или Z-образным очертанием в плане. Между плитой перекрытия лоджии и перекрытием здания устраивают утепленный зазор. В зданиях с продольными несущими стенами встроенные лоджии образуются расположением наружных несущих стен по внутреннему обводу лоджии. Выносные лоджии получаются с помощью дополнительных, перпендикулярных фасаду навесных железобетонных стен лоджий, консолей колонн каркаса или консольных балок, защемленных в поперечных внутренних стенах. Стены выносных лоджий проектируют несущими только для зданий малой и средней этажности. Для обеспечения совместной осадки лоджий и здания стены лоджий опирают на участки фундаментов поперечных внутренних стен, вынесенные за плоскость фасада (рис. 12.38).

Полы балконов и лоджий располагают на 50—70 мм ниже пола примыкающих помещений. Поверхность балконных плит покрывают оклеечной гидроизоляцией, поверх которой по стяжке из цементного раствора устраивается пол из керамических плиток или асфальта с уклоном не менее 3% от плоскости фасада. Наружный край плиты снабжается металлическим сливом и слезником (водоотводящей подсечкой) на ее нижней поверхности. Сопряжение плиты балкона или лоджии с фасадной стеной защищают от протеканий заведением на стену края гидроизоляционного ковра с перекрытием его дополнительным слоем гидроизоляции шириной 400 мм и закрывают фартуком из оцинкованной стали. В нижней обвязке дверной коробки и дверного полотна устраивают слезники (рис. 12.39).

Ограждения балконов и лоджий выполняют из металлических решеток с редко расположенными стойками, которые крепят к бетонной плите. В композиционном и функциональном отношении целесообразно ограждение балкона полностью или частично делать глухим. Поэтому к металлической решетке ограждения крепят плиты из армоцемента, тонкие бетонные плиты с гладкой или профилированной фасадной поверхностью (глухие или с отверстиями), плоские и волнистые листы асбестоцемента или стеклопластиков. В домах с наружными стенами из кирпича или керамических камней

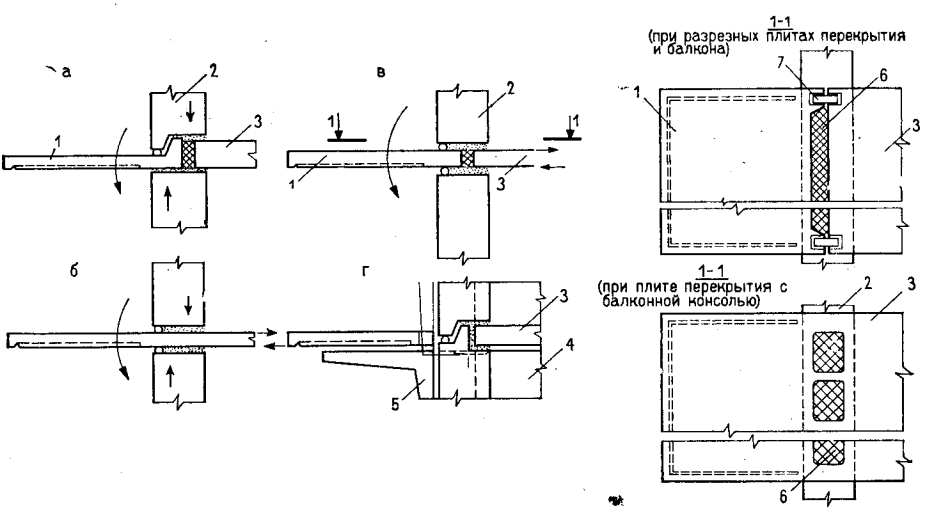


Рис. 12.36. Схемы передачи изгибающего момента и вертикальных усилий от балконной плиты на конструкцию

а — наружной несущей стены; *б* — легкобетонной панели перекрытия (и наружной стены); *в* — перекрытия из тяжелого бетона; *г* — приставной опоры; *1* — балконная плита; *2* — наружная стена; *3* — перекрытие; *4* — внутренняя стена; *5* — Г-образная стойка; *6* — утеплитель; *7* — стальная связь

балконные ограждения иногда выполняют в виде тонкой кирпичной стенки с отверстиями для водостока.

Эркер — вынесенная за плоскость фасадной стены часть комнаты прямоугольной, треугольной, трапециевидной, полукруглой или другой формы (рис. 12.40). Поскольку функциональным назначением эркера является улучшение условий инсоляции помещений и сектора обзора, он имеет на вертикальных гранях окна или сплошное остекление. В зависимости от объемно-планировочного решения здания и его конструктивной схемы стены эркера проектируют несущими или ненесущими. В зданиях с повторяющимися поэтажными планами эркер устраивают на всю высоту здания при этом стены эркера проектируют несущими, опирающимися на собственный фундамент. В зданиях с неповторяющимися поэтажными планами эркеры могут иметь различную протяженность по высоте здания, начинаться со

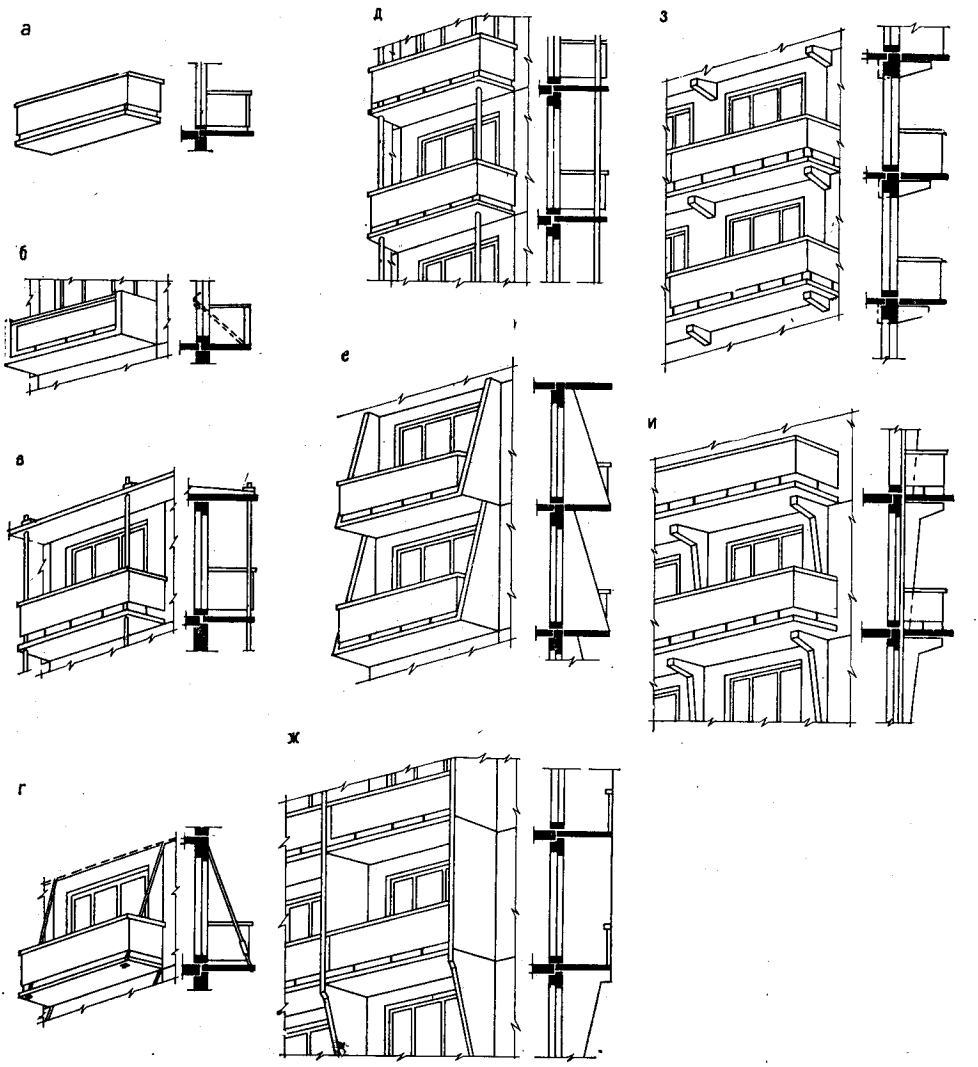


Рис. 12.37. Примеры конструктивных решений балконов

а — с консольной балконной плитой; *б* — с подвеской к внутренней поперечной стене; *в* — с подвеской к карнизной плите; *г* — то же, к панели перекрытия; *д* — с опиранием плиты на стойки; *е* — из навесных объемных элементов; *ж* — с опиранием плиты на стенки; *и* — то же, на консольные балки

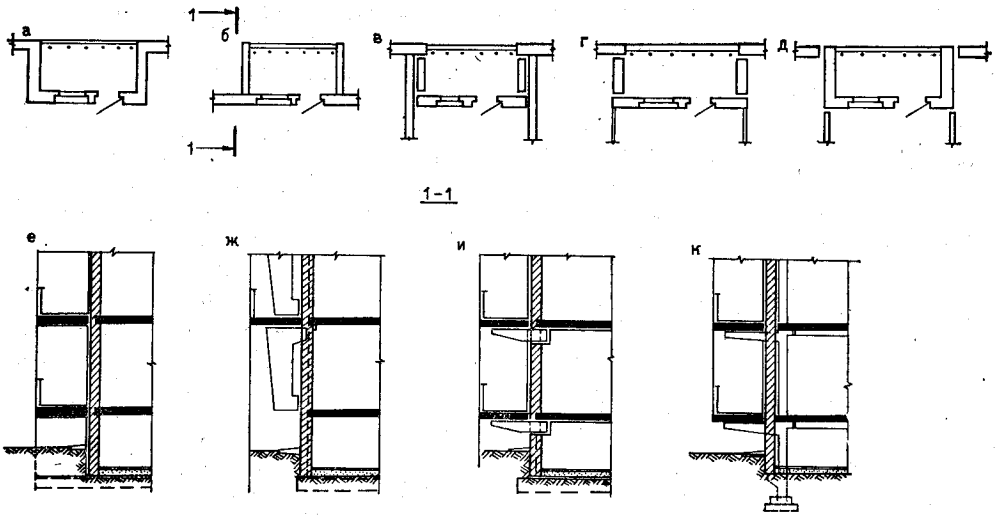


Рис. 12.38. Лоджии

а — встроенная; *б* — выносная; *в* — конструкция встроенной лоджии в панельном здании с поперечными несущими стенами; *г* — то же, с продольными; *д* — с использованием объемного блока; *е* — конструкция выносной лоджии на навесных поперечных стенах; *ж* — то же, на несущих стенах; *и* — на консольных балках; *к* — на консолях колонн

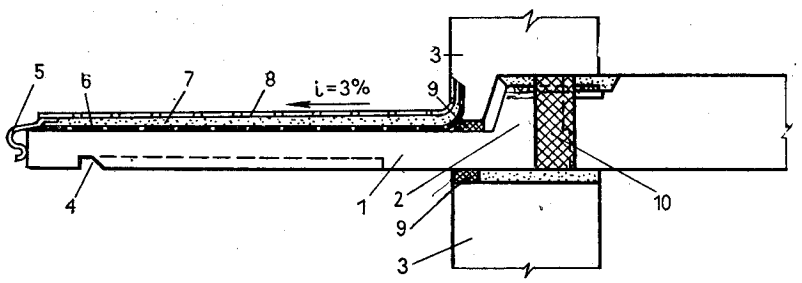


Рис. 12.39. Гидроизоляция плиты (балкона или лоджии) и ее сопряжения с наружной стеной

1 — плита балкона; *2* — ее гребень; *3* — панель наружной стены; *4* — слезник; *5* — металлический слив; *6* — гидроизоляционный слой (рулонный или мастичный); *7* — цементный раствор; *8* — метлахские плитки; *9* — герметик по упругой прокладке; *10* — утепляющий вкладыш

второго или третьего этажа и т. п., представляя собой навесную конструкцию. В домах с массивными наружными стенами такие эркеры могут опираться на консольные плиты или балки, защемленные в наружных стенах. В зданиях с ненесущими наружными стенами конструкции эркера проектируют облегченными и опирают на различного типа консоли из внутренних несущих конструкций — консоли колонн каркаса, перекрытий, балки, защемленные во внутренних стенах.

В панельном домостроении используют для ограждения эркеров панели горизонтальной и однорядной разрезки либо объемные элементы, опертые на собственный фундамент или консоли перекрытий. В навесных эркерах нижнее перекрытие представляет собой наружное ограждение, нуждающееся в эффективном утеплении. Поскольку пол комнаты в эркере и за его пределами должен находиться на одной отметке, утеплитель, находящийся под полом или в толще перекрытия, должен обладать минимальной толщиной при максимальной эффективности. Иногда утепление располагают под плитой

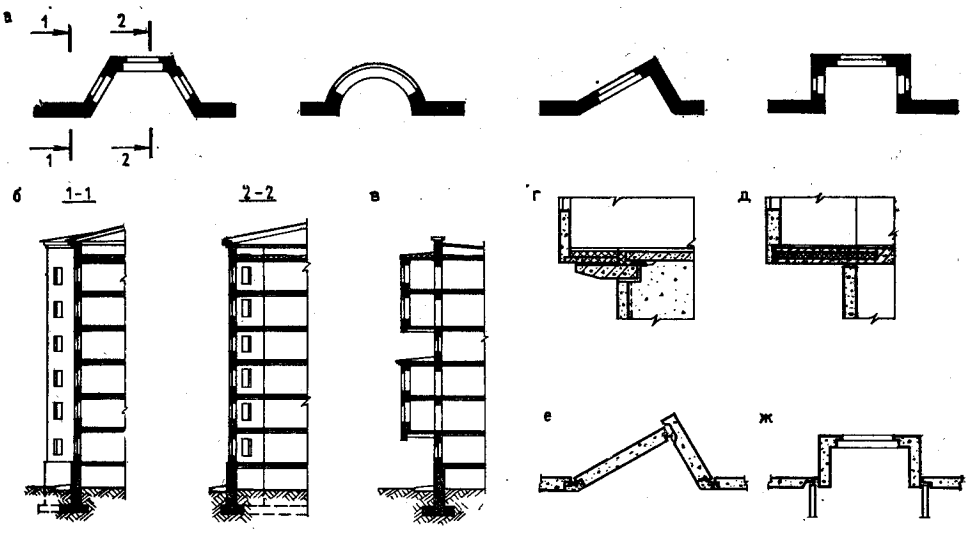


Рис. 12.40. Эркеры

а — формы эркеров; *б* — схема несущего эркера; *в* — навесного; *г* — опирание эркера на железобетонные консольные балки; *д* — на консоль панели перекрытия с утепляющей прослойкой; *е* — эркер из стеновых панелей; *ж* — то же, из объемного элемента

перекрытия эркера в виде утепляющей панели или подвески слоев утепляющего материала и облицовочных плит. Покрытие эркера проектируют как совмещенную или чердачную крышу.

§ 8. ВНУТРЕННИЕ ВЕРТИКАЛЬНЫЕ НЕСУЩИЕ И ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

Вертикальные внутренние ограждения образуются несущими стенами, вентиляционными и дымо-вентиляционными блоками и шахтами, перегородками, стенами лифтовых шахт и санитарно-технических кабин. Стоимость всех этих конструкций и расход стали в них составляют 15—18%, а затраты труда до 25% общих затрат по зданию.

Внутренние стены являются несущими конструкциями, совмещающими статические и ограждающие функции, шахты лифтов — самонесущими и ненесущими, а перегородки — ненесущими.

Общей ограждающей функцией внутренних вертикальных конструкций является звукоизоляция от воздушного шума. Требуемый индекс звукоизоляции $I_в$ зависит от назначения здания и расположения ограждения в его плане. 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.

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. 12.41). Поэтому внутренние стены возводят из прочных несгораемых материалов — кирпича, блоков естественного камня, бетона

(в виде блоков, панелей или монолита). Только в малоэтажных домах допустимо применение трудносгораемых 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 индустриальными крупноблочными и панельными конструкциями.

Внутренние стены крупноблочных зданий проектируют в той же системе разрезки (двух-, четырехрядной), что и наружные стены, с размещением горизонтальных швов между блоками стен на одном уровне. Это способствует удобной компоновке связей между стенами в местах их пересечений. Расположение горизонтальных швов может не совпадать с отметкой верха дверных проемов. В этих случаях поясные блоки получают соответствующую подрезку на ширину проема. Блоки стен укладывают на растворе с взаимной перевязкой вертикальных швов и с устройством стальных связей по верху перемычечных блоков в плоскости стены и с примыкающими наружными и внутренними стенами. Железобетонные настилы междуэтажных перекрытий опираются на специальные четверти поясных блоков и объединяются стальными связями. В обычных условиях строительства применяется и однорядная разрезка внутренних стен (рис. 12.42). Блоки стен проектируют из тяжелого бетона М 200, реже — из легкого М 150. Поясные блоки имеют сплошное сечение, простеночные — сплошное или многопустотное с облегчающими вертикальными пустотами. Номинальная толщина блоков 300 и 400 мм, приведенная — не менее 200. Такие стены благодаря своей массивности автоматически обеспечивают индекс звукоизоляции $I_в$ 50 или 52 дБ. При необходимости большей звукоизоляции заполняют пустоты в блоках материалом с повышенным сопротивлением прохождению звука (например, керамзитовым гравием) либо крепят к стене на относе не менее 40 мм гибкий экран со сто-

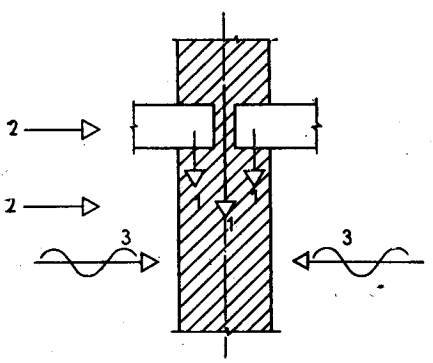


Рис. 12.41. Основные воздействия на конструкции внутренних стен

1 — вертикальные нагрузки; *2* — горизонтальные силовые воздействия; *3* — воздушный шум

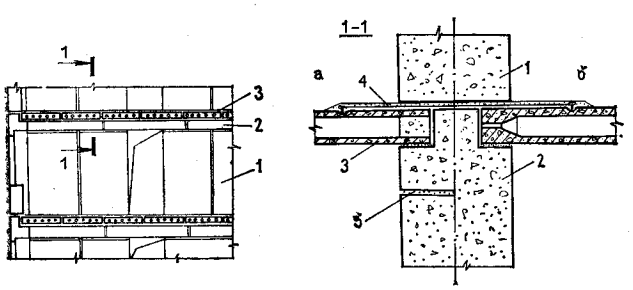


Рис. 12.42. Конструкции внутренних стен крупноблочных зданий

а — при двухрядной; *б* — при однорядной разрезке стены на блоки; *1* — блок простеночный; *2* — блок перемычечный; *3* — настил перекрытия; *4* — анкерная связь между настилами; *5* — цементный раствор

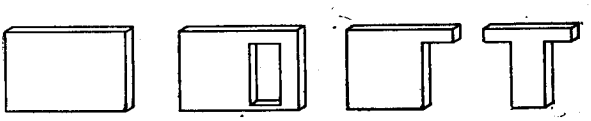


Рис. 12.43. Типы панелей внутренних стен

роны шумного помещения. В качестве экранов применяют листовые или плитные материалы на каркасе.

Внутренние стены панельных домов имеют, как правило, однорядную разрезку. По длине стен применяется разрезка, соответствующая размерам конструктивно-планировочной ячейки. При наличии дверных проемов в панели их проектируют замкнутыми с перемычкой над проемом и перемычкой (либо арматурной связью) под ним. В дополнение к этой разрезке применяют Т- и Г-образные изделия (рис. 12.43). Панели внутренних стен работают на внецентренное сжатие по статической схеме тонкой пластинки, раскрепленной по вертикальным краям стенами перпендикулярного направления, а по горизонтальным — перекрытиями.

Панели несущих стен обычно имеют сплошное сечение. Многопустотные 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. Минимальная марка бетона стен из тяжелого бетона М 150, из легкого М 100.

Толщина панелей внутренних несущих стен определяется прочностью среднего сечения панели, компоновкой узла опирания перекрытий на стену и требованиями звукоизоляции. Минимальная масса 1 м^2 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 $I_в = 50$ дБ, 300 кг при $I_в = 45$ дБ и 150 кг при $I_в = 41$ дБ, что соответствует толщинам панелей 160, 120 и 60 мм. При необходимости большей звукоизоляции в панельных зданиях применяются акустически неоднородные конструкции с гибкими экранами. 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 замоноличиваемых шпоночных сопряжений в стыках с несущими конструкциями, а в стыках с ненесущими конструкциями заделку герметизирующими упругими прокладками (рис. 12.44).

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 по всей плоскости панели для предотвращения технологического трещинообразования и обеспечения безопасности монтажа, 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. 12.45) 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 М 150 прочность стены в зоне стыка возрастает в 2,5—2,7 раза. Поэтому требование к монтажу панелей на прочном растворе является обязательным.

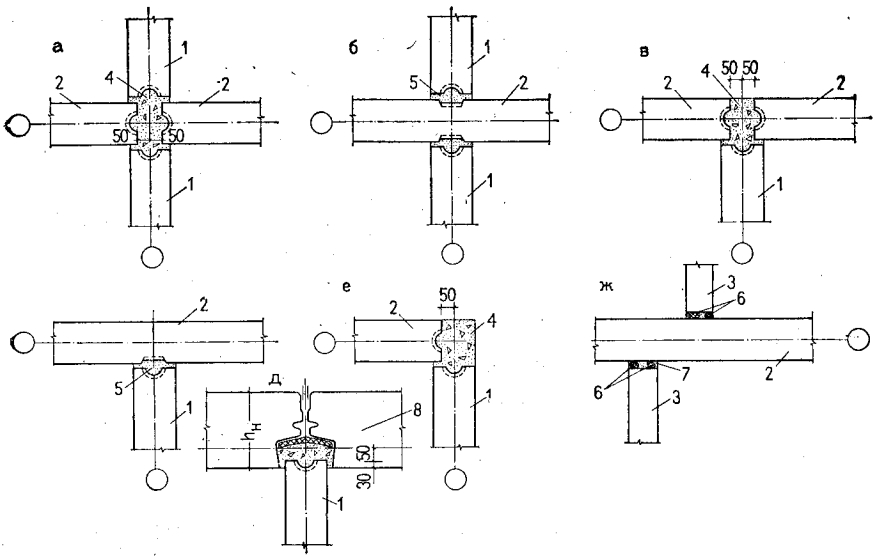


Рис. 12.44. Вертикальные стыки панелей внутренних стен и перегородок

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 замоноличивания; *5* — шпоночные рифления стыковых граней панелей; *6* — упругие прокладки; *7* — раствор; *8* — панель наружной стены

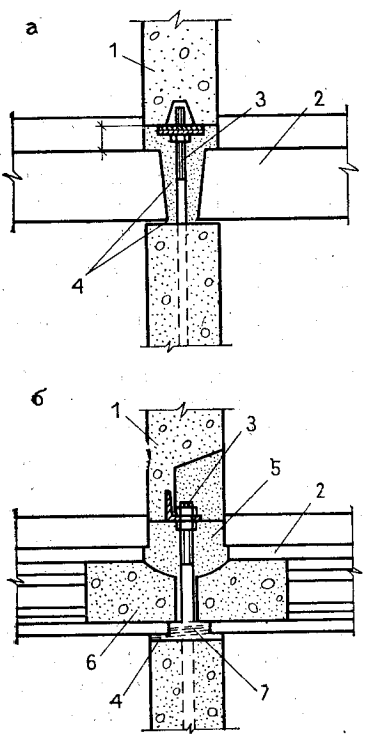


Рис. 12.45. Платформенный стык на фиксаторах

а — с панелями перекрытий сплошного сечения; *б* — с многопустотными настилами; *1* — панель стены; *2* — панель перекрытия; *3* — фиксатор; *4* — цементный раствор (или паста); *5* — бетон замоноличивания; *6* — бетонные пробки в пустотах панели перекрытия; *7* — стык арматурных выпусков перекрытия

Точность проектного положения панелей стен (соосность, вертикальность и пр.) при платформенных стыках обеспечивают вертикальные болты-фиксаторы. Они размещены по верхним опорным граням панелей и входят в соответствующие отверстия в нижних гранях вышележащих панелей. При постановке на болты и их рихтовке панель стены приводят в проектное положение, после чего плотно заполняют раствором верхний горизонтальный шов платформенного стыка. Болты-фиксаторы часто используют вместо подъемных петель и для устройства межэтажных связей стеновых панелей.

Контактный стык (рис. 12.46) 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. 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»). Этих недостатков лишены конструкции контактно-гнездового и сборно-монолитного стыков.

Контактный стык применяют при сопряжениях панелей сильно нагруженных стен с многопустотными перекрытиями. Он исключает опасность хрупкого раздавливания тонких сводиков железобетона над пустотами. Однако многопустотные железобетонные перекрытия могут быть применены и в платформенных стыках при повышении прочности опорных участков перекрытия путем замоноличивания пустот, уменьшения их диаметра, опирания панели стены непосредственно на межпустотные ребра перекрытия при подрезке его верхних сводчатых участков на опорах или другими способами.

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.

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 и на перекрытия (рис. 12.47).

Требования индустриализации приводят к расширению функций конструкций, которые насыщают элементами инженерного оборудования и сетей. В панелях внутренних стен размещают дымовентиляционные и вентиляционные каналы, отопительные регистры, стояки отопления, скрытую электропроводку (рис. 12.48). При расположении отопительных регистров из тонких

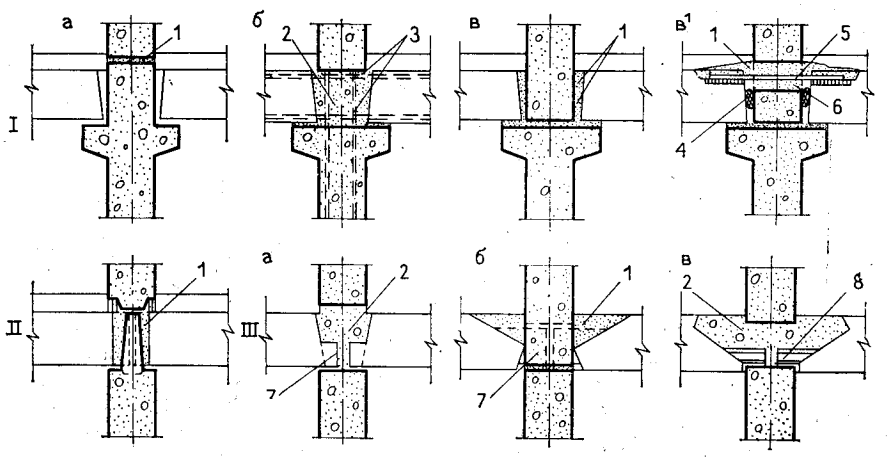


Рис. 12.46. Контактные стыки панелей внутренних стен

I — 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, в зоне связей между перекрытиями через отверстия панели стены; *II* — контактно-гнездовой стык; *III* — контактные стыки на пальцах (бетонных или стальных): *а* — через монолитное бетонное ядро; *б* — через растворный шов в уровне низа перекрытий; *в* — через монолитное бетонное ядро при опирании панелей перекрытия пальцами из стальных коротышей; *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»

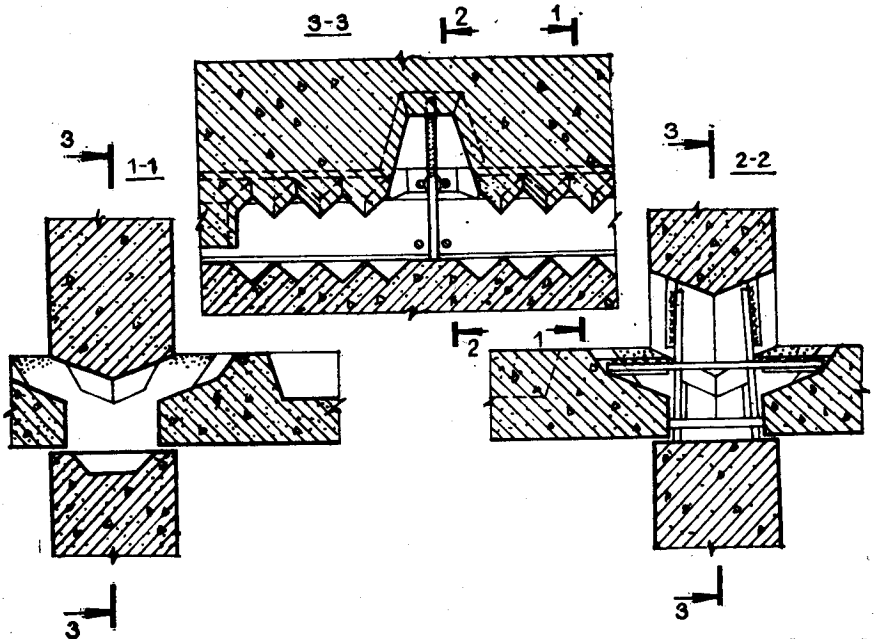


Рис. 12.47. Пример конструкции шпоночного стыка стеновых панелей и перекрытий сейсмостойкого здания

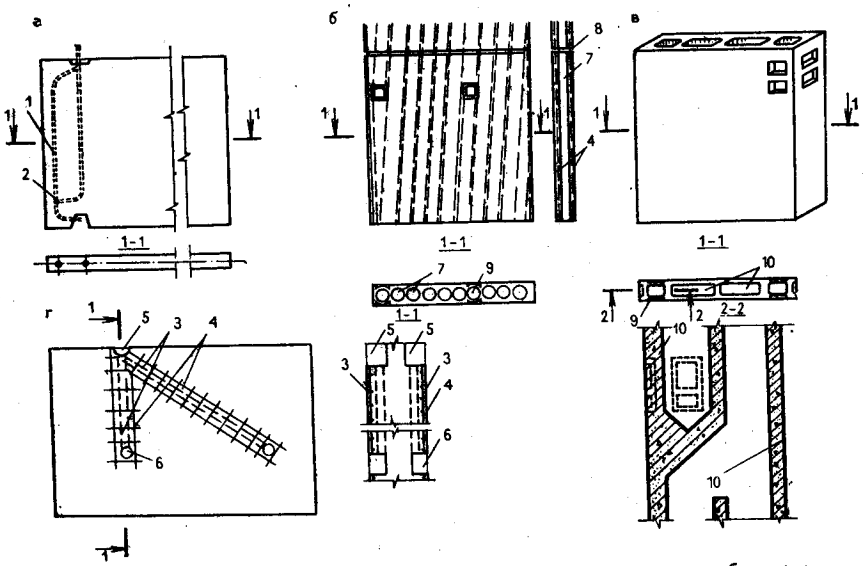


Рис. 12.48. Вертикальные внутренние конструкции с элементами инженерного оборудования и сетей
а — стеновая панель — отопительный прибор; *б* — самонесущая стена из вентблоков; *в* — ненесущий вентиляционный блок; *г* — панель стены с каналами скрытой электропроводки; *1* — нагревательный элемент; *2* — регулировочный кран; *3* — канал для электропроводки; *4* — арматурная сетка; *5* — лунка для распаячной коробки; *6* — ниша для штепсельной розетки; *7* — вентиляционный канал; *8* — цементный раствор; *9* — риска для вентиляционного отверстия; *10* — сборный канал

стальных труб в бетонной панели внутренней несущей или самонесущей стены она совмещает с конструктивными функции нагревательного элемента — отопительной панели в системе отопления здания. В месте расположения стояка системы отопления в панели поверху и понизу предусмотрены подрезки, позволяющие стыковать стояки при монтаже здания. Расположение стояков у краев стеновых панелей, примыкающих к наружным сте-

нам, улучшает распределение температур на внутренней поверхности стен в зоне стыков, но может вызвать дополнительные температурные усилия в стенах и стальных связях из-за увеличения температурного перепада по толщине ограждения. В связи с этим применение замоноличенных стояков оправдано только в зданиях с наружными стенами из трехслойных панелей с гибкими связями.

Стены с дымовыми каналами, отводящими газы с температурой до 600° С (от плит, работающих на твердом топливе), допускается применять в зданиях высотой не более пяти этажей. Такие стены проектируют самонесущими и выполняют из панелей (дымовентиляционных блоков) высотой в этаж, отформованных из жаростойкого бетона.

Стены с дымовыми каналами, которые отводят газы с температурой не выше 200° С, также проектируют самонесущими, панели таких стен формуют из обычного тяжелого бетона марки не ниже М 300 или из легкого бетона марки М 150.

Стены с вентиляционными каналами проектируют несущими, самонесущими и ненесущими. 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^2 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 горизонтальные стыков. Вентиляционные блоки применяют для несущих и самонесущие

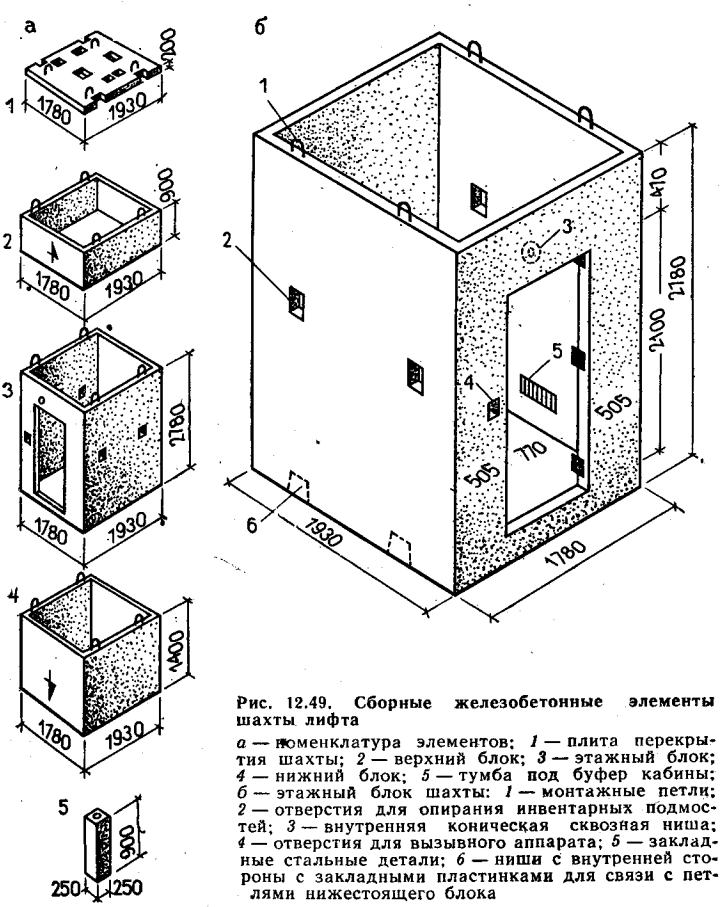


Рис. 12.49. Сборные железобетонные элементы шахты лифта

а — номенклатура элементов; *1* — плита перекрытия шахты; *2* — верхний блок; *3* — этажный блок; *4* — нижний блок; *5* — тумба под буфер кабины; *б* — этажный блок шахты: *1* — монтажные петли; *2* — отверстия для опирания инвентарных подмостей; *3* — внутренняя коническая сквозная ниша; *4* — отверстия для вызывного аппарата; *5* — закладные стальные детали; *6* — ниши с внутренней стороны с закладными пластинками для связи с петлями нижестоящего блока

стен, вентиляционные шахты — для самонесущих или ненесущих 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 0,85 $R_o^{тр}$ для наружных стен.

Шахты дымоудаления (в зданиях высотой более 9 этажей) проектируют бетонными самонесущими или ненесущими с пределом огнестойкости не менее 1 ч.

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 М 200 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 (рис. 12.49). Шахты лифтов проектируют как самонесущие конструкции с толщиной стенок не менее 100 мм. В целях звукоизоляции стенки и фундамент шахты отделяют воздушным зазором в 20—40 мм от примыкающих конструкций. Зазор между перекрытиями и стенами шахты заполняют звукоизоляционными прокладками. Элементы лифтовых шахт поступают с предприятий сборного железобетона на строительство с максимальной заводской готовностью, включая установку дверей и пр.

Санитарно-технические кабины — сборные изделия с полным инженерно-техническим оборудованием и отделкой помещений ванной и уборной (рис. 12.50). Для удобства монтажа и эксплуатации стояков горячего и холодного водоснабжения и канализации их размещают в специальной шахте кабины. Перспективно решение кабины, совмещающей строительные конструкции не только с санитарно-техническим оборудованием, но и с вентиляционными каналами или шахтами. Кабина представляет собой объемно-пространственный конструктивный элемент. Он имеет железобетонный поддон, а стенки и перекрытия из различных материалов. Наибольшее распространение получили бескаркасные санитарно-технические кабины с тонкими железобетонными стенками и перекрытием. Наряду с ними применяют кабины каркасной конструкции с легким стальным каркасом, к которому прикреплены стенки и потолок из

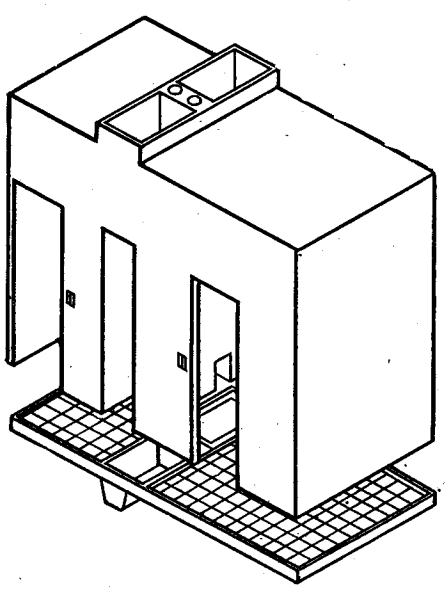


Рис. 12.50. Общий вид санитарно-технической кабины, совмещенной с вентиляционными блоками

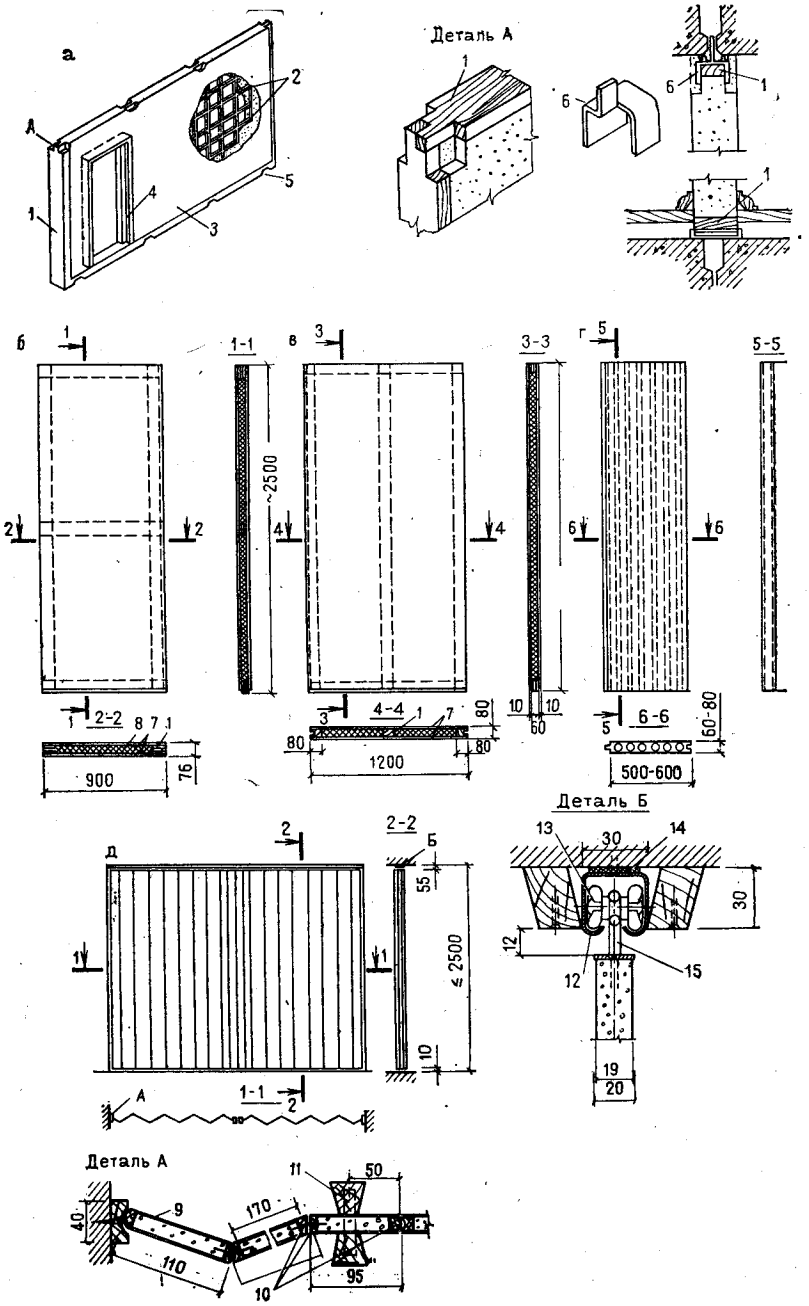


Рис. 12.51. Конструкции перегородок

а — гипсобетонная перегородочная панель; *б* и *в* — перегородочные панели на деревянном каркасе с асбестоцементной обшивкой (*б*) и с гипсовой обшивкой (*в*); *г* — гипсовая экструзионная панель; *д* — жесткая складчатая перегородка; *1* — обвязка; *2* — реечный каркас; *3* — гипсошлакобетон; *4* — дверная коробка; *5* — прорезь для строповки; *6* — анкер для крепления к стене или перекрытию; *7* — обшивка; *8* — звукоизоляционный материал; *9* — створка; *10* — твердая древесина; *11* — деревянная ручка; *12* — направляющая; *13* — ролик (металлический или капроновый); *14* — резиновая шайба; *15* — крюк-винт

асбестоцементных, гипсоцементных или облицованных слоистыми пластиками древесностружечных плит.

Кабины обычно проектируют ненесущими, их поэтажно устанавливают на перекрытия по распределяющему нагрузки слою из древесноволокнистой плиты или песка. В зданиях малой и средней этажности целесообразно использовать железобетонные кабины в качестве несущей конструкции. Стенки кабин, особенно выполненных из небетонных материалов, имеют малую звукоизоляционную способность. Поэтому при необходимости звукоизоляцию этого ограждения увеличивают акустическим экраном, роль которого выполняет установленная на перекрытии перегородочная панель или самонесущий вентиляционный блок.

Конструкции перегородок проектируют трудносгораемыми или несгораемыми в зависимости от степени огнестойкости сооружения. Звукоизоляция перегородок обеспечивается по принципу акустически неоднородных или однородных конструкций в зависимости от целесообразности конструирования ограждения в избранном материале.

Наименее индустриальной является конструкция перегородки в виде тонкой стенки, возводимой в технике ручной кладки из кирпича или мелких плит, наиболее индустриальной — панельная из элементов однорядной разрезки. В крупноблочных и панельных зданиях перегородки выполняют из панелей однорядной разрезки (глухих или с проемами) размером на комнату.

Панели перегородок формуют из тяжелого или легкого бетона толщиной не менее 60 мм или из гипсобетона толщиной не менее 80 мм. Межквартирные перегородки, как правило, проектируют акустически раздельными, т. е. двойными с воздушным зазором между панелями не менее 40 мм (рис. 12.51). Перегородки из небетонных материалов выполняют слоистыми каркасными с поэлементной сборкой или монтируют из каркасных или бескаркасных щитов высотой в этаж и шириной 0,6; 0,9 или 1,2 м. В зданиях с трансформирующейся в процессе эксплуатации планировкой перегородки из небетонных материалов проектируют сборно-разборными или раздвижными.

Во внутренних стенах и перегородках предусматривают дверные проемы. Размеры проемов стандартизованы. Количество типов проемов сведено к функционально необходимому минимуму. Так, например, координационные высоты проемов в жилых и общественных зданиях ограничены всего двумя величинами — 2,1 и 2,4 м, а ширина — величинами 0,7, 0,8 и 1,0 м — для однопольных дверей и 1,2; 1,3; 1,5 и 1,9 м — для двухпольных. Ограничение количества вариантов размеров дверных проемов диктует механизированное производство конструкции дверей.

Конструкция двери состоит из коробки и из створной части — дверного полотна, навешиваемого на петлях на коробку. Индустриальная конструкция дверного полотна — щитовая. Она состоит из контурной деревянной рамки (обкладки) с различным заполнением — деревянными рейками, фанерой, древесноволокнистой плитой или другими материалами. Лицевые поверхности дверного полотна оклеивают шпоном древесины ценных пород.

§ 9. ПЕРЕКРЫТИЯ

Перекрытия являются одним из важнейших и наиболее трудоемких конструктивных элементов здания: затраты труда на их устройство достигают 25%, стоимость 20%, а расход стали от 25 до 35% (в зависимости от конструктивной системы) общих затрат по зданию.

Конструкции перекрытий подвергаются силовым воздействиям от постоянных, временных и особых нагрузок, акустическим воздействиям, воздействиям теплового потока на чердачные перекрытия и на перекрытия над под-

польями и проездами (рис. 12.52). Соответственно воздействиям конструкции перекрытий должны удовлетворять требованиям прочности и жесткости, огнестойкости, звукоизоляции (для междуэтажных перекрытий), теплоизоляции (для перекрытий чердачных, над подпольями и проездами), ряду требований, касающихся гигиенических свойств материала покрытия пола, и общим требованиям экономической эффективности. По требованиям жесткости допустимая величина прогиба перекрытий составляет от 1/200 до 1/400 пролета в зависимости от его величины. В соответствии с требованиями огнестойкости несущую часть перекрытий гражданских зданий выполняют, как правило, из железобетона. Требования к звукоизоляции перекрытий определяются главой СНиП II-12-77 «Защита от шума» в зависимости от типа здания и места расположения перекрытия.

Конструктивное решение междуэтажных перекрытий определяется избранным принципом обеспечения требуемых показателей его звукоизоляции как акустически однородного или неоднородного. *К акустически однородным* относят однослойные или слоистые железобетонные настилы и панели, слои которых жестко связаны между собой, а масса достаточна для погашения энергии воздушного звука до нормативно ограниченного уровня. Устройство полов из упругомягких материалов обеспечивает изоляцию такими перекрытиями ударного шума, но не улучшает изоляции от воздушного шума.

К *акустически неоднородным* относят конструкции из двух или более слоев жестких материалов, отделенных друг от друга воздушными прослойками или звукоизоляционными материалами. Звукоизоляция таких конструкций от воздушного и ударного шумов обеспечивается всем комплексом слоев ограждения.

Различают четыре основных типа акустически неоднородных конструкций междуэтажных перекрытий: со слоистым полом, с раздельным полом, с раздельным потолком, с раздельными полом и потолком (рис. 12.53).

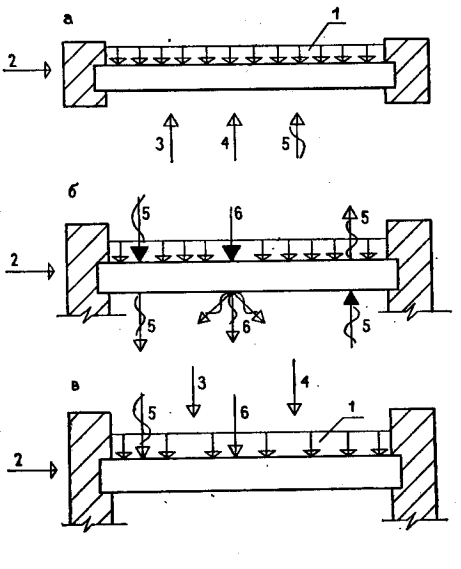


Рис. 12.52. Основные воздействия на конструкции покрытий

а — чердачных; *б* — междуэтажных; *в* — цокольных; *1* — вертикальные нагрузки; *2* — горизонтальные силовые воздействия; *3* — тепловой поток; *4* — диффузия водяного пара; *5* — воздушный шум; *6* — ударный шум

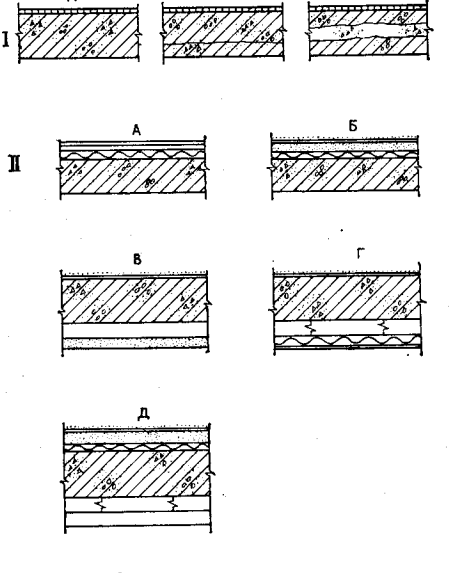


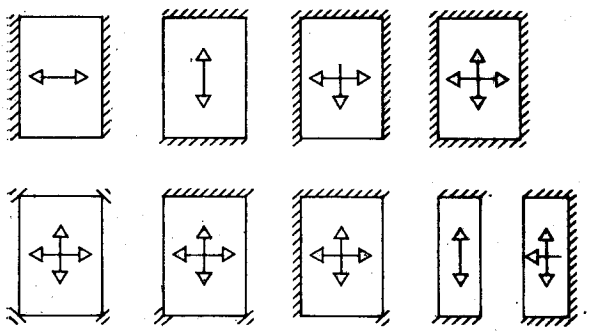
Рис. 12.53. Принципиальные схемы звукоизоляции междуэтажных перекрытий

I — акустически однородные перекрытия: *А, Б* и *В* по одно-, двух- и трехслойным железобетонным панелям; *II* — акустически неоднородные: *А* — со слоистым полом; *Б* — с раздельным полом; *В* — с раздельным самонесущим потолком; *Г* — с раздельным подвесным потолком; *Д* — с раздельным полом и потолком

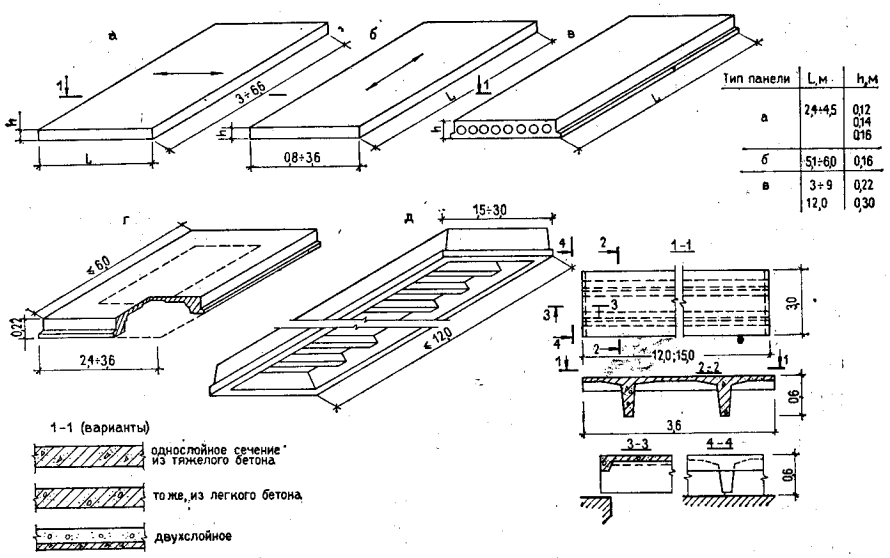
Акустически неоднородные перекрытия двух первых типов наиболее широко применяют в жилых зданиях. Перекрытие с раздельным потолком применяют в общественных зданиях при функциональной необходимости (например, изоляция разводки систем вентиляции, освещения, водоснабжения и канализации в пространстве между перекрытием и потолком), а также в случае необходимости увеличения индекса звукоизоляции перекрытия $I_в$ до 60 дБ.

Перекрытия с раздельными полом и потолком используют в зданиях с особо высокими требованиями к звукоизоляции (студии звукозаписи, телестудии и т. п.). Несущую часть перекрытий обычно выполняют из сборного железобетона. Исключение составляют монолитные и сборно-монолитные здания, перекрытия которых иногда выполняют в виде многопролетной неразрезной плиты сплошного сечения из тяжелого или легкого бетона.

Сборные железобетонные перекрытия монтируют из панелей размерами на конструктивно-планировочную ячейку (панель на комнату) или из отдельных узких плит (настилов). Сборные перекрытия представляют собой разрезные однопролетные конструкции. Панели перекрытий в зависимости от конструктивных системы и схемы зданий проектируют опертыми на две, три, четыре стороны, по четырем углам, по стороне и двум углам, по двум смежным сторонам и одному углу; настилы — по двум коротким сторонам, реже — по двум коротким и одной длинной стороне (рис. 12.54); элементы перекрытий объединяют стальными сварными замоноличиваемыми связями. Поскольку для большинства гражданских зданий по гигиеническим условиям требуется наличие гладкой потолочной поверхности, то



Фис. 12.54. Схемы опирания сборных элементов перекрытий



Тип панели	L, м	h, м
а	2,4÷4,5	0,12 0,14 0,16
б	5,1÷6,0	0,16
в	3÷9 12,0	0,22 0,30

Фис. 12.55. Сборные элементы перекрытий

а и *б* — панели сплошного сечения; *в* — многопустотные панели; *г* — шатровые; *д* — ребристый настил и настил 2Т

для несущей части акустически однородных и акустически неоднородных перекрытий применяют панели и настилы с плоскими горизонтальными поверхностями или шатровые панели, имеющие ребра только по контуру изделия (рис. 12.55).

Сечение панелей и настилов может быть сплошным одно-, двух- или трехслойным (с расположением более плотного и прочного бетона в нижней или в нижней и в верхней зонах сечения) либо многопустотным. Панели и настилы сплошного сечения используют для перекрытия пролетов в 2,4; 3; 3,6; 4,2; 4,5; 6 м; многопустотного и ребристого — 2,4; 3; 3,6; 4,2; 5,4; 5,7; 6; 6,3; 6,6; 7,2; 9; 10,5 и 12 м. Ширина настилов и панелей составляет 1; 1,2; 1,5; 1,8; 2,4; 3; 3,6 и 4,2 м.

Изделия сплошного сечения формуют из тяжелого или конструктивного легкого бетона марки М150 и выше. Многопустотные настилы и панели имеют конструктивную высоту 220 мм для пролетов до 9 м включительно и высоту 300 мм для пролета 12 м. Марка бетона не ниже М200.

Ребристые настилы применяют для перекрытий и покрытий общественных зданий с пролетами 9 м и более главным образом в виде акустически неоднородной конструкции с раздельным потолком. Для пролетов 9 м используют ребристый настил с контурным ребром высотой 400 мм, для пролетов 12 и 15 м — настил 2Т — двухконсольный с двумя продольными ребрами высотой 600 мм. Ребристые настилы формуют из тяжелого бетона М 300 и М 400 с предварительным напряжением арматуры.

В стыковых гранях панелей и настилов устраивают вырезы или рифления и арматурные выпуски. После монтажа, сварки выпусков и заполнения цементным раствором полостей стыков между элементами перекрытия образуются шпоночные связи. Они обеспечивают совместную работу всех элементов на поперечный изгиб из плоскости перекрытий и как единого диска в плоскости перекрытий в качестве горизонтальной диафрагмы жесткости.

Выбор конструкции несущей части перекрытия зависит от принципа решения его звукоизоляции. В акустически однородных перекрытиях применяют массивные настилы и панели сплошного или многопустотного сечения, обеспечивающие своей массой необходимый индекс звукоизоляции перекрытия от воздушного шума — $I_в$ (в жилых домах — 52 дБ). При этом масса 1 м^2 конструкции однослойной панели перекрытия в жилых домах должна составлять не менее 400, а многопустотных панелей или настилов — 300 кг. Окончательный выбор толщины перекрытия зависит от соотношения масс и жесткостей перекрытий и стен, на которые они опираются. Снижение звукоизоляции перекрытия вследствие косвенного распространения звука через вертикальные ограждения в наименьшей степени проявляется при соотношениях названных величин не менее 1,2. Акустически неоднородные перекрытия с раздельным и со слоистым полом[1] проектируют с несущими элементами минимальной массы, необходимой для обеспечения требований прочности, жесткости и огнестойкости. В качестве таких несущих элементов используют панели и настилы сплошного сечения толщиной 80—120 мм из тяжелого или легкого бетона, многопустотные панели и настилы, шатровые панели. Индекс звукоизоляции несущих элементов для перекрытий со слоистым и раздельным полом может быть ниже нормативного на 2—4 дБ.

Конструкции перекрытий, выполняющих функции наружных ограждений, помимо несущей части обязательно содержат утепляющий и пароизоляционный слои (рис. 12.56). В комплекс перекрытий над подпольями и проездами, кроме того, включаются конструкции пола. В целях унификации несущую часть утепленных перекрытий обычно выполняют из таких же несущих элементов, что и междуэтажные перекрытия.

---

[1] Иногда при описании таких конструкций используют термин «плавающий пол».

Пароизоляционный слой располагают так, чтобы он предшествовал утепляющему слою при прохождении через ограждение теплового потока. Это позволяет исключить или существенно уменьшить конденсацию водяного пара в толще утеплителя. Пароизоляционный слой выполняют из рулонных материалов — рубероида, алюминиевой фольги и т. п.

Полы. Основными требованиями к полам помимо звукоизоляционных являются архитектурно-декоративные и гигиенические. Цвет и фактура пола должны отвечать композиционному решению интерьера, покрытие пола должно позволять удобную и легкую очистку от пыли и грязи, а в жилых, детских и основных рабочих помещениях общественных зданий обладать показателями теплоусвоения не более 10 ккал/ (м² · ч · °С).

В соответствии с назначением отдельных помещений к конструкциям полов предъявляются специфические требования: влагостойкость и водонепроницаемость — для санитарных помещений, малая истираемость — для помещений с интенсивным движением людей (вестибюли, холлы), эластичность и бесшумность — для помещений лечебных зданий, вычислительных центров и др. Конструкция пола обычно состоит из покрытия (одежды) и основания. Для покрытия полов гражданских зданий применяют различные изделия из древесины, тонкие и легкие рулонные и плитные синтетические материалы (линолеум, поливинилхлоридные плитки), двухслойные рулонные материалы (теплозвуко-

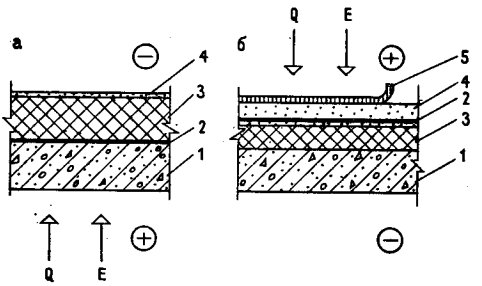


Рис. 12.56. Схемы утепленных перекрытий
а — чердачного; *б* — цокольного; *1* — несущий элемент; *2* — пароизоляционный слой; *3* — утеплитель; *4* — выравнивающая стяжка; *5* — покрытие пола

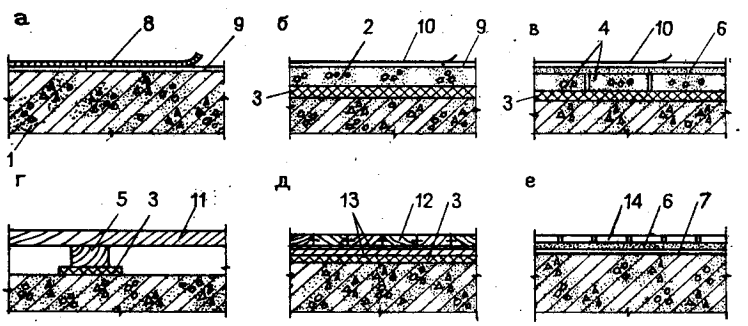


Рис. 12.57. Полы гражданских зданий
а — из рулонных двухслойных материалов; *б* — раздельный пол по панели основания; *в* — то же, по мелким легкобетонным плитам; *г* — дощатый пол; *д* — слоистый паркетный пол; *е* — пол санитарных помещений; *1* — несущая часть перекрытия; *2* — панельное основание пола; *3* — звукоизоляционная прокладка; *4* — легкобетонные плиты; *5* — лага; *6* — стяжка; *7* — рулонная гидроизоляция; *8* — теплозвукоизоляционный линолеум; *9* — прослойка под покрытие пола; *10* — линолеум; *11* — дощатый пол; *12* — паркет; *13* — твердая и полутвердая древесноволокнистые плиты; *14* — метлахская плитка

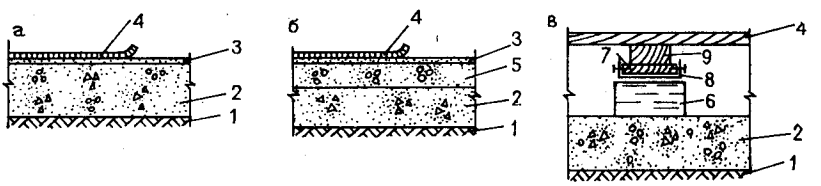


Рис. 12.58. Полы по грунту
а — по бетонной подготовке; *б* — утепленные; *в* — по лагам на столбиках; *1* — уплотненный грунт; *2* — бетонная подготовка; *3* — стяжка; *4* — покрытие пола; *5* — утепляющий слой; *6* — столбик; *7* — антисептированная подкладка; *8* — два слоя рубероида; *9* — лага

изоляционный линолеум на мягкой пористой основе, ковровые покрытия различных видов), плиточные полы из керамических плиток, керамической ковровой мозаики или плит естественного камня.

Основанием полов служит ровная и жесткая поверхность. В акустически однородных перекрытиях основанием является верхняя поверхность панелей или настилов. В случае необходимости по ним устраивают тонкую (15—20 мм) выравнивающую стяжку из полимерцементного раствора или поливинилцементной дисперсии. Для погашения ударного шума в акустически однородных перекрытиях применяют ковровые покрытия или теплозвукоизоляционный линолеум. Покрытия приклеивают к основанию (рис. 12.57). Основанием полов в акустически неоднородных перекрытиях с раздельным полом служит тонкая (40—60 мм) монолитная или сборная бетонная плита, полностью отделенная от несущей части перекрытия и примыкающих стен звукоизоляционным материалом. Материал плиты основания — легкий бетон или гипсошлакобетон. В качестве основания могут быть использованы также мелкие сборные легкобетонные плиты. Поверхность такого основания выравнивается цементной стяжкой. Наиболее индустриальным решением перекрытия с раздельным полом является трехслойная комплексная панель — изделие, объединяющее в одном монтажном элементе несущую часть, звукоизоляционный слой и основание под полы, выполненные в едином технологическом цикле. На постройке в таких случаях производят работы только по устройству чистого пола. При применении раздельных полов из древесины (дощатые полы, паркетные доски, паркетные щиты, щиты из досок), а также полов из древесностружечных плит функции основания под пол и его покрытия совмещаются в одной конструкции. Такие полы настилают по деревянным брускам — лагам. Лаги располагают через 400—600 мм и укладывают на перекрытие по ленточным звукоизоляционным прокладкам.

Слоистые полы в акустически неоднородных перекрытиях содержат обычно тяжелое покрытие (штучный паркет), небетонное основание и звукоизоляционную прослойку. Основанием служат три слоя древесноволокнистых плит (твердая, полутвердая и мягкая), совмещающие функции основания и звукоизоляции, либо асбестоцементные плиты, уложенные на сплошную звукоизоляционную прокладку.

Полы из каменных или керамических плиток устраивают в коммуникационных и подсобных помещениях, в связи с чем требования звукоизоляции не играют существенной роли и звукоизоляционный слой в конструкциях таких полов не предусматривается. Плиточные полы устраивают по жесткому основанию, которым служит бетон несущей части перекрытия или выравнивающая стяжка.

Отдельные плитки (размеры керамических плиток 150 × 150, 100 × × 100 и 50 × 50 мм) или керамическую мозаику (плитки 23 × 23 или 28 × × 28 мм, подобранные по рисунку и наклеенные предварительно лицевой поверхностью на плотную бумагу в виде мозаичных ковриков размером от 300 × 500 до 500 × 800 мм) укладывают на цементный раствор по бетонному основанию. В перекрытиях санитарных помещений до укладки пола по основанию устраивают гидроизоляцию — наклейку двух слоев гидроизоляционного материала. Мастичные наливные полы толщиной 2—3 см выполняют на вяжущем из поливинилацетатной эмульсии с заполнителем из мелкого молотого песка. При устройстве мастичного пола в жилых и рабочих помещениях его устраивают по основанию из древесностружечной плиты, в санитарных помещениях — по цементной стяжке.

Полы помещений, расположенных в первых этажах, устраивают по перекрытию над подпольем или по грунту. Устройство полов по перекрытию над подпольем рассмотрено выше. При устройстве полов по грунту предусматривают предварительное уплотнение грунта и подготовку из бетона М 75 толщиной до 200 мм (рис. 12.58). При размещении в первом этаже отапливае-

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

По периметру сопряжения полов с вертикальными ограждениями устанавливают специальный погонажный элемент — плинтус, выполняемый из древесины, пластмасс или других материалов. Плинтус крепят либо к стенам, либо к полу. Он имеет конструктивное и декоративное назначение: защищает край покрытия пола и маскирует звукоизоляционную прокладку между конструкцией пола и стеной.

Принятая в проекте схема обеспечения звукоизоляции перекрытия и конструкция пола оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели и особенно на показатели затрат труда (см. табл. 12.8).

ТАБЛИЦА 12.8. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ МЕЖДУЭТАЖНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

Конструкция перекрытия		Тип перекрытия	Пролет перекрытия м	Расход материалов на несущую часть панель ОРП*			Приведенные затраты, руб.	Трудозатраты на изготовление, чел.-ч** (всего/несущая часть)
несущая часть	пол			сталь, кг	бетон, м³	цемент, кг		
Железобетонная панель толщиной 12 см	Линолеум по ПОРП* из керамзитобетона	С раздельным полом	3,6	4,9	0,17	53,8	21,9	2,09 / 0,48
	Дощатый	То же	3,6	4,2	0,12	40,9	16,24	2,46 / 0,48
	Паркетные доски	»	3,6	4,2	0,12	40,9	21,7	2,09 / 0,48
То же, 14 см	Теплозвукоизоляционный линолеум	Акустически однородное	3,6	5,5	0,14	47,7	23,0	1,13 / 0,55
Комплексная панель заводского изготовления Многопустотный настил	Линолеум	С раздельным полом	3,6	4,2	0,15	38	22,0	1,61 / 0,75
	Линолеум по ПОРП из керамзитобетона	То же	6	5,1	0,17	43,5	24,0	2,32 / 0,89
	Дощатый	»	6	4,4	0,12	30,6	18,3	2,86 / 0,89
	Паркетные доски	»	6	4,4	0,12	30,6	23,6	2,5 / 0,89
	Теплозвукоизоляционный линолеум по цементной стяжке	Акустически однородное	6	4,4	0,12	38,6	25,1	1,73 / 0,89

*ОРП — панель основания раздельного пола.
** В числителе — показатель трудозатрат на изготовление и возведение перекрытия, в знаменателе — на несущую часть перекрытия.

Влияние конструкции пола на показатели приведенных затрат оказывается более существенным, чем увеличение пролета перекрытия вдвое.

Подвесные (раздельные) потолки (рис. 12.59) применяют в целях:

звукоизоляционных — для обеспечения нормативных показателей звукоизоляции;

акустических — для повышения звукопоглощения поверхностью потолка или обеспечения диффузности звукового поля в помещении;

противопожарных — путем создания несгораемого или трудносгораемого экрана для перекрытий или покрытий, выполненных из легких стальных, деревянных или алюминиевых конструкций;

архитектурно-декоративных — для придания необходимых по композиции интерьера цвета и фактуры потолочной поверхности, маскировки несущих конструкций или технологических проводок;

светотехнических — для обеспечения светового комфорта путем рационального размещения светильников, светорассеивающих и отражающих поверхностей и устройств.

В соответствии с назначением различают архитектурно-декоративные, акустические и световые потолки, а также потолки комплексного назначения.

Соответственно назначению потолка определяются и специфические требования к нему. Общими являются требования к жесткости конструкций потолков любого назначения: их прогиб не должен превышать 1/250 пролета перекрытия.

Принципы конструирования подвесных потолков предопределяются их статической схемой — самонесущей или подвесной. Самонесущий потолок не связан с несущей частью перекрытия и передает нагрузку от собственного веса и веса расположенного на нем легкого инженерного оборудования непосредственно на стены или каркас здания либо на нижние пояса ферм или балок покрытия. Подвесной потолок имеет регулярно расположенные связи-крепления, передающие нагрузку вышерасположенной несущей конструкции.

Самонесущие потолки применяют для перекрытия пролетов до 3,6 м, подвесные — без ограничения величины пролета.

Конструкции подвесных потолков содержат следующие элементы: стальные подвески с различными устройствами по регулировке их длины, горизонтальный каркас с металлическими направляющими рейками и заполнение между направляющими. Направляющие каркаса выполняют из металлических стержней двутаврового, трубчатого, таврового сечения, из спаренных уголков, швеллеров или из гнутых стальных профилей разнообразных сечений. При малом шаге несущих конструкций покрытия конструкция потолка выполняется без подвесок: направляющие опираются непосредственно на нижние пояса балок или ферм покрытия.

Изделия для заполнения потолков различного назначения имеют размеры, преимущественно кратные укрупненному модулю 3М (600 × 600, 1200 × 1200, 1500 × 1500 мм), которому подчинен и шаг направляющих.

Назначение потолка влияет главным образом на выбор материала заполнения. Для звукопоглощающих потолков применяют однослойные плиты из минеральной ваты с различными вяжущими (плиты акмигран и акминит), древесноволокнистые и фибролитовые плиты, двуслойные плиты с лицевым перфорированным корытообразным алюминиевым листом и мягким звукопоглощающим заполнением, перфорированные гипсовые и асбестоцементные плиты. Плиты стыкуются в шпунт на рейку или с помощью выравнивающих уплотнительных металлических шпонок на всю длину плит.

В световых потолках заполнение устраивают из листового армированного стекла, листового светорассеивающего молочного оргстекла, люверсных

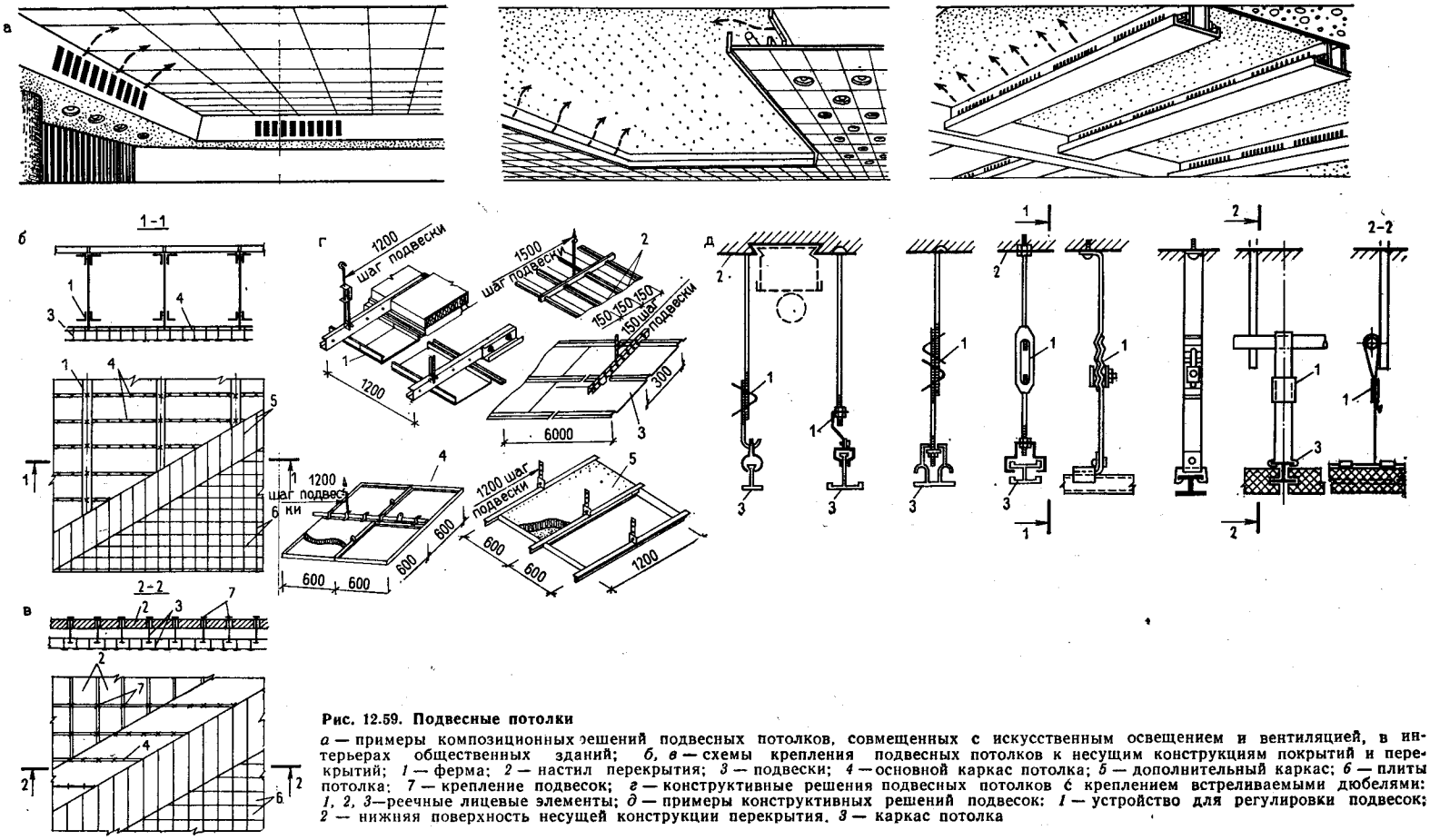


Рис. 12.59. Подвесные потолки

а — примеры композиционных решений подвесных потолков, совмещенных с искусственным освещением и вентиляцией, в интерьерах общественных зданий; *б, в* — схемы крепления подвесных потолков к несущим конструкциям покрытий и перекрытий; *1* — ферма; *2* — настил перекрытия; *3* — подвески; *4* — основной каркас потолка; *5* — дополнительный каркас; *6* — плиты потолка; *7* — крепление подвесок; *г* — конструктивные решения подвесных потолков с креплением встреливаемыми дюбелями: *1, 2, 3*—реечные лицевые элементы; *д* — примеры конструктивных решений подвесок: *1* — устройство для регулировки подвесок; *2* — нижняя поверхность несущей конструкции перекрытия, *3* — каркас потолка

решеток из алюминия, пластмасс или дерева. Плафоны встроенных светильников целесообразно выносить в интерьер за плоскость потолка, что улучшает его композиционное решение и повышает светотехническую активность светильников.

В композиционном отношении лицевая поверхность потолка может быть однородной, расчлененной в различном ритме встроенными светильниками или открытыми в интерьер нижними полками направляющих реек. В последнем случае металл направляющих окрашивают эмалями.

§ 10. КРЫШИ

Конструкции крыш занимают меньшую часть в затратах по зданию, чем стены, каркас или перекрытия. С увеличением этажности зданий удельные затраты на крыши (так же, как и на фундаменты) уменьшаются. Так, например, их доля в общих показателях сметной стоимости, затрат труда и расхода стали при одинаковых конструкциях крыш в 5- и 9-этажных домах снижается соответственно с 8,1 до 4,8%, с 3,15 до 1,98% и с 8,4 до 3,85%. В то же время конструирование крыш представляет собой сложную задачу, а роль этой конструкции в обеспечении нормального эксплуатационного режима здания исключительно ответственна.

Крыша — наружная несущая и ограждающая конструкция, подверженная силовым воздействиям собственного веса, снега, ветра, кратковременных эксплуатационных нагрузок и несиловым воздействиям атмосферных осадков, солнечной радиации, переменной температуры и влажности наружного воздуха, химических реагентов, содержащихся в атмосфере и атмосферной влаге, теплового потока и потока пара (рис. 12.60). Конструкция крыши должна удовлетворять требованиям прочности, устойчивости, гидро-, тепло- и пароизоляции, а ее наружное покрытие (кровля), кроме того, должно обладать морозостойкостью, химической и радиационной стойкостью. Если поверхность крыши используется для размещения игровых и прогулочных площадок, открытых кафе и т. п. (эксплуатируемая крыша), ее покрытие должно обладать не только механической прочностью, но и архитектурно-декоративными свойствами.

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 др.); пароизоляцию — из рулонных материалов (рубероид, пергамин, фольга и др.); гидроизоляцию — из кровельных плиток (глиняная черепица, асбестоцементные плоские плитки, шифер, деревянный гонт и др.), 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 или асфальтобетон (стяжка), либо бетон несущей конструкции крыши. Практикой строи-

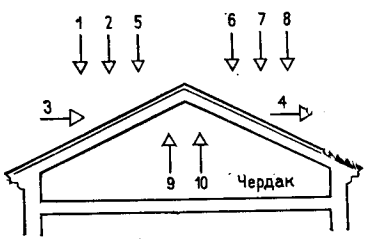


Рис. 12.60. Основные воздействия на конструкцию крыш

1 — вертикальные нагрузки (постоянные); *2* — то же, временные (снег и др.); *3* — ветер; *4* — отсос; *5* — атмосферные осадки; *6* — переменные температура и влажность наружного воздуха; *7* — солнечная радиация; *8* — химические примеси воздушной среды; *9* — тепловой поток; *10* — диффузия водяного пара

тельства выработаны целесообразные взаимосвязи материалов названных элементов. При деревянных несущих конструкциях применяют деревянное основание и плитные или листовые кровельные материалы, при железобетонных — рулонные или мастичные. Все элементы конструкций могут быть совмещены (совмещенная крыша[1]) или разъединены пространством чердака (чердачные крыши). В зависимости от размещения теплоизоляции по верху или по низу чердачного пространства различают чердачные крыши с холодным или теплым чердаком. Крыша 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 воздухосборной 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 верхняя плоскость (скат) делается 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 (50%), чтобы ускорить отвод воды в связи с недостаточной плотностью примыкания отдельных черепиц друг к другу, а крышам с многослойной кровлей из приклеенных рулонных материалов — минимальный (2—3%).

Крыша может иметь один или несколько скатов в зависимости от ширины здания, его конструктивной системы и формы в плане. Всем скатам крутых и пологих крыш придают обычно один угол наклона. Ребра пересечения скатов имеют следующие наименования: горизонтальное — **конек** крыши, выступающее наклонное ребро пересечения скатов — **накосное ребро**, а западающее — **ендова.** Ребро западающего угла иногда бывает срезано узкой плоскостью, называемой **лотком** (рис. 12.61). Ендовы и лотки используют для отвода воды с крыши, по их оси размещают приемные воронки водостоков. Дождевая и талая вода с поверхности крыши отводится наружу на прилегающую территорию — наружный водоотвод либо через расположенные внутри здания стояки — внутренние водоотводы (рис. 12.62). Внутренний водоотвод более надежен в эксплуатации и поэтому применяется в большинстве объектов строительства. Наружный водоотвод применяют в III и IV климатических районах для зданий не выше 5 этажей.

Конструкции крыш должны обеспечивать возможность индустриального и надежного выполнения в любое время года. Наиболее полно этому требованию отвечают сборные железобетонные конструкции. Железобетонные крыши выполняют плоскими или пологими с уклоном не более 5%. Из сборного железобетона выполняются крыши любого типа — чердачные с холодным или теплым чердаком, совмещенные, эксплуатируемые, крыши с внутренним и наружным водоотводом. Уклоны железобетонных крыш зависят от их конструкции и принимаются по табл. 12.9.

---

[1]Для обозначения этой конструкции используется также термин «совмещенное покрытие».

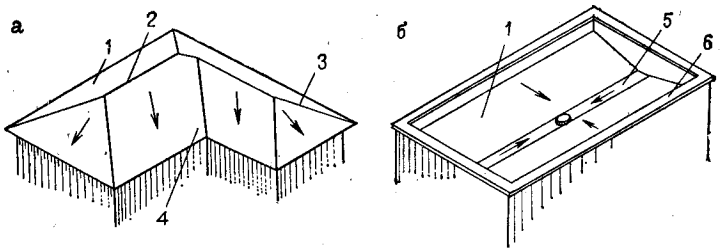


Рис. 12.61. Ребра и плоскости скатных крыш
а — с наружным; *б* — с внутренним водоотводом; *1* — скат; *2* — конек; *3* — накосное ребро; *4* — ендова; *5* — лоток; *6* — парапет

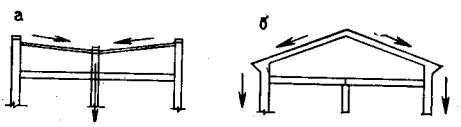


Рис. 12.62. Водоотвод с крыши
а — схема внутреннего; *б* — наружного водоотвода

Чердачная сборная железобетонная крыша с холодным чердаком (рис. 12.63) содержит утепленное чердачное перекрытие, неутепленные фризовые наружные стены, кровельные и лотковые панели и поддерживающий их железобетонный каркас. Холодное пространство чердака вентилируется наружным воздухом через отверстия в панелях фризовых стен. Высота чердака назначается не менее 1,6 м. При толщине несущих панелей чердачного перекрытия более 100 мм в связи с малой паропроницаемостью железобетона сплошной пароизоляционный слой не устраивается, осуществляется только проклейка сверху стыков панелей узкими полосками пароизоляционного материала. Теплоизоляционный слой может отсутствовать при выполнении несущей части чердачного перекрытия из легкого или ячеистого бетона с сопротивлением теплопередаче, соответствующим $R_o^{тр}$. Фризовые стены выполняют из ребристых или плоских железобетонных элементов. Вентиляционные отверстия во фризовых панелях имеют суммарную площадь не менее 1/250 площади покрытия. Кровельные и лотковые панели выполняют из тонкостенных железобетонных ребристых элементов, изготовленных с применением бетона марки не ниже М 150.

В зависимости от конструктивной схемы здания кровельные панели опирают на продольные или поперечные несущие элементы. В первом случае ими служат продольные фризовые элементы и внутренняя продольная стена здания (или лотковая панель), во втором — специальные опоры (каркас), установленные по осям внутренних поперечных стен. К этим опорам и чер-

ТАБЛИЦА 12.9. МИНИМАЛЬНЫЕ ВЕЛИЧИНЫ УКЛОНОВ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КРЫШ

Конструкция крыши	Минимальный уклон, %		Конструкция крыши	Минимальный уклон, %	
	кровельных панелей или ската	лотка или ендовы		кровельных панелей или ската	лотка или ендовы
Чердачная с рулонной гидроизоляцией	2	0	Совмещенная построечного изготовления	3	2
То же, с безрулонной гидроизоляцией	5	3	Эксплуатируемая чердачная крыша-терраса	3	2
Совмещенная панельная	2	0			

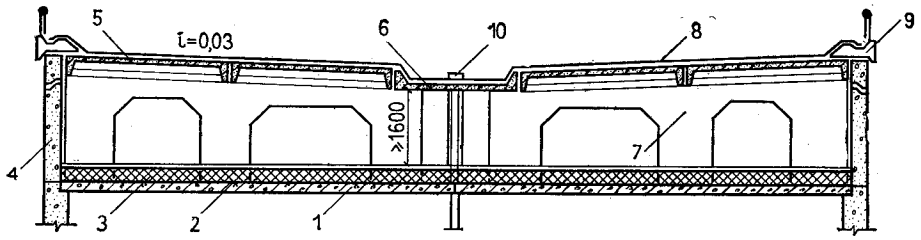


Рис. 12.63. Чердачная сборная железобетонная крыша с рулонной гидроизоляцией

1 — чердачное перекрытие; *2* — пароизоляция; *3* — утепляющий слой; *4* — фризовая панель; *5* — кровельная панель, *6* — водоотводящий лоток; *7* — каркас крыши; *8* — гидроизоляционный ковер; *9* — парапетная плита; *10* — воронка внутреннего водостока

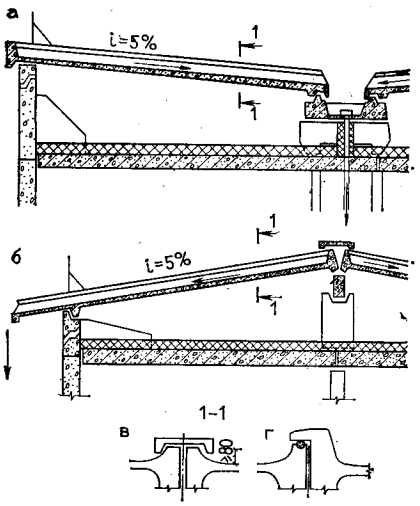


Рис. 12.64. Безрулонная чердачная крыша

а — с внутренним водоотводом; *б* — с наружным; *в* — продольный стык кровельных панелей, перекрытый железобетонным нащельником; *г* — то же, внахлестку

дачному перекрытию крепят элементы ненесущих фризовых стен. Гидроизоляция железобетонных крыш выполняется из рулонных материалов либо безрулонной из гидроизоляционных мастик. Основанием под гидроизоляцию служат кровельные панели. Рулонная гидроизоляция осуществляется путем последовательной наклейки на битумной мастике нескольких слоев гидроизоляционного материала с взаимным перекрытием швов между полотнищами. При уклонах крыши в 2—3% надежность гидроизоляции обеспечивает устройство рулонного ковра из четырех слоев рубероида или трех слоев стеклорубероида. Верхний слой ковра защищают от радиации и механических повреждений присыпкой светлого гравия, втопленного в мастику. Наружные стены по периметру крыш с внутренним водоотводом защищают парапетные плиты из морозостойкого бетона. Работы по устройству рулонных кровель трудоемки и обеспечивают надежные эксплуатационные качества покрытия лишь при производстве в весенне-летний период. Этих недостатков лишены крыши с безрулонными покрытиями из гидроизоляционных мастик на основе битумно-полимерных и других аналогичных композиций. Покрытия наносят на кровельные элементы в заводских условиях, а затем повторно в процессе эксплуатации здания при благоприятных погодных условиях. Для обеспечения надежных эксплуатационных свойств безрулонных крыш стыки кровельных панелей размещают выше поверхности крыши и выполняют внахлестку или с железобетонными нащельниками. Для этого в кровельных панелях предусматривают ребра понизу и поверху (рис. 12.64). Кровельные панели безрулонных крыш выполняют предварительно напряженными из бетонов высоких марок по прочности, морозостойкости и водонепроницаемости (М 400, Мрз200 и В6).

Чердачная сборная железобетонная крыша с теплым чердаком (рис. 12.65) имеет утепленные наружные ограждения из фризовых панелей, аналогичные

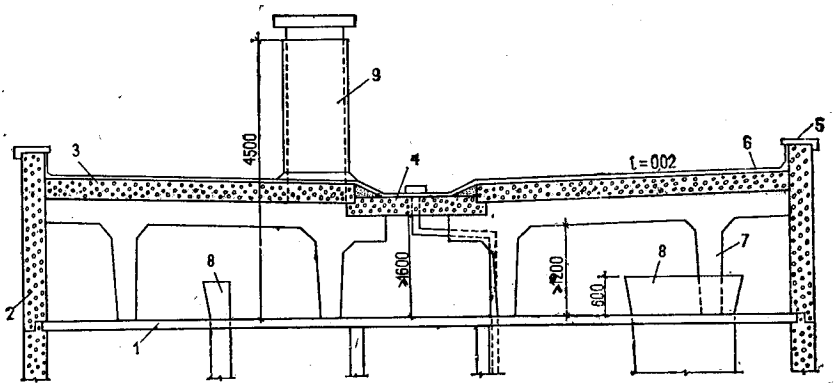


Рис. 12.65. Чердачная сборная железобетонная крыша с теплым чердаком
1 — чердачное перекрытие; *2* — фризовая стена; *3* — утепленная панель покрытия; *4* — лотковая панель; *5* — парапет; *6* — гидроизоляционный ковер; *7* — опорная рама; *8* — оголовок вентблока; *9* — вытяжная вентиляционная шахта

по конструкции наружным стенам здания, утепленные панели покрытия и лотка и неутепленное чердачное перекрытие. Воздух, поступающий из всех открытых в чердак вентиляционных каналов и шахт здания, удаляется через общую вытяжную шахту. Гидроизоляция и парапетные элементы чердачных крыш с теплым и холодным чердаком одинаковы. Панели покрытия теплых чердаков выполняют однослойными из легких или ячеистых бетонов либо из трехслойных комплексных панелей (две железобетонные плиты с теплоизоляционным слоем между ними).

Совмещенные крыши проектируются полносборными и построечного изготовления (рис. 12.66). Для полносборных крыш применяют панельные конструкции (одно- и трехслойные), аналогичные кровельным панелям теплых чердачных крыш с разницей только в форме элементов: кровельные панели теплых чердаков имеют параллельные грани и уклон крыши обеспечивается соответствующей укладкой ее элементов, у панелей же совмещенных крыш нижняя (потолочная) грань горизонтальна, а верхняя (кровельная) имеет уклон. Полносборной является также двойная конструкция совмещенной крыши из несущих железобетонных панелей перекрытия верхнего этажа и свободно уложенных по ним утепляющих панелей из легкого или ячеистого бетона.

Совмещенные покрытия построечного изготовления возводят путем последовательной укладки по железобетонному перекрытию верхнего этажа пароизоляционного и теплоизоляционного материалов, выравнивающей стяжки и рулонного гидроизоляционного ковра.

В зданиях с нормальной влажностью воздуха в помещениях обеспечивают возможность быстрого снижения изготовительной влажности совмещенной крыши за счет воздухообмена в помещении. С этой целью в покрытии обычно не устраивают пароизоляционный слой. Снижение влажности конструкции в подкровельном слое обеспечивается введением вентиляционных каналов или зазоров в конструкцию панели. В однослойных комплексных или утепляющих панелях для этого устраивают тонкие цилиндрические каналы (рис. 12.67), расположенные перпендикулярно продольным фасадам здания, а в трехслойных панелях — вентилируемое воздушное пространство над утепляющим слоем. Вентиляционные полости в кровельных панелях сообщаются с наружным воздухом через приточно-вытяжные отверстия во фризовых участках наружных стен. Сохранению рулонного ковра способствует создание под гидроизоляционным покрытием воздушной микрослойки, сообщающейся с наружным воздухом. Для этого нижний слой ковра соединяют с основанием точечной или полосовой приклейкой.

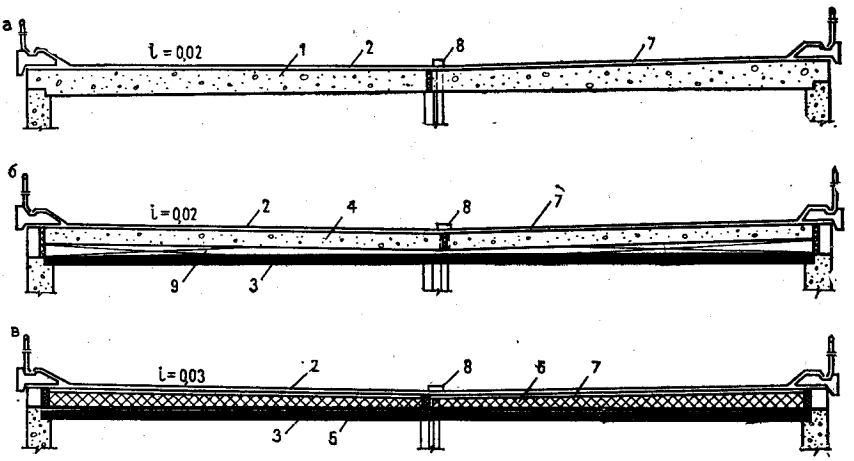


Рис. 12.66. Совмещенные крыши

а — однослойная; *б* — двуслойная; *в* — построечного изготовления; *1* — панель совмещенной крыши; *2* — гидроизоляционный ковер; *3* — панель перекрытия; *4* — утепляющая панель; *5* — пароизоляционный слой; *6* — утеплитель; *7* — выравнивающая стяжка под гидроизоляционный ковер; *8* — водосточная воронка; *9* — сборные подкладки или ребра, создающие уклон покрытия

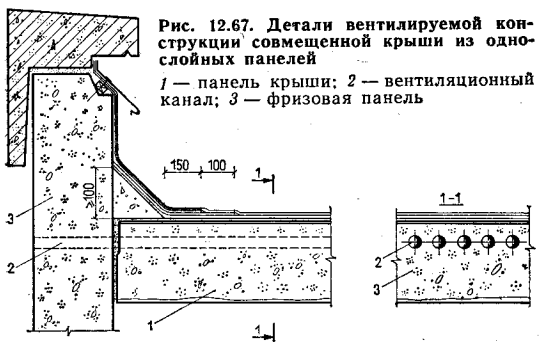


Рис. 12.67. Детали вентилируемой конструкции совмещенной крыши из однослойных панелей

1 — панель крыши; *2* — вентиляционный канал; *3* — фризовая панель

Эксплуатируемые крыши террасы (рис. 12.68) устраивают, как правило, над чердачными крышами с рулонной гидроизоляцией. Пол крыши-террасы имеет горизонтальную поверхность, а кровля — уклон до 25%. Пол эксплуатируемых крыш служит защитным слоем для гидроизоляции. Его выполняют из каменных или железобетонных (иногда облицованных керамическими плитками) плит, свободно уложенных на железобетонные прокладки, установленные по кровле на асфальтовых маяках или по слою кварцевого песка толщиной не менее 30 мм. Для гидроизоляции крыш-террас применяют наиболее долговечные рулонные материалы (гидроизол и др.), а число слоев изоляции назначают на один бо́льшим, чем при неэксплуатируемых крышах. По поверхности рулонного ковра наносят сплошной 2-мм слой горячей мастики. Битумные мастики антисептируют гербицидами, препятствующими прорастанию растений из случайно занесенных на крышу семян и спор.

Детали крыш. Нормальный температурно-влажностный режим конструкций крыш во многом зависит от деталей заделки гидроизоляционного покрытия, восприятия перепадов температур наружного воздуха и организации водоотвода. Во всех примыканиях к вертикальным плоскостям (парапету, лифтовым надстройкам и др.) рулонным покрытиям крыш придают плавный подъем по наклонной поверхности. Поверхность подъема создают цементной стяжкой или специальными легкобетонными сборными элементами. Ковер в этих местах усиливают двумя дополнительными слоями гидроизоляционного материала и защищают металлическим фартуком. Край ковра поднимают не менее чем на 200 мм, заводят в специальную борозду в примыкающей вертикальной конструкции, закрепляют от сползания дюбелями или специальными прижимными устройствами и защищают от затекания атмосфер-

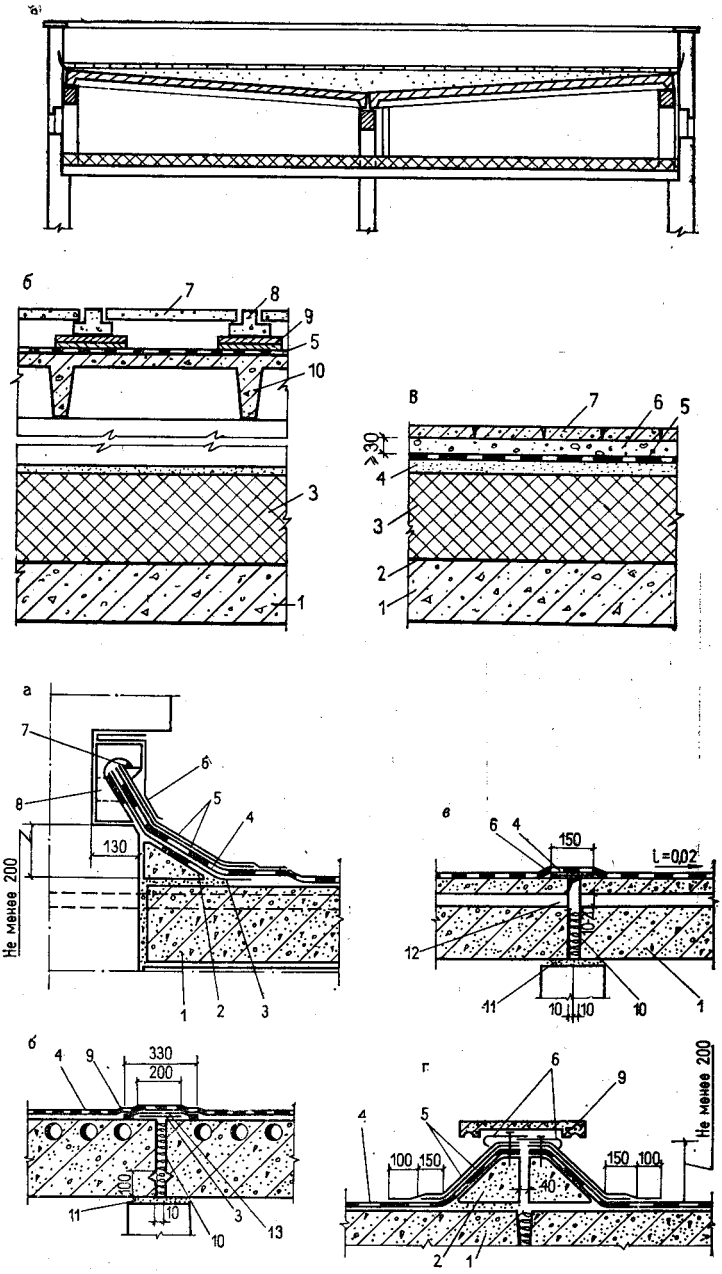


Рис. 12.68. Эксплуатируемые крыши

а — схема чердачной крыши; *б* — деталь устройства чердачной крыши с полом по железобетонным подкладкам; *в* — деталь совмещенной эксплуатируемой крыши; *1* — несущая конструкция чердачного перекрытия или покрытия; *2* — пароизоляция; *3* — теплоизоляция; *4* — стяжка; *5* — пятислойный рулонный ковер на антисептированной битумной мастике; *6* — защитный дренирующий слой из кварцевого песка под горизонтальный уровень; *7* — каменные или железобетонные плиты; *8* — железобетонные подкладки; *9* — асфальтовые маяки по уровню; *10* — кровельная панель

Рис. 12.69. Детали устройства гидроизоляционного ковра и стыков панелей совмещенной крыши

а — в примыкании к парапету; *б* — на поперечной стене; *в* — на продольной стене; *г* — в зоне температурного шва; *1* — панель крыши; *2* — легкобетонный борт; *3* — скользящая полоса рулонного материала; *4* — основной гидроизоляционный ковер; *5* — дополнительные слои рулонного материала; *6* — кровельная сталь; *7* — герметик; *8* — выдренный камень; *9* — железобетонный нащельник; *10* — упругая прокладка; *11* — цементный раствор; *12* — вентиляционный канал; *13* — полоса, приклеенная по краям

ной влаги парапетными плитами или сливами из оцинкованной стали (рис. 12.69). Число пересечений крыш с вертикальными конструкциями назначают минимальным, для чего группируют в один объем машинное отделение лифта, выходы из лестничной клетки на крышу, вентиляционные шахты и блоки.

Конструкции крыш подвержены воздействию перепадов температур наружного воздуха и солнечной радиации, что вызывает температурные деформации (или усилия) в конструкции. Накопление температурных деформаций по длине крыши может вызвать расстройство вертикальных конструкций, на которые она опирается. Во избежание этого швы между сбор-

ными элементами крыши, перпендикулярные продольным фасадам, проектируют податливыми, что позволяет свести деформации крыши в целом к свободным температурным деформациям ее отдельных элементов. Стальные связи элементов крыши предусматривают только с продольными опорами. Для обеспечения податливости поперечные швы между кровельными панелями холодных чердачных крыш оставляют незаполненными, а швы панелей покрытия теплых чердаков и совмещенных крыш заполняют в верхней части легкосжимаемым теплоизоляционным материалом. При этом шпоночные связи из бетона или раствора размещают в нижней части шва, расположенной в зоне постоянных температур. Чтобы свободные температурные деформации кровельной панели не вызывали разрывов гидроизоляционного покрытия, последнее оставляют неприклеенным над стыками панелей. Для этого вдоль стыков укладывают насухо полосу рулонного материала, положение которой фиксирует расположенная над ней и приклеенная по краям вторая, более широкая полоса (рис. 12.69, *б*).

Температурные или осадочные швы должны пересекать все слои конструкции крыши. В местах расположения температурного шва рулонный ковер поднимают на специальные бортики, защищают наклейкой двух дополнительных слоев гидроизоляции и закрывают бетонным или металлическим компенсатором (рис. 12.69, *г*).

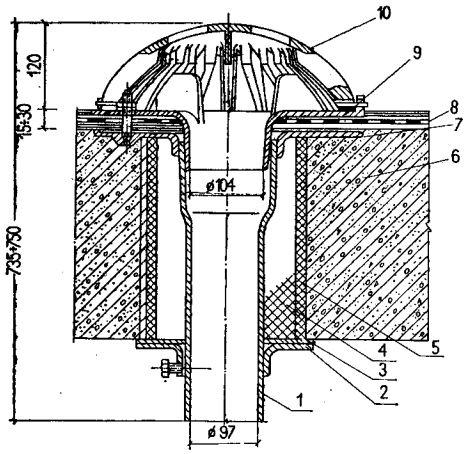


Рис. 12.70. Сопряжение совмещенной крыши с воронкой внутреннего водоотвода

1 — сливной патрубок; *2* — нижний прижимной фланец; *3* — упругая прокладка; *4* — утеплитель; *5* — асбестоцементная труба; *6* — панель крыши; *7* — верхний фланец; *8* — кровельный ковер; *9* — воронка; *10* — крышка-колпак

Внутренний водоотвод с крыш осуществляется через водосточные воронки (рис. 12.70), стояки, трубопроводы и выпуски (закрытые — в ливневую канализацию или открытые — на отмостку). Воронки располагают в пониженных частях крыши — лотках или ендовах. Лотки применяют преимущественно в чердачных крышах, ендовы — в бесчердачных. Над зданиями сложной конфигурации в плане количество воронок определяется из расчета 400 м^2 покрытия на воронку при расстоянии до нее не более 24 м, а в жилых домах предусматривают не менее одной воронки на секцию. Стояки внутреннего водоотвода располагают в отапливае-

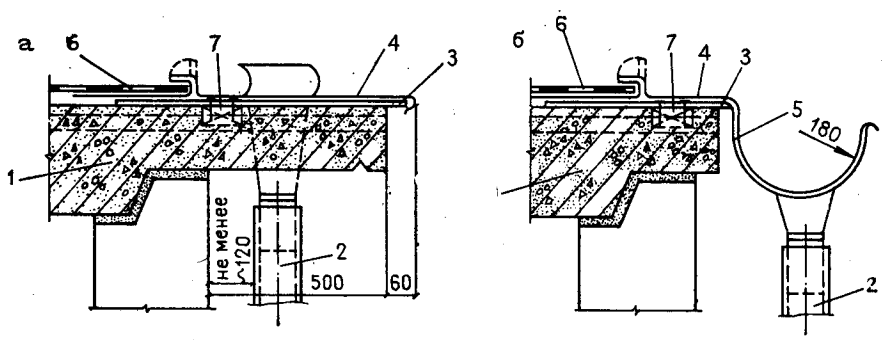


Рис. 12.71. Конструкция карниза при наружном водоотводе

а — при консольном выносе панели крыши; *б* — с подвесным желобом; *1* — панель крыши; *2* — водосточная труба; *3* — костыль; *4* — металлический слив; *5* — желоб; *6* — кровельный ковер; *7* — деревянная антисептированная рейка

ТАБЛИЦА 12.10. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КРЫШ (НА 1 м² ПЛОЩАДИ ЗАСТРОЙКИ)

Тип крыши	Конструкция	Приведенные затраты, руб.	Затраты труда, чел.-ч	Расход материалов, кг	
				сталь	цемент
Совмещенная	Панельная из керамзитобетонных панелей	39,75	3,55	9,41	105,95
	С утепляющими керамзитобетонными панелями	48,18	3,96	9,57	156,3
	Построечного изготовления	32,98	4,41	9,17	67,18
Чердачная	С холодным чердаком, утеплением плитами фибролита и рулонной кровлей	50,58	5,39	14	118,6
	То же, с безрулонным покрытием	41,5	3,6	9,32	69,7
	С теплым чердаком и рулонной крышей	46	4,36	13,1	169

мых подсобных помещениях (санузлах, коридорах, лестничных клетках) и присоединяют к трубопроводам ливневой канализации. В случае отсутствия ливневой канализации дождевые и талые воды из стояков внутреннего водоотвода через открытые выпуски отводят к кювету по железобетонному лотку, расположенному на тротуаре (см. рис. 21.11). Открытые выпуски располагают преимущественно на южных фасадах.

Наружный водоотвод проектируют организованным по желобам и водосточным трубам либо неорганизованным со свободным сбросом воды с карнизных свесов крыши. Неорганизованный водоотвод допускается только в малоэтажных зданиях, расположенных с отступом от красных линий застройки при сбросе воды на газоны. При организованном наружном водоотводе карниз устраивают за счет свеса панели крыши или кровельной панели. Край рулонного ковра у карнизного свеса защищают сливом из оцинкованной стали. Желоб располагают на карнизном свесе крыши или подвешивают к нему (рис. 12.71). Шаг наружных водосточных труб по фасаду должен быть не менее 24 м. Их размещают также на всех углах и в ризалитах. Минимально необходимое количество труб определяется из расчета 1,5 см² поперечного сечения трубы на 1 м² площади крыши. На крышах зданий выше двух этажей обязательно устраивают ограждение из металлической решетки высотой не менее 0,6 м на неэксплуатируемых и не менее 0,9 м на эксплуатируемых.

Технико-экономические показатели конструкций железобетонных крыш (табл. 12.10) свидетельствуют о наибольшей экономичности среди возможных решений чердачных крыш — безрулонной крыши с холодным чердаком, а среди совмещенных — крыши из однослойных панелей.

§ 11. ЛЕСТНИЦЫ

Конструкции основных эвакуационных лестниц проектируют несгораемыми, размещают внутри объема, образованного несгораемыми стенами и перекрытием, т. е. в **лестничной клетке**, освещенной преимущественно боковым естественным светом.

В состав лестниц входят площадки (этажные и промежуточные) и марши (совокупность ступеней между площадками). По количеству маршей на высоту этажа и их взаимному размещению различаются планировочные вариан-

ТАБЛИЦА 12.11. РАЗМЕРЫ СТУПЕНЕЙ ЭВАКУАЦИОННЫХ ЛЕСТНИЦ

Элемент ступени	Размеры ступеней, мм, при уклонах маршей		
	1 : 2	1 : 1,75	1 : 1,5
Проступь	300	285	270
Подступенок	150	165	180

ты двух- и трехмаршевых лестниц (рис. 12.72). Для удобства эвакуации число подъемов в марше не должно превышать 16, а сами марши выполняют с одинаковыми длинами и уклоном. Уклоны эвакуационных лестниц составляют 1 : 2, 1 : 1,75, а вспомогательных — 1 : 1,5. Размеры ступеней по горизонтали — проступь и вертикали — подступенок назначают в соответствии с величиной уклона (табл. 12.11), но таким образом, чтобы их сумма равнялась 450 мм — длине шага взрослого человека при подъеме по наклонной плоскости.

Минимальные размеры ширины лестничных площадок и маршей эвакуационных лестниц назначают в соответствии с назначением здания: 1,2 и 1,05 м — в жилых домах; 1,35 и 1,5 м — в клубах и кинотеатрах; 1,2 и 1,35 — в остальных общественных зданиях.

Приемы построения лестницы (разбивка) в плане и разрезе с выявлением минимально необходимых размеров рассмотрены на рис. 12.73 на примере двухмаршевой лестницы с уклоном 1 : 2 при высоте этажа $H = 3$ м, ширине марша $b = 1{,}05$ м и ширине лестничных площадок c_1 и $c_2 = 1{,}2$ м.

Минимальная ширина лестничной клетки в чистоте B определяется как сумма ширин маршей и минимально допустимой величины зазора между ними 0,1 м.

$$B = 2b + 100 = 2 \cdot 1{,}05 + 100 = 2{,}1 \text{ м}.$$

Высота одного марша $\frac{H}{2} = \frac{3}{2} = 1{,}5$ м. Число подъемов (подступенков) в марше $n = \frac{1500}{150} = 10$. Число проступей n' в марше на единицу меньше, чем подступенков, так как плоскости верхней проступи и лестничной площадки совпадают:

$$n' = n - 1 = 9.$$

Длина горизонтальной проекции марша l (заложение марша)

$$l = 300n' = 300\,(n - 1) = 300 \cdot 9 = 2{,}7 \text{ м}.$$

Полная длина лестничной клетки L составит сумму заложения марша и ширин этажной и промежуточной площадок

$$L = l + 2c = 2{,}7 + 2 \cdot 1{,}2 = 5{,}1 \text{ м}.$$

Графическая разбивка лестницы в соответствии с полученными размерами (построение профиля) осуществляется так: в продольном разрезе лестничной клетки высоту этажа делят по числу подступенков тонкими горизонтальными линиями, а в плане — заложение марша — по числу проступей и переносят их на разрез. В образовавшейся прямоугольной сетке вычерчивают профиль лестницы. При вычерчивании профиля исходят из правила: проступи маршей, сходящихся у лестничной площадки, размещаются на одной вертикали.

При проектировании лестницы обязательно учитывают ее размещение по отношению к входу в здание. Если он осуществляется через лестничную клетку и размещен под первой промежуточной площадкой, необходимо,

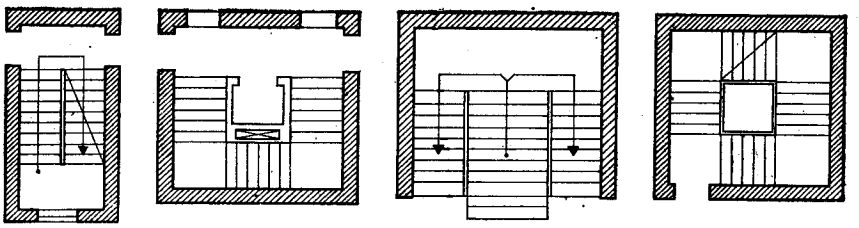


Рис. 12.72. Планировочные типы лестниц

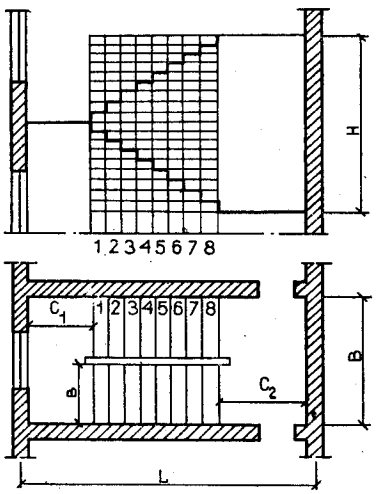


Рис. 12.73. Построение двухмаршевой лестницы. Профиль и план

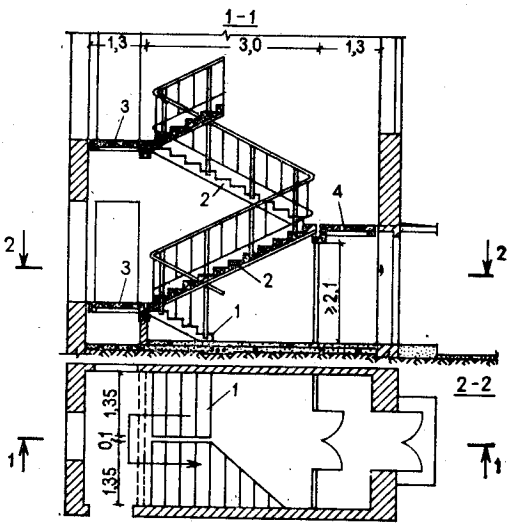


Рис. 12.74. Продольный разрез и план сборной железобетонной двухмаршевой лестницы с цокольным маршем

1 — цокольный марш; *2* — этажные марши; *3* — этажная лестничная площадка; *4* — промежуточная лестничная площадка

чтобы ее отметка размещалась на уровне, обеспечивающем свободный проход под ней и размещение входной двери и двери тамбура. Это условие обеспечивается при устройстве специального цокольного марша в 5—6 ступеней, ведущего от входа к первой этажной площадке, и высоте прохода под площадкой не менее 2,1 м (рис. 12.74).

Перед входной дверью в здание устраивают наружную лестницу с площадкой (крыльцо) либо площадку высотой не менее 150 мм. Над крыльцом или входной площадкой устраивается козырек (навес), защищающий от дождя. Лестницы должны иметь выходы на чердак или крышу. В зданиях до 5 этажей подъем на чердак устраивают по металлическим стремянкам с верхней этажной площадки через люк в чердачном перекрытии, в зданиях выше 5 этажей по маршевым лестницам. Объем лестничной клетки присоединяют к объему машинного отделения шахт лифтов.

Конструкции лестниц выполняют полносборными или мелкоэлементными преимущественно из сборных железобетонных элементов. Основным решением конструкций лестниц является полносборное, при котором двухмаршевая лестница одного этажа собирается из четырех (два марша и две площадки) или двух (два марша с полуплощадками) элементов (рис. 12.74). Конструкция из четырех элементов является наиболее массовой и применяется в зданиях различных строительных систем. Конструкция из двух элементов, хотя несколько менее трудоемка в монтаже, из-за большей металлоемкости применяется реже: преимущественно в каркасно-панельных зданиях с опиранием на основные и дополнительные ригели каркаса (рис. 12.75).

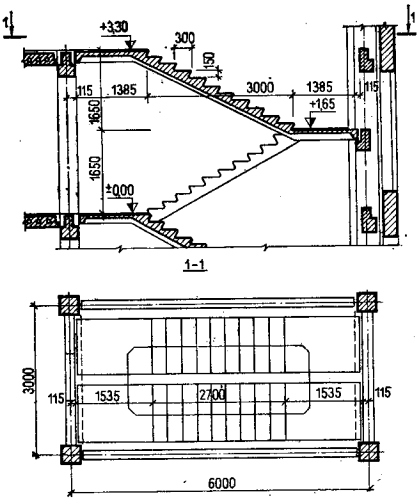


Рис. 12.75. Конструкция лестницы из железобетонных маршей с полуплощадками

Полносборные лестницы содержат обычно однотипные по конструкции лестничные площадки в виде железобетонной ребристой плиты, специальный прилив на одном из продольных ребер которой служит для опирания маршей. Конструкции маршей разнообразны: тонкостенные складчатые марши, марши с одним или двумя продольными несущими ребрами по нижней поверхности (одно- или двухкосоурные).

Мелкоэлементные лестницы выполняют из горизонтальных (площадочных) и наклонных (косоурных) балок, на которые укладывают сборные бетонные площадочные плиты и отдельные ступени. Крупноэлементные конструкции эффективней мелкоэлементных по показателям стоимости на 40%, затрат труда на постройке в 4,5 раза, по расходу стали в 2—2,5 раза и расходу цемента на 50%. Поэтому мелкоэлементные лестницы применяют редко: при реконструкции существующих зданий или возведении индивидуальных объектов с нетиповыми габаритами лестниц.

§ 12. ОБЪЕМНО-БЛОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Конструктивные системы. В объемно-блочном домостроении используют четыре конструктивные системы: основную — блочную и комбинированные — блочно-панельную, каркасную и ствольную (рис. 12.76). Две первые системы требуют применения несущих железобетонных конструкций блоков, в третьей и четвертой возможно использование ненесущих блоков облегченных конструкций из небетонных материалов.

В зданиях блочной системы блоки устанавливают друг на друга столбами (или пилонами) на всю высоту здания с передачей вертикальной нагрузки по контуру, двум противоположным сторонам или углам блоков (рис. 12.77). Связи между отдельными столбами обычно выполняют податливыми из стальных накладок (полос или круглых стержней), приваренных к закладным деталям блоков (рис. 12.78). Необходимость применения жестких соединений столбов блоков может возникнуть в особых случаях: при больших ветровых нагрузках и высоте здания более 9 этажей, при сейсмических воздействиях и т. п.

В блочных зданиях с податливыми связями применяют как соосное расположение блоков, так и их взаимную сдвижку в одном или двух направлениях — по вертикали и по горизонтали (рис. 12.79). В зданиях с жесткими связями применяют соосное расположение блоков.

Блочно-панельные здания состоят из столбов железобетонных блоков и стен, расположенных на расстоянии в несколько метров друг от друга. Пролет между ними перекрывают железобетонными панелями перекрытий, а по наружным плоскостям ограждают панелями наружных стен. В блоках размещают наиболее трудоемкие объемно-планировочные элементы здания — санитарно-кухонные, лестничные, а в пролетах между блоками — жилые комнаты.

В зависимости от несущей способности блоков и приходящейся на них нагрузки сопряжение панельной и блочной частей осуществляется путем непосредственного опирания перекрытий на специальные консоли блоков либо

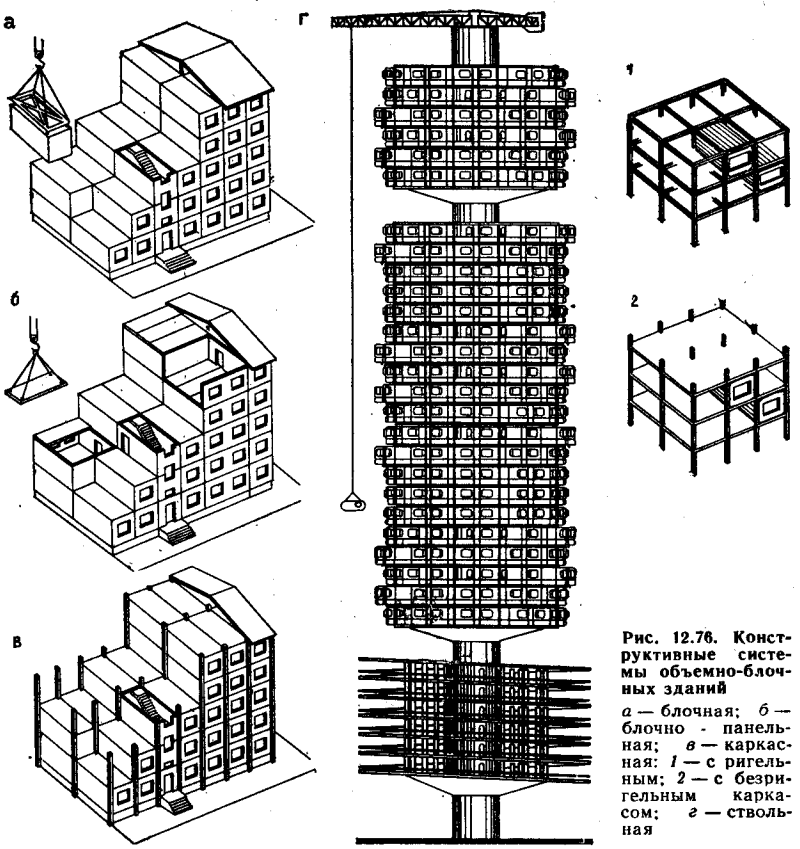


Рис. 12.76. Конструктивные системы объемно-блочных зданий

а — блочная; *б* — блочно - панельная; *в* — каркасная: *1* — с ригельным; *2* — с безригельным каркасом; *г* — ствольная

на приставные панели несущих стен (рис. 12.80). Последний вариант применяют также по требованиям звукоизоляции, если стык блочной и панельной части здания проходит в плоскости межквартирного ограждения.

В каркасных домах применяют полный или безригельный каркас. В последнем предусматривают железобетонные платформы перекрытий, располагаемые в каждом этаже или через несколько этажей. В зданиях с полным каркасом ненесущие объемные блоки устанавливают на сквозную решетку, образуемую ригелями. В зданиях с неполным каркасом применяют ненесущие или несущие блоки облегченной конструкции. Первые применяют при поэтажном расположении перекрытий, вторые — при расположении перекрытий через несколько этажей и установке 2—3 рядов блоков друг на друга. В домах ствольной системы блоки опираются на консольные балки или платформы.

Поскольку устройство платформ материало- и трудоемко, их располагают только в нескольких уровнях по высоте здания. Платформы используют для установки на них или подвески к ним объемных блоков. При подвеске применяют ненесущие конструкции блоков из бетонных или небетонных материалов. При установке на платформу применяют блочные или блочно-панельные несущие железобетонные конструкции высотой 5—10 этажей.

Блочная и панельно-блочная системы отличаются большей технико-экономической эффективностью и получили в связи с этим применение в строительстве зданий средней и повышенной этажности. Дальнейшее увеличение этажности требует повышения несущей способности блоков, сопровождающейся увеличением массивности конструкций свыше 1000 кг/м^2.

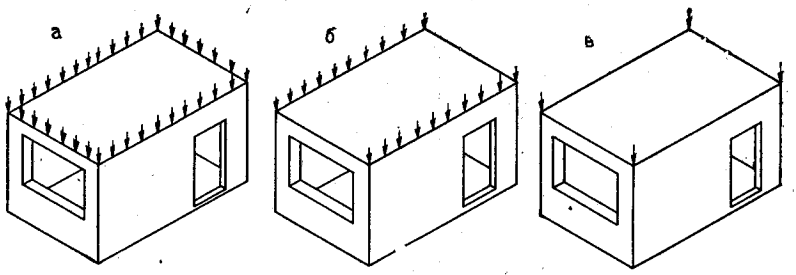


Рис. 12.77. Схема передачи вертикальной нагрузки на несущие объемные блоки
а — по контуру; *б* — по двум сторонам; *в* — по углам

При этом нерационально возрастает расход основных материалов, а масса блока превышает грузоподъемность монтажных кранов. Возможность применить блоки массивностью менее 1000 кг/м² при повышении этажности дают каркасная и ствольная системы. Они также позволяют унифицировать конструкции блоков для зданий различной этажности. Основной областью применения каркасной и ствольной систем станет строительство зданий высотой более 12 этажей. При меньшей этажности их применение нецелесообразно из-за меньшего (на 20—30%) уровня заводской готовности по сравнению с блочной системой.

Конструкции объемных блоков классифицируют по назначению (блоки жилых помещений, санитарно-кухонных, лестничных), конструкции (каркасные, бескаркасные), несущей способности (несущие, ненесущие), технологии изготовления (монолитные, сборные), материалу (бетонные или из небетонных материалов) размерам (на комнату, на группу помещений), массе, приведенной к 1 м² площади пола (150—450 кг/м² — легкие, 450—700 кг/м² — средние, 700—1000 кг/м² — тяжелые). Наибольшее распрост-

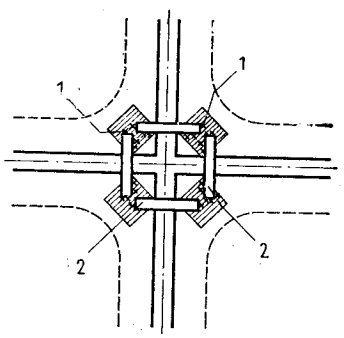


Рис. 12.78. Стальные связи между блоками
1 — закладная деталь; *2* — связь

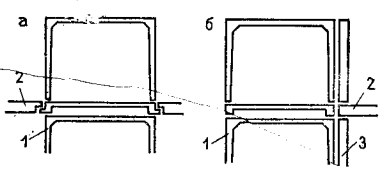


Рис. 12.80. Сопряжение панельных и блочных элементов в блочно-панельных зданиях с различным опиранием панелей перекрытий
а — на объемный блок; *б* — на панель стены; *1* — объемный блок; *2* — панель перекрытия; *3* — панель стены

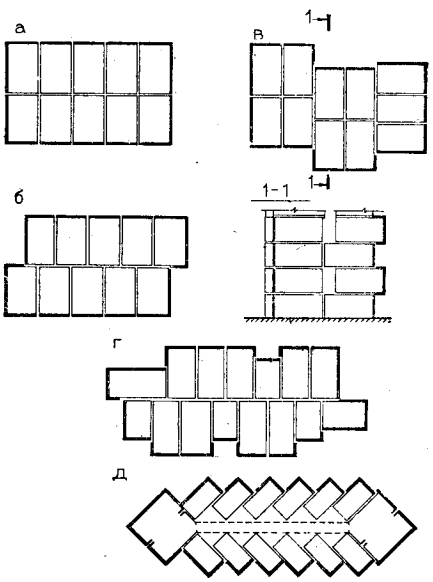


Рис. 12.79. Схемы взаимного расположения блоков по вертикали и горизонтали
а — соосное; *б* — со сдвижкой вдоль одной оси; *в, г* — со сдвижкой, поворотом на 90° и консолированием; *д* — с поворотом на 45°

ранение получили несущие замкнутые монолитные железобетонные конструкции тяжелых блоков размером на комнату и массой до 20—25 т.

По конструктивно-технологическому решению различают блоки типа колпак, стакан, лежащий стакан и труба, т. е. блоки, формуемые в виде объемно-пространственного элемента с пятью (или четырьмя) монолитно связанными гранями. Шестую грань — плиту потолка или стены выполняют из панели, соединенной с блоком на цементном растворе и стальных сварных связях (рис. 12.81) в процессе заводской комплектации конструкции. Блоки формируют из тяжелого или конструктивного легкого бетона с объемной массой 1600 кг/м³ и более. Толщина стенок блоков не менее 60 мм. Условия опирания блоков друг на друга отражаются на конструкции их стенок. При линейном опирании стенки работают как бетонное сечение на внецентренное сжатие, имеют одинарное конструктивное армирование сварными сетками. Стенки выполняют плоскими или с вертикальными наружными ребрами жесткости шагом 0,8—1 м. При угловом опирании концентрированная передача вертикальной нагрузки требует развития бетонного сечения и двустороннего конструктивного армирования вертикальных ребер блоков. Бетонное сечение стенок блока в зоне по 0,6 м в обе стороны от ребра увеличивают, в углах устраивают вуты. В таких блоках часть стенок, заключенная между усиленными угловыми участками, воспринимает незначительные усилия. Поэтому при соответствующих планировочных требованиях она может быть частично или полностью изъята, что способствует объединению внутреннего пространства смежных блоков. Стенки блоков типа «стакан» или «колпак» выполняют с вертикальной наружной и слегка наклонной (для создания распалубочного уклона) внутренней поверхностью (рис. 12.82). Потолочная плита, монолитно связанная при изготовлении со стенками блока, работает на изгиб как пластинка, защемленная по трем сторонам (в блоке типа «лежащий стакан») или по контуру (в блоке типа «колпак»).

В сопряжениях плиты потолка со стенками предусматривают дополнительное армирование и увеличивают бетонное сечение за счет устройства вутов с внутренней стороны или контурного ребра с наружной. Плита потолка выполняется толщиной не менее 6 см. Для повышения ее жесткости иногда предусматриваются наружные ребра или вспарушенность. Плита пола блока всегда выполняется ребристой с наружными поперечными (в блоках типа «лежащий стакан») или перекрестными (в блоках типа «колпак» и «стакан») ребрами.

Наружные стены блоков типа «колпак» (рис. 12.83) формуют в процессе изготовления блока или комплектуют путем крепления к его тонкой наружной стенке ненесущей утепляющей панели любой конструкции. Универсальность последнего решения сделала его основным, применяемым и для блоков типа «лежащий стакан».

Для формообразования объемно-блочных зданий характерна организация эркеров и лоджий путем консолирования или заглубления отдельных блоков по отношению к фасадной плоскости. При этом для утепления наружных участков тонких боковых стенок и плит пола применяют навесные панели. На потолочной поверхности эркера консолированного блока устраивают утепленное совмещенное покрытие с наружным водоотводом. Стыки наружных стен объемно-блочных домов выполняют, предусматривая защиту от промерзания и сквозных протечек при минимальной воздухопроницаемости. Так же, как и в панельных домах, изоляция стыков от сквозных протеканий может быть обеспечена по принципу открытого или дренированного стыка (рис. 12.84).

Теплоизоляция стыков наружных стен обеспечивается замоноличиванием легким бетоном и установкой утепляющих вкладышей.

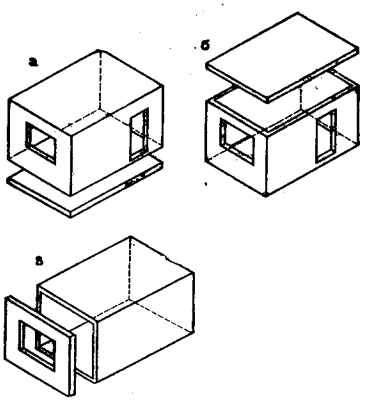


Рис. 12.81. Конструктивно-технологические типы блоков

а — колпак; *б* — стакан; *в* — труба

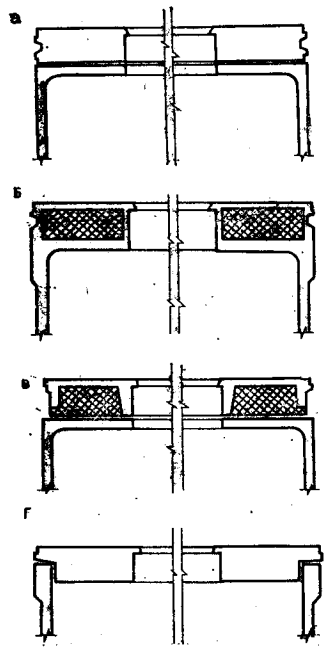


Рис. 12.83. Конструкции наружных стен блоков типа «колпак»

а — с утепляющей однослойной бетонной панелью; *б* — со слоистой стеной, изготовленной в процессе формирования блока; *в* — с утепляющей слоистой панелью; *г* — с приставной панелью в блоке типа «лежащий стакан»

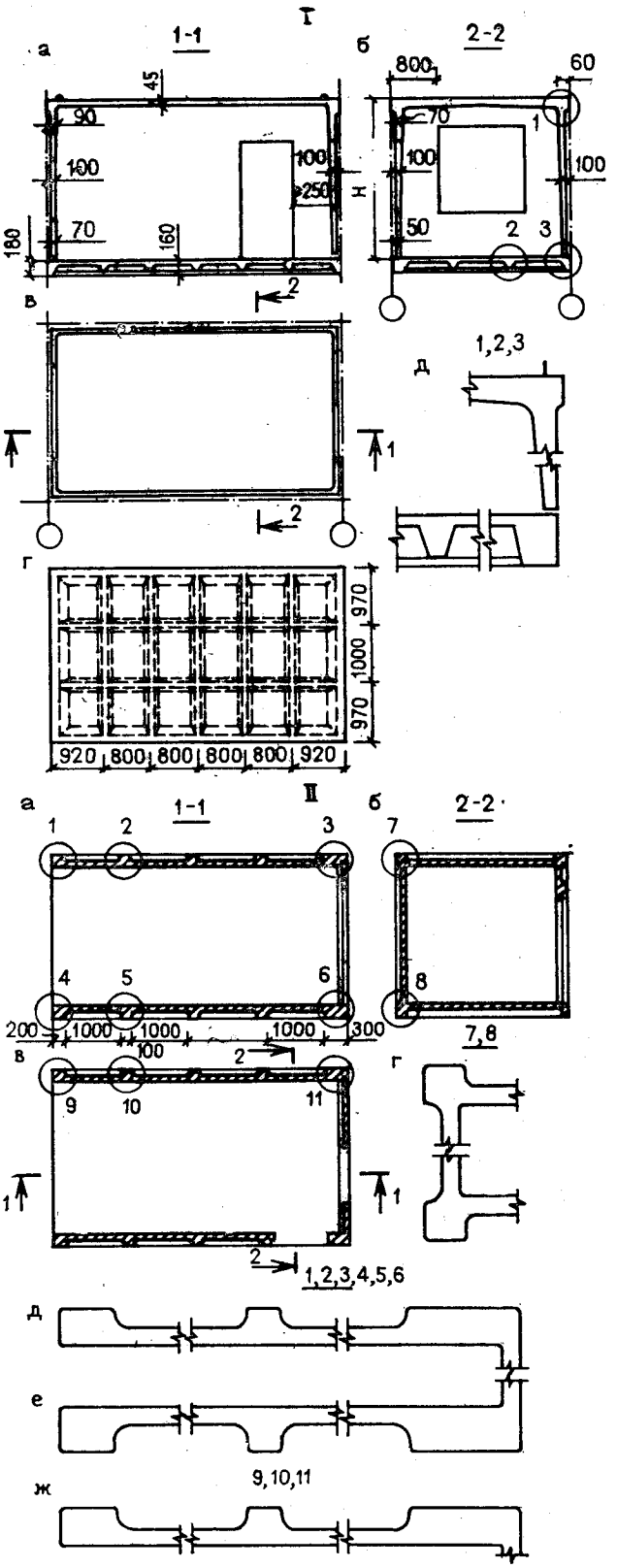


Рис. 12.82. Конструкция объемных блоков

I — типа «колпак»; *II* — типа «лежащий стакан»: *а* — продольный; *б* — поперечный разрезы; *в* — план; *г—ж* — детали сечения блока

Существенной особенностью внутренних конструкций объемно-блочных зданий является то, что они представляют собой акустически раздельные конструкции: двойные стены с воздушной прослойкой между ними в 60—80 мм, перекрытия с раздельным самонесущим потолком.

Обеспечение нормативных индексов звукоизоляции этих конструкций предусматривается как по сечению, так и по стыкам. Поэтому обязательным при проектировании вертикальных и горизонтальных стыков является рассечение воздушных зазоров между блоками специальными диафрагмами. В горизонтальных стыках ими служат замоноличенные цементным раствором металлические компенсаторы, минераловатные маты в полиэтиленовой пленке, в вертикальных — замоноличивание легким бетоном.

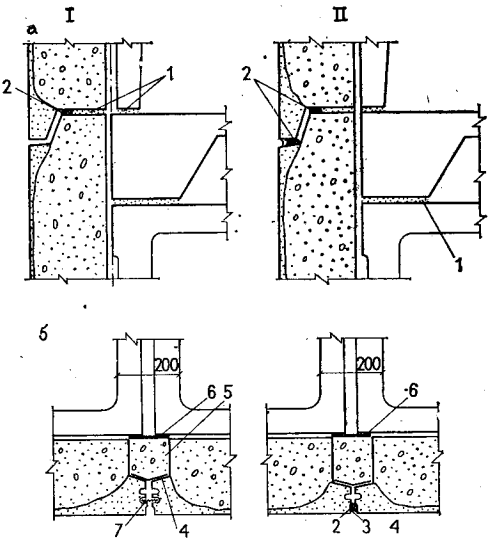


Рис. 12.84. Конструкции стыков наружных стен
I — открытых; *II* — дренированных; *а* — вертикальный; *б* — горизонтальный; *1* — цементный раствор; *2* — упругая прокладка; *3* — герметик; *4* — оцинкованный стальной лист; *5* — легкий бетон; *6* — опалубка; *7* — водоотбойная преграда

Остальные конструкции объемно-блочных домов — фундаменты, крыши, перегородки — проектируют аналогично применяемым в крупнопанельных домах.

ГЛАВА 13. АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

§ 1. АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ЖИЛЫХ КОМПЛЕКСОВ

Основная композиционная задача проектирования жилого комплекса заключается в формировании сложной объемно-пространственной системы, гармонично увязывающей внешнее (по отношению к комплексу) городское пространство с внутренним пространством жилого образования. Средствами композиции служат пространство, объемные формы зданий и природные особенности застраиваемой территории: рельеф, водоемы, зеленые массивы.

Композиции жилых комплексов присущи такие художественные особенности, как отсутствие строгих осевых и симметричных решений при зрительном равновесии асимметрично расположенных масс застройки и единство облика и цвета большинства зданий благодаря их материально-конструктивной однородности. Формы домов, составляющих застройку, различны. Застройка может компоноваться из равновысотных протяженных объемов сложной конфигурации или двух неравных групп зданий: рядовых и акцентных (доминирующих), отличающихся по высоте и протяженности от рядовых.

Повторяемость рядовых домов, составляющих нейтральный фон для акцентных, придает композиционное единство застройке. Мера повторяемости может быть весьма значительной.

Приемы композиционных построений застройки очень разнообразны, так как выбираются в зависимости от большого числа факторов: размера и этажности комплекса, его размещения в структуре города и природного

окружения, климатических особенностей и др. Однако при решении застройки любого типа должны быть полноценно решены основные композиционные задачи:

структурность объемно-пространственной организации комплекса, четко воспринимаемая визуально;

архитектурная организация комплекса по отношению к условиям восприятия извне в панораме города — формирование так называемого фасада застройки;

создание гармоничного архитектурного внутреннего пространства комплекса — интерьера застройки.

Первая задача решается объединением множества зданий, составляющих застройку, в несколько жилых групп. Композиция и состав групп могут быть весьма разнообразны (рис. 13.1). Объединение отдельных домов в группы позволяет укрупнить пространственные членения жилого комплекса. Ограничение числа групп создает возможность их единовременного визуального восприятия. Укрупнение или уменьшение состава и размеров группы позволяет изменять масштаб и ритм застройки в соответствии с композиционным замыслом. Пространственная организация жилой группы обычно проектируется композиционно завершенной. Это придает ей известную автономность и позволяет предусматривать различную расстановку групп на территории (рис. 13.2), что наряду с изменением масштаба и ритма способ-

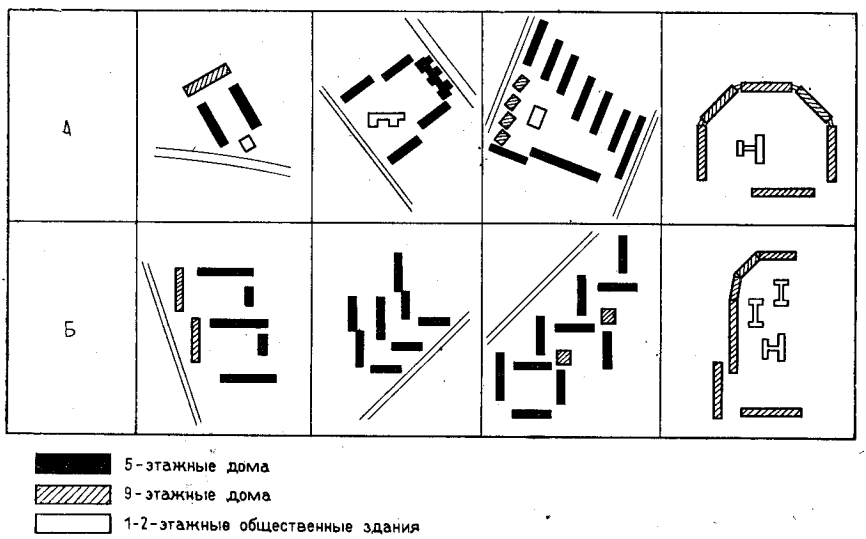


Рис. 13.1. Примеры планировок жилых групп
А — изолированных; *Б* — взаимосвязанных

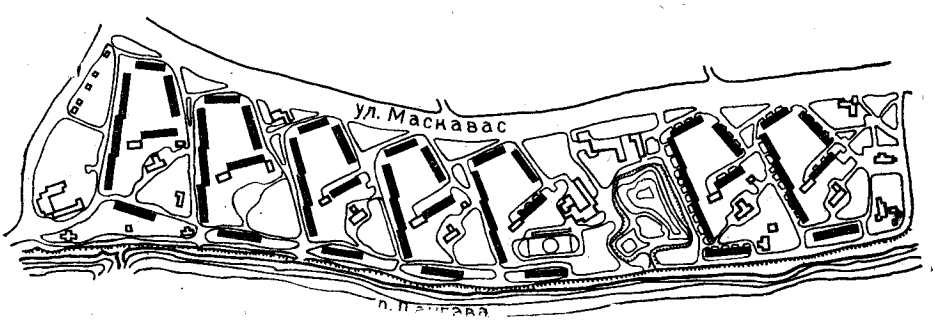


Рис. 13.2. Рига. Схема планировочной композиции микрорайона

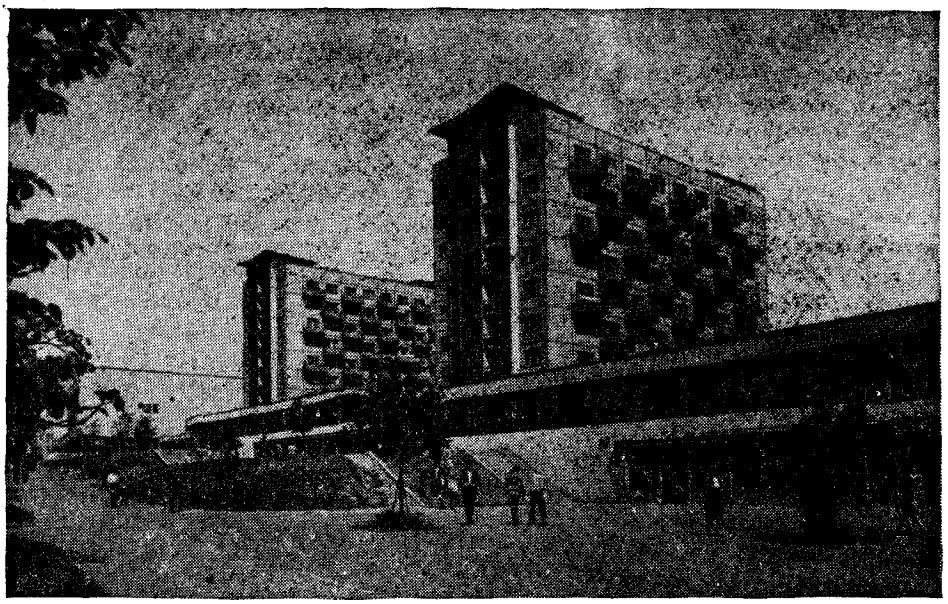


Рис. 13.3. Минск, ул. Толбухина. Пример полуоткрытой застройки

ствует индивидуализации облика комплекса. Распространение приемов формирования протяженных домов при блок-секционном методе проектирования приводит к сокращению числа домов в группе за счет использования домов с развитым объемно-пространственным решением (см. рис. 8.6) и к замене группы одним-двумя типами домов сложной и протяженной формы.

Вторая задача решается с учетом роли комплекса в структуре города, влияющей на выбор этажности и колорита застройки. Возможность целостного восприятия комплекса с внешних точек зрения и, как правило, на повышенной скорости движения (с транспортных средств) диктует необходимость решения фасада застройки в крупном масштабе членений. В то же время восприятие застройки вблизи при пешеходном движении вдоль ее фасада требует относительно мелкого масштаба воспринимаемых при этом композиционных элементов (нижнего яруса зданий, витрин, входов и т. п.). Поэтому композиция внешнего облика застройки в целом решается в системе «наложения масштабов»: крупного масштаба общих членений и подчиненной ему системы мелкого масштаба элементов, воспринимаемых с ближних точек.

Приемы композиционных решений внешнего облика застройки чрезвычайно разнообразны. Принципиальные различия между ними определяет соотношение наружного и внутреннего пространства. Наиболее распространено частичное слияние этих пространств, которое обеспечивается различными способами: расстановкой зданий по фронту застройки с разрывами, ритмичным чередованием высотных и стелющихся объемов (рис. 13.3), размещением в центре застройки группы высотных акцентных объемов (см. рис. 10.10), раскрытием застройки к внешним точкам обзора своеобразным амфитеатром при террасной расстановке жилых групп на рельефе. Реже используется прием изоляции внутреннего пространства от внешнего. Средством расчленения пространств обычно служит здание (или несколько зданий) большой протяженности и сложной формы (рис. 13.4). Прием слияния пространств используется при благоприятной внешней среде: раскрытие внутреннего пространства к водоемам, лесопаркам и т. п.; прием изоляции —

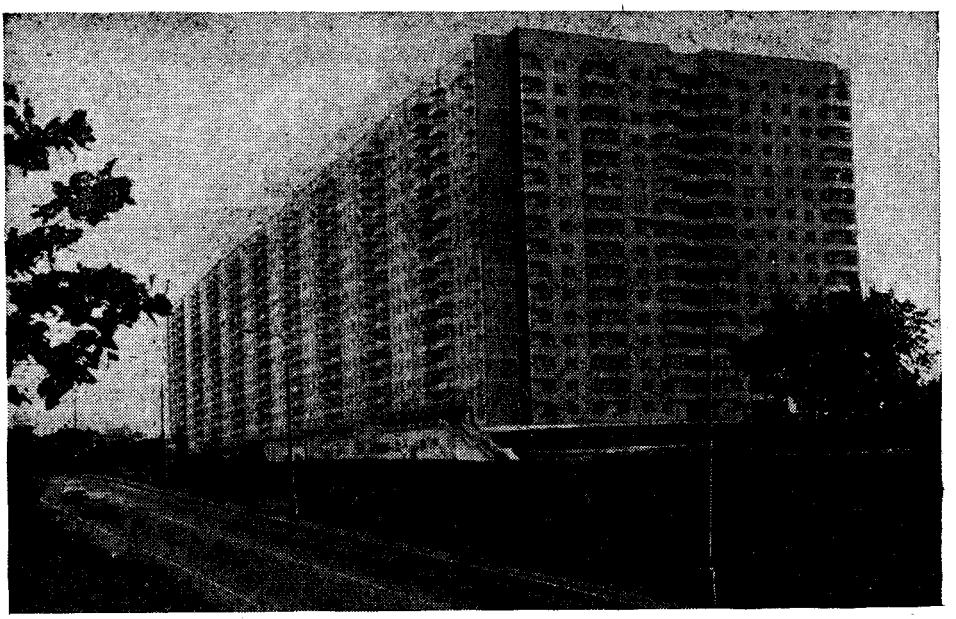


Рис. 13.4. Москва Минское шоссе. Фасад застройки жилого образования

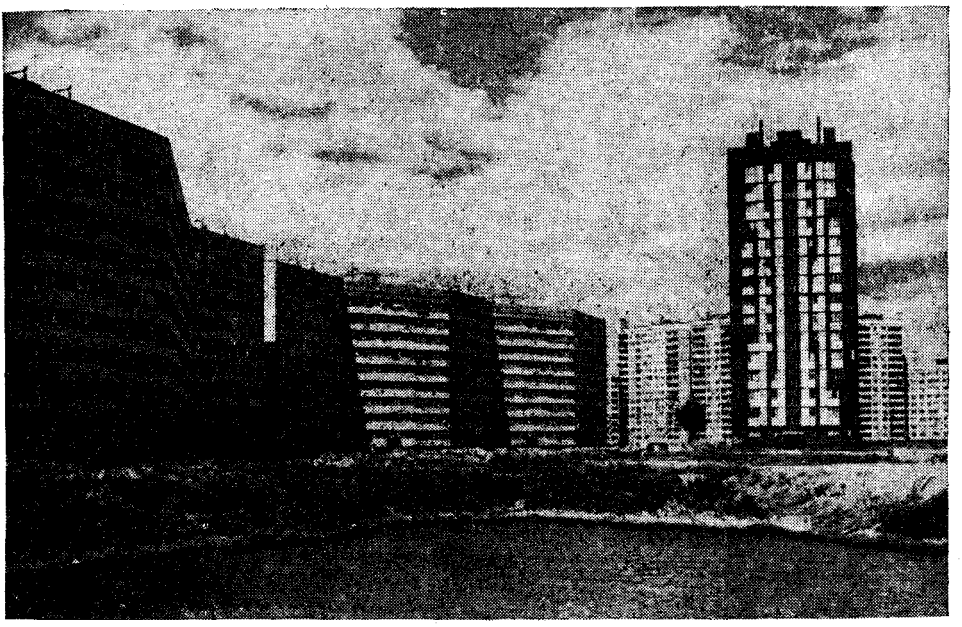


Рис. 13.5. Ленинград. Жилой комплекс Сосновая поляна

при неблагоприятных параметрах внешней среды (высокий уровень транспортного шума, загазованность, запыленность) или в соответствии с композиционным решением застройки прилегающих районов города.

Архитектурное проектирование внутреннего пространства — «интерьера застройки» наиболее сложно; компонуя его, архитектор сталкивается с новым, ранее не существовавшим видом градостроительного пространства.

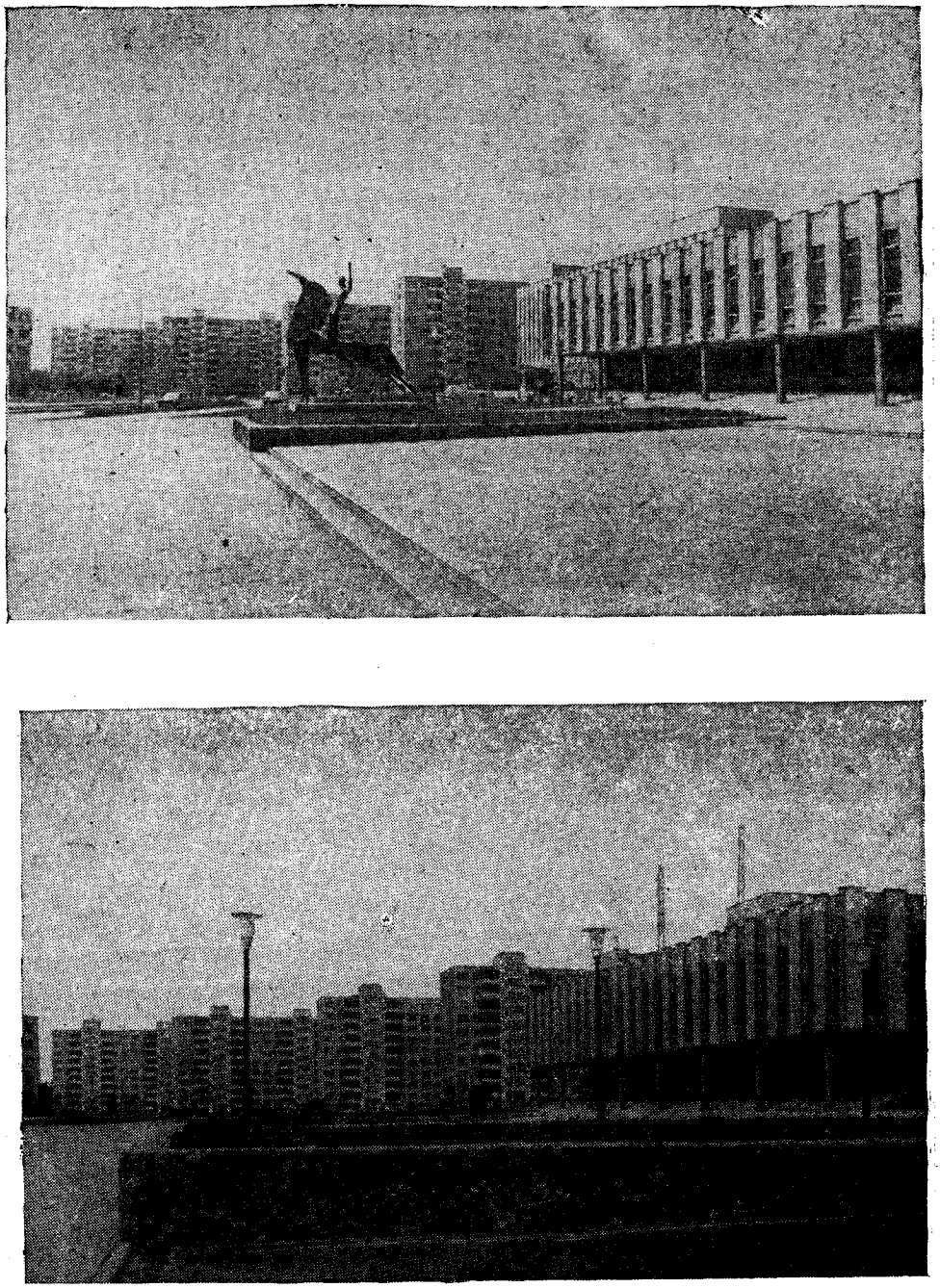


Рис. 13.6. Общественно-торговый центр в жилой застройке

Исходными положениями при проектировании внутреннего пространства являются его расчленение жилыми группами, решение внутреннего пространства жилых групп в сочетании с внутренним пространством всего комплекса, функциональное зонирование застройки и условия его восприятия.

Внутреннее пространство жилой группы проектируют раскрытым, полураскрытым или замкнутым. Первое создается при компоновке группы только

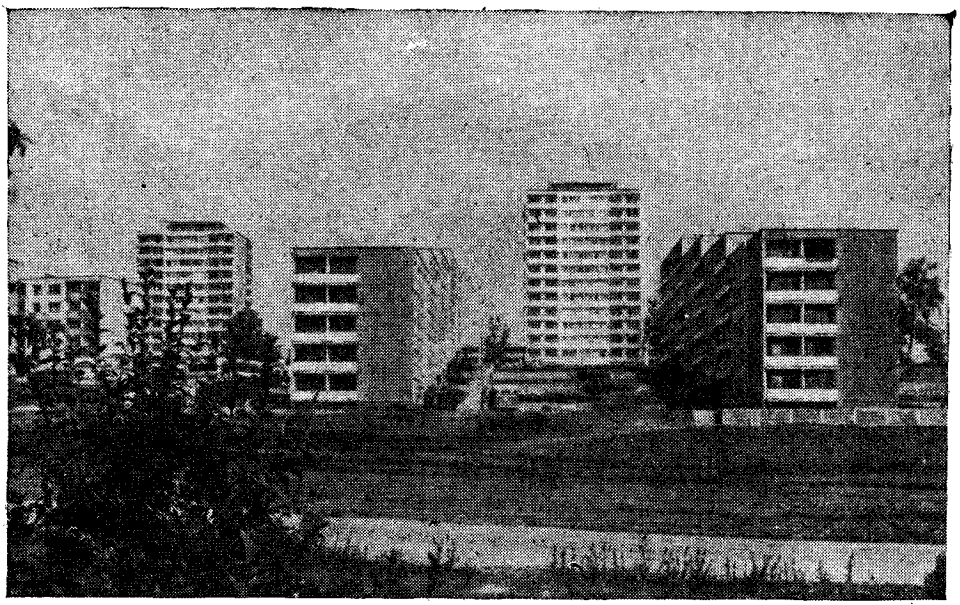


Рис. 13.7. Вильнюс. Жилой район Лаздинай

из односекционных башенных домов, второе — при компоновке из протяженных домов прямоугольной формы с разрывами между ними. Образованию замкнутого пространства способствует формирование группы из так называемых пространствообразующих домов большой протяженности и сложной формы. Эти дома обрамляют участки водоемов и пенной зелени, иногда включая и отдельные здания, организуют деоровье пространства (рис. 13.5). Застройка комплекса в целом обычно представляет собой сочетание различных приемов организации пространства. Так, например, в комплексе на рис. 13.2 пространства отдельных групп решены полураскрытыми, а все пространство комплекса раскрыто к реке.

Пространственная организация «интерьера застройки» архитектурными средствами выявляет ее функциональное зонирование на пространства относительного покоя — жилья и детских учреждений и максимального притяжения и активности — пространство общественно-торговых центров (рис. 13.6). Композиция застройки как среды обитания связана с условиями ее детального восприятия при медленном движении с многочисленной сменой точек зрения и условиями пребывания внутри пространства группы или на пешеходных улицах. Эти условия требуют масштабной соразмерности внутреннего пространства человеку. Если минимальные размеры группы и расстояния между зданиями определяются условиями нормативной инсоляции помещений и территории, то предел увеличения размеров группы определяется из условий восприятия: человек не должен ощущать себя затерянным в несоразмерно большом пространстве. Соответственно находящиеся в условиях восприятия со средних и ближних планов архитектурные формы зданий, обращенные к внутреннему пространству, получают средний или мелкий масштаб членений.

Композиционной особенностью «интерьера застройки» (особенно при замкнутой или полураскрытой планировке) является перенос архитектурного акцента со зданий на сформированное ими пространство среды обитания, ее благоустройство, озеленение, элементы малых форм и т. д.

Композиция застройки, раскрывающаяся от пешеходных улиц и общественного центра, должна отражать многоплановость ее пространства, например, путем включения глубинно-пространственных элементов (рис. 13.7).

§ 2. КОМПОЗИЦИЯ ОБЪЕМНОЙ ФОРМЫ И ФАСАДОВ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Композиция объемной формы фасадов жилых домов исходит из планировочной и конструктивной логики решения дома, его ориентации и характера восприятия фасадной композиции, зависящего от размещения здания в застройке. Застройка жилого образования обычно строится на сочетании так называемых рядовых домов, имеющих спокойные, простые формы, с отдельными акцентными зданиями, отличающимися большей этажностью и сложностью формы. Основой для формирования разнообразных композиционных решений акцентных зданий служит функционально обусловленное разнообразие конфигураций их планов. Сложная конфигурация плана характерна для односекционных домов как средство улучшения санитарно-гигиенических качеств квартир и максимального использования вертикальных коммуникаций и для пространствообразующих многосекционных зданий значительной протяженности. Такие здания необходимы в застройке жилых групп с замкнутым или полураскрытым внутренним пространством. Они применяются также при необходимости укрупнения градостроительного масштаба застройки, усилении 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 при наличии нейтрального фона, который создают рядовые дома застройки с простыми прямоугольными формами.

Обогащению здания способствует индивидуальное решение открытых помещений — балконов и лоджий (рис. 13.8).

Функциональное решение жилого дома обусловливает его мелкоячеистую объемно-пла-

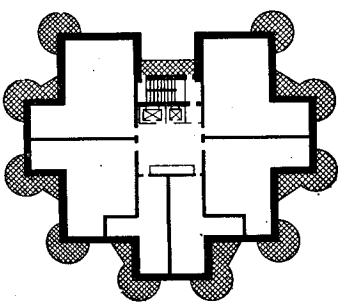


Рис. 13.8. Схема плана односекционного дома

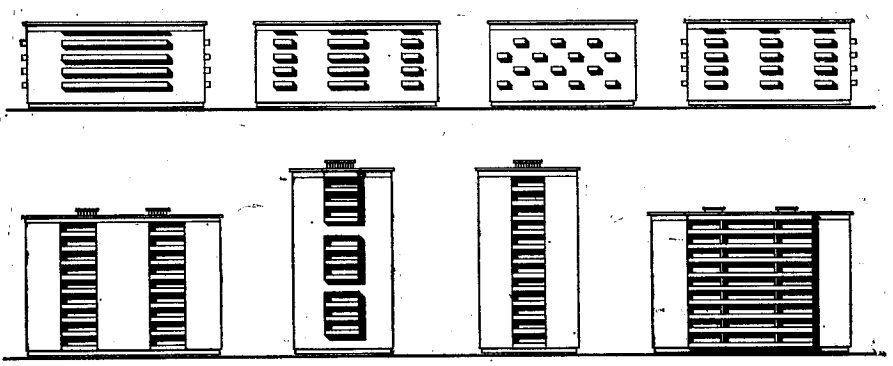
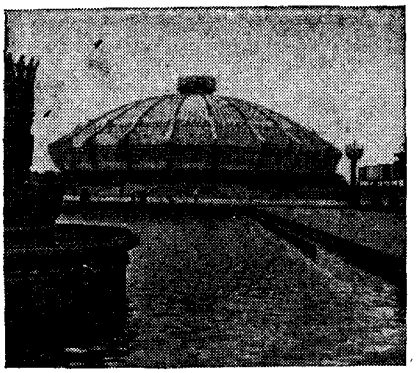


Рис. 13.9. Схемы фасадов с различным размещением летних помещений



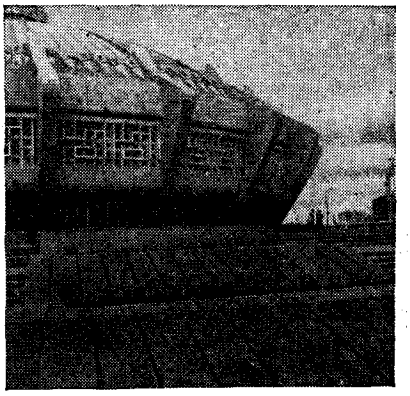


Рис. 13.10. Солнцезащитные решетки в композиции фасадов жилого дома и здания цирка

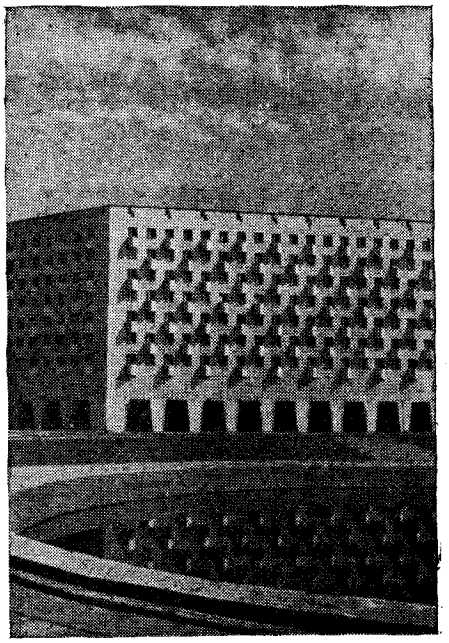
нировочную структуру. При проекции на фасадную плоскость она дает монотонную поверхность, прорезанную многочисленными проемами. Плоскостной монотонный характер фасадных стен оживляет наличие объемных и пространственных элементов — лоджий, эркеров, балконов, стационарных солнцезащитных устройств. Они пластически обогащают форму здания и служат основным средством решения архитектуры жилого дома, определяющим масштаб композиции, ее ритм, характер членений фасадов и пластику крупных деталей.

Из представленных на рис. 13.9 схем видно, что применение одних и тех же пространственных элементов, например балконов, при различном их размещении на фасадной плоскости — разряженном, сгруппированном в шахматном порядке, в вертикальные или 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.

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 придают необходимую пластичность 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 (рис. 13.10).

Рис. 13.11. Архангельск. Жилой дом



Масштаб фасадной композиции выбирается в зависимости от расположения здания в застройке, его роли в ней и характерных точек зрительного восприятия. Зданиям, формирующим «фасад застройки», придают крупный, соответствующий градостроительной ситуации масштаб членений за счет укрупненной группировки пластических элементов в характере избранной схемы членений фасада — вертикальной или горизонтальной.

Для фасадов зданий, воспринимаемых со стороны внутреннего пространства жилой группы, более ограничен мелкий масштаб членений при разобщенном и довольно частом расположении некрупных пластических элементов (рис. 13.11). При обозрении с ближних планов особенно четко воспринимается прорисовка мелких деталей фасадов и нюансов их фактуры. При восприятии с ближних и средних планов наиболее существенн й становится не группировка открытых помещений и эркеров, а их объемная форма.

§ 3. ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОЙ КОМПОЗИЦИИ ЗДАНИЙ С ИНДУСТРИАЛЬНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Применение новых строительных систем расширяет палитру архитектурных выразительных средств, но отчасти и ограничивает их.

Расширение композиционных возможностей в панельном домостроении сопряжено с ненесущей статической функцией наружных стен, дающей возможность в широких пределах менять размеры и размещение проемов и применять для фасадных стен материалы различных фактуры и цвета. Применение объемно-блочных конструкций дает возможность получать крупные членения поверхности фасадов при заглублении или консолировании отдельных блоков или их групп по отношению к плоскости стены (рис. 13.12). Монолитное домостроение методом подъема перекрытий или скользящей опалубки обеспечивает свободу выбора конфигурации плана и объема здания (рис. 13.13), а применение ствольной системы — тектонически выявить мощную несущую конструкцию (рис. 13.14).

Ограничения, связанные с применением полносборных конструкций, продиктованы геометризмом и плоскостностью крупноразмерных изделий. Кроме того, сборность предопределяет известные ограничения пропорциональных соотношений в членениях зданий: в полносборном строительстве применимы только целочисленные, а не иррациональные соотношения.

Конструктивное решение наружных стен полносборных зданий выявляется на фасадных плоскостях регулярной сеткой швов — разрезкой стены на сборные элементы. Конструктивно обусловленная метричность разрезки не определяет обязательной метричности архитектурных членений фасадов.

Метричная конструктивная разрезка фасада служит обычно подосновой, на которой развивается более сложная ритмическая система размещения пространственных элементов.

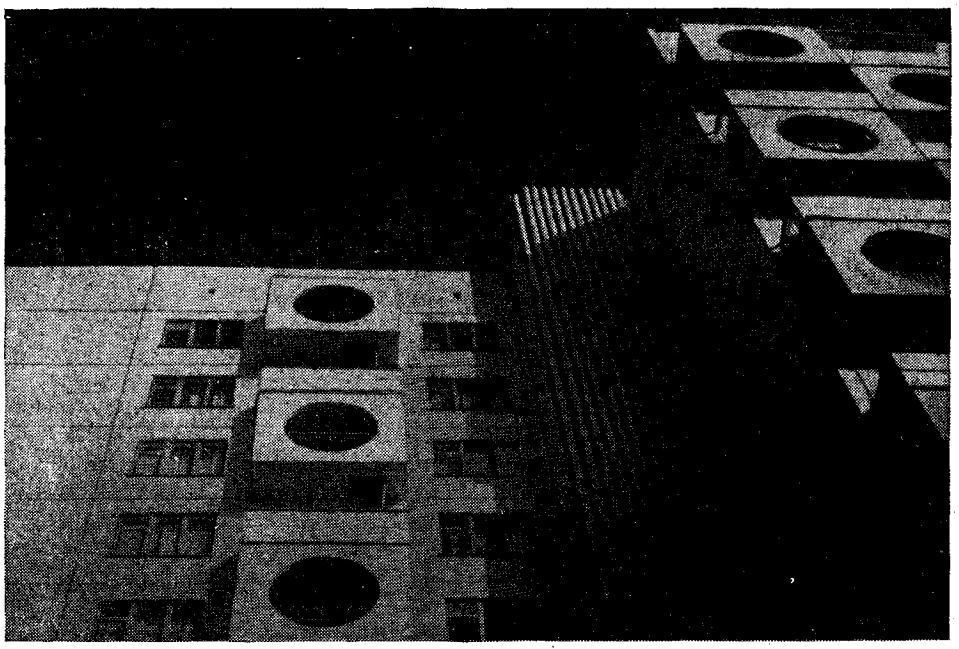


Рис. 13.12. Краснодар. Объемно-блочный дом

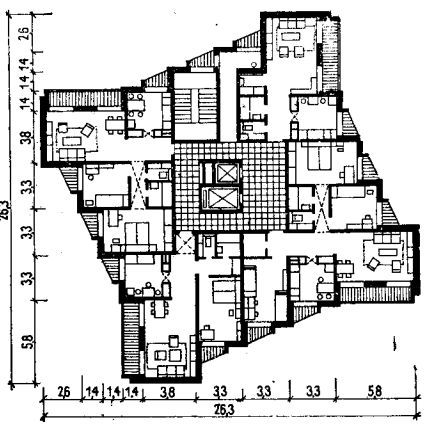


Рис. 13.13. Жилой дом из монолитного бетона. Общий вид и план

Разрезка как композиционное средство используется преимущественно при отсутствии пространственных элементов фасада. Существует несколько различных подходов к разрезке: ее активное выявление, маскировка для придания большей зрительной монолитности стене, использование конструктивной разрезки в качестве канвы, на которую цветом или объемом наносится иллюзорная декоративная разрезка (рис. 13.15).

Активное выявление разрезки как тектонического средства получило широкое применение при ненесущих наружных стенах. В этих случаях используют ленточную, Т- и крестообразную разрезки, разрезку типа плетенки, двухрядную с расположением простенков и проемов в шахматном порядке. Ненесущую функцию ограждения подчеркивают пластически, регулярно смещая панели из плоскости стены полосами или в шахматном порядке (рис. 13.16).

Выявление разрезки в композиционно-декоративных целях осуществляется цветом облицовки или пластически (кессонированные панели, панели с контурными ребрами и т. п.).

Наслоение декоративной разрезки на конструктивную может быть продиктовано композиционными требованиями обеспечения единства архитектурной темы группы домов с различной конструктивной разрезкой наружных стен либо необходимостью изменения масштаба членений стены. Наиболее распространено наслоение на однорядную конструктивную разрезку двухрядной декоративной. Иллюзия двухрядности разрезки создается более темным цветом или фактурой простеночных участков панели. Особенно убедительна иллюзия двух-

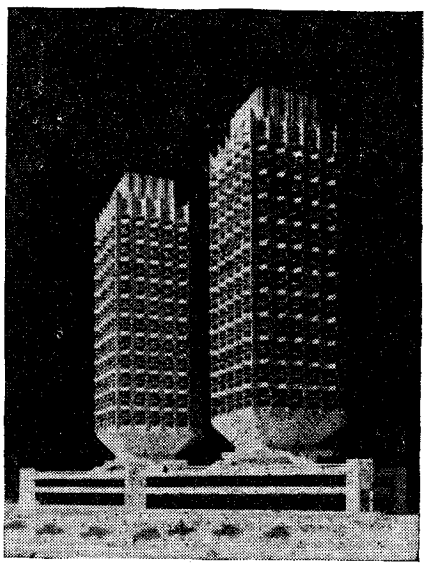


Рис. 13.14. Здания гостиниц со ствольно-стеновой конструктивной системой

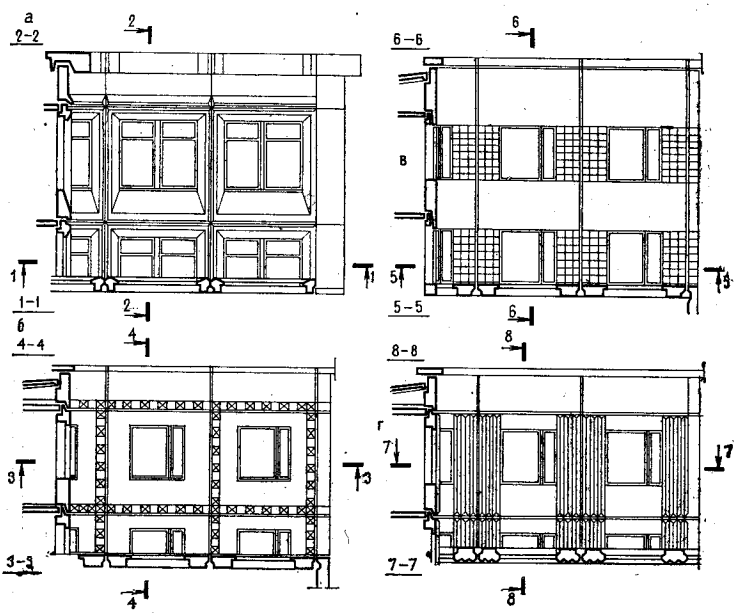


Рис. 13.15. Композиционные приемы использования разрезки стен
а, б — акцентированное; *в* — в качестве подосновы декоративной; *г* — маскировка

рядности разрезки при конструкции стены со скрытым горизонтальным стыком между панелями (при величине нахлестки панелей в стыке, равной высоте надоконной перемычки).

Наряду с разрезкой в композиционных целях используются различные варианты светопроемов. Традиционное решение стен с замкнутыми проемами сохраняется только при панелях однорядной разрезки. При горизонтальной разрезке размеры и пропорции проемов свободно варьируются. В стенах из панелей однорядной разрезки функционально обоснованная монотонность проемов может быть преодолена путем подчеркнутой дифференциации их размеров или иллюзорного укрупнения. Оно достигается объединением проемов темными цветовыми или фактурными вставками в облицовке простенков. Такое укрупнение проемов обычно композиционно обосновывается необходимостью уточнения масштаба членений, пропорциональных соотношений размеров панелей и проемов, создания иллюзии шахматного расположения проемов и простенков в ненесущей стене. Иногда придают специфическую форму неправильных многоугольников, иллюминаторов и т. п. световым проемам нежилых помещений — лестничных клеток, лифтовых холлов, кухонь. Это позволяет в определенном ритме разрывать монотонные ряды прямоугольных проемов жилых помещений. Особую выразительность такой прием получает при сочетании его с пластическим выявлением на фасаде объемов коммуникационных помещений (рис. 13.17).

Ведущим материалом индустриального строительства является бетон. Однако в архитектурной композиции фасадов относительно редко используется естественная структура материала. Как правило, бетон бывает скрыт защитно-декоративным слоем облицовки цветными керамическими или стеклянными плитками, тонкими плитами естественного камня, цветными декоративными растворами с плоской или рифленой поверхностью. Природа кон-

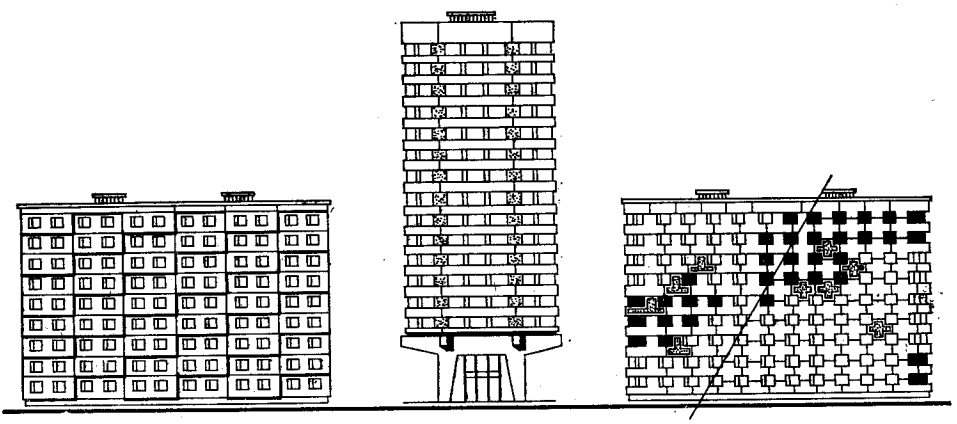


Рис. 13.16. Разрезка как тектоническое средство выявления ненесущего характера наружного ограждения

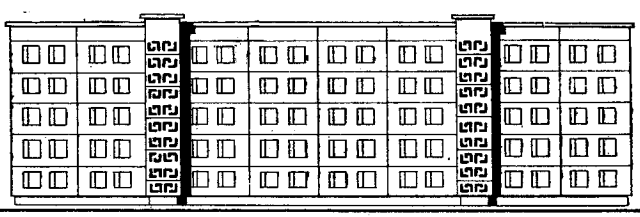


Рис. 13.17. Сочетание светопроемов различной формы

структивного материала стен выявляется при отделке декоративным щебнем или эрклезом, декоративным бетоном с обнажением заполнителя и при облицовке бетонными плитами.

Наиболее распространено использование в застройке одного основного вида отделки, способствующего единству композиции. Необходимое оживление однородной поверхности стен дает ее сочетание с отличным по цвету и фактуре материалом ограждений летних помещений.

Сочетание разнородных отделок используют в решении фасадов для повышения тектонической выразительности наиболее нагруженных конструктивных элементов здания: открытого каркаса первого этажа, отдельных устоев, консольных плит или балок. Сугубо 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.

Контрастную отделку элементов фасада применяют и в других композиционных целях — для выявления этих элементов или их использования в ритмо-метрических членениях стен. Контрастную отделку применяют чаще всего для ограждений лестнично-лифтовых узлов, цоколей, парапетов, козырьков над входами и др.

Рельеф поверхности панелей — относительно редко используемый прием: он требует специальных форм или вкладных матриц при изготовлении панелей, повышенной атмосферостойкости внешнего слоя бетона и не всегда удачно сочетается по форме и размерам с оконными проемами. В связи с этим рельеф поверхности используют преимущественно на глухих торцовых стенах при однорядной разрезке или на поясных панелях при горизонтальной разрезке.

Цвет в композиции фасадов играет активную роль и воспринимается с любых точек обзора. Он используется для выявления роли здания в застройке, его собственной пластики и тектоники.

Контрастные или нюансные сочетания цветов применяют при акцентировании рисунка конструктивной разрезки стен, окраске стен лоджий и ограждений балконов. Часто используется выделение глухих торцов домов или блок-секций контрастным цветом, рельефом, фактурой, декоративной живописью. В градостроительной композиции оно применяется для выявления ее направленности к основным архитектурным доминантам в застройке. В композиции отдельного дома оно служит для выявления различной статической роли торцовых несущих стен и продольных ненесущих, а также для обогащения большой однородной беспроемной поверхности торцовых стен.

§ 4. ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ В ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКЕ

Одной из существенных особенностей современной архитектуры является значительный рост объемов строительства и номенклатуры общественных зданий. Архитектура предшествующих эпох создала общественные здания общегородского значения, которые имели большие размеры и доминировали в панораме города.

В современной архитектуре помимо общегородских общественных зданий возникла группа зданий, сопутствующих жилищу и функционально связанных с ним воедино, — общественные здания системы обслуживания, различно размещаемые в жилом комплексе.

Торговые и культурно-бытовые предприятия преимущественно располагают во внешней зоне микрорайона на пути движения основных масс населения от остановок городского транспорта к жилым домам. Эти здания играют активную роль в панораме застройки и в соответствии с этой ролью им придают, как правило, крупный масштаб архитектурных членений. Отдельные здания этой группы имеют небольшой объем, что не всегда позво-

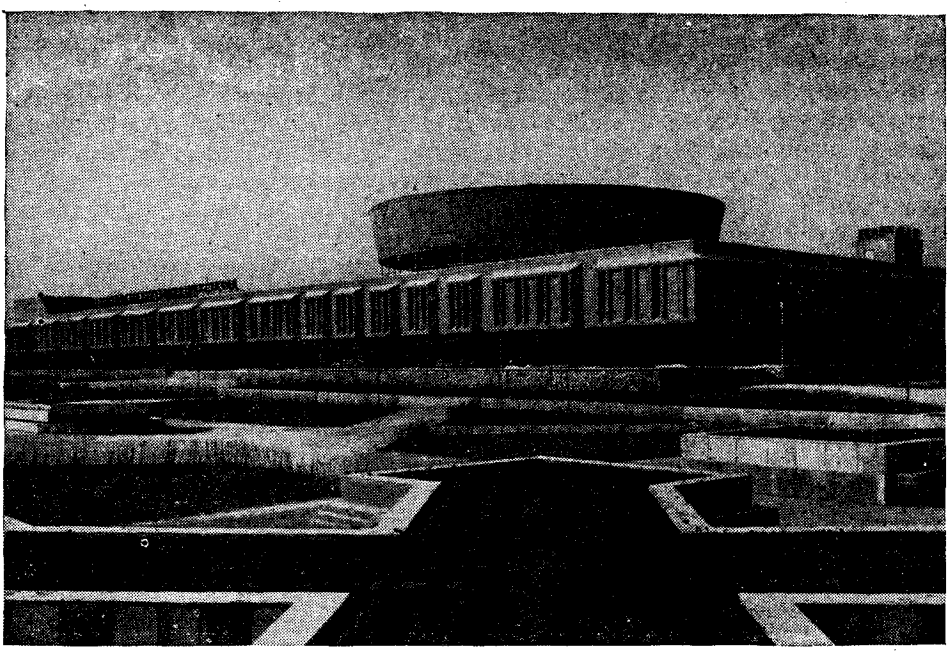


Рис. 13.18. Навои. Здание общественно-торгового центра

ляет им играть ведущую роль. Активизация художественной роли общественных зданий в застройке достигается различными способами. Первый из них — размещение общественных зданий в линейном ритмическом ряду с жилыми домами (см. рис. 13.14). Такое решение наиболее оправдано при наличии панорамного обзора застройки и объединения в композиции жилых и общественных зданий по признаку контраста между низкими стелющимися объемами общественных зданий и высотными объемами жилых. Второе — кооперирование торговли, общественного питания и обслуживания в одном здании. Многофункциональное назначение определяет сложную объемную форму и укрупненные размеры таких зданий, что позволяет использовать их в качестве не только функционального, но и композиционного центра застройки (рис. 13.18).

Здания детских учреждений и школ по функциональным соображениям выносят во внутреннее озелененное пространство микрорайона. Назначение и расположение этих зданий определяет необходимость исходить в их решении совсем из других критериев, чем при проектировании торговых и культурно-бытовых зданий. В композиции последних главенствует укрупненный архитектурный масштаб. Он способствует их связи с архитектурой застройки городских магистралей, к которым они тяготеют. В решении детских учреждений преобладает более мелкий архитектурный масштаб. Он придает интимность их облику и способствует слиянию с природным окружением, благоустройством и архитектурой сооружений малых форм на детских игровых площадках.

Для архитектуры массовых общественных зданий общим требованием является стилистическое единство композиционных решений как между собой, так и с окружающими жилыми зданиями.

Органичным средством достижения такого единства является разработка проектов жилых и общественных зданий на единой конструктивно-технологической основе.

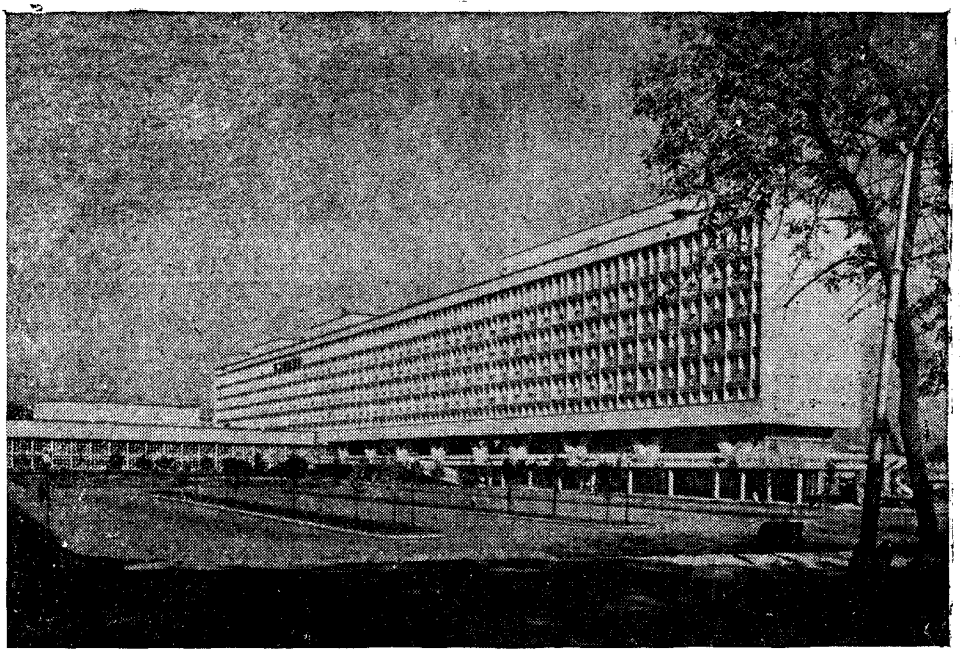


Рис. 13.19. Ташкент. Здание Совета Министров УзССР

Рис. 13.20. Париж. Здание секретариата ЮНЕСКО

Общественные здания общегородских и специализированных (спортивных, научных) центров городов имеют обычно крупные размеры, большую этажность или большепролетную структуру.

Существенно отличаются от многоэтажных жилых домов композиционные решения многоэтажных общественных зданий (административных, научных и др.). Отсутствие многочисленных открытых помещений придает большую строгость и монолитность их объемной форме. Основными выразительными средствами в архитектуре таких зданий служат индивидуализация объемной формы и силуэта, контрастная проемность, выявление несущей структуры здания, например при установке на открытых опорах (рис. 13.19), или отдельных функциональных элементов: солнцезащитных решеток, пожарных лестниц и др. (рис. 13.20). В крупных большепролетных зданиях помимо этих средств решающую роль играет форма большепролетного покрытия (см. рис. 5.22, 11.15).

РАЗДЕЛ III. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

ГЛАВА 14. ПРОМЫШЛЕННОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В СССР

Промышленное строительство в условиях развитого социализма и научно-технического прогресса является существенным градостроительным, а часто и градообразующим фактором. Промышленные комплексы получают зачастую градоформирующую роль в архитектурном облике городов или их отдельных районов. На базе крупных промышленных предприятий развились в годы первых пятилеток такие города, как Магнитогорск, Нижний Тагил, Новокузнецк, Донецк, Челябинск, в послевоенные годы — Ангарск, Братск, Мирный, Волжский, Тольятти, Набережные Челны, Навои, Шевченко и многие другие.

Промышленное строительство в СССР является претворением в жизнь ленинской политики превращения экономически отсталой царской России в индустриальную социалистическую державу.

Эта политика, последовательно проводимая Коммунистической партией Советского Союза и Советским правительством, сделала нашу страну ведущим индустриальным государством, которое производит 20% всей мировой промышленной продукции, занимая по объему производства первое место в Европе и второе в мире. В народном хозяйстве страны неуклонно проводилась политика преимущественного развития производства средств производства, что способствовало интенсивному техническому развитию всех отраслей промышленности и повышению их эффективности. Благодаря этому в восьмидесятые годы представилась возможность предусмотреть ускорение темпов развития производства предметов потребления над производством средств производства: решениями XXVI съезда КПСС в одиннадцатой пятилетке запланировано увеличение производства «средств производства на 26—28 процентов и предметов потребления на 27—29 процентов». [1]

«В новой пятилетке и более длительной перспективе будет продолжена работа по совершенствованию размещения производительных сил как в сложившихся, так и в новых регионах. Намечается усилить их комплексное развитие и специализацию, принять меры для рационализации хозяйственных взаимосвязей. Планомерно и ускоренно будут осваиваться природные богатства восточных и северных районов страны. Эти районы, как уже отмечалось, приобретают все большее значение в обеспечении страны топливом, энергией и минеральным сырьем.

Получат развитие такие территориально-производственные комплексы, как Западно-Сибирский, Саянский, Ангаро-Енисейский, Тимано-Печорский, Южно-Якутский, Павлодар-Экибастузский, Южно-Таджикский и другие» [2]. Продолжится строительство и наращивание мощностей атомных электростанций, завершение работ и ввод в действие камского комплекса заводов по производству большегрузных автомобилей и других предприятий.

Техническая возможность реализации планов создания и роста производства различных отраслей обеспечивается интенсивным развитием промышленности строительных материалов, конструкций и изделий. Развитие

---

[1] Материалы XXVI съезда КПСС. М., Политиздат, 1981, с. 147.
[2] Там же, с. 120.

промышленности, энергетики, индустриализация сельскохозяйственного производства и другие мероприятия по совершенствованию народного хозяйства служат построению материальной базы коммунистического общества. Ее всестороннее и целенаправленное развитие обеспечивается возрастающими капиталовложениями. Общий объем капиталовложений в народное хозяйство в девятой пятилетке составлял 500, в десятой 630, в одиннадцатой 711—730 млрд. руб.[1] В одиннадцатой пятилетке в промышленности получат дальнейшее развитие концентрация, специализация и кооперирование производства.

Промышленное строительство составляет около $\frac{2}{3}$ всего капитального строительства в стране.

Решения XXVI съезда КПСС в области капитального строительства ориентируют на повышение его эффективности, на необходимость «последовательно осуществлять его индустриализацию, обеспечить качественное совершенствование основных фондов, более быстрый ввод и освоение производственных мощностей, ускорить реконструкцию действующих предприятий».[2] Основные фонды составляют производственное оборудование, станки и механизмы (активная часть фондов), здания и сооружения (пассивная часть). В стоимости основных фондов активная часть занимает 51%, пассивная — 49%. В связи с этим основной задачей в области промышленного строительства является сокращение стоимости пассивной доли основных фондов и повышение ее эффективности. Путями решения этой задачи являются совершенствование планировки и застройки промышленных комплексов и отдельных предприятий, улучшение объемно-планировочной и конструктивной структуры зданий, индустриализация строительства, снижение материалоемкости конструкций зданий.

Основные принципы решения этих задач были заложены в период становления проектного дела и строительства промышленных зданий в СССР в конце 1920-х — начале 1930-х гг. ведущими архитекторами и учеными в этой области — В. А и А. А. Весниными, А. В. Кузнецовым, Л. А. Серком, В. И. Цветаевым и А. С. Фисенко и др. Применительно к нуждам промышленного строительства были впервые разработаны принципы Единой модульной системы, внедрены сборные железобетонные несущие конструкции, проведены типизация, унификация и стандартизация объемно-планировочных параметров и конструкций. Тогда же сложились основные, характерные до настоящего времени черты наиболее распространенного типа сооружения — одноэтажного промышленного здания: простой прямоугольный объем, каркасная конструктивная система, модулированная стандартная сетка колонн каркаса, преимущественно равные высоты пролетов, обеспечение равномерной освещенности рабочих мест и управляемого естественного воздухообмена (аэрации) производственного пространства за счет свето-аэрационных фонарей, простота форм и ограниченная номенклатура сборных элементов зданий. Тогда же были разработаны принципы благоустройства и озеленения промышленных зон.

В последние десятилетия эти идеи получили дальнейшее развитие и реализацию в создании крупных производственных зданий, объединяющих в одном объеме отдельные цехи или родственные производства; в организации промышленных узлов и промышленных районов, имеющих общую систему вспомогательных производств, транспортную и инженерную сети. Много внимания уделяется конструктивно-планировочному обеспечению гибкости промышленных зданий — их приспособляемости без реконструкции к непрерывно совершенствующемуся технологическому процессу. Создан новый тип промышленного здания — универсальное большепролетное одно-

[1] Материалы XXVI съезда КПСС, М.; 1981, с. 38.
[2] Там же, стр. 138.

этажное здание, пригодное для размещения технологического оборудования различных производств. Наряду с основным конструктивным типом промышленного здания — сборным железобетонным — в соответствующих областях промышленности применяются легкие здания из металлических конструкций. Внедряются эффективные материалы — высокопрочные стали и бетоны, профилированный стальной настил и легкие конструкции из ячеистых бетонов, клееной древесины, полимерных материалов и т. п.

Комплексно разрабатывается санитарно-техническая проблема совершенствования промышленного строительства как с позиций обеспечения охраны здоровья трудящихся на предприятии и создания для них оптимальных параметров рабочего пространства, так и по обеспечению защиты окружающей среды от вредных промышленных выбросов.

В связи с возрастанием градсформирующей роли промышленной застройки все больше внимания уделяется архитектурно-художественным задачам.

Для обеспечения комплексного обслуживания трудящихся на предприятиях, возможности их профессионального совершенствования и роста культурного уровня, а также для улучшения управления производством строительству промышленных объектов сопутствует возведение комплекса общественных зданий. К ним относятся здания для учреждений бытового обслуживания, культурно-массовой работы, производственно-технического обучения, административно-лабораторные корпуса и т. п. Помогая решению функциональных и социальных задач, эти здания в комплексе с производственными объектами обогащают архитектурную композицию промышленной застройки.

Всесторонне совершенствуются условия труда на предприятии. В число мероприятий в этой области включаются не только вопросы оптимизации санитарно-гигиенических параметров внутренней среды, но и решение архитектурных проблем интерьеров цехов и технической эстетики в их оборудовании и техническом оснащении. Комплексное решение этих задач способствует охране здоровья трудящихся и повышению эффективности их труда.

ГЛАВА 15. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

§ 1. РАЗМЕЩЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

При размещении промышленных предприятий на городских территориях соблюдают следующие основные требования:

исключение или предельное сокращение неблагоприятных воздействий промышленности на природу и микроклимат города;

обеспечение кратчайших транспортных связей между жилыми и промышленными зонами города (длительность пути от места жительства до места работы не должна превышать 30—45 мин);

экономичное использование территории и удовлетворение требований промышленного строительства к рельефу и грунтам площадки строительства;

концентрирование, размещение предприятий на общей территории промышленного узла или района.

Неблагоприятные воздействия промышленных производств связаны с выделением вредных или неприятно пахнущих веществ, дыма, пыли, сажи, с возникновением вибраций, шумов, ультразвука, электромагнитных волн, радиочастот, статического электричества, ионизирующих и радиоактивных излучений и др. Разработка технологической части проектов в обязательном порядке предусматривает ликвидацию или максимальное сокращение вредных воздействий производства на окружающую среду. С этой целью осуществляются рекуперация вредных веществ и очистка от них

технологических выбросов, для чего возводятся очистные сооружения, пылегазоуловители, отстойники, предусматриваются шумоглушение, уменьшение вибраций и целый комплекс других мероприятий.

Однако полное устранение вредных воздействий при современном уровне технологических решений в ряде производств недостижимо. Поэтому для защиты жилой застройки предусматривается устройство санитарно-защитных зон. Санитарно-защитной зоной называется благоустроенная и озелененная территория вокруг предприятия, свободная от застройки жилыми и общественными зданиями.

В зависимости от мощности предприятия, количества выделяемых им вредностей и уровня создаваемого шума осуществляется санитарная классификация предприятий на пять классов с соответствующей минимальной шириной санитарно-защитной зоны: класс I — 1000 м, II — 500 м, III — 300 м, IV — 100 м, V — 50 м.

В отдельных случаях по гигиеническим требованиям ширина санитарно-защитной зоны предприятий I класса может быть увеличена в 3 раза и более.

Предприятия строительной индустрии относятся к различным классам производств: цементные заводы мощностью 150 000 т/год — к I классу; мощностью менее 150 000 т/год — ко II; к этому же классу относятся производства асбеста, гипса (алебастра), извести; к III классу — производства толя, рубероида, асфальтобетона, стеклянной и шлаковой ваты, керамзита; к IV — домостроительные комбинаты, заводы сборного железобетона и искусственных камней, кирпичные заводы, производства полимерных строительных материалов, стекла, фарфоровых и фаянсовых изделий; к V — производства гипсовых изделий, фибролита, по обработке естественных камней.

Целесообразное решение городской среды, экономия территории и экономическая эффективность работы предприятий обеспечиваются при концентрированном размещении родственных групп производств. Возможность такого размещения предприятий определяется их технологическими и санитарными особенностями. Ряд предприятий IV и V класса (приборостроение, электроника, швейная, трикотажная и частично пищевая промышленность) характеризуются практической безвредностью, многочисленностью производственного персонала и требуют минимальных затрат территории (30—60 га). Такие предприятия целесообразно располагать комплексно в селитебной зоне, организуя промышленно-селитебный район. Это способствует трудоустройству значительной части населения (особенно женщин) по месту жительства, сокращению пассажирских перевозок, экономии свободного времени трудящихся. Предприятия II и III класса (машино- и станкостроение, текстильная, частично пищевая промышленность) при относительно ограниченном объеме вредностей требуют значительного расхода территории (200—500 га), большого потока автотранспорта с сопутствующими воздействиями на окружающую среду транспортного шума и выхлопных газов. В связи с этим предприятия II и III класса целесообразно выносить на окраину селитьбы. Предприятия I класса (химия, нефтехимия, черная и цветная металлургия, атомные электростанции) требуют максимального расхода территории (до 1800 га) и изолированного размещения.

При разработке генерального плана города родственные предприятия I класса, так же как и родственные предприятия II и III класса, размещают на одной территории, объединяя их в общий промышленный район или узел. Это означает, что для всей группы предприятий организуются общие вспомогательные и энергетические производства, инженерные сооружения и коммуникации. По сравнению с обособленным размещением территориальное объединение предприятий и их подсобных производств в промышленные узлы дает экономию до 10% территории, 10—15% длины железнодорожных путей и инженерных коммуникаций, 10% автомобильных дорог, сокращает на

25% количество отдельно стоящих зданий и сооружений. Наиболее эффективным является объединение предприятий одной отрасли промышленности — специализация промышленного узла или района. В этих случаях кооперируются не только вспомогательные объекты и коммуникации сблокированных предприятий, но и их общие производства межотраслевого характера (инструментальные, кузнечные, литейные цехи и пр.). При специализации обеспечивается максимальная компактность района и создается возможность получения наиболее удобного функционального решения при кратчайших коммуникациях.

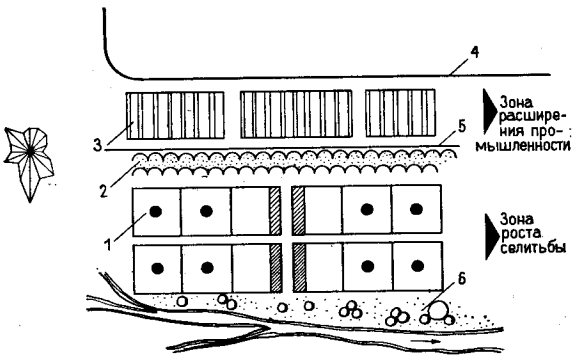


Рис. 15.1. Ленточная схема планировки промышленного района

1 — селитьба; *2* — санитарно-защитная зона; *3* — промышленная зона; *4* — внешний железнодорожный транспорт; *5* — грузовая автомагистраль; *6* — зеленая зона

Общее планировочное решение промышленного района строится по ленточной или глубинной схеме.

При ленточной схеме промышленные территории располагаются параллельно селитебным, железнодорожные пути — вдоль тыльной стороны промышленной территории, а автогрузовые магистрали — вдоль ее фасадной стороны. При этом озеленение санитарно-защитной зоны изолирует автомагистраль от селитьбы. Преимуществами ленточной схемы являются малая и равная удаленность мест приложения труда от жилища и возможности параллельного развития селитьбы и промышленной зоны без увеличения расстояний между ними (рис. 15.1). Обстоятельствами, ограничивающими возможности применения ленточной схемы, являются пригодность ее для размещения производств только одного класса, затрудненность развития промышленных территорий по направлению от селитьбы из-за наличия железнодорожных путей.

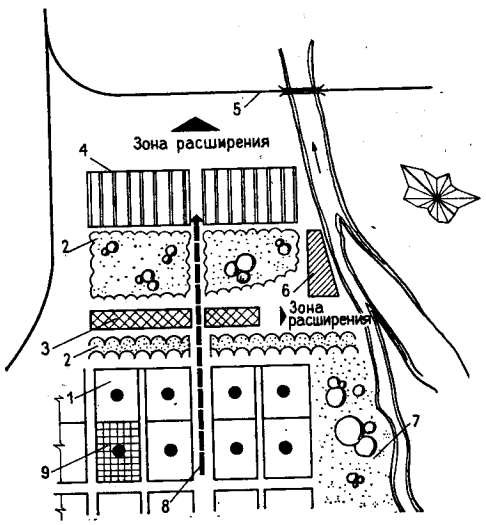


Рис. 15.2. Глубинная схема планировки

1 — селитьба; *2* — санитарно-защитная зона; *3* — предприятия II и III классов; *4* — предприятие I класса; *5* — зона внешнего транспорта; *6* — грузовая пристань; *7* — зеленая зона; *8* — автотранспортная магистраль; *9* — промышленно-селитебный район

При глубинной схеме (рис. 15.2) планировка промышленного района строится по перпендикуляру к продольной оси городской застройки.

Железнодорожные пути размещают обычно с тыла и флангов промышленного района, а не пересекающиеся с ними автомагистрали, которые несут людские и грузовые потоки, компонуют в виде глубоких вводов от селитьбы.

Преимуществами глубинной схемы являются ее компактность и возмож-

ность размещения разнородных по санитарным характеристикам предприятий, недостатками — удлинение связей между промышленностью и селитьбой и ограниченные возможности территориального роста.

При размещении предприятий осуществляется строгий учет природных условий — характера рельефа, структуры грунтов основания и их мерзлотных характеристик, температур наружного воздуха и преобладающих направлений ветра, наличие источников воды и т. п. Для размещения предприятий I — III класса наиболее целесообразен отвод строительных площадок с относительно ровной (или слабо всхолмленной), но не плоской поверхностью с общим уклоном 0,3—3%. Наличие небольшого уклона (оптимально 1%) необходимо для организации ливнестоков, сети подземных инженерных коммуникаций и железнодорожных путей. Жесткие требования к рельефу площадки диктуются большими затратами на освоение территории (до 10—15% общей стоимости предприятия).

Наиболее желательными грунтами основания являются плотные гравелистые и песчаные грунты, сухие супеси и суглинки с нормативным давлением на основание свыше 1,5 кгс/см^2. При строительстве в зоне распространения вечномерзлых грунтов для размещения предприятий отводят, как правило, участки со скальными основаниями или непросадочными при оттаивании, однородными мерзлыми грунтами.

Учет направления господствующих ветров при размещении предприятий является эффективным средством защиты города от вредных технологических выделений в атмосферу, проветривания территории предприятия и защиты его от снегозаносов. Предприятия располагают с подветренной стороны по отношению к селитьбе, а основные объекты на территории промышленной площадки — длинными сторонами параллельно господствующему направлению ветра. Последнее мероприятие способствует эффективному проветриванию территории, исключению больших снегоотложений и одновременно уменьшению теплопотерь зданиями.

Взрывоопасные и огнеопасные цехи или емкости располагают с подветренной стороны по отношению к другим цехам.

В случаях когда предприятия нуждаются в значительном потреблении воды либо в устройстве грузовых причалов пристаней или портовых сооружений, допускается размещать их на берегах рек и водоемов. Такие предприятия, их водозаборные сооружения или причалы располагают по течению рек ниже селитебной зоны и протяженность непосредственного примыкания предприятия к берегу проектируют минимальной. Сброс технологических сточных вод в открытые водоемы располагают также ниже селитебной зоны по течению рек и осуществляют через систему очистных сооружений на ограниченных по протяженности участках берега. Прибрежная полоса водоемов в основном отводится для озеленения, устройства набережных и бульваров, зон отдыха населения. Схемы размещений предприятий одинакового или различных классов в плане города с учетом природных условий даны на рис. 15.1 и 15.2.

§ 2. ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Генеральный план промышленного предприятия или группы предприятий представляет собой часть проектной документации, которая содержит комплексное решение функционального зонирования территории предприятия, внутренних и внешних транспортных и инженерных сетей, предусматривает резервы территории для обеспечения дальнейшего роста производства, единую систему культурно-бытового и других видов обслуживания трудящихся. Все эти задачи решаются генеральным планом с учетом композиционных требований к единству архитектурного ансамбля предприятия (или группы предприятий) и их связи с архитектурой города.

Функциональное зонирование территории промышленного предприятия представляет собой подразделение ее на четыре зоны — предзаводскую, производственную, подсобную и складскую. Обычно зоны располагают параллельно друг другу. Исключение составляют предприятия IV и V класса, являющиеся объектами городской застройки, в связи с чем зонирование их территории определяется условиями примыкания к селитьбе (рис. 15.3). Поскольку при этом помимо традиционного одностороннего обзора предприятия от предзаводской площади возможен обзор заводской территории с двух — четырех сторон, на грани обзора ориентируют наиболее выразительные объекты: административные, лабораторные, производственные здания. Инженерно-складские объекты располагают в непросматриваемой тыльной, угловой или центральной части территории. Соответственно при проектировании таких предприятий помимо параллельного применяют угловое или кольцевое расположение основных зон.

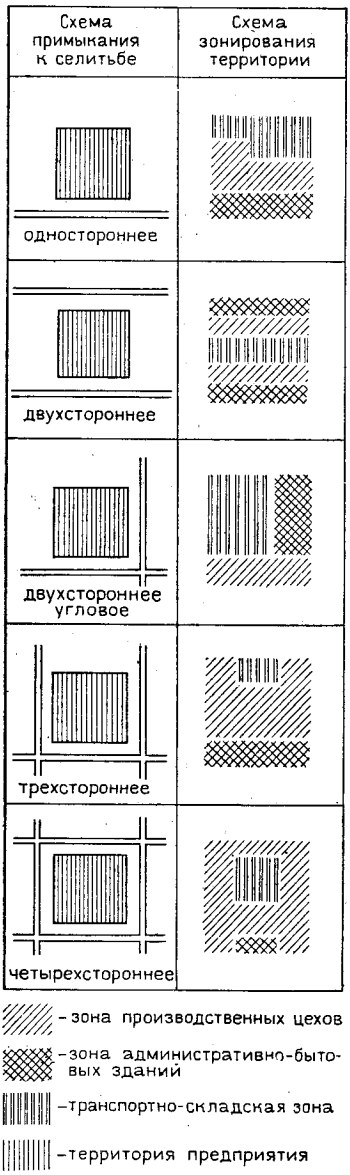


Рис. 15.3. Схемы зонирования территорий предприятий IV и V классов

Генеральный план предусматривает размещение основных производственных и административно-бытовых зданий, объектов вспомогательных производств и хозяйств, инженерных сооружений и коммуникаций, подъездных железнодорожных путей и автодорог с мостами и путепроводами, причалов и пристаней, гаражей и ремонтных мастерских, складов, лабораторий и школ профессионального обучения, а также озеленение (10—15% территории предприятия). В проекте генерального плана содержится технико-экономическая оценка предлагаемого решения.

Исходным материалом для разработки генерального плана служит технологическая схема производства. Она содержит данные о связи всех цехов и последовательности всех операций от ввоза сырья до получения готовой продукции. Расположение зданий и сооружений на генеральном плане принимается в соответствии с технологической схемой, а также с учетом необходимости *блокирования зданий и зонирования территории*.

Блокирование представляет собой объединение и группировку отдельных цехов и сооружений в минимальное число производственных блоков. Целесообразно придавать блокам одинаковые размеры по ширине или длине. Это мероприятие наряду с приданием блокам простейшей прямоугольной формы позволяет четко разбить территорию прямолинейными проездами на панели и кварталы и создать предпосылки для улучшения архитектурной композиции застройки благодаря уменьшению числа объектов и увеличению их размеров. Блокирование позволяет увеличить плотность застройки — отношение площади, занятой зданиями, к общей территории предприятия (в %) — до нормативных значений. СНиП назначены минимальные ве-

личины плотности застройки в зависимости от типа предприятия. Например, для заводов сборного железобетона от 42 до 55% (в зависимости от типа продукции), атомных электростанций — 26—29% и т. п. Благодаря повышению плотности застройки блокирование обеспечивает сокращение территории предприятий на 30% и стоимость строительства на 15—20% (за счет сокращения наружных ограждений, протяженности коммуникаций и объема работ по благоустройству территории). Примером удачного блокирования может служить типовой проект домостроительного предприятия производительностью 140 тыс. м^2 общей площади жилищ в год. Объединение в основном производственном корпусе арматурного и формовочного цехов, площадей для температурно-влажностной обработки и послераспалубочной отделки изделий позволило свести к минимуму протяженность внутрицеховых связей, а в решении генерального плана предприятия в целом обеспечить нормативную плотность застройки, удобные функциональные связи главного одноэтажного корпуса с открытым складом готовой продукции, с 6-этажным бетоносмесительным отделением, а последнего — со складами цемента и заполнителей (рис. 15.4 и 15.5).

Зонирование застройки внутри производственной зоны предприятия осуществляется, как правило, по функционально-технологическому признаку. При необходимости применяется зонирование по другим признакам:

степени грузоемкости цехов: наиболее грузоемкие цехи размещают вдоль тылового фронта территории у тупиковых железнодорожных вводов;

степени трудоемкости цехов: наиболее трудоемкие цехи располагают по фронту производственной зоны в целях сокращения протяженности людских потоков;

вредности и пожарной опасности: цехи огне- и взрывоопасные или выделяющие в атмосферу пыль, газы, дым, копоть, склады ядовитых веществ и горючих материалов располагают с подветренной стороны и преимущественно на пониженных отметках.

При любых видах зонирования в разработке генерального плана соблюдается изоляция грузовых и людских потоков. Если пешеходный поток на территории предприятия превышает 300 чел/ч, в местах пересечения пешеходных путей с автомобильными или железнодорожными предусматривают развязку в двух уровнях с устройством пешеходных мостов, галерей или туннелей.

Размещение зданий помимо требований технологии и экономики подчиняется санитарным и противопожарным требованиям. Санитарные разрывы между зданиями, помещения которых освещаются через оконные проемы, должны быть не менее наибольшей высоты до верха карниза противостоящих зданий и сооружений.

По противопожарным требованиям минимальные расстояния между зданиями и сооружениями назначают в соответствии со степенью огнестойкости их конструкций и категорий производства по указаниям главы СНиП «Генеральные планы промышленных предприятий».

Застройка территории производственной зоны предприятия осуществляется в зависимости от его класса по различным планировочным схемам— квартальной, сплошной, павильонной, павильонно-гребенчатой или свободной.

Квартальная (панельная) застройка присуща предприятиям I класса (по санитарной классификации). Она характеризуется наличием одной главной магистрали (продольной или поперечной) транспортных и инженерно-сетевых вводов (рис. 15.6). Главная магистраль служит организующей осью генерального плана. Параллельно и перпендикулярно ей размещают остальные магистрали и проезды, расчленяющие территорию предприятия на отдельные панели и кварталы. Квартальная планировка позволяет разместить на должных расстояниях пожаро-, взрывоопасные и вредные цехи, открытые

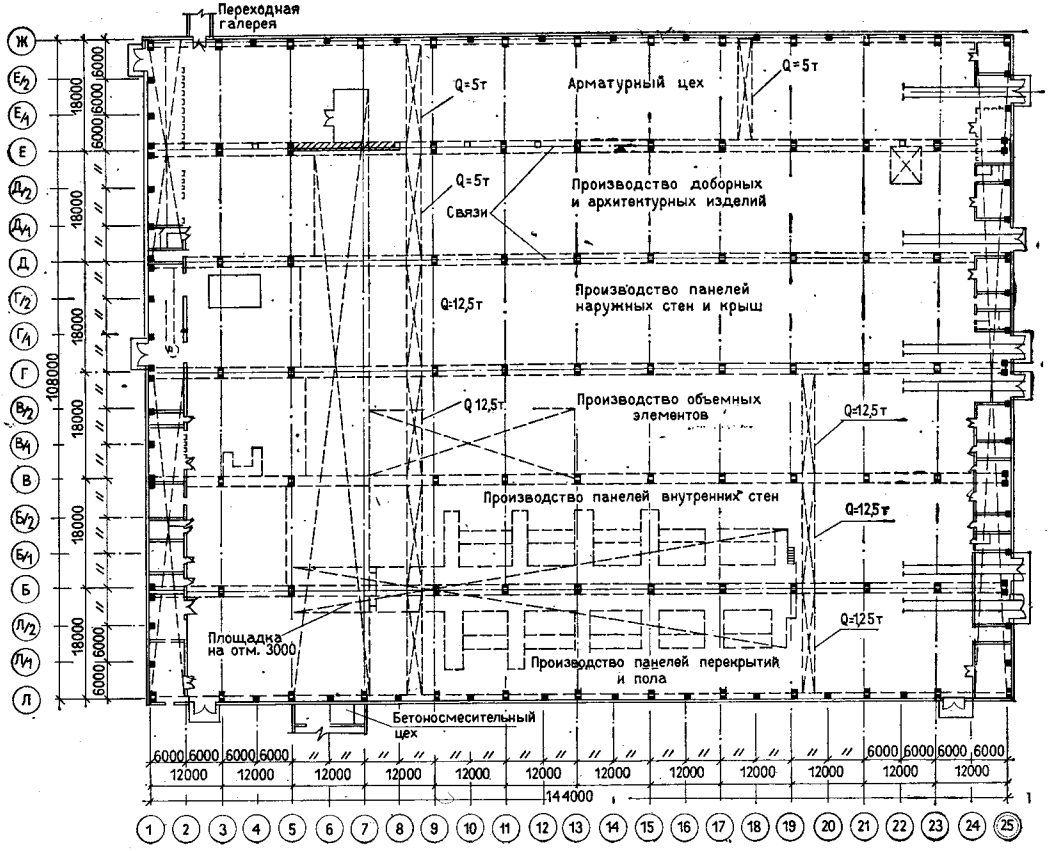


Рис. 15.4. План производственного корпуса завода крупнопанельного домостроения

технологические установки и емкостные сооружения (газгольдеры, нефтехранилища и пр.).

Сплошная застройка территории одним или двумя-тремя одноэтажными зданиями большой ширины и длины, в которых может быть скомпоновано несколько производств, наиболее характерна для предприятий II и III класса (рис. 15.7). Сплошная застройка обеспечивает максимальное использование территории (плотность застройки 70—75%). Она применяется для предприятий без железнодорожных вводов, не имеющих вредных и взрывоопасных подразделений. Основное производственное здание, особенно если к нему приблокированы проходные, лабораторные и административно-вспомогательные помещения, располагают по границе территории, но с отступом от красной линии улицы или проезда для организации предзаводской площади, озеленения, автомобильных и велосипедных стоянок. Принципы сплошной застройки используются в проектировании предприятий панельного домостроения и сборного железобетона, текстильной промышленности и др.

Павильонная застройка в ограниченном объеме применяется для предприятий I класса и достаточно широко для предприятий IV — V класса.

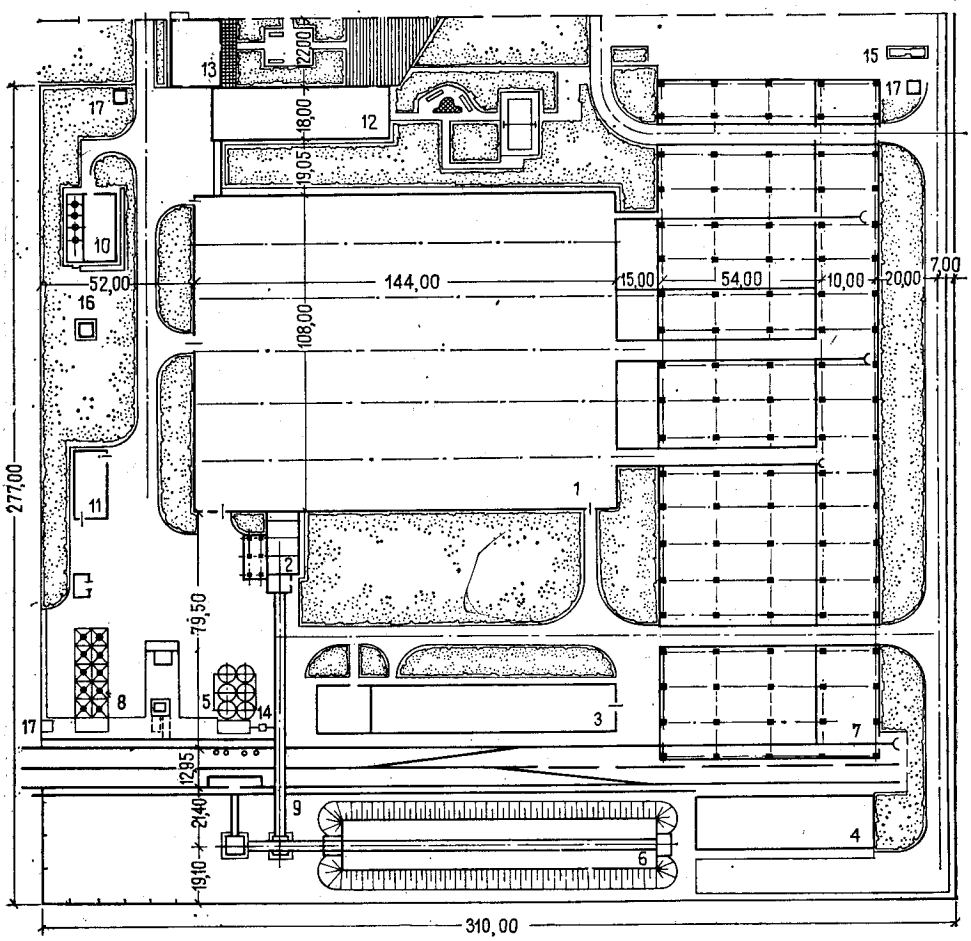


Рис. 15.5. Генплан завода крупнопанельного домостроения

1 — производственный корпус; *2* — бетоносмесительное отделение; *3* — блок вспомогательных служб; *4* — прирельсовый склад; *5* — склад цемента; *6* — склад заполнителей; *7* — склад готовой продукции; *8* — склад ГСМ; *9* — галерея подачи заполнителей; *10* — компрессорная; *11* — зарядная; *12* — административно-бытовой корпус; *13* — столовая; *14* — подача цемента; *15* — автомобильная стоянка; *16* — градирня; *17* — сторожевой пост

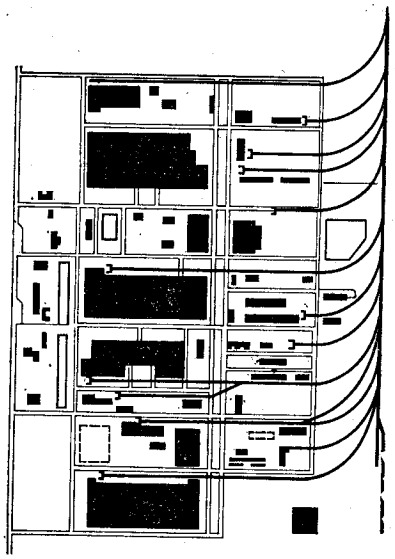


Рис. 15.6. Схема квартальной застройки (на примере генерального плана комбината искусственного волокна)

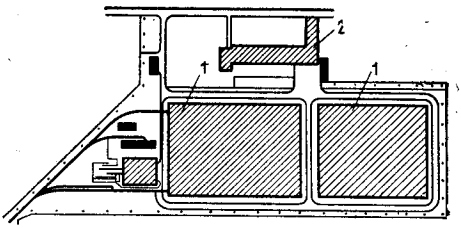


Рис. 15.7. Схема сплошной застройки (на примере генерального плана станкостроительного завода)

1 — производственное здание; *2* — административно-лабораторный корпус

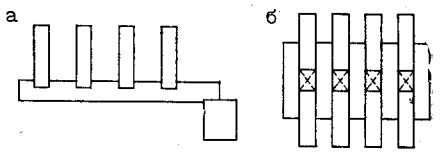


Рис. 15.8. Схемы павильонно-гребенчатой застройки

а — с открытыми; *б* — с открытыми и внутренними световыми дворами

В одноэтажных протяженных павильонах малой ширины размещают взрыво- и пожароопасные цехи предприятий I класса. При этом павильонная застройка является фрагментом общей квартальной застройки территории предприятия. Отдельно стоящие или объединенные в комплекс павильоны используются при возведении предприятий IV и V класса. Павильоны комплекса могут быть однотипными по габаритам и этажности или разнотипными, разноэтажными. Объемно-планировочное решение сочетаемых павильонов обусловливается функционально: в каждом из павильонов размещается отдельное производство или его отдельный законченный технологический цикл. Преимуществом павильонной застройки является ее гибкая приспособляемость к рельефу: она позволяет использовать под промышленную застройку не только территории с уклоном поверхности свыше 3%, но и участки с крутым рельефом и перепадами при минимальном объеме земляных работ при вертикальной планировке.

Павильонно-гребенчатая (или секционно-гребенчатая) схема планировки широко применяется при проектировании предприятий IV и V класса. Павильонно-гребенчатая застройка компонуется из унифицированных мало- или многоэтажных типовых секций, группирующихся вокруг световых дворов и открытых рекреационных пространств (рис. 15.8). Ее преимуществами по сравнению со сплошной застройкой являются частичная изоляция цехов, возможность использования естественного бокового освещения и улучшения воздухообмена, а также возможность визуального общения с природой. Экономическими преимуществами павильонно-гребенчатой застройки перед сплошной является возможность последовательного освоения предприятия и ввода цехов, их технологического монтажа и демонтажа, а также быстрой окупаемости капиталовложений в строительство. Павильонно-гребенчатая застройка широко применяется в строительстве предприятий радиоэлектроники и приборостроения.

Свободная застройка также используется преимущественно для IV и V класса. Основополагающим принципом свободной застройки является расчленение строительных объемов по функциональному признаку (производственные, складские, административно-вспомогательные, культурно-бытовые) при разнообразных сочетаниях этих объемов в ансамбле всего комплекса.

ГЛАВА 16. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Промышленные здания различают по принадлежности к определенной отрасли производства, роли в производственном процессе, характеристике производственного процесса, объемно-планировочному и конструктивному решениям.

Деление по отраслям — металлургия, добыча и переработка нефти, химическая промышленность, тяжелое машиностроение, станко-, авиа-, автомобилестроение и т. д. — соответствует народнохозяйственному планированию и развитию отраслей, организации проектирования и производства в каждой отрасли. В то же время на предприятиях каждой из отраслей при всем разнообразии технологии и оборудования можно выделить ограниченное число видов зданий по их роли в производственном процессе: производственные, энергетические, транспортно-складские и вспомогательные.

В производственных зданиях (цехах) протекает основной технологический процесс. В зависимости от отрасли производства назначение цехов различно, например, формовочный цех на заводе сборного железобетона или пильно-фрезерный на камнеобрабатывающем заводе. К энергетическим относятся здания ТЭЦ, трансформаторных подстанций, компрессорных, котельных и др., снабжающих производство энергией требуемого по технологии вида (электрической, тепловой и др.); к транспортно-складским — склады сырья, готовой продукции и полуфабрикатов, гаражи, депо и пр.; к вспомогательным — здания или встроенные в производственное здание отдельные помещения административного, бытового (общественное питание, душевые, гардеробы), медицинского назначения.

Объемно-планировочная структура производственных промышленных зданий в различной степени обусловливается технологическим процессом. Иногда влияние технологии настолько значительно, что здание приобретает специфический индивидуальный облик, присущий данной отрасли производства (цементные заводы, агломерационные фабрики, цехи металлургических цехов). Иногда влияние технологии оказывается столь велико, что конструкции здания, совмещаясь с технологическим оборудованием, образуют сооружения-агрегаты, например доменную печь. Однако в большинстве случаев технологическая обусловленность проявляется менее жестко, что позволяет унифицировать и типизировать объемно-планировочные и конструктивные решения зданий различных отраслей производства, обеспечивая возможность их возведения индустриальными методами.

Все производственные здания по признаку объемно-планировочного решения делят на о д н о э т а ж н ы е (они составляют до 75% от общего объема строительства) и м н о г о э т а ж н ы е. В свою очередь одноэтажные здания различаются по количеству и величине пролетов, планировочному типу здания, а также по характеру профиля покрытия.

В строительстве широко применяют одно- и многопролетные здания. В зависимости от величины пролета и соотношения размеров пролета и шага вертикальных несущих конструкций внутреннее пространство и планировочная структура цеха оказываются различными. По этому признаку различают промышленные здания **пролетного**, **ячейкового** и **зального** типов.

К **пролетным** относят здания с преобладанием размера пролета над размерами шага колонн с постоянным направлением технологического процесса (перпендикулярно пролету несущих конструкций), к ячейковым — с квадратной (или близкой к квадрату) сеткой осей и организацией технологического процесса по двум взаимно перпендикулярным направлениям. **Ячейко-**

вые здания с квадратной сеткой осей (12 × 12, 18 × 18, 24 × 24, 30 × 30 и 36 × 36 м) и одинаковой высотой пролетов называют зданиями с гибкой планировкой (гибкие цехи) или универсальными. Они обеспечивают высокую технологическую маневренность производства (смена направлений технологического потока и размещения оборудования) без реконструкции здания и являются наиболее перспективным типом одноэтажного промышленного здания. **Зальными** называют крупнопролетные здания, возводимые в тех случаях, когда технологический процесс требует создания большого внутреннего пространства, свободного от промежуточных опор.

В зависимости от технологических требований покрытие зданий может быть различным: с фонарными надстройками на покрытии (световыми, аэрационными и свето-аэрационными) или бесфонарное.

При строительстве предприятий наряду со зданиями возводят необходимые для осуществления технологического процесса сооружения (транспортные эстакады, силосы, бункера, водонапорные башни, градирни и пр.), а иногда и открытые (или полуоткрытые) установки части оборудования, не нуждающегося в защите от атмосферных воздействий. В соответствии с технологией предусматривается изолированное или взаимосвязанное размещение зданий по отношению к сооружениям и открытым установкам.

Особенностями технологического процесса определяется также классификация промышленных зданий по типу подъемно-транспортного оборудования на бескрановые и крановые (с мостовыми и подвесными подъемными кранами); по системам инженерного оборудования — на отапливаемые и неотапливаемые, на предприятия с избыточными выделениями тепла — «горячие цехи» (литейные и др.) либо не нуждающиеся в отоплении — «холодные» (хранилища и т. п.); по параметрам воздушной среды и системе воздухообмена — на предприятия с естественной и искусственной вентиляцией или кондиционированием воздуха.

Конструктивные решения промышленных зданий различают по признакам конструктивной системы, материалу и методу возведения несущих конструкций (строительной системе) и типу конструкций покрытия. По этому признаку различают здания с плоскостными (по фермам, рамам, аркам) и пространственными покрытиями разных типов — из оболочек одинарной и двоякой кривизны, висячих, структурных (перекрестно-стержневых) и пневматических.

Значительное влияние на планировочное и конструктивное решения зданий оказывает взрыво- и пожароопасность размещаемых в них производств. По этому признаку СНиП разделяют все производства на шесть категорий. К категориям А и Б относят взрыво- и пожароопасные производства основной химии, нефтегазопереработки, предприятия по дроблению и сортировке угля в сухом состоянии и др. Категорию В составляют пожароопасные производства, обрабатывающие сгораемые вещества и материалы. К категории Г относятся производства, перерабатывающие несгораемые вещества в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, к категории Д — предприятия, на которых перерабатываются несгораемые вещества и материалы в холодном состоянии. Категорию Е составляют производства взрывоопасные, но не опасные в пожарном отношении. Предприятия строительной индустрии относятся к производствам категорий Г и Д.

§ 2. СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Специфическими в проектировании промышленных зданий любого назначения являются:

оптимальная организация технологического процесса в комплексе с требующимся подъемно-транспортным оборудованием;

обеспечение противопожарной и противовзрывной безопасности. Наряду с этим при проектировании промышленных зданий возникает своя специфика в решении задач унификации и типизации зданий и их элементов.

Требования технологии являются в этом перечне ведущими. При всем разнообразии производственных процессов их содержание сводится к переработке сырья в готовый продукт или полуфабрикат.

Последовательность производственных операций с выявлением необходимой номенклатуры станков, машин и механизмов, их габаритов, подъемно-транспортного оборудования, складирование сырья и готовой продукции, необходимых габаритов проходов и проездов получают отражение в технологической схеме производства, ведущими авторами которой являются технологи соответствующей отрасли производства — химики, текстильщики, технологи по производству строительных материалов или др. Наряду с ними в создании технологической схемы принимают участие архитекторы и инженеры-строители, имеющие опыт проектирования предприятий данной отрасли промышленности, и другие специалисты. Благодаря такому комплексному подходу в технологической схеме закладываются необходимые по санитарным нормам параметры для создания производственного пространства предприятия и рабочего пространства, в котором непосредственно размещаются и трудятся люди, участвующие в производственном процессе. В соответствии с наиболее целесообразной организацией производственного процесса технологическая схема строится по горизонтали (например, при изготовлении бетонных стеновых панелей на вибропрокатном стане) либо по вертикали (например, при изготовлении товарного бетона на бетонном заводе). Построение технологической схемы получает прямое отражение в объемно-планировочном решении здания, определяя его этажность, минимально необходимые размеры высот этажей и расстояний между несущими конструкциями (шаги и пролеты).

Если технологическая схема одинаково целесообразно решается как в одной горизонтальной плоскости, так и в нескольких, то предпочтительным оказывается размещение предприятия в многоэтажном здании. Это позволяет сократить территории, отводимые под промышленную застройку, протяженность инженерных коммуникаций и дорог. Многоэтажные здания являются также предпочтительными в случаях легкого технологического оборудования и производства продукции с малыми габаритами и весом (швейная, пищевая промышленность, приборостроение и др.). В процессе проектирования технологической схемы выявляются основные параметры производственной среды (по освещенности рабочих мест, температурно-влажностному режиму и пр.), в связи с чем она становится исходным материалом для разработки архитектурной и конструктивной частей проекта. Согласно технологической схеме выбирают тип здания — отапливаемого или неотапливаемого, наружных ограждений (холодных или утепленных), тип, размеры и конструкцию светопрозрачных ограждений, а также системы инженерного оборудования здания.

Подъемно-транспортное внутрицеховое оборудование проектируют действующим периодически или непрерывно. К периодически действующему относят оборудование, передающее нагрузки на несущие конструкции здания (группа А) и на пол, — рельсовое и безрельсовое (группа Б).

К непрерывно действующему относится конвейерное технологическое транспортное оборудование различных видов — рольганговое, ленточное, скреперное, шнековое и т. п. Иногда по технологическим требованиям используются специальные виды транспортирования с помощью сжатия (или разрежения) воздуха или движения жидкости — пневмо- или гидротранспорт (с помощью компрессоров, насосов или самотека).

Оборудование группы А обеспечивает перемещение грузов в подвешенном состоянии и различается на подвесное к несущим конструкциям покры-

тия и опорное, передающее нагрузки на каркас здания через подкрановые балки.

Подвесное оборудование проектируют в виде электроталей или подвесных кранов (кран-балки). При закреплении электротали в отдельной точке обеспечивают подъем и перемещение груза только по вертикали. При расположении электротали на тележке, движущейся вдоль нижнего пояса жестко закрепленной верхним поясом к покрытию стальной балки (монорельсу), груз можно перемещать вдоль цеха. Монорельс устраивают прямолинейным или с поворотами и разветвлениями, что дает возможность перемещать груз в различные участки цеха и даже за его пределы. Основные особенности монорельсового подвесного оборудования — ограниченная грузоподъемность (0,1—10 т) и малая ширина зоны обслуживания (рис. 16.1, *а*).

Подвесной кран представляет собой двутавровую балку, движущуюся вдоль цеха с помощью катков по нижним полкам рельсов, подвешенных к нижним поясам конструкций покрытия. По нижнему поясу кран-балки поперек цеха перемещается электроталь или тельфер. Подвесной кран позволяет перемещать грузы вдоль и поперек пролета и обслуживать бо́льшую часть площади помещения. Грузоподъемность подвесных кранов не превышает 10 т. Наиболее распространенный вид опорного подъемно-транспортного оборудования — электрические мостовые краны, имеющие очень широкий диапазон грузоподъемности — от 5 до 600 т. Обычно мостовые краны применяют в условиях, когда грузоподъемность подвесного оборудования недостаточна, т. е. при массе производственных грузов свыше 10 т. Мост крана состоит из двух или четырех параллельных стальных ферм, объединенных связями. Вдоль двух средних ферм уложены рельсы, по которым вдоль моста передвигается тележка с подъемным механизмом и подвешенным к нему на тросе захватным приспособлением — крюком, электромагнитом, грейфером или др.

Мост передвигается по рельсам, закрепленным на подкрановых балках. Через подкрановые балки на несущие конструкции здания передаются вертикальные и горизонтальные силовые воздействия от крана. Аналогично подвесному, мостовой кран обслуживает бо́льшую часть пространства цеха (или его пролета) по длине и ширине, за исключением «мертвых зон» — участков, расположенных вдоль подкрановых балок и возле торцовых стен в связи с устройством в конце и начале кранового пути упоров для крана, а на концах крана — упоров для его тележки. Ширина «мертвых» зон конструктивно обусловлена и увеличивается с ростом грузоподъемности крана, что оказывает влияние и на привязку осей подкрановых балок (рис. 16.2).

Отдельные виды производств (например, металлургические) требуют двух- и даже трехъярусного расположения кранов либо установки двух

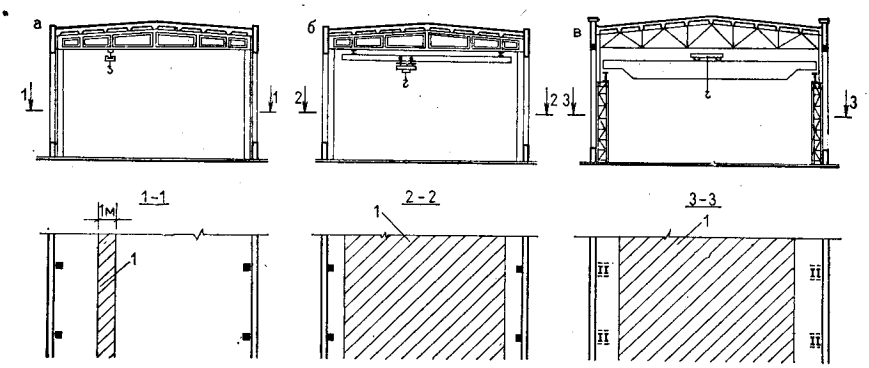


Рис. 16.1. Схемы подъемно-транспортного оборудования и обслуживаемых им зон в плане здания
а — монорельсовый подвесной кран; *б* — кран-балка; *в* — мостовой кран; *1* — зона обслуживания

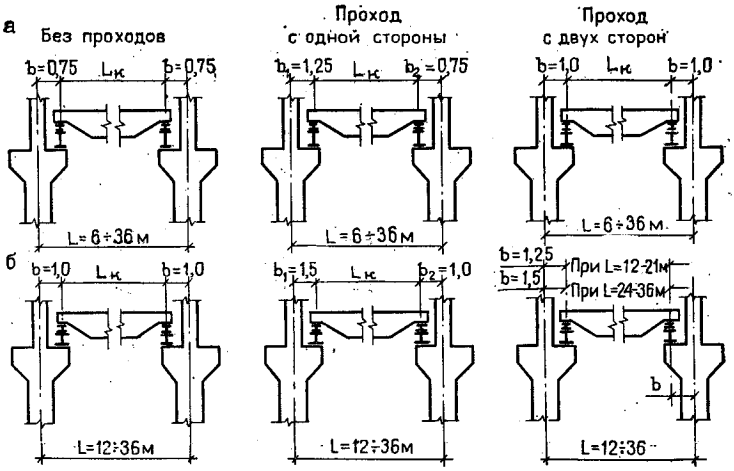


Рис. 16.2. Привязка осей подкрановых балок
а — краны I группы; *б* — краны II группы

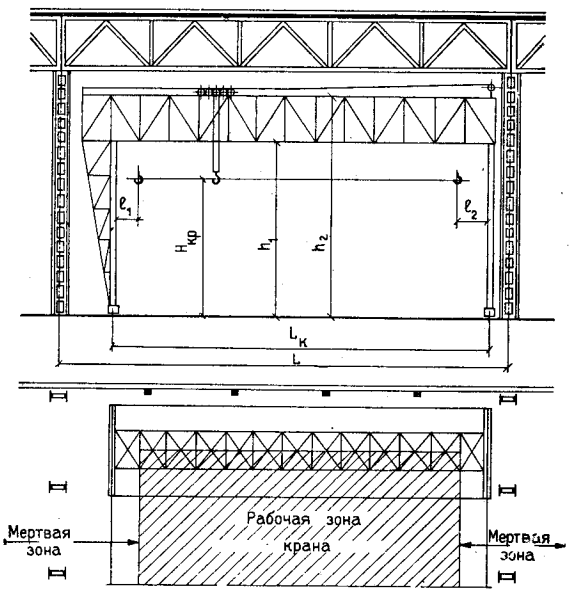


Рис. 16.3. Схема размещения козлового крана в одноэтажном промышленном здании

кранов, движущихся по общим крановым путям.

Применение мостовых кранов приводит к удорожанию производственных зданий из-за необходимости увеличения их высоты и усиления несущих конструкций на восприятие крановых воздействий. В связи с этим в проектировании промышленных зданий существует тенденция к замене во всех случаях, когда это возможно, опорного подъемно-транспортного оборудования напольным. При больших пролетах и грузоподъемности 500 т и выше переходят к применению козловых кранов, а при относительно малых нагрузках — к напольному безрельсовому транспорту (автопогрузчики, автомобильные краны, электрокары и пр.). Козловый кран представляет собой мост, поднятый на высокие опоры, перемещающиеся вдоль цеха по напольным рельсам (рис. 16.3). Вдоль моста крана перемещается тележка с подъемным оборудованием и приспособлениями. Козловые краны обеспечивают обслуживание большей части площади цеха и не вызывают дополнительных усилий в конструкциях, но создают мертвые зоны и затрудняют передвижение по цеху на участках, расположенных вдоль его путей. Рельсовый напольный внутрицеховой транспорт других видов — железнодорожный и др. — применяется только в случаях безусловной технологической необходимости, так как его использование вызывает ухудшение эксплуатационных качеств здания и повышает его стоимость.

Безрельсовый напольный транспорт весьма мобилен и может обслужить любой участок в здании. Несмотря на то что его применение сопряжено с необходимостью увеличения производственных площадей на 7—8% для организации проездов, объем внедрения напольного безрельсового транспор-

та непрерывно увеличивается благодаря его технологическим преимуществам.

Унификация и типизация при проектировании промышленных комплексов, зданий и сооружений независимо от их технологического профиля осуществляется на единой научно-методической основе с соблюдением принципов индустриализации и модульной координации. В применении ЕМС к промышленным зданиям отличительным по сравнению с гражданскими является использование укрупненных модулей большей величины (30М, 60М) и специфических приемов привязки осей несущих конструкций к модульным осям. В проектировании промышленных зданий осевые размеры в плане назначают кратными укрупненным модулям 60М (для шага колонн одно- и многоэтажных зданий и пролетов одноэтажных) и 30М (для пролетов многоэтажных зданий), а по высоте — 6М. Для сокращения номенклатуры сборных изделий из числа возможных модульных размеров шагов, пролетов и высот этажей в проектировании применяют относительно ограниченный ряд величин. Этот ряд установлен в процессе работы по межотраслевой унификации объемно-планировочных параметров и нагрузок как наиболее полно отвечающий требованиям различных производств (табл. 16.1).

Дополнительному сокращению номенклатуры способствует оптимизация размеров сеток колонн. В результате исследований по оптимизации были получены объемно-пространственные элементы зданий, унифицированные по габаритам. Их сочетание дает габаритные схемы цехов — обобщенные

ТАБЛИЦА 16.1. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Тип здания	Объемно-планировочные параметры, м			
	пролеты	шаги колонн	сетка колонн	высота пролета (этажа)
Одноэтажное без электрических мостовых кранов	12; 18; 24; 30; 36	6; 12	12×6[а]; 18×6 24×6; 18×12[б] 24×12[в]	3; 3,6; 4,2 4,8; 5,4; 6 7,2; 10,8; 12 13,2; 14,4 15,6; 16,8; 18
То же, с электрическими мостовыми кранами	18; 24; 30; 36	6; 12	18×12[б] 24×12[в] 30×12	8,4; 9,6 10,8; 12; 13,2; 14,4; 15,6; 16,8; 18
Многоэтажное здание	6; 9; 12; 3 (пролет-вставка)	6; 12	(6+3+6)×6; 6×6[г] 6×9[г]; (9+3+6)×6 12×6 12×18[в] 12×36[е] 6×12; 6×18[д] 6×24[ж]	3,6; 4,2 4,8; 6 7,2[и]

Примечания: а — для зданий небольших размеров; б — оптимальные размеры сетки для большинства производств; в — для верхних этажей многоэтажных зданий; г — при нагрузках на перекрытие $\geqslant$ 2000 кгс/м^2; д — при нагрузках на перекрытие $\leqslant$ 1000 кгс/м^2; е — для верхних этажей двухэтажных зданий; ж — для зданий с межферменными этажами технического назначения; и — для первых этажей и для этажей с подвесными потолками и проходным пространством над ними.

типизированные объемно-планировочные схемы зданий с унификацией их геометрических параметров и нагрузок.

Одноэтажные здания чаще всего содержат несколько параллельно расположенных пролетов одинаковой ширины и высоты, что наиболее целесообразно для строительства индустриальными методами. Взаимно перпендикулярное расположение пролетов, их различные ширина и перепады высот допускаются только при технологической необходимости. При этом перепады высот пролетов одного направления должны быть не менее 1,2 м.

Разработка проектов промышленных зданий на базе габаритных схем является не единственным путем их типизации. Более высокой формой является применяемая для целого ряда отраслей промышленности компоновка зданий из их унифицированных фрагментов — унифицированных типовых пролетов (УТП) или унифицированных типовых секций (УТС).

Эти объемные элементы зданий типизированы по габаритам, нагрузкам и конструкциям. Унифицированный типовой пролет представляет собой фрагмент здания шириной в один пролет, длиной, чаще всего соответствующей протяженности температурного блока. Различают два типа УТП — средний и крайний (левый и правый). Проектирование на основе УТП применяется для большинства предприятий строительной индустрии.

Унифицированная типовая секция — фрагмент здания, состоящий из одного или нескольких пролетов единой высоты, чаще всего представляющий собой температурный блок здания. Длины температурных блоков составляют 72 или 144 м. В зависимости от приема компоновки в здании применяют три типа УТС: I — блокируемые по длине и ширине; II — блокируемые только по длине; III — одно- и двухпролетные УТС, пристраиваемые к многопролетным секциям. Наибольшее применение в проектировании одноэтажных зданий получили УТС с размерами в плане 144 × 72 и 72 × × 72 м, с сетками колонн 24 × 12 и 18 × 12 м (рис. 16.4). Для УТС существует полная рабочая проектная документация, что упрощает и ускоряет проектирование и способствует широкому внедрению в строительство примененных в УТС и УТП экономичных индустриальных конструкций.

Правила привязки модульных осей в промышленных зданиях разработаны с учетом необходимости унификации и ограничения номенклатуры сборных изделий и сводятся к следующему (рис. 16.5).:

а) модульные оси внутренних колонн (за исключением примыкающих к температурным швам) совпадают с их геометрическими осями;

б) колонны крайних рядов каркаса имеют различную привязку к продольным модульным осям — нулевую (по наружной грани колонны), 250 и 500 мм (от наружной грани колонны). Выбор привязки определяется в зависимости от типа и мощности подъемно-транспортного оборудования;

в) перепад высот между смежными параллельными или перпендикулярными пролетами образуют на парных колоннах со вставкой и привязкой осей по правилам для крайних (продольных или торцовых) колонн, изложенным в п. «б»; соответственно вставки между типовыми элементами фасада и покрытия получают размеры 300, 350, 400, 500 или 1000 мм;

г) в местах расположения поперечных температурных швов модульная ось совмещается с осью шва, а геометрические оси примыкающих к шву колонн размещают на расстоянии 500 мм от его оси;

д) в продольных температурных швах привязка колонн к продольным модульным осям осуществляется как для колонн крайнего продольного ряда (по п. «б»). Размеры вставок наружных стен и покрытий в температурных швах те же, что и в местах перепадов высот, — 300, 350, 400, 500 и 1000 мм;

е) оси подкрановых балок привязывают к продольным осям здания на расстояниях в 750 мм при грузоподъемности мостовых кранов до 50 т и в 1000 мм при большей грузоподъемности.

В многоэтажных промышленных зданиях модульные оси средних колонн совмещают с их геометрическими осями, а для крайних применяют нулевую привязку или привязку на расстоянии «а» от внутренней грани (размер «а» равен половине ширины колонны среднего ряда, рис. 16.6). Температурные швы устраивают с применением парных колонн, расстояние между осями которых принимают кратным М или $^1/_2$ М.

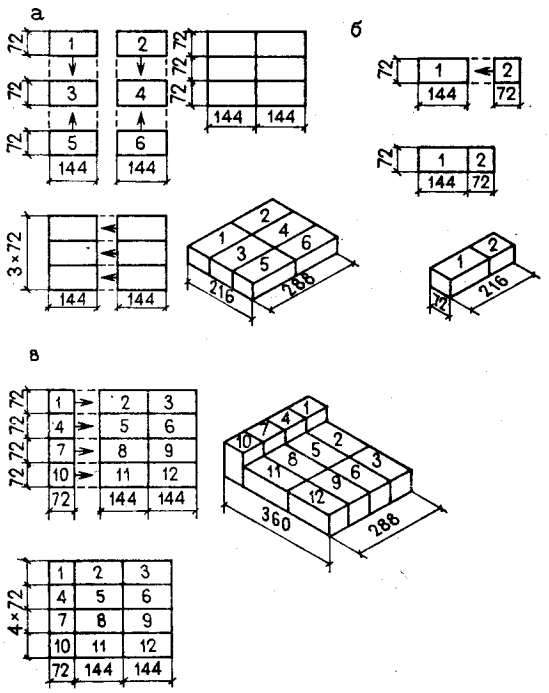


Рис. 16.4. Примеры компоновки зданий из УТС
а — из секций типа *I*; *б* — из секций типа *II*; *в* — из секций типа *III* и *I*

Противопожарная и противовзрывная безопасность производства обеспечивается планировочными и конструктивными мероприятиями соответственно категории предприятия по взрывопожарной опасности. Планировочными мерами являются выбор этажности здания, места расположения наиболее опасного участка производства, ограничения размеров площадей помещений между противопожарными стенами (в соответствии с категорией производства и этажностью здания) и обеспе-

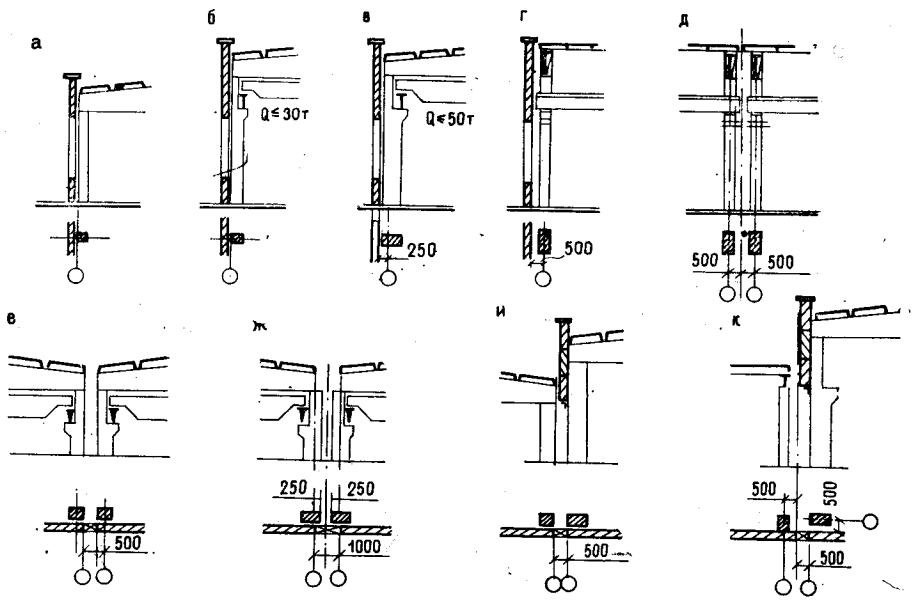


Рис. 16.5. Унифицированные схемы привязок модульных осей вертикальных конструкций одноэтажных промышленных зданий
а — привязка продольной наружной стены в зданиях без мостовых кранов; *б* — в зданиях с мостовыми кранами грузоподъемностью до 30 т; *в* — то же, при грузоподъемности крана до 50 т; *г* — привязка торцовой стены зданий всех видов; привязки колонн в температурных швах при пролетах одинаковой высоты; *д* — в поперечных температурных швах; *е* — в продольных — при «нулевых» привязках колонн; *ж* — то же, при привязках 250 мм; привязки колонн в температурных швах при разной высоте пролетов: *и* — параллельных; *к* — перпендикулярных

чение возможности безопасной эвакуации людей. При технологической допустимости опасные участки производства располагают в одноэтажных зданиях у наружных стен, а в многоэтажных зданиях — на верхнем этаже. Для эвакуации людей предусматривают эвакуационные пути и выходы наружу непосредственно или через смежные помещения, в которых размещены производства, не представляющие опасности в пожарном отношении. Конструкции таких помещений проектируют с огнестойкостью не ниже III степени. Длина эвакуационного пути — расстояние от наиболее удаленного рабочего места до ближайшего эвакуационного выхода — колеблется от 50 до 100 м в одноэтажных и от 30—40 до 75—80 м в зданиях высотой два и более этажа в зависимости от категории производства по пожарной опасности. Эвакуационными выходами служат двери и ворота (за исключением ворот для подвижного железнодорожного состава).

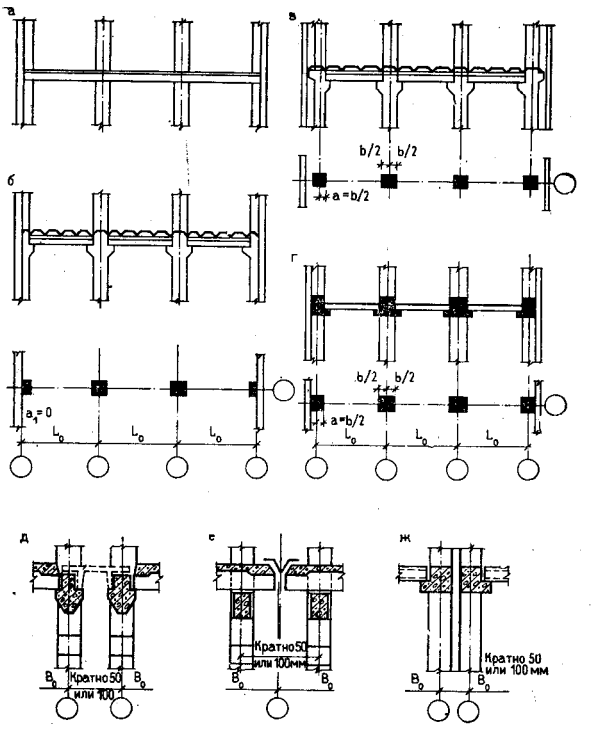


Рис. 16.6. Привязка осей колонн в многоэтажных зданиях
а, б — нулевая привязка; *в, г* — по геометрическим осям колонн; *д — ж* — в температурных швах

Конструктивными мерами обеспечения противопожарной и противовзрывной безопасности служат применение несгораемых конструкций с пределами огнестойкости, соответствующими категории производства, а в необходимых случаях также и применение легкосбрасываемых ограждений.

Легкосбрасываемые при воздействии взрывной волны наружные ограждения применяют в зданиях с производствами категорий А, Б и Е. Площадь легкосбрасываемых ограждений принимают на 1 м^3 взрывоопасного помещения не менее 0,05 м^2 в зданиях с производствами категорий А и Е и 0,03 м^2 с производствами категории Б. С этой же целью в многоэтажных зданиях с производствами А, Б и Е предусматривают в междуэтажных перекрытиях открытые или перекрытые решетчатыми настилами проемы площадью до 15% площади этажа. Легкосбрасываемые ограждения представляют собой стены и покрытия из асбестоцементных, алюминиевых или стальных листов с легким утеплителем, окна с заполнением обычным стеклом, фонарные переплеты, двери, распашные ворота.

Кроме планировочных и конструктивных применяются инженерно-технические меры обеспечения безопасности — оборудование зданий и помещений спринклерными или автоматическими дренчерными установками, а также установками автоматической пожарной сигнализации.

§ 3. ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Физико-технические задачи в проектировании промышленных зданий связаны с необходимостью обеспечения нормативных микроклиматических и санитарных параметров воздушной среды, необходимой освещенности рабочих мест, защите работающих от производственного шума и вибраций. Решение этих задач обеспечивается архитектурно-конструктивными и инженерно-техническими мерами (с помощью систем вентиляции, отопления, кондиционирования, искусственного освещения и др.).

Состояние воздушной среды характеризуется микроклиматическими параметрами (температурой, влажностью и скоростью движения воздуха в помещении) и чистотой воздуха (по показателям концентрации CO и других газов, паров, пыли, аэрозолей в воздухе). Создание комфортных или допустимых условий воздушной среды на предприятии связано с его тепловым режимом и категорией работы (легкой, средней тяжести или тяжелой). В зависимости от категории работы человеческий организм выделяет различное количество тепла и влаги и поэтому воспринимает как комфортные различные параметры воздушной среды.

По тепловому режиму производственные помещения делят на две группы: в первой технологический процесс сопровождается незначительными избытками явного тепла (до 20 ккал/м^3 · ч), во второй — значительными (более 20 ккал/м^3 · ч). К первой группе относят производства механические, механосборочные, ткацкие, швейные и др., ко второй — сталеплавильные, мартеновские и другие «горячие цехи». Предприятия строительной индустрии относятся преимущественно к первой группе производств, за исключением отдельных технологических участков (пропарочные камеры, зоны обжига и пр.), где производственный процесс протекает при высоких температурах, но в отсутствие людей. Оптимальные параметры температуры и влажности воздуха в зоне рабочих мест в различное время года для предприятий с различными тепловыми режимами и категориями работы регламентированы СНиП.

Концентрация вредных веществ в воздухе рабочей среды ограничивается санитарными нормами по предельно допустимым величинам. Если в воздухе рабочей среды содержится ряд вредных примесей однонаправленного действия (близких по воздействию на организм), их допустимая концентрация определяется из условия

$$\frac{C_1}{ПДК_1}+\frac{C_2}{ПДК_2}+\ldots+\frac{C_n}{ПДК_n}=1,$$

где C_1, C_2 ..., C_n — концентрации вредных веществ; $ПДК$ — их предельно допустимые концентрации при наличии только одной этой примеси.

Исключение или предельное сокращение содержания вредностей достигается целенаправленным совершенствованием технологических процессов и оборудования, обособлением вредных участков с устранением людей от работы на таких участках за счет первоочередной автоматизации этой работы. Если работа людей на вредных участках технологически не устранима, внедряются местные защитные меры (воздушное душирование, экранирование, охлаждение и пр.).

Параметры воздушной среды на предприятии должны обеспечиваться не только для охраны здоровья трудящихся и создания комфортных условий труда, но и для обеспечения долговечности строительных конструкций. Повышенная влажность воздушной среды способствует повышению влажности материала наружных ограждений и развитию коррозионных процессов. Наличие примесей в воздушной среде при повышенной влажности воздуха может резко ускорить развитие коррозионных процессов в материалах

конструкций под воздействием кислот, щелочей или солей. Наиболее активно коррозионные процессы протекают в местах сопряжений конструктивных элементов, стыках и узлах, особенно при плохом воздухообмене (в местах застоя воздуха).

При проектировании конструкций зданий предусматривают меры по их защите от агрессивных воздействий — применение бетонов плотной структуры, конструкций с сечениями простейшей формы (квадрат, прямоугольник), защиту стальных несущих конструкций обетонированием либо металлизацией цинком, алюминием или их сплавами, окраской кислотостойкими лаками в 2—4 слоя и др. Ограждающие конструкции во влажных цехах защищают с внутренней стороны сплошным пароизоляционным слоем и утепляют малоувлажняемыми негниющими материалами — минераловатными плитами на синтетической связке, поропластами и др.

Оптимальные параметры воздушной среды обеспечивает организация воздухообмена в производственных помещениях. Воздухообмен создают путем естественной или искусственной (с механическим побуждением) вентиляции. Естественную вентиляцию применяют в помещениях, где по технологическим условиям допустимы колебания температуры и влажности воздуха. Естественная вентиляция, в свою очередь, проектируется неорганизованной (за счет инфильтрации через неплотности в наружных ограждениях, открывания фрамуг и пр.) и организованной (аэрация). В отличие от естественной неорганизованной вентиляции аэрация поддается расчету: определяют необходимый объем воздуха, который должен поступать в помещение за счет аэрации, и площади аэрационных проемов (приточных и вытяжных). Приточные проемы располагают преимущественно в окнах наружных стен, вытяжные — в фонарных надстройках. Площади аэрационных проемов принимают по расчету, но не менее 1% площади пола. Площадь приточных отверстий должна быть равной или незначительно превышать площадь вытяжных.

Эффективность аэрации возрастает с увеличением высотного перепада между приточными и вытяжными отверстиями и перепада температур наружного и внутреннего воздуха. В летнее время, когда температурный перепад незначителен, используют низко расположенные приточные отверстия, чтобы увеличить эффективность аэрации за счет высотного перепада, зимой — высоко расположенные (на высоте 4—6 м) над рабочей зоной для исключения ее переохлаждения (рис. 16.7). Наиболее эффективно применение аэрации в горячих цехах, где громадный температурный перепад способствует воздухообмену, измеряемому миллионами кубометров воздуха в час.

Повышению эффективности аэрации способствует также соответствующая ориентация здания: фасадом с приточными отверстиями, стоящим перпендикулярно господствующему направлению ветра в летнее время, и расположением вытяжных отверстий с заветренной стороны (рис. 16.8).

В многопролетных широких (70—100 мм) зданиях с пролетами одинаковой высоты и одинакового температурного режима аэрация неустойчива. Надежность аэрации в таких случаях обеспечивает «активизация» профиля покрытия — чередование приточных и вытяжных фонарных надстроек на покрытии с высотным перепадом отверстий в 2,5—4 м и шагом вытяжных фонарей 24—40 м, увеличение ширины фонарей или крутизны скатов покрытия (рис. 16.9).

Вентиляция с механическим побуждением применяется в производственных помещениях, в которых по условиям технологии ограничены колебания температуры и влажности, в широких цехах с равными высотами пролетов и неактивизированным профилем покрытия, в бесфонарных широких зданиях, над источниками вредных выбросов (в виде местных отсосов).

Искусственный воздухообмен с кондиционированием воздуха применяется для термоконстантных производств (с допустимыми колебаниями

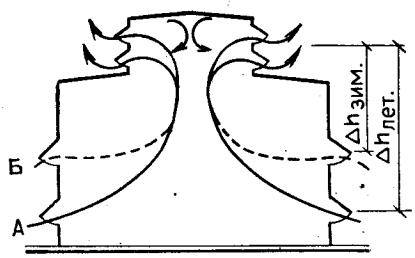
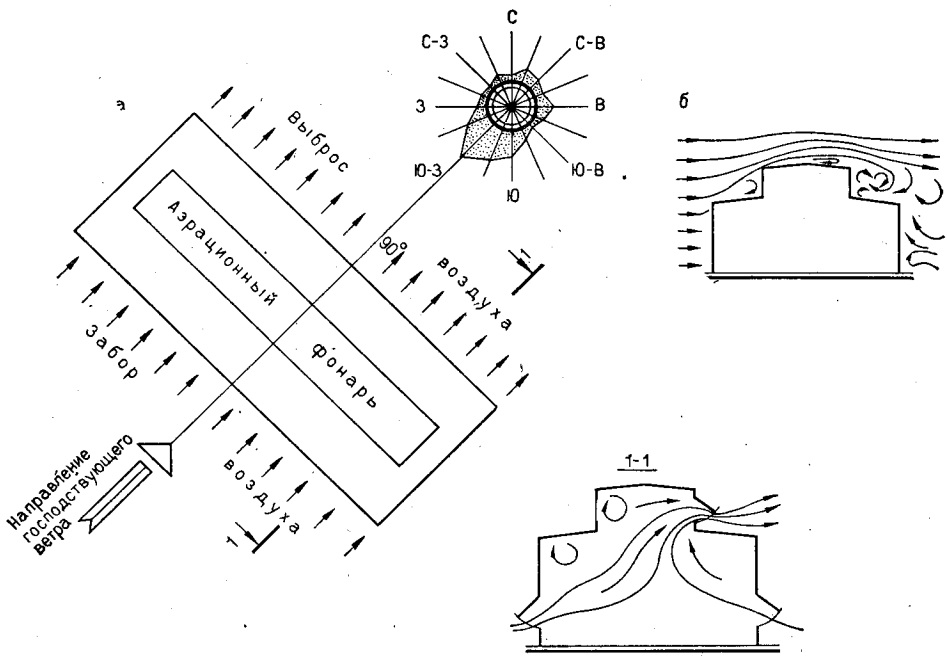


Рис. 16.7. Аэрация производственного помещения *А* — по летней; *Б* — по зимней схеме

Рис. 16.8. Схема ориентации здания, способствующая повышению эффективности аэрации (*а*), схема движения воздуха у поверхности здания при ветре (*б*)



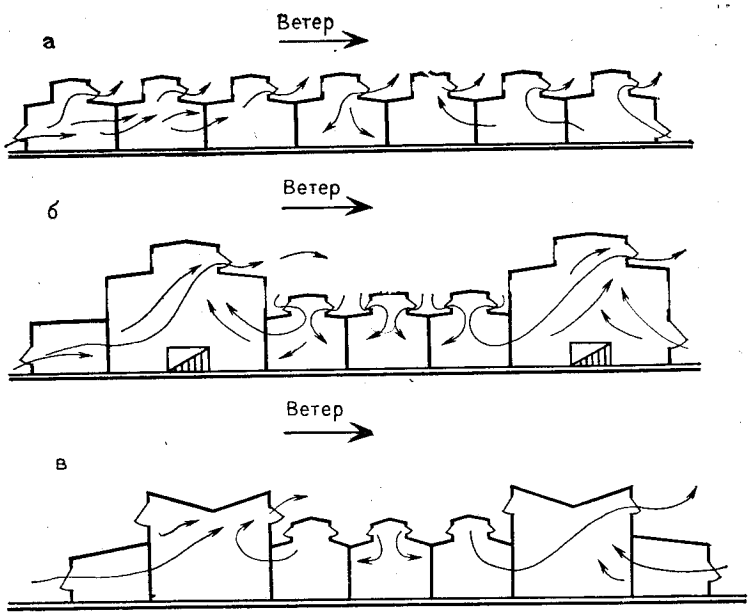
температур внутреннего воздуха до ± 0,1° С) — точное приборостроение, электровакуумная промышленность и др., размещаемых в герметизированных зданиях. Такие здания проектируют без фонарей, а зачастую и без окон, в их объемно-планировочную структуру включают службы чистоты, специальные бытовые помещения, шлюзы с установками для обеспыливания одежды персонала и шлюзы для очистки сырья и полуфабрикатов и т. п. Все инженерные проводки в таких помещениях проектируют скрытыми, а для внутренней отделки применяют материалы, легко поддающиеся очистке, не накапливающие пыль на своей поверхности (облицовка глазурованными керамическими плитками, тонкими пиленными мраморными плитами и др.).

Производственный шум оказывает вредное воздействие на человеческий организм и повышает утомляемость, в связи с чем санитарные нормы ограничивают его допустимые величины в помещениях 90 дБ при низкочастотном шуме, 80 дБ при среднечастотном и 75 дБ при высокочастотном. Борьба с шумом идет тремя основными путями — устранением и уменьшением шума в источнике, снижением шума на путях его распространения и использованием индивидуальных средств защиты рабочих. Архитектурно-строительное проектирование предусматривает меры по уменьшению шума на путях его распространения.

Архитектурно-строительные меры по борьбе с шумом применяют, начиная с проектирования генеральных планов предприятий: предусматривают ком-

Рис. 16.9. Схемы активизации аэрации многопролетных зданий

а — неактивизированный профиль здания; *б* — профиль активизирован увеличением высоты пролетов над источниками тепловыделений; *в* — то же, чередованием пролетов различной высоты



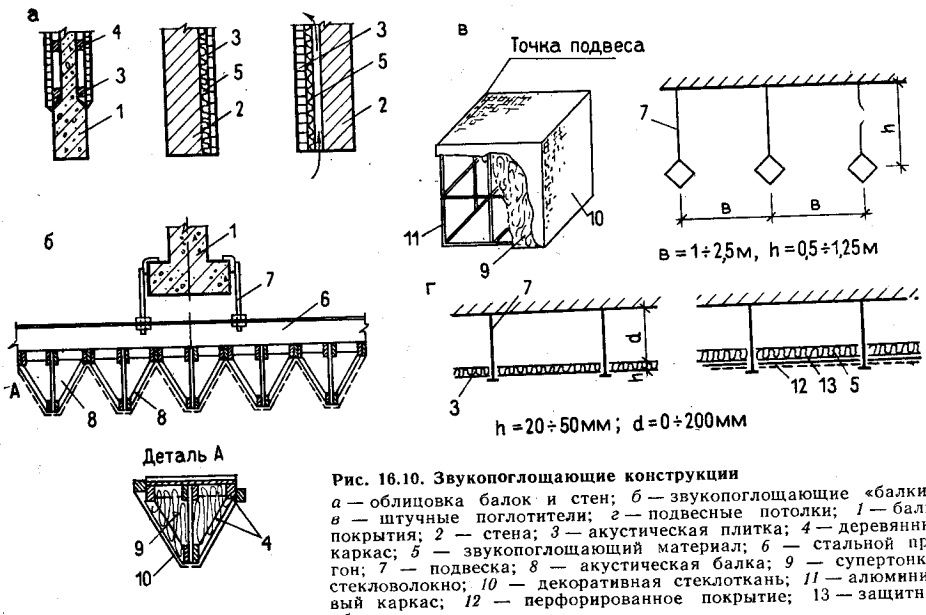


Рис. 16.10. Звукопоглощающие конструкции

а — облицовка балок и стен; *б* — звукопоглощающие «балки»; *в* — штучные поглотители; *г* — подвесные потолки; *1* — балки покрытия; *2* — стена; *3* — акустическая плитка; *4* — деревянный каркас; *5* — звукопоглощающий материал; *6* — стальной прогон; *7* — подвеска; *8* — акустическая балка; *9* — супертонкое стекловолокно; *10* — декоративная стеклоткань; *11* — алюминиевый каркас; *12* — перфорированное покрытие; 13 — защитная оболочка

поновку наиболее шумных объектов в отдельные комплексы, исключают расположение вблизи них объектов, требующих защиты от шума (вычислительных, лабораторных и др.). При расположении открытых источников шума на территории предприятия их изолируют специальными боксами, кожухами. В планировочных решениях отдельных зданий предусматривают предельное удаление тихих помещений от помещений с интенсивными источниками шума. Защита рабочих от шума источника, расположенного внутри помещения или в смежном помещении, осуществляется путем дистанционного управления технологическим процессом, размещения персонала в изолированных кабинах наблюдения и строительно-акустическими мерами, основанными на принципах звукоизоляции, звукопоглощения и звуко-

отражения. Для звукоизоляции помещений, смежных с шумным, применяют стены и перегородки однослойной конструкции из легких бетонов с несквозными порами либо многослойные конструкции с нежестко связанными слоями. Такие конструкции дают снижение уровня шума на 30—40 дБ.

Для снижения уровня шума в помещении используют звукопоглощающие кожухи на шумных агрегатах, звукопоглощающие конструкции: облицовки, кулисы и штучные звукопоглотители (рис. 16.10). Кожухи на оборудование изготовляют из тонких листов стали или из алюминиевых сплавов с внутренней облицовкой звукопоглощающими или вибродемпфирующими[1] материалами. Снижение шума в помещении при применении звукопоглощающих конструкций и облицовок основано на принципе уменьшения интенсивности отраженных звуковых волн. Звукопоглощающие облицовки размещают на стенах и покрытии. Их применение дает снижение уровня шума в помещении на 8—10 дБ. Эта мера эффективна при площади звукопоглощающих облицовок не менее 60% общей поверхности ограждений шумного помещения. При бо́льшей площади светопрозрачных ограждений площадь глухих участков ограждения оказывается существенно меньше. В этих случаях применяют дополнительные звукопоглощающие конструкции в виде кулисных или штучных поглотителей.

Звукопоглощающие облицовки представляют собой маты или плиты из мягких волокнистых материалов толщиной 5—10 см и закрывающие их со стороны помещения декоративные экраны из перфорированных листов металла, пластмассы, асбестоцемента или других материалов, приемлемых по архитектурному решению интерьера. Наиболее эффективное звукопоглощение обеспечивает крепление облицовки на относе до 100 мм от стены с образованием воздушного зазора между ними. Звукопоглощающие кулисы представляют собой свободно подвешенные к покрытию щиты с каркасом из легких алюминиевых профилей и заполнения супертонким волокном в оболочке из стеклоткани.

Облицовка кулис выполняется из тонких алюминиевых перфорированных листов или акустически прозрачного стеклопластика. Штучные звукопоглотители — объемные конструкции в виде кубов, шаров, призм и т. п. с перфорированной оболочкой (картон, алюминиевая фольга, мегалл), оклеенные изнутри или полностью заполненные звукопоглощающим материалом. Штучные звукопоглотители свободно подвешивают над источниками шума.

Насыщение производства газодинамическими установками — компрессорами, вентиляторами, газотурбинами и пр. — приводит к повышению уровня шума за счет аэродинамических шумов, которые поступают в помещение по воздуховодам или каналам. Для снижения аэродинамического шума в воздуховодах применяют глушители различных конструктивных типов, работа которых базируется на принципе звукопоглощения и обеспечивает снижение уровня шума на 30—40 дБ.

Принцип отражения звука используют, устанавливая акустические экраны для отгораживания наиболее шумного оборудования. Экраны применяют в дополнение к звукопоглощающим облицовкам и конструкциям, когда последние не обеспечивают снижения шума до требуемого уровня. Экран изолирует примыкающие рабочие места от источника шума благодаря образованию акустической тени. Он представляет собой твердый металлический лист с облицовкой звукопоглощающим материалом со стороны источника шума. Применение экранов обеспечивает снижение уровня шума на 5—10 дБ.

Защита от вибраций, вызываемых работой технологического оборудования, вредно воздействующих на организм человека и на конструкции зда-

[1] Снижающими вибрацию.

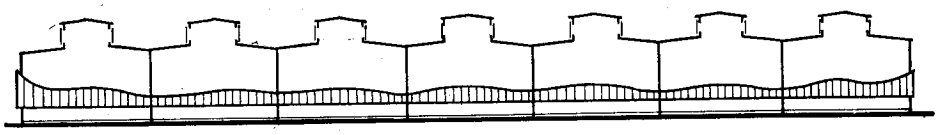


Рис. 16.11. График естественной освещенности в многопролетном производственном здании с фонарными надстройками

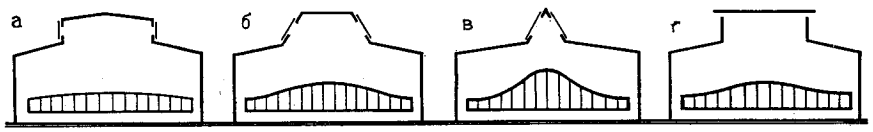


Рис. 16.12. График естественной освещенности помещений при фонарях
а — прямоугольном; *б* — трапециевидном; *в* — треугольном; *г* — зенитном

ния, осуществляется путем соответствующего совершенствования технологического оборудования и устройства виброизоляции. С этой целью фундаменты вызывающего вибрации оборудования выполняют не связанными с фундаментами строительных конструкций. Для исключения передачи вибрации через грунт по периметру и под подошвой фундамента устраивают нежесткие вибродемпфирующие прослойки, например из шлака. Между оборудованием и его фундаментом устанавливают виброизолирующее основание. Оно состоит из металлической рамы или плиты и виброизоляторов — стальных пружин, резино-металлических или резиновых пружинящих элементов.

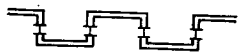
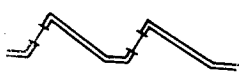
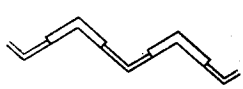
Освещение промышленных зданий проектируют естественным, совмещенным или искусственным.

Естественное освещение применяют в большинстве производственных помещений с постоянным пребыванием людей. Совмещенное — на участках производства, где пребывание персонала составляет менее 50% рабочего дня, а также в течение большего срока в технологически и экономически обусловленных случаях. Совмещенное освещение обеспечивает большее постоянство величин освещенности рабочих мест, чем естественное. Поэтому согласно медико-санитарным требованиям к условиям зрительной работы, при совмещенном освещении нормируются меньшие величины естественной освещенности при верхнем и комбинированном освещении: от 3% в помещениях с производствами I — III разрядов зрительной работы и до 1,5% — для IV — VI разрядов.

Искусственное освещение в дневное время предусматривают в герметизированных цехах с кондиционированным метеорологическим режимом и в негерметизированных цехах, где оно необходимо технологически. Оно применяется при условии, что время пребывания персонала в таких помещениях ограничено (до 50% рабочего дня) за счет автоматизации производственных процессов. Искусственное освещение помещений осуществляется электрическими лампами различного типа и назначается в соответствии с характером работ в помещении общим или комбинированным (сочетание общего освещения с местными светильниками у рабочих мест).

Естественное освещение промышленных зданий бывает верхним, верхнебоковым и боковым (рис. 16.11). Для верхнего освещения используют продольные фонари прямоугольного, треугольного или трапециевидного сечения с двусторонним вертикальным или наклонным остеклением, поперечные пилообразные фонари (шеды) с односторонним вертикальным или наклонным остеклением и зенитные точечного, панельного или ленточного типа (табл. 16.2).

ТАБЛИЦА 16.2. ХАРАКТЕРИСТИКА СВЕТОВЫХ ФОНАРЕЙ

Тип фонаря	Относительная световая активность, % (при одинаковых размерах проемов)	Оптимальные размеры		Приведенные затраты, %
		ширина фонаря	шаг фонаря	
 Прямоугольный	100	$(0,4—0,6)L$	$(3,5—4)h_ф$	100
Трапециевидный	160	$(0,4—0,6)L$	$(2,5—3)h_ф$	Нет данных
Шед с вертикальным остеклением	120	$(0,7—0,9)L$	$(2,5—3)h_ф$	То же
 То же, с наклонным остеклением	130	$(0,7—0,9)L$	$(2,5—3)h_ф$	94
Зенитный точечный	230	$(0,7—0,9)L$	$2,5h_ф$	89
 Зенитный ленточный				

Примечание. L — пролет покрытия, $h_ф$ — высота фонаря.

Прямоугольные фонари обеспечивают максимальную равномерность освещения (до 1,3 : 1) при малой интенсивности. Зенитные фонари, наоборот, при максимальной интенсивности дают наибольшую неравномерность (до 2,5 : 1) освещения (рис. 16.12); повышение равномерности освещения зенитными фонарями достигается их частым размещением при шахматном расположении.

При выборе типа фонаря помимо его светотехнических показателей учитывают природно-климатические характеристики места строительства, температурный режим помещения, условия эксплуатации фонаря и его технико-экономические показатели.

В умеренном климате наибольшее распространение имеют традиционные прямоугольные фонари, наиболее удобные в эксплуатации благодаря

минимальному загрязнению вертикального остекления, универсальности использования (в качестве световых и светоаэрационных), удовлетворительной равномерности освещения и ограниченной инсоляции. В южных районах, а также в умеренном климате для производств, исключающих прямое солнечное облучение, используют шедовые фонари с остеклением, ориентированным на северный сектор горизонта. Это решение обеспечивает равномерное рассеянное освещение, исключает перегрев помещений вследствие инсоляции и необходимость применения солнцезащитных устройств на фонарном остеклении. Зенитные фонари обладают максимальной светоактивностью и обеспечивают высокие показатели к. е. о., поэтому их используют на предприятиях с повышенными требованиями к естественной освещенности. Высокая экономическая эффективность зенитных фонарей способствует расширению областей их применения.

Зенитные фонари не применяют при тепловыделениях в помещениях более 10 ккал/(м^3 · ч), а также в помещениях, где выделение копоти и пыли по количеству аэрозолей превышает 5 кг/м^3 (из-за быстрого загрязнения остекления). В цехах предприятий сборного железобетона и панельного домостроения применяют преимущественно прямоугольные фонари.

ГЛАВА 17. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. ОДНОЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ

Одноэтажные здания представляют собой исторически сложившийся и до настоящего времени наиболее распространенный тип промышленного здания. Этому способствуют его несомненные преимущества:

простота организации технологического процесса и возможность передачи тяжелых (в том числе динамических) нагрузок от оборудования непосредственно на грунт;

простота конструктивного решения, легко поддающегося унификации и типизации, меньшая стоимость (на 10%) по сравнению с многоэтажными зданиями;

наиболее просто осуществляемое блокирование;

возможность равномерного естественного освещения через фонари и управляемого естественного воздухообмена за счет аэрации.

Недостатками одноэтажных зданий являются необходимость большой территории застройки с сопутствующим увеличением площади покрытия, расходов на инженерные сети, дороги, благоустройство и эксплуатационных расходов на уход за покрытиями.

Одноэтажные здания возводят в виде сплошной или павильонной застройки с пролетной, ячейковой или зальной организацией внутреннего пространства. В соответствии с технологическими требованиями иногда используют и комбинированные объемно-планировочные схемы зданий, основанные на сочетании пролетной и ячейковой, зальной и ячейковой, зальной и пролетной схем.

Здания сплошной застройки представляют собой сблокированный корпус с простой квадратной или прямоугольной формой плана без пристроек площадью до 30—35 тыс. м^2. Дальнейшее увеличение площади нерационально, так как вызывает удорожание здания и усложнение перемещения людей и грузов по нему.

Применяют две разновидности зданий сплошной застройки — фонарные и бесфонарные. В первых используют естественное верхнее освещение и естественный воздухообмен за счет аэрации, применяя в необходимых случаях

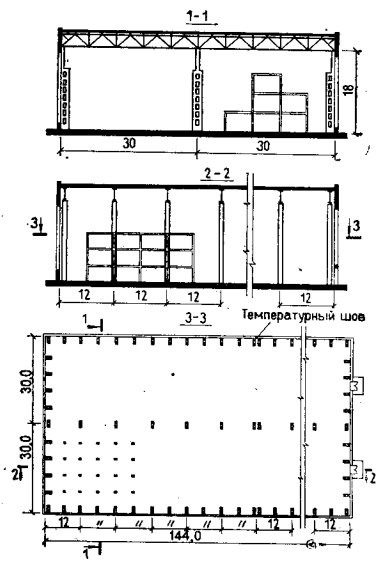


Рис. 17.1. Одноэтажное здание павильонного типа

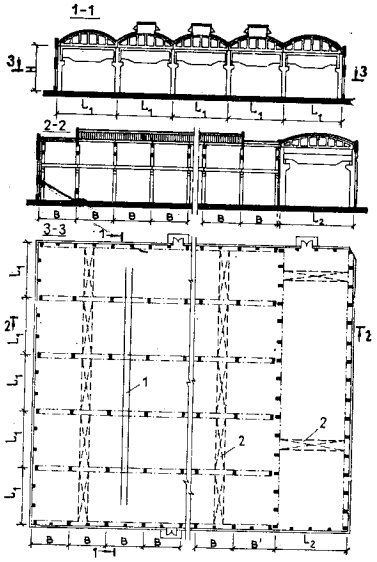


Рис. 17.2. Одноэтажное здание пролетного типа (механосборочный цех)
1 — рельсовые пути; *2* — мостовые краны

активизацию профиля покрытия, во вторых — искусственное освещение и механическую вентиляцию. Бесфонарные цехи обеспечивают экономию строительных затрат (за счет исключения фонарей), но требуют больших эксплуатационных затрат в связи с повышенным расходом электроэнергии на вентиляцию и освещение. Поэтому приведенные затраты на фонарные и бесфонарные цехи эквивалентны. Выбор типа здания определяется технологическими требованиями к режиму его помещений.

Здания павильонной застройки с относительно небольшим числом пролетов возводят для предприятий с производственными процессами, нуждающимися в активной аэрации, естественном освещении, с вертикальным технологическим потоком и оборудованием, размещенным на различных отметках (предприятия химии, нефтехимии, промышленности строительных материалов, горнообогатительной и др.), а также для «горячих цехов» — кузнечных, прессовых, прокатных (рис. 17.1). В здании такого типа оборудование размещается на встроенных железобетонных или стальных каркасах (этажерках), не связанных с основными конструкциями здания. Это позволяет передавать динамические нагрузки от оборудования непосредственно на грунт. Павильонные здания проектируют только фонарными с внутренним или наружным водоотводом.

Пролетные здания используют для предприятий с постоянной и единой направленностью технологического потока. Их компонуют в виде групп параллельных пролетов, иногда дополняемых по технологическим требованиям поперечными пролетами по одному или обоим торцам (рис. 17.2). Согласно техническим требованиям, здания пролетного типа могут быть скомпонованы в виде сооружений сложной объемной формы. Однако наиболее целесообразно проектировать их с пролетами одинаковой ширины и высоты.

Использование пролетной композиции цехов характерно для ряда отраслей, в том числе для предприятий сборного железобетона и домостроительной промышленности, а также для промышленности строительных материалов. Унифицированные габариты пролетов для этих отраслей

составляют 18 × 144, 24 × 144 и 30 × L (кратное 72) м с высотами 9,6 и 10,8 м.

Пролетные здания обычно проектируют с использованием УТП или УТС. В зданиях пролетного типа широко применяются мостовые краны.

Ячейковые здания (рис. 17.3) с квадратной или близкой к квадрату сеткой колонн чаще всего проектируют в виде зданий сплошной застройки с применением УТС. При проектировании таких сооружений применительно к отдельным отраслям (для автоматизированных производств станко-, тракторо-, автомобилестроения и др.) достигнута наиболее высокая степень комплексной унификации конструкций и оборудования до стадии типизированного решения «корпус — завод». В зданиях ячейкового типа применяют крупные сетки колонн 18 × 18 и 24 × 24 м, что обеспечивает экономию производственных площадей на 4—7% по сравнению с решениями, основанными на мелких сетках (6 × 6, 6 × 9 м). Здания ячейкового типа проектируют, как правило, с подвесным и напольным транспортом, что позволяет запроектировать несущие конструкции таких зданий менее материало- и металлоемкими, чем пролетных. Планировочное решение универсальных зданий сплошной застройки базируется на расчленении производственной площади сквозными эксплуатационными и противопожарными проездами шириной 4,5 м через 30 м в продольном и 60 м в поперечном направлении. Наличие сквозных проездов способствует широкому применению напольного транспорта. В сблокированных цехах проезды размещают по границам различных технологических зон либо на границах производственной и вспомогательной зон.

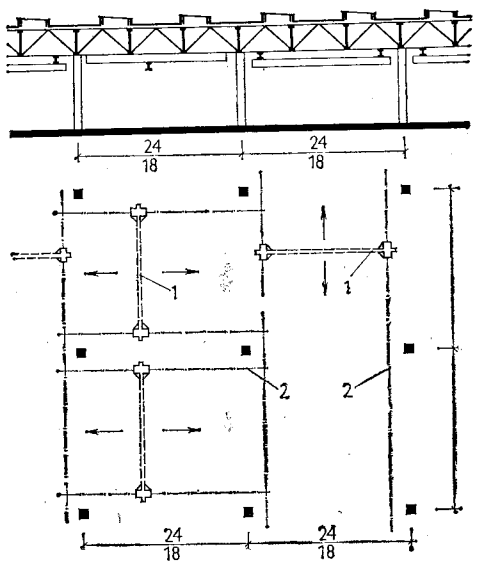


Рис. 17.3. Одноэтажное универсальное здание. Обозначения те же, что и на рис. 17.2

Производственные и вспомогательные участки в здании сплошной застройки размещают по схеме продольного (глубинного) или поперечного зонирования (рис. 17.4). В первом

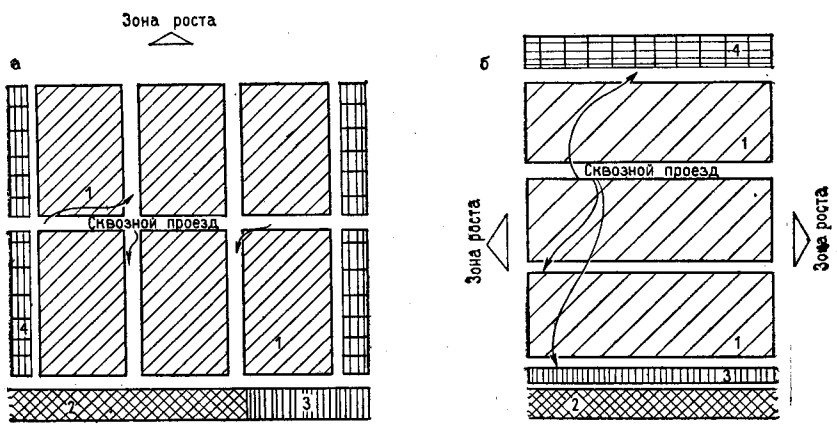


Рис. 17.4. Схемы функционального зонирования зданий сплошной застройки

а — глубинное; *б* — продольное; *1* — производственная площадь; *2* — административно-бытовые помещения; *3* — помещения энергетических и вспомогательных служб; *4* — склады

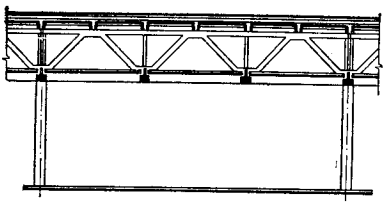


Рис. 17.5. Одноэтажное универсальное здание с антресольным (межферменным) этажом

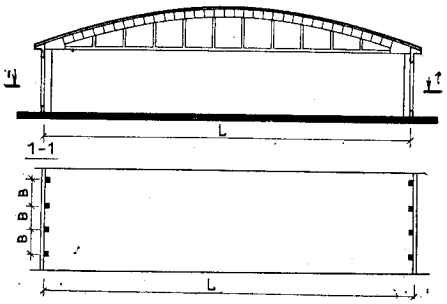


Рис. 17.6. Здание зального типа с покрытием по стальным аркам

случае зона роста при расширении производства располагается со стороны глубинного торца здания, во втором — по его флангам.

В зданиях универсального типа размещаются преимущественно предприятия с автоматизированными системами производства, которые нуждаются в увеличенном количестве инженерных сетей и стабильности микроклиматических параметров. Для большого объема проводок нецелесообразно традиционное размещение в подпольных каналах. Их размещают в межферменном пространстве, высота которого при пролетах 18 м и более превышает 3 м, с образованием антресольного технического этажа (рис. 17.5) либо в цокольном этаже. Если антресольный этаж предусматривается преимущественно для размещения воздуховодов и обслуживания светильников, от него целесообразно отказаться, совместив воздуховоды с несущими конструкциями покрытий. Такое решение возможно при применении для покрытий настилов коробчатого типа, полости которых используются в качестве воздуховодов. В промежутках (до 1 м) между настилами размещают осветительные приборы.

Размещение коммуникаций в цокольном этаже особенно целесообразно при строительстве на рельефе с использованием земельных участков, считающихся (по величине уклонов территории) непригодными для промышленного строительства. В соответствии с примененными схемами размещения инженерных сетей универсальное здание трансформируется из одноэтажного в двухэтажное с цокольным или антресольным техническим этажом. Вспомогательные помещения таких цехов размещают в межферменном пространстве или в цокольном этаже.

Здания зального типа с пролетами до 100 м и более не являются массовыми и их объемно-планировочные или конструктивные решения не подвергаются жесткой унификации (рис. 17.6). Обычно такие здания предназначают для производств с крупногабаритной продукцией (самолетостроение и др.) или для универсального использования (преимущественно в химической и нефтехимической промышленности) с автоматизированным производством и организацией технологического процесса и движения внутрицехового транспорта по двум направлениям. Вспомогательные помещения в таких цехах чаще всего размещают на встроенных этажерках со сборным стальным или железобетонным каркасом с сеткой колонн 6 × 6 м.

§ 2. ДВУХЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ

Двухэтажные здания с укрупненной сеткой колонн на верхнем этаже представляют собой новый перспективный тип промышленного здания, применение которого широко распространяется при проектировании предприятий различных отраслей (легкая, пищевая, полиграфическая, автомобилестроительная, металлургическая промышленность). На первом этаже таких зданий размещают подсобно-вспомогательные помещения, инженерное

оборудование и коммуникации, на втором — основное производство с равномерным естественным освещением через световые фонари (рис. 17.7).

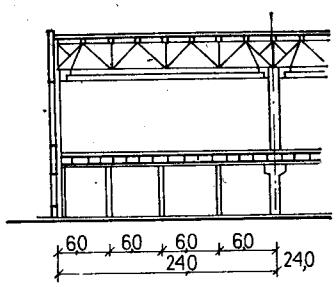


Рис. 17.7. Двухэтажное здание с укрупненной сеткой колонн на втором этаже

Двухэтажные здания проектируют обычно со сплошной застройкой. Двухэтажная компоновка здания обладает существенными архитектурно-планировочными преимуществами перед одноэтажной: отпадает необходимость устройства подвалов, подземных тоннелей или каналов для коммуникаций, здание становится более компактным. Его объем по сравнению с одноэтажным уменьшается на 15—20%, становятся короче и удобней функциональные связи основных производственных цехов на втором этаже с вспомогательными службами на первом, благодаря вынесению вспомогательных служб на нижний уровень обеспечивается высокая планировочная гибкость основных производственных цехов. Переход к строительству двухэтажных зданий обеспечивает по сравнению с одноэтажными уменьшение территории застройки на 30%, стоимости строительных работ на 15—20%, эксплуатационных затрат на 5—10%, приведенных затрат на 20—25%, способствует сокращению объема земляных работ и фундаментных конструкций, уменьшению глубины заложения фундаментов и сокращению сроков строительства.

Экономическая эффективность этого объемно-планировочного типа производственного здания способствует развитию межотраслевой унификации таких зданий на базе унифицированных габаритных схем и нагрузок (табл. 17.1). Классификация параметров для трех типов двухэтажных зданий осуществлена по величинам временных нагрузок на междуэтажные перекрытия. Здания первого типа с нагрузками 1,5—3 тс/м^2 применяют для легкой, пищевой, полиграфической, химической промышленности; здания второго типа с нагрузками 3—5 тс/м^2 применяют, главным образом, в машиностроении (автомобиле-, тракторо-, станкостроение, производство подшипников, сельскохозяйственной техники); здания третьего типа с нагрузками 5—15 тс/м^2 предназначены для предприятий черной металлургии (листо- и трубопрокатные цехи с поднятой линией проката, трубоэлектросварочные и пр.).

Большинство предприятий, размещаемых в двухэтажных зданиях первого и второго типа (77%), не требует мостовых кранов — в них используют подвесной и напольный транспорт. В предприятиях третьего типа применяют мостовые краны грузоподъемностью 30—50 т.

ТАБЛИЦА 17.1. УНИФИЦИРОВАННЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДВУХЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Тип здания	Сетка колонн		Высота первого этажа, м	Высота второго этажа, м	
	1-й этаж	2-й этаж		бескрановых зданий	зданий с мостовым краном
I II	6×6; 6×9 6×9; 9×6	18×6; 18×12 12×12 18×18 12×24 24×24	3,6—7,2	6; 9,6 4,8—8,4	9,6—10,8
III	6×6	24×12	4,8 6; 7,2	—	12—16,2

§ 3. МНОГОЭТАЖНЫЕ ЗДАНИЯ

Многоэтажные здания широко применяются для размещения предприятий легкой, пищевой, химической промышленности, легкого машиностроения и приборостроения. Многоэтажные здания выгодно отличают от малоэтажных существенно меньшие площадь застройки и протяженность инженерных сетей. Многоэтажные здания применяют преимущественно для возведения предприятий с относительно легким технологическим оборудованием (до 2,5 тс/м^2).

Многоэтажным зданиям обычно придают простую прямоугольную форму плана, что согласуется с технологическими требованиями и позволяет унифицировать и типизировать конструкции. Согласно требованиям унификации и типизации, объемно-планировочные габариты зданий принимают унифицированными (по табл. 17.1), применяют не более двух размеров высот этажей в здании и осуществляют его проектирование с использованием типовых конструкций или УТС.

При компоновке здания целесообразно увеличивать его ширину и ограничивать высоту этажей технологически необходимым минимумом, не ограничивая протяженности здания. Увеличение ширины здания существенно повышает его экономичность. Например, при увеличении ширины здания с 18 до 30 м стоимость единицы площади в нем снижается на 15%. Повышение высоты этажа сверх технологически необходимых величин приводит к повышению стоимости единицы площади (например, при увеличении высоты этажа с 4,8 до 6 м на 8%). Увеличение протяженности здания свыше 90 м практически не сказывается на его технико-экономических показателях.

Зонирование производственных площадей многоэтажных зданий осуществляется по высоте и ширине корпуса на основе требований функциональной и конструктивной целесообразности, противопожарной и противовзрывной безопасности. На первом этаже размещают технологические участки с наиболее тяжелым оборудованием, склады готовой продукции и полуфабрикатов, а также большинство административно-хозяйственных подразделений — пищеблоки, медпункт и пр. На верхнем этаже размещают технологические участки, нуждающиеся в увеличенных пролетах и подвесных или мостовых кранах, производства пожароопасные, связанные с выделением вредностей в воздушную среду или нуждающиеся в равномерном естественном освещении. Зонирование по горизонтали на промежуточных этажах, в основном, диктуется необходимостью использования естественного бокового освещения. В соответствии с этим площадь этажа зонируется от периметра наружных стен к центру плана с последовательным чередованием производственных зон с естественным, интегральным и искусственным освещением. Центральная, наиболее затемненная часть плана отводится для размещения лестничных клеток (не менее двух), лифтов, специальных технологических подъемников (нории, элеваторы или др.), промежуточных складов.

Различают три основных вида объемно-планировочной структуры многоэтажных зданий: регулярную, регулярно чередующуюся и нерегулярную (рис. 17.8). Существуют два варианта регулярной структуры: с одинаковой объемно-планировочной структурой этажей и с верхним этажом зального типа без промежуточных опор с большепролетным перекрытием и верхнебоковым освещением.

Здания регулярной структуры проектируют преимущественно каркасными с сеткой каркаса 6 × 6, 6 × 9 м, с высотой этажа 4,2—7,2 м. Ширина зданий различная — от 6 до 48 и 60 м, кратная 6 м. Иногда по ширине здания предусматривают дополнительные пролеты в 3 м для размещения коридоров и других горизонтальных коммуникаций. Существуют УТС таких

зданий с конструкциями из сборного железобетона. Секции разработаны для вариантов с временной нагрузкой на междуэтажные перекрытия в 500—2500 кгс/м² с высотой этажа 3,6; 4,8 и 7,2 м, протяженностью до 60 м и шириной от 12 до 60 м, кратной 6 м.

Здания регулярно чередующейся структуры с чередованием по высоте производственных и технических (межферменных) этажей проектируются с функциональным использованием пространства, занимаемого несущими конструкциями перекрытий. Производственные крупнопролетные этажи перекрывают балками со сквозными стенками или безраскосными фермами высотой 3; 3,6 м, позволяющей разместить в межферменном пространстве помещения технического, подсобно-вспомогательного и обслуживающего назначения. Продольный шаг колонн в таких зданиях 6 м, пролеты 12 и 18 м. Перекрытия межферменных этажей проектируют легкими под временную нагрузку до 400 кгс/м². Размещение в межферменных этажах подсобно-вспомогательных помещений позволяет отказаться от возведения отдельно стоящих или пристроенных вспомогательных зданий, что обеспечивает сокращение территории застройки и строительного объема здания на 14—15%, расхода бетона на 13%, стоимости конструкций на 3—4%. В связи с этим здания с межферменными этажами в ряде отраслей промышленности вытесняют здания регулярной структуры.

Здания нерегулярной объемно-планировочной структуры с различными высотами этажей и пролетами перекрытий применяют преимущественно для предприятий цветной металлургии, горнорудной, коксохимической, химической промышленности. Нерегулярность объемно-планировочной структуры определяется необходимостью встраивания крупногабаритных технологических емкостей (бункеров, элеваторов, резервуаров), расположенных на различных отметках, подъемных кранов различной грузоподъемности и т. п. Такие сооружения обычно проектируют и возводят по индивидуальным проектам, но с соблюдением унифицированных параметров, что позволяет частично использовать типовые конструкции. Тенденции развития этого объемно-планировочного типа зданий для отдельных отраслей промышленности (в частности, химической) заключаются в отказе от многоэтажной структуры с переходом к одноэтажным высоким павильонам и размещению тяжелого технологического оборудования на встроенных в павильон многоярусных сборно-разборных каркасных этажерках.

Многоэтажные здания классифицируют на здания малой, средней и большой гибкости. К первым относят здания с сеткой 6 × 6 м, ко вторым — с сетками 6 × 9, 6 × 12, 12 × 12 м, к третьим — здания с межферменными этажами.

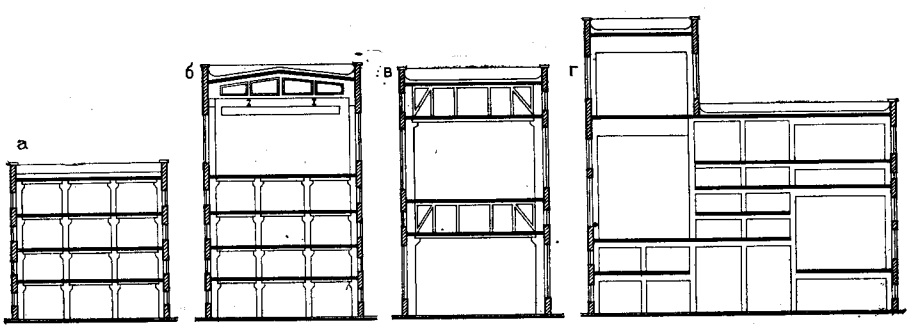


Рис. 17.8. Объемно-планировочная структура многоэтажных зданий
а — регулярная; *б* — регулярная с верхним этажом зального типа; *б* — регулярно чередующаяся; *г* — нерегулярная

ГЛАВА 18. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ И ПОМЕЩЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нормальная деятельность производственного предприятия возможна лишь при наличии вспомогательных служб, размещенных в соответствующих зданиях и помещениях. Площадь этих помещений составляет $^1/_3$ — $^1/_5$ производственных площадей. К вспомогательным относятся помещения бытового (санитарно-гигиенического), медицинского и культурно-массового обслуживания, общественного питания, аппарата управления, общественных организаций, конструкторских бюро и учебных занятий. Вспомогательные помещения подразделяют на **общезаводские** и **цеховые**. Первые включают в себя помещения заводоуправления, клуб, конференц-зал, учебные помещения, поликлинику, фабрику-кухню и др. Обычно они проектируются сблокированными в виде общественного центра предприятия на основе принципов проектирования общественных зданий, изложенных в гл. 11. Общественный центр предприятия обычно располагают на предзаводской площади.

В состав цеховых вспомогательных помещений входят бытовые помещения, медицинские пункты, столовые-доготовочные, красные уголки. Цеховые вспомогательные помещения проектируют встроенными в производственное здание, пристроенными к нему или в отдельно стоящем здании, объединенном с производственным под-, на- или надземным отапливаемым переходом (рис. 18.1).

Встроенные вспомогательные помещения («встройки») наиболее удобны в эксплуатации, так как пути от рабочих мест до обслуживающих помещений просты, минимальны и экономичны благодаря минимальным затратам территории и ограждающих конструкций. В то же время устройство встроенных помещений существенно ухудшает условия функционирования основного производственного помещения, нарушая режим его аэрации, естественного освещения, эвакуации, препятствуя его реконструкции и расширению. Встроенные помещения располагают вдоль наружной стены здания, при этом предпочитают расположение у торцовой стены (в «мертвой зоне» кранов), которое в наименьшей степени препятствует аэрации и естественному освещению цеха. Наиболее часто встроенные вспомогательные помещения применяют в малоэтажных производственных зданиях сплошной застройки, где они располагаются на границах технологических зон или цехов. Встроенные помещения размещают также в цокольном или антресольном этажах одно-двухэтажных и в межферменных этажах многоэтажных зданий.

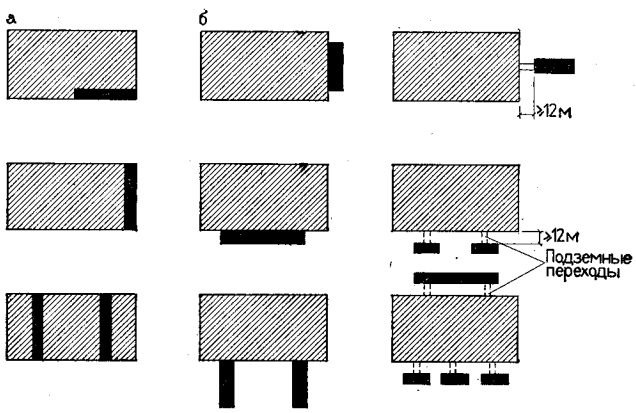


Рис. 18.1. Схемы размещения вспомогательных зданий и помещений

а — встроенных; *б* — пристроенных; *в* — отдельно стоящих

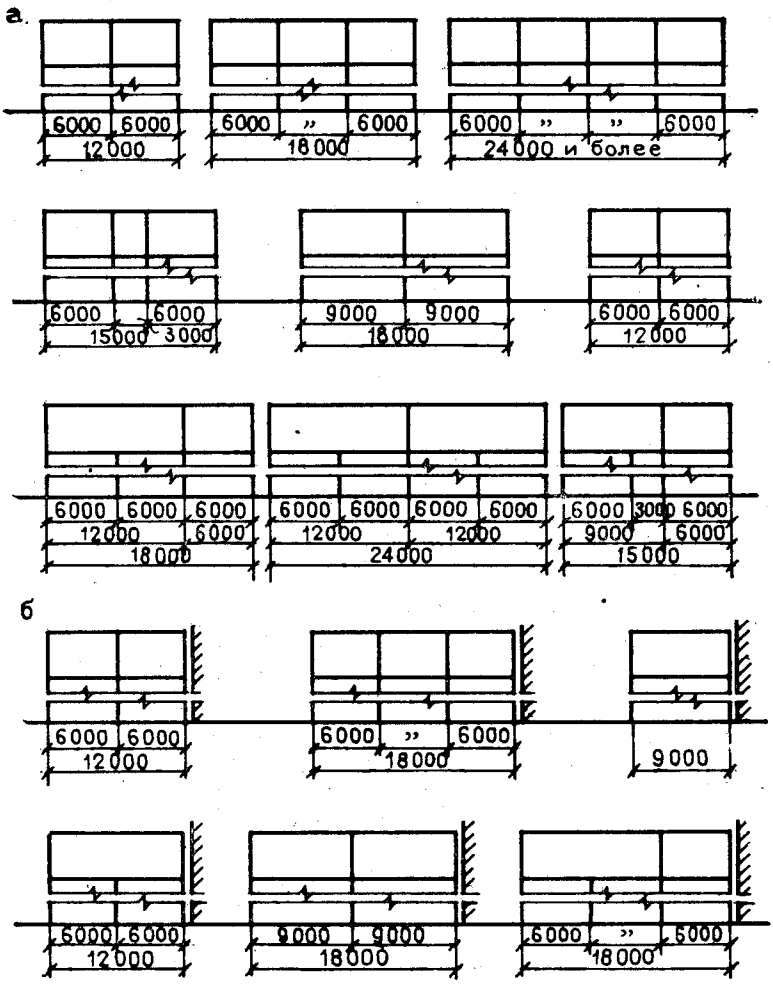


Рис. 18.2. Габаритные схемы вспомогательных зданий
а — отдельно стоящих; *б* — пристроенных

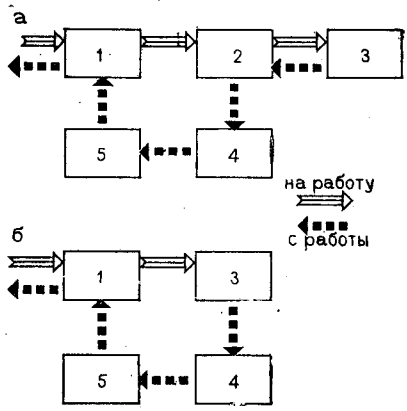
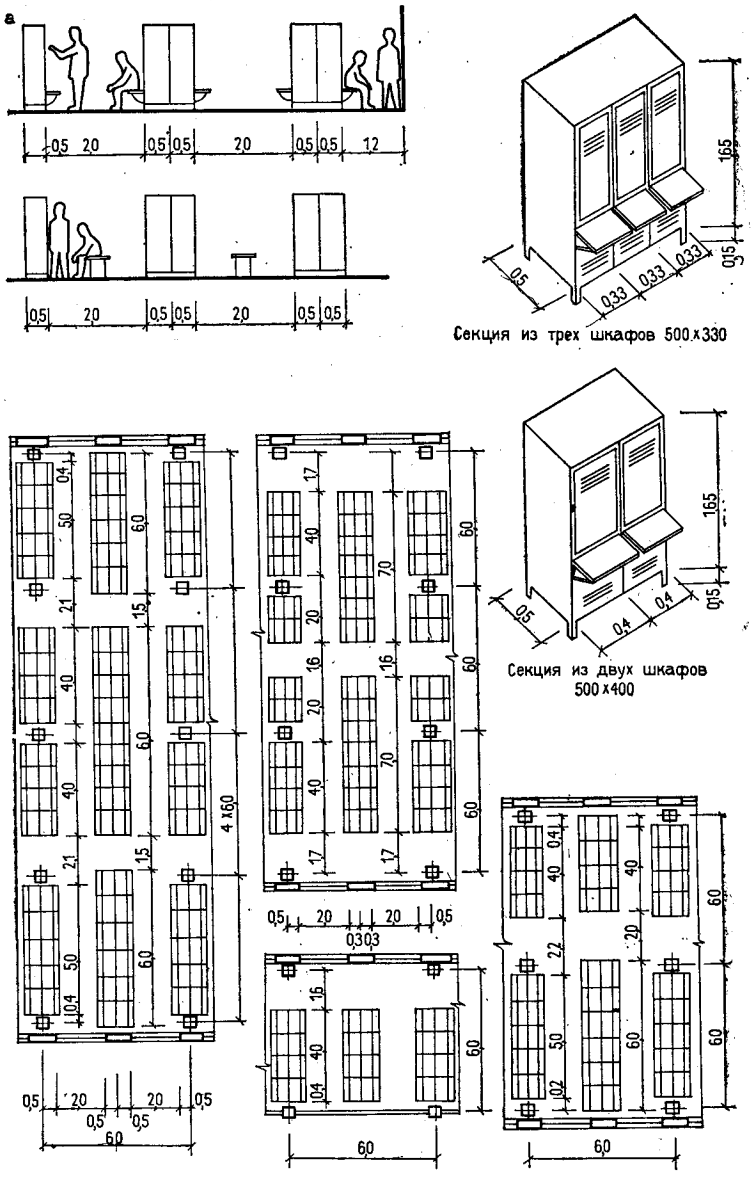


Рис. 18.3. Функциональные схемы гардеробно-душевого блока
а — при отдельных гардеробных для служебной и рабочей одежды; *б* — при совмещенных гардеробных; *1* — гардеробная уличной и домашней одежды; *2* — то же, рабочей одежды; *3* — производственные помещения; *4* — преддушевая; *5* — душевая

Пристроенные помещения (наиболее распространенные и рекомендуемые СНиП) незначительно удлиняют протяженность путей к местам обслуживания, но в меньшей степени нарушают режим работы и возможности реконструкции производственного помещения, а также позволяют применить для их возведения индустриальные типовые конструкции. Пристроенные помещения наиболее целесообразно располагать у одной из торцовых стен цеха (со стороны цеха, не подлежащей расширению). При необходимости размещения пристроек с продольной стороны цеха их делают примыкающими к фасаду цеха торцами,

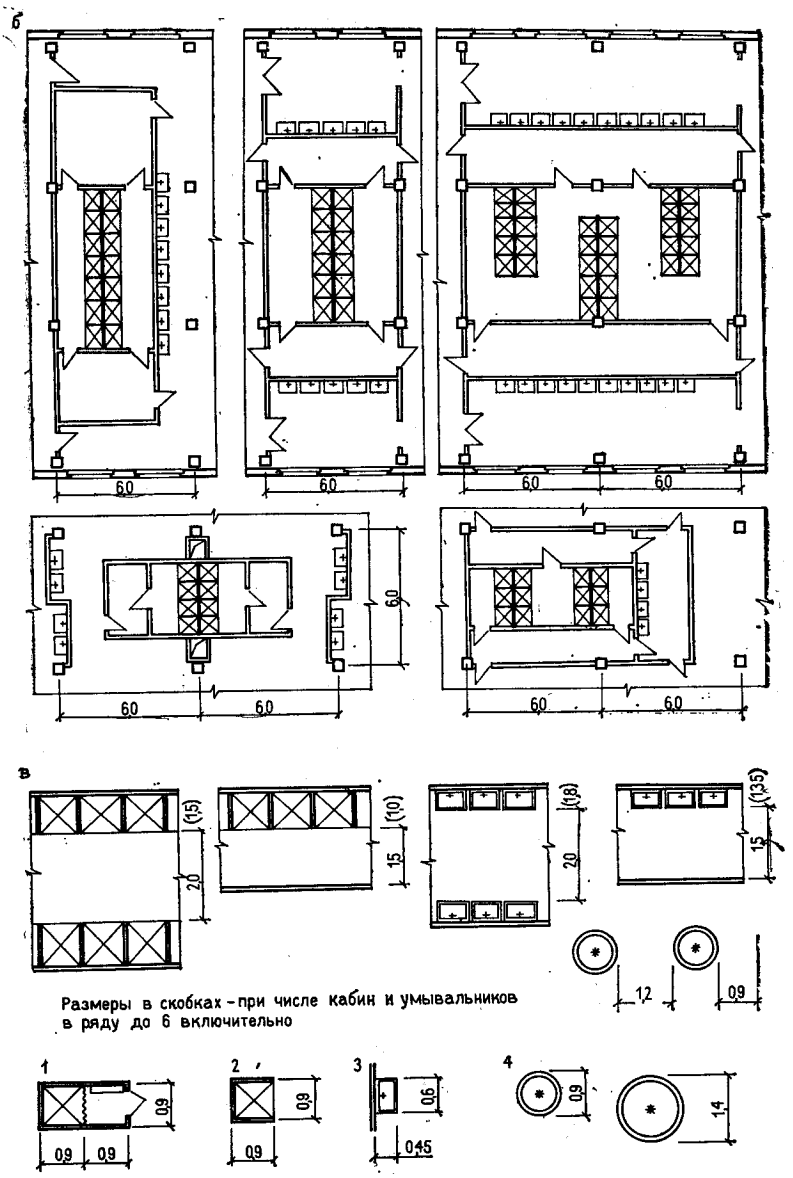


Рйс. 18.4. Примеры планировочных решений гардеробных и душевых

а — гардеробных; *б* — душевых с преддушевыми и умывальниками; *в* — размеры оборудования и *3* — умывальник настенный; *4* — то же, напольный многорожковый

что почти не ухудшает режим освещения и аэрации производственного помещения.

Расположение вспомогательных помещений в отдельно стоящих зданиях наименее экономично по расходу территории и ограждающих конструкций, но обладает функциональными и техническими преимуществами. Такое размещение обеспечивает четкое функциональное расчленение производства и вспомогательных служб, беспрепятственное развитие производства, беспрепятственные аэрацию, естественное освещение и эвакуацию производственного помещения, изоляцию обслуживающих помещений от производственных вредностей и возможность возведения вспомогательных зданий индустриальными методами с применением сборных конструкций.

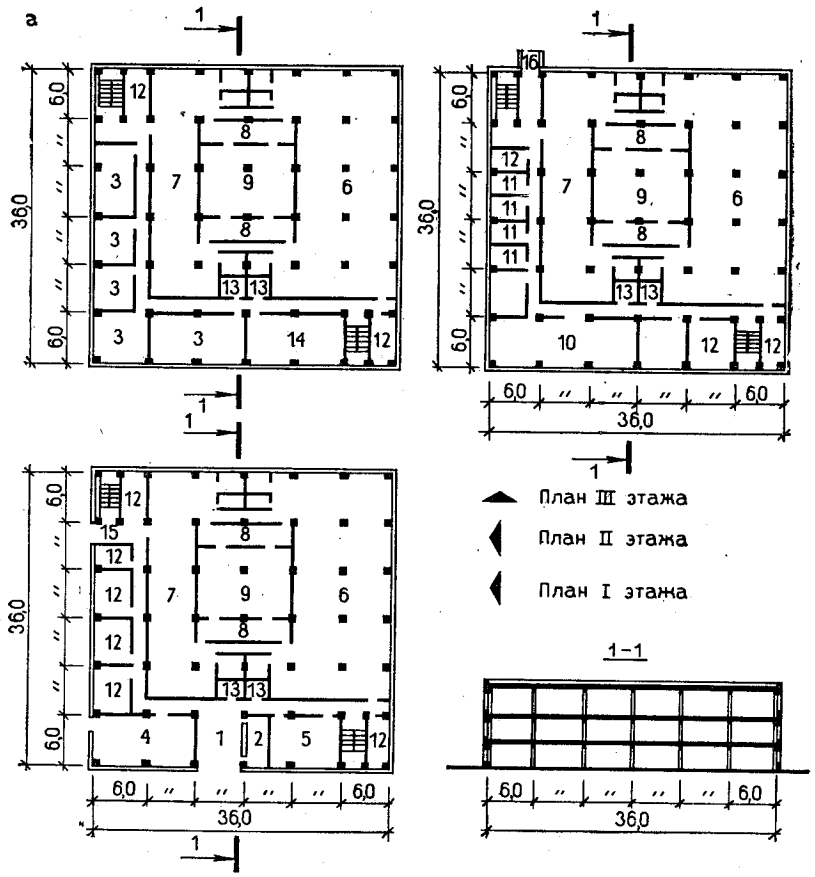


проходов: *1* — кабина с индивидуальным местом для переодевания; *2* — кабина обычного типа;

Вспомогательные помещения следует проектировать в отдельно стоящих зданиях при взрывоопасных производствах, при производствах с избыточными тепло- или влаговыделениями, шумными технологическими процессами, активной аэрацией или с особым санитарным режимом (пищевая промышленность). В остальных случаях может быть избрано любое размещение вспомогательных помещений.

Независимо от принятой системы расположения всего блока обслуживающих помещений в основном производственном здании размещают цеховые уборные, курительные и комнаты отдыха на расстоянии от рабочих мест не более 75 м.

Вспомогательные здания и помещения проектируют в следующих объем-



но-планировочных параметрах: сетка осей каркаса 6 × 6; (6 + 3 + 6) × 6 или 6 × 9 м, высота этажа 3,3 м (допускается 3,6 и 4,2 м), число этажей не более 9 (рис. 18.2). Чаще всего их проектируют высотой 2—4 этажа. В зданиях предусматривают не менее двух эвакуационных лестниц и выходов при расстоянии между ними не более 50 м. Размеры вспомогательных помещений определяют в соответствии со списочным числом работающих в наиболее многочисленной смене, а размер и состав санитарно-бытовых помещений — в соответствии с группой производственного процесса по его санитарно-гигиеническими характеристиками.

По этим характеристикам все производства согласно СНиП разделяются на четыре группы (с I по IV).

Помещения гардеробных, умывальных и душевых располагают смежно в виде гардеробно-душевого блока, но график движения (рис. 18.3) и планировочное решение различны в зависимости от группы производственного процесса. Так, для групп II — IV предусматриваются отдельные гардеробные для специальной одежды, а для группы I — общие для специальной, домашней и уличной одежды.

При планировочной компоновке гардеробно-душевого блока, который занимает бо́льшую часть площади вспомогательного здания, исходят

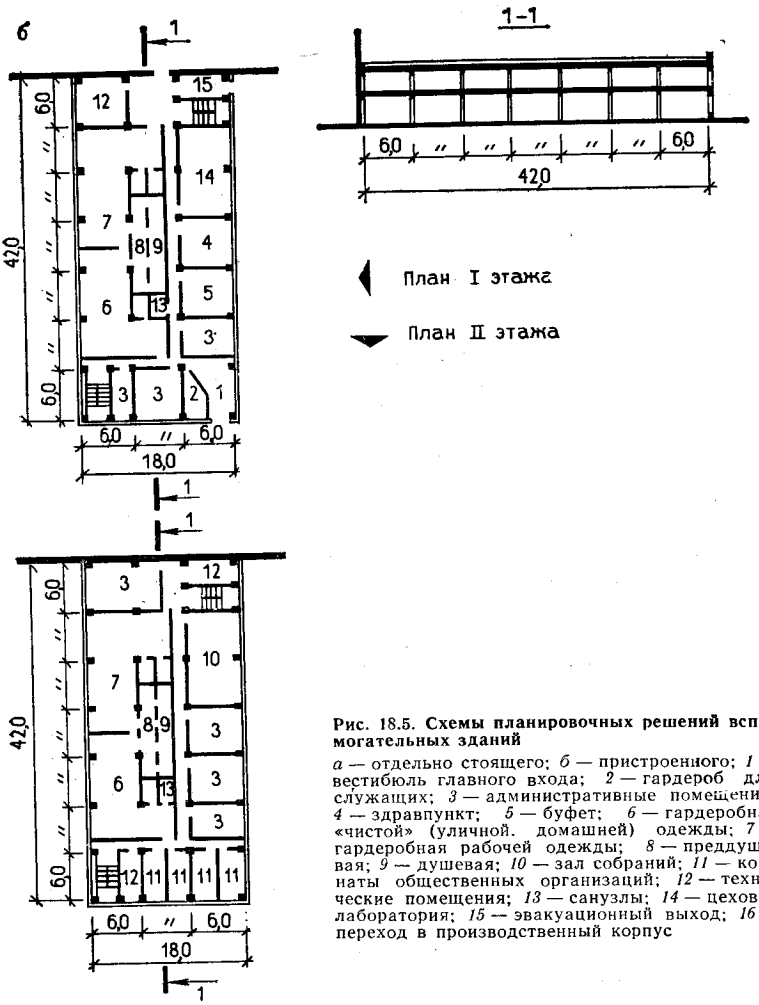


Рис. 18.5. Схемы планировочных решений вспомогательных зданий

а — отдельно стоящего; *б* — пристроенного; *1* — вестибюль главного входа; *2* — гардероб для служащих; *3* — административные помещения; *4* — здравпункт; *5* — буфет; *6* — гардеробная «чистой» (уличной. домашней) одежды; *7* — гардеробная рабочей одежды; *8* — преддушевая; *9* — душевая; *10* — зал собраний; *11* — комнаты общественных организаций; *12* — технические помещения; *13* — санузлы; *14* — цеховая лаборатория; *15* — эвакуационный выход; *16* — переход в производственный корпус

из необходимости разделения людских потоков, движущихся на работу и с работы, уменьшения расстояний между раздельными гардеробными домашней и специальной одежды, концентрированного расположения санитарных приборов, применения трансформирующихся ограждений, разделяющих гардеробно-душевые блоки для мужчин и женщин (что позволяет легко осуществить перепланировку при изменении соотношения контингентов), расположения душевых во внутренней части плана здания и соблюдения нормативных требований к размерам отдельных планировочных элементов блока. Примеры размещения оборудования гардеробных, душевых и умывальных в здании шириной 18 м даны на рис. 18.4.

Во вспомогательных зданиях размещают помещения общественного питания для обслуживания рабочих. Тип предприятия общественного питания определяется в зависимости от количества рабочих в смене: столовые-доготовочные при численности 200 и более человек или столовые-раздаточные при меньшей численности. Залы столовых размещают на этаже, ближайшем к наиболее населенному этажу производственного здания или к уровню перехода в это здание. Вблизи столовых обычно предусматривают помещения красных уголков или залов собраний. Кроме того, во вспомогательных зданиях располагают здравпункты, дополненные для

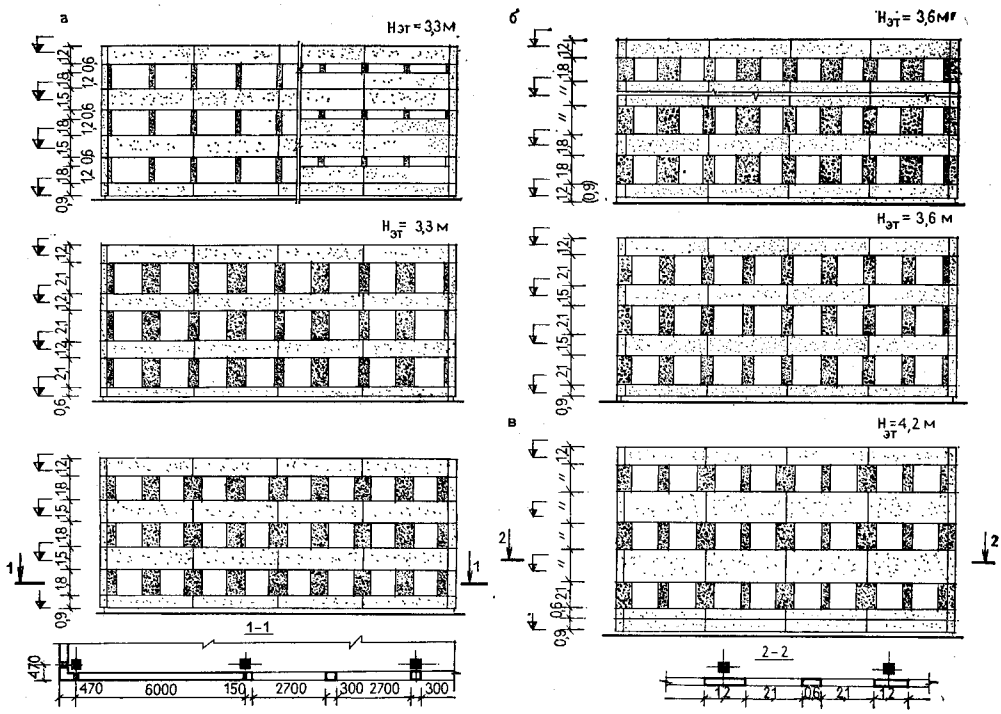


Рис. 18.6. Схемы раскладки панелей наружных стен на фасадах вспомогательных зданий при разной высоте этажа

а — 3,3 м; *б* — 3,6 м; *в* — 4,2 м

соответствующих групп производственных процессов ингаляториями и фотариями, площади которых назначают в соответствии с нормативными требованиями.

Объемно-планировочные и конструктивные решения вспомогательных зданий типизированы в виде унифицированных типовых секций 2-4 этажных каркасно-панельных зданий шириной 12, 18 м, длиной 36, 48 и 60 м. Во вспомогательных зданиях предусматривается зальная (рис. 18.5) либо коридорная (для помещений управленческого аппарата) система планировки. Для последнего случая характерно введение дополнительного пролета каркаса в 3 м для размещения коридора. Конструкции вспомогательных зданий проектируют из несгораемых материалов (как правило, из сборного железобетона) II класса капитальности со степенью огнестойкости не ниже III. Сборные конструкции вспомогательных зданий аналогичны каркасно-панельным конструкциям массовых общественных зданий и состоят из полного продольного или поперечного железобетонного каркаса с одно-, двух- или четырехэтажными колоннами сечением 30 × 30 см, предварительно напряженных ригелей таврового сечения с полкой понизу, многопустотных (или ребристых) настилов перекрытий, легкобетонных панелей ненесущих или самонесущих наружных стен двухрядной разрезки (рис. 18.6).

Покрытия бесчердачные из железобетонных панелей. Все соединения сборных конструкций сварные с замоноличиванием цементным раствором. Перегородки между влажными помещениями — из железобетонных панелей или стеклоблоков, между остальными помещениями — из гипсобетонных панелей или плит. Перегородки кабин в душевых и уборных, а также стенки шкафов гардеробных выполняют из легких несгораемых (или труд-

носгораемых) влагостойких материалов. Для пристроенных зданий применяют те же конструкции, а пристройку отделяют от производственного здания деформационным швом. Внедряется новое конструктивное решение вспомогательных зданий — бескаркасное с панельными несущими стенами.

ГЛАВА 19. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Конструктивные решения промышленных зданий различаются по строительной системе на здания с железобетонными несущими конструкциями, с металлическими конструкциями (в том числе и с легкими металлическими конструкциями комплектной поставки на здание в целом, включая металлические конструкции наружных ограждений), с каменными стенами ручной кладки и покрытиями из железобетона, стали или дерева и здания комбинированной системы, сочетающей железобетонные и металлические или деревянные несущие конструкции.

В отличие от гражданских промышленные здания проектируют в подавляющем большинстве случаев на основе каркасной конструктивной системы с ненесущими или самонесущими стенами. Бескаркасную конструктивную систему с несущими наружными стенами используют только для небольших одноэтажных однопролетных бескрановых зданий. Несущие наружные стены таких цехов обычно возводят в каменной кладке с усилением в необходимых случаях несущих простенков пилястрами и армированием.

А. НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

§ 1. НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Каркасные несущие конструкции одноэтажных промышленных зданий состоят из поперечных рам и продольных связей между ними. Поперечные рамы чаще всего образуются из защемленных в фундаментах колонн, шарнирно связанных с балками или фермами покрытия, которые выполняют функции ригелей рам. Роль продольных связей каркаса выполняют обвязочные, подстропильные и подкрановые балки (или фермы), специальные связевые конструкции, а также панели или настилы покрытия, жестко связанные с верхним поясом ферм или балок (рис. 19.1). Каркас воспринимает все постоянные и временные нагрузки, а также подвергается комплексу несиловых воздействий. Особый характер в промышленных зданиях приобретают несиловые воздействия на конструкции, вызванные технологическими особенностями воздушной среды, в виде тепловых ударов, повышенного влагосодержания, наличия примесей химических веществ, аэрозолей и пр. Поэтому для каркаса применяют наиболее прочные и долговечные материалы — железобетон (сборный или монолитный) и металл.

Железобетонный каркас в сборном варианте применяется для большинства одноэтажных зданий пролетной и ячейковой объемно-планировочной структуры при наиболее распространенных объемно-планировочных параметрах и нагрузках. Применение железобетонных конструкций в этих условиях обеспечивает сокращение расхода стали на 50—60% по сравнению со стальным каркасом.

Применение стальных конструкций ограничивается «Техническими правилами по экономному расходованию основных строительных материалов» ТП 101-76. В связи с этим стальные конструкции применяют толь-

ко в тех случаях, когда это необходимо, например для отапливаемых зданий с пролетами 30 м и более, при расчетной сейсмичности 8 и 9 баллов, в труднодоступных районах строительства, при больших динамических нагрузках и наличии технологических участков с интенсивным тепловым излучением.

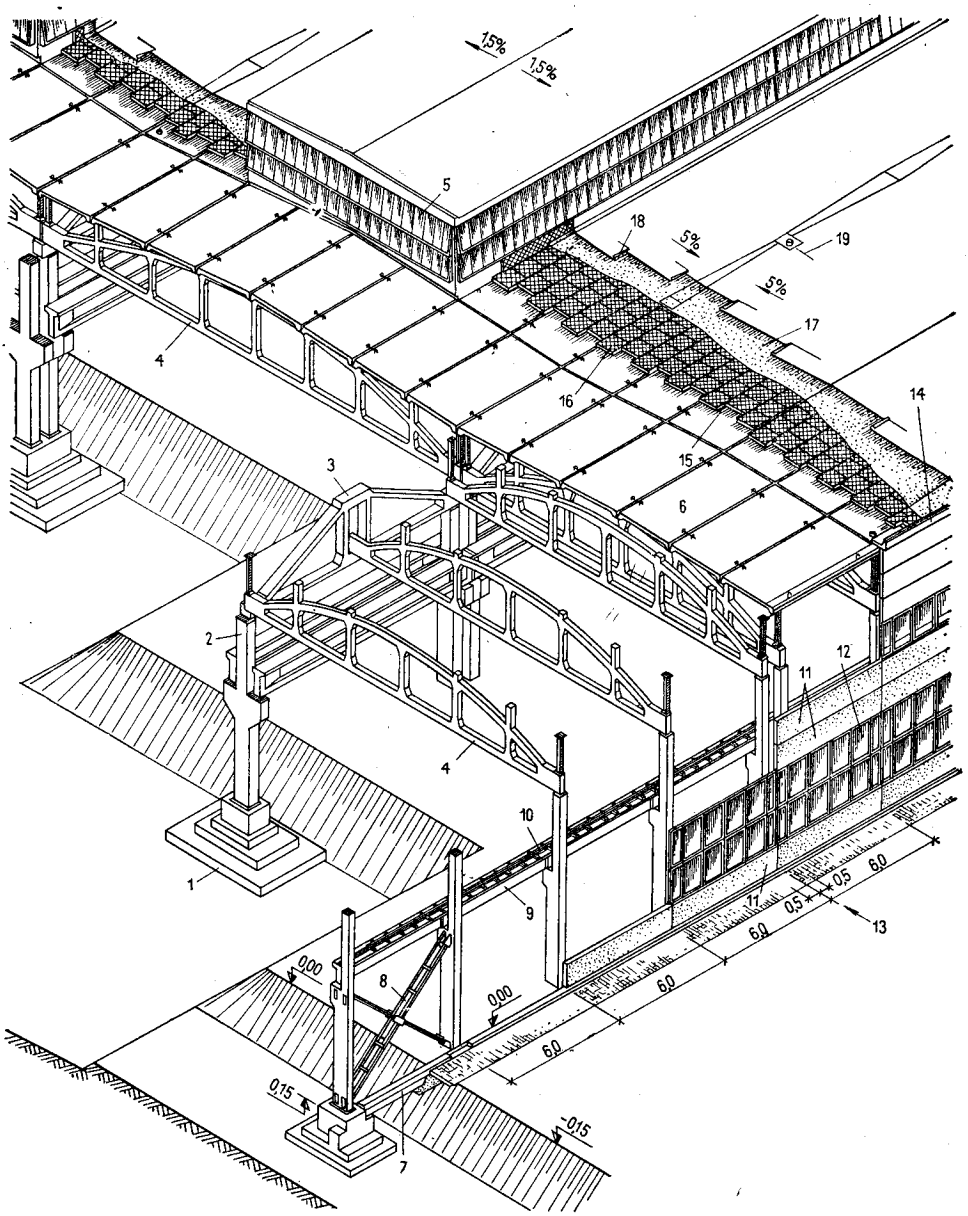


Рис. 19.1. Схема железобетонного каркаса одноэтажного промышленного здания

1 — фундамент; *2* — колонна; *3* — подстропильная ферма; *4* — стропильная ферма; *5* — светоаэрационный фонарь; *6* — ребристая плита покрытия; *7* — фундаментная балка; *8* — стальная крестовая связь; *9* — подкрановая балка; *10* — подкрановый путь; *11* — легкобетонная панель наружной стены; *12* — стальная оконная панель; *13* — деформационный шов; *14* — парапет; *15* — пароизоляционный; *16* — утепляющий; *17* — выравнивающий слой; *18* — гидроизоляционный ковер; *19* — воронка внутреннего водостока

При различных сочетаниях названных условий наряду с каркасом из стальных конструкций применяют также смешанный каркас с железобетонными колоннами и стальными фермами либо наоборот. Во всех случаях проектируют стальными каркасы светоаэрационных фонарей и фахверка торцевых стен.

1. Железобетонные несущие конструкции

Конструкции фундаментов (сборные или монолитные) представляют собой отдельно стоящие опоры — башмаки ступенчатой формы с гнездом («стаканом») в верхней части для установки железобетонных колонн (рис. 19.2). Сборные фундаменты выполняют из элементов массой до 12 т — подколонника со стаканом и опорных плит. В целях снижения веса сборных элементов в них могут быть предусмотрены вертикальные пустоты. Обрез фундамента располагают ниже отметки чистого пола при железобетонных колоннах на 0,15 м, при стальных — на 0,6—1,2 м.

При слабых и неравномерно деформируемых грунтах основания, а также при устройстве фундаментов глубокого заложения под оборудование фундаменты колонн проектируют свайными из железобетонных забивных или буронабивных свай. Монолитный или сборный ростверк свайного фундамента служит одновременно и подколонником каркаса. Несущие наружные и внутренние стены здания обычно передают приходящиеся на них силовые воздействия фундаментам колонн через специальные фундаментные балки. Фундаментные балки проектируют сборными железобетонными таврового или трапециевидного сечения высотой от 0,3 до 0,6 м с предварительно напряженным армированием.

Сборные колонны формуют из тяжелого бетона марок М 200 — М 400. Для наиболее распространенных объемно-планировочных решений зданий с сетками осей до 12×36 м железобетонные колонны унифицированы как для бескаркасных зданий с подвесным подъемно-транспортным оборудованием грузоподъемностью до 5 т, так и для зданий с мостовыми кранами грузоподъемностью до 50 т включительно (рис. 19.3). Номенклатура унифицированных изделий предусматривает для бескрановых зданий колонны сплошного и постоянного по высоте сечения с консолями поверху для опирания стропильных конструкций и колонны со сквозным двухветвевым сечением в нижней части (при высоте и пролете более 9,6 и 24 м). Колонны крановых зданий имеют утоненную верхнюю часть (надколонник), воспринимающую нагрузки от покрытия, и подкрановую нижнюю часть, передающую фундаменту нагрузки от кранов, надколонника, собственного веса и других нагрузок и воздействий. Надколонники имеют сплошное сече-

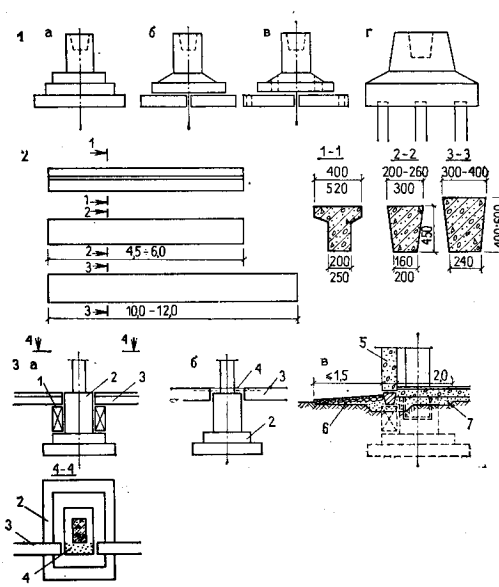


Рис. 19.2. Конструкции фундаментов

1 — типы фундаментов: *а* — монолитный; *б* — сборный составной; *в* — то же, с пустотами; *г* — свайный; *2* — фундаментные балки; *3* — опирание фундаментных балок: *а* — через сборный столбик; *б* — арматурными выпусками; *в* — по наружному ряду колонн; *1* — столбик; *2* — фундамент колонны; *3* — фундаментная балка; *4* — набетонка; *5* — наружная стена; *6* — отмостка; *7* — подсыпка песком или шлаком

ние, а нижняя зона колонн — сплошное или сквозное (двухветвевое). Для опирания подкрановых балок в колоннах предусматривают консоли или уступы. Размеры поперечного сечения колонн (в подкрановой части) меняются с градацией 100 мм, а по высоте — с градацией 600 мм.

В зависимости от расположения в плане здания различают средние и крайние колонны, примыкающие к наружным стенам. Крайние колонны отличаются от средних односторонним расположением консолей (или уступов) для подкрановых балок и конструкций покрытия. Для связей с другими сборными элементами каркаса и ограждающими конструкциями в колоннах предусматриваются стальные закладные детали, монтажные столики и анкерные болты (для рихтовки и крепления подкрановых балок).

Жесткий стык колонны с фундаментом обеспечивается глубокой заделкой колонны в стакан ($\geqslant$0,75 м) с замоноличиванием зазоров бетоном на мелком гравии. Сопротивление стыка сдвигу повышается за счет образования в стыке бетонного штопочного шва благодаря специальному горизонтальному рифлению на вертикальных гранях опорной части колонны.

Железобетонные несущие конструкции покрытия проектируют из стержневых элементов (ферм, балок, арок или рам) в сочетании с плоскостными (панелями или настилами) либо пространственными в виде монолитных или сборных оболочек, сводов, куполов и др. Наиболее массовыми конструкциями индустриального изготовления являются стержневые и плоскостные. Стержневые — стропильные и подстропильные балки и фермы — проектируют преимущественно предварительно напряженными из бетона марок М 300—М 500.

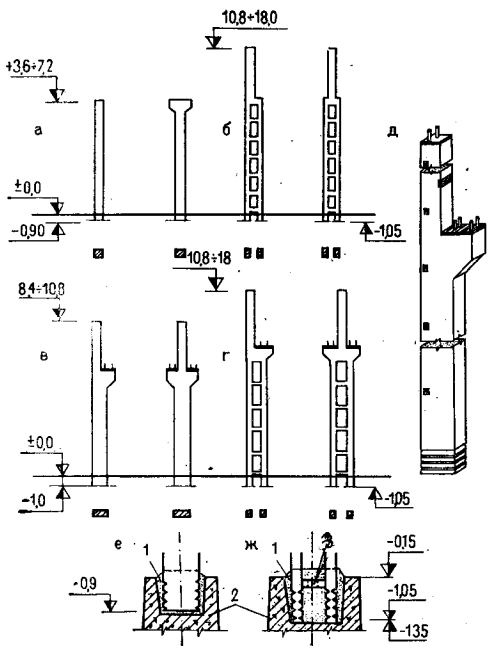


Рис. 19.3. Сборные железобетонные колонны

а — колонны сплошного сечения для зданий без мостовых кранов; *б* — двухветвевые колонны бескрановых зданий; *в* — колонны сплошного сечения для зданий с мостовыми кранами; *г* — двухветвевые колонны для зданий того же типа; *д* — размещение закладных элементов и анкерных болтов колонны; *е* и *ж* — заделка колонн прямоугольного и сквозного сечения в фундаментах; *1* — монолитный бетон; *2* — подколонник; *3* — сквозное отверстие в распорке

Унифицированные конструкции балок применяют для покрытий с пролетами 6, 9, 12 и 18 м с наружным и внутренним водоотводом и выполняют односкатными, двускатными и с параллельными поясами. Балки пролетом 6 и 9 м имеют тавровое, а 12 и 18 м — двутавровое или сплошное сечение. Балки пролетом 18 м устанавливают с шагом 6 или 12 м, балки меньших пролетов — с шагом 6 м. Для уменьшения массы балок в их стенках часто предусматривают сквозные отверстия, используемые для пропуска коммуникаций. Балки имеют закладные детали для связи с колоннами и с панелями покрытия и крепления для опор подвесного транспорта (рис. 19.4).

Фермы полигональные, сегментные, с параллельными поясами и треугольные служат для перекрытия пролетов в 18, 24, реже 30 м (рис. 19.5). Распространение получили сегментные фермы с раскосной или безраскосной решеткой. В край-

них панелях сегментных ферм уклон покрытия резко увеличивается. Это может ухудшить эксплуатационные качества рулонных кровель, поэтому при их применении уклон покрытия в крайних панелях искусственно уменьшают, применяя фермы со стойками (столбиками, расположенными над верхним поясом фермы), на которые опирают панели покрытия.

Балки и фермы крепят к колоннам монтажными анкерами или болтами с последующей приваркой стальных опорных листов к оголовкам колонн.

Подстропильные балки и фермы применяют при шаге колонн 12 или 18 м, превышающем шаг стропильных конструкций (рис. 19.6). Для уменьшения строительной высоты покрытия стропильные конструкции опирают на нижний пояс подстропильных. Подстропильные балки имеют высоту 1,5 м и тавровое сечение с полкой понизу, подстропильные фермы — высоту 2,2 и 3,3 м. Крепление стропильных конструкций к подстропильным выполняется аналогично креплению стропильных конструкций к колоннам.

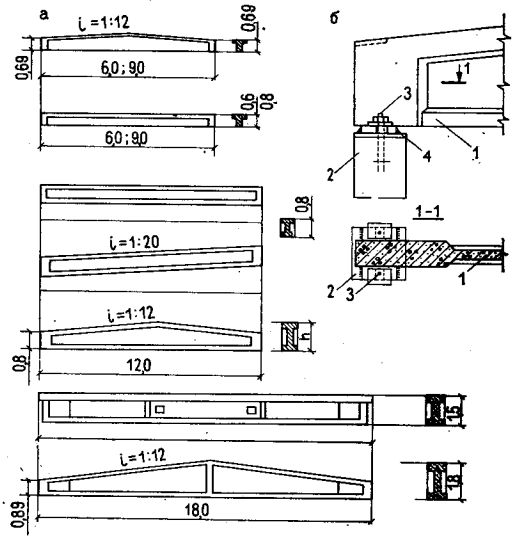


Рис. 19.4. Сборные железобетонные балки
а — типы балок; *б* — деталь крепления балки к колонне: *1* — балка; *2* — колонна; *3* — анкерный болт; *4* — опорный лист балки

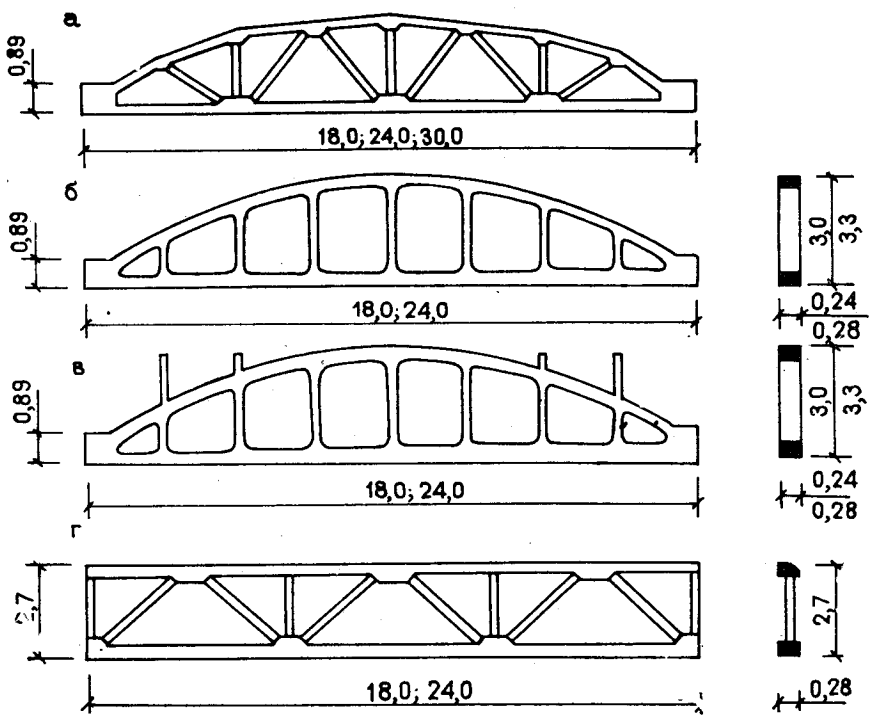


Рис. 19.5. Стропильные железобетонные фермы
а — сегментная ферма; *б* — то же, безраскосная; *в* — то же, для пологой или плоской кровли; *г* — с параллельными поясами

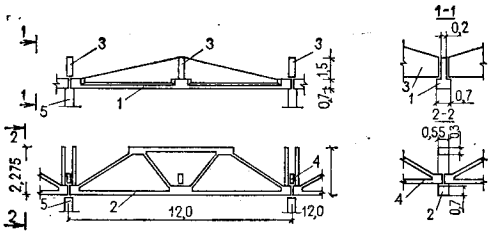


Рис. 19.6. **Подстропильные балки и фермы в сопряжении со стропильными конструкциями**

1 — подстропильная балка; *2* — подстропильная ферма; *3* — стропильная балка; *4* — стропильная ферма; *5* — колонна

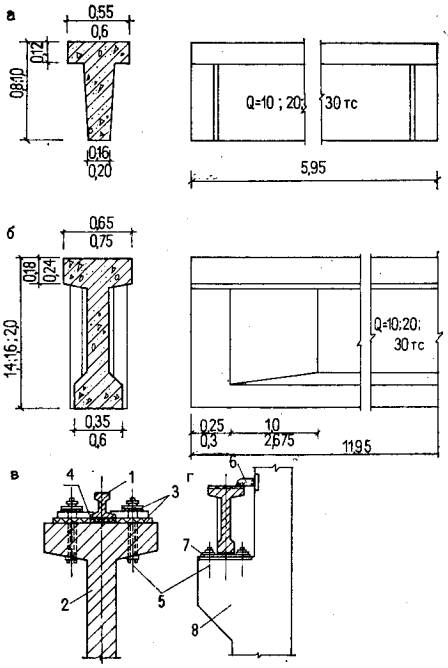


Рис. 19.7. **Железобетонные подкрановые балки**

а — для пролета 6 м; *б* — для пролета 12 м; *в* — крепление рельса к балке; *г* — крепление балки к колонне; *1* — рельс; *2* — балка; *3* — резиновая прокладка; *4* — стальные лапки-прижимы; *5* — болт; *6* — стальная планка; *7* — опорный стальной лист; *8* — колонна

Железобетонные предварительно напряженные подкрановые балки применяют при легком и среднем режиме работы кранов и их грузоподъемности не свыше 30 т. Балки унифицированы: они имеют тавровое сечение высотой 0,8 и 1 м при шаге колонн 6 м и двутавровое высотой 1,4; 1,6 и 2 м при шаге 12 м. Верхние полки подкрановых балок уширены по статическим и функциональным требованиям: для восприятия поперечных горизонтальных усилий от торможения, устройства прохода вдоль кранового пути и крепления стальных рельсов. Рельсы укладывают по резиновым прокладкам, отрихтовывают и крепят к подкрановым балкам стальными прижимами, соединенными с балкой болтовыми связями. Подкрановые балки устанавливают по колоннам на монтажные болты, затем приваривают к закладным деталям колонны (рис. 19.7).

Железобетонные обвязочные балки между колоннами каркаса предусматривают при каменных стенах ручной кладки. Ширина балок 200 и 380 мм, высота 6 м при пролете 600 мм. Балки опирают на стальные монтажные столики и приваривают к закладным деталям в колоннах.

Плоскостные элементы покрытия проектируют в виде панелей из тяжелого, легкого или автоклавного ячеистого бетона, непосредственно опирающихся на стропильные конструкции. Панели из легкого или ячеистого бетона применяют для утепленных покрытий при шаге стропильных конструкций 6 м. Железобетонные предварительно напряженные панели и настилы в виде тонкостенных ребристых конструкций изготовляют из тяжелого бетона марок М 250—М 500 и используют при шаге несущих элементов 6, 12, 18, 24 м в утепленных и неутепленных покрытиях. Ширина панелей составляет 3 и 1,5 м. Для перекрытия пролетов в 6 и 12 м применяют тонкостенные плиты (с толщиной плиты 25—30 мм) с основными продольными и распределительными поперечными ребрами, сводчатые плиты типа КЖС, а также двухконсольные панели типа 2Т. Для перекрытия пролетов 18 и 24 м применяют панели типа КЖС и 2Т со строительным подъемом в центре, что позволяет организовать скаты покрытия и применять панели в качестве стропильных конструкций. В случаях когда в зданиях

необходимо по технологическим требованиям устройство воздуховодов (например, в текстильной промышленности), для покрытий применяют коробчатые настилы или блоки — воздуховоды шириной 2 м, высотой 750 и 900 мм для пролетов 18 и 24 м соответственно. Возможность индустриального устройства утепленного покрытия при выполнении его из тонкостенных железобетонных элементов достигается предварительным комплектованием на заводе железобетонных панелей в единый утепленный блок покрытия с пароизоляционным слоем, эффективным жестким утеплителем и наклейкой двух-трех слоев гидроизоляционного материала. Панели покрытия по углам имеют закладные детали для сварки с закладными элементами стропильных конструкций. Панели длиной 12 м и более имеют также закладные детали посредине длинных сторон для устройства сварных связей со смежными панелями. Швы между панелями замоноличивают цементным раствором марки не менее М 100. Такие соединения превращают конструкцию покрытия в жесткий диск, исключающий необходимость устройства каких-либо дополнительных связей в плоскости покрытия (рис. 19.8).

Железобетонные пространственные покрытия при пролетах свыше 20 м имеют существенные преимущества в расходе материалов по сравнению с плоскостными. Преимущества эти возрастают с увеличением пролета. Однако объем применения пространственных конструкций существенно ниже, чем плоскостных, в связи с тем, что их возведение из монолитного бетона более сложно, чем монтаж сборных плоскостных конструкций.

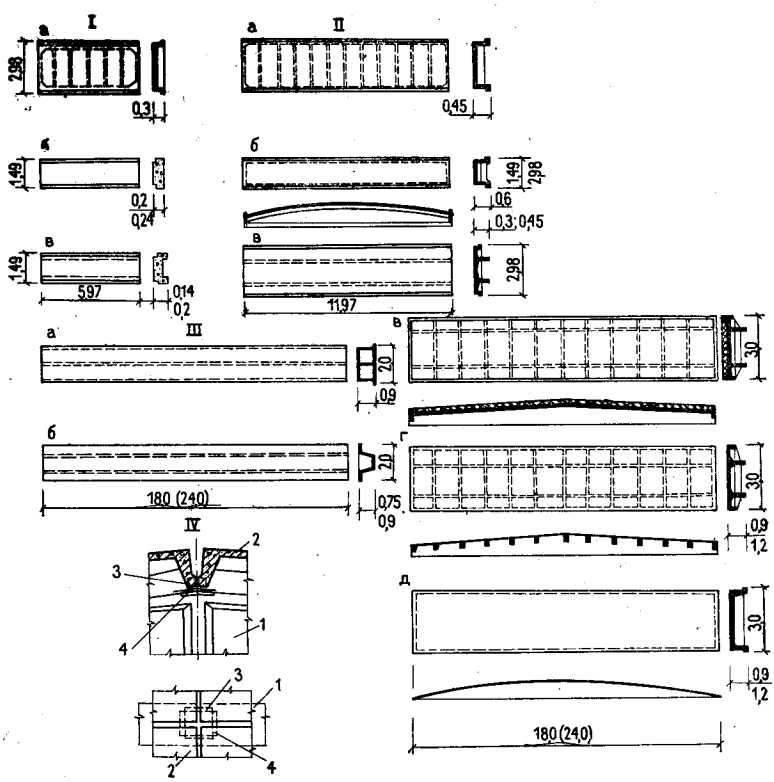


Рис. 19.8. Железобетонные панели покрытия

I — для пролета в 6 м: *а* — железобетонная; *б* — армогазобетонная; *в* — легкобетонная; *II* — для пролета в 12 м; *а* — ребристая; *б* — сводчатая типа КЖС; *в* — двухконсольная типа 2Т; *III* — для пролетов 18 и 24 м; *а* — коробчатый настил; *б* — настил—воздуховод; *в* — комплексный утепленный настил 2Т; *г* — неутепленный настил 2Т; *д* — настил КЖС; *IV* — крепление панелей покрытия к стропильной конструкции: *1* — стропильная балка; *2* — настил покрытия; *3* — закладная деталь панели покрытия; *4* — закладная деталь стропильной балки

Производство же сборных и сборно-монолитных пространственных конструкций относительно мало освоено. В настоящее время применяются сборно-монолитные покрытия из многоволновых цилиндрических длинных и коротких оболочек, оболочек двоякой положительной гауссовой кривизны на квадратном и прямоугольном плане, бочарных сводов, оболочек с линейчатыми поверхностями коноида или гиперболического параболоида. Сборно-монолитные цилиндрические длинные и короткие оболочки применяют для перекрытия пролетов до 24 — 30 м, двоякой положительной и отрицательной кривизны — для пролетов 24 — 36 м, сборно-монолитные конструкции бочарных сводов — для пролетов до 100 м.

Освоено также производство сборно-монолитных складчатых покрытий из плоских элементов заводского изготовления для пролетов от 18 до 36 м. Конструктивной особенностью пространственных покрытий является наличие диафрагм жесткости, а также необходимость устройства жестких связей сборных элементов между собой и с диафрагмами. Диафрагмы жесткости выполняются в виде железобетонных арок с затяжками, сегментных или треугольных ферм. Фермы чаще всего выполняют с безраскосной решеткой, что упрощает заполнение их светопрозрачными ограждениями. Жесткость соединения сборных элементов между собой и с диафрагмами обеспечивается устройством шпоночных замоноличенных стыков.

Сборные элементы пространственных покрытий формуют из бетона марок М 300 — М 400, толщиной 30 — 60 мм в виде изделий размером 3×3; 3×6; 3×12 м с утолщенными контурными ребрами, профилированными для образования шпоночного шва и снабженными арматурными выпусками и закладными деталями. В необходимых случаях плита сборного элемента усиливается диагональными ребрами (рис. 19.9). Все ребра, диафрагмы, бортовые элементы располагают с внутренней стороны несущей конструкции, что упрощает устройство гидроизоляции и водоотвода с покрытия.

В зданиях с пространственными покрытиями применяют напольный транспорт или легкие подвесные краны грузоподъемностью 5 — 10 т. Из других типов пространственных покрытий, рассмотренных в гл.4, для промышленных зданий применяют в ограниченном объеме купольные и висячие при напольном транспортном оборудовании здания.

Связи. Пространственная устойчивость и жесткость каркаса здания при горизонтальных ветровых и крановых воздействиях обеспечиваются конструкциями покрытия (если оно выполнено из железобетонных панелей), подкрановыми, подстропильными и обвязочными балками, а в случае необходимости дополнительно специальными горизонтальными и вертикальными связями, располагаемыми между колоннами и в покрытии.

Вертикальные связи продольной устойчивости каркаса устанавливают в каждом продольном ряду колонн посередине температурного блока. Связи представляют собой крестовую или портальную стальную конструкцию. Первая применяется при шаге колонн 6 и 12 м и при высоте цеха до

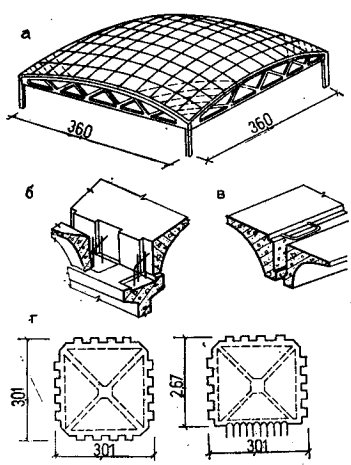


Рис. 19.9. Сборно-монолитная оболочка двоякой кривизны
а — общий вид; *б* — связь сборных элементов оболочки с фермой-диафрагмой; *в* — связи между элементами оболочки; *г* — общий вид элементов оболочки

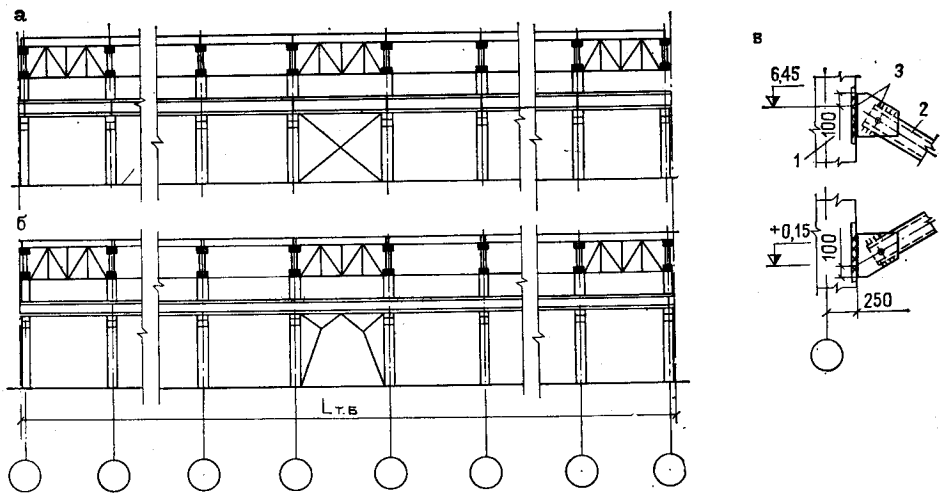


Рис. 19.10. Вертикальные продольные связи колонн каркаса

а — крестовые; *б* — портальные связи; *в* — деталь крепления стальных связей к колонне: *1* — колонна; *2* — связь; *3* — сварной шов; $L_{т.б}$ — длина температурного блока

головки подкранового рельса от 6 до 12,6 м, вторая — при шагах колонн от 12 до 18 м и высоте 8 — 14,6 м (рис. 19.10). В бескрановых зданиях с железобетонными панельными покрытиями и высотой до 10,2 м вертикальные связи между колоннами не устанавливаются, так как устойчивость каркаса полностью обеспечивается его сварными соединениями с панелями покрытия.

Вертикальные связи между балками или фермами покрытия необходимы при высоте последних на опоре более 900 мм, а также при отсутствии подстропильных конструкций. Эти связи представляют собой стальные раскосные фермы с параллельными поясами высотой, равной высоте стропильной конструкции в опорной зоне; они устанавливаются по продольным рядам несущих конструкций в крайних пролетах температурного блока (рис. 19.11). Горизонтальные связи в покрытии устраивают при наличии в здании кранов с тяжелым режимом работы. Эти связи устанавливают по нижнему и верхнему поясу стропильных конструкций, а при наличии железобетонного панельного покрытия — только по нижнему поясу Горизонтальные связи выполняют в виде стальной фермы с параллельными поясами и раскосной или крестовой решеткой.

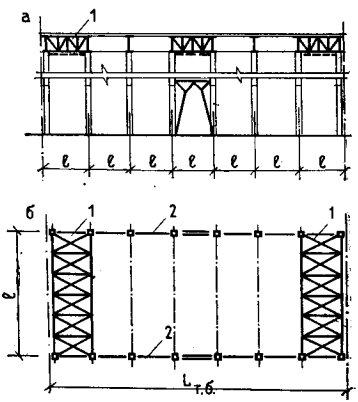


Рис. 19.11. Расположение связей в покрытии

а — вертикальные; *б* — горизонтальные по нижнему поясу ферм или балок покрытия: *1* — связевая ферма; *2* — распорка; *l* — шаг колонн

Тенденции развития железобетонных несущих конструкций одноэтажных зданий. Плоскостные железобетонные несущие конструкции одноэтажных зданий являются наиболее массовыми и обеспечивают индустриальность и малые сроки возведения зданий. Недостатком таких конструктивных решений остается повышенная материалоемкость. Для ее снижения намечается уменьшение расчетных сечений несущих конструкций за счет следующих мероприятий: применение тяжелого бетона повышенных марок по прочности М 600—М 800, замена в несущих конструкциях тяжелого бетона высокопрочным керамзитобетоном М 400—М 500,

применение более эффективных форм сечений несущих элементов, более тщательный учет специфики местных климатических воздействий. Эффективность этих мероприятий, по данным ЦНИИпромзданий, такова: применение бетона М 600—М 800 вместо М 400 для стропильных и подстропильных конструкций снижает расход бетона на 8—18%, стали на 6—12%, стоимость на 6—12%; применение керамзитобетонных несущих элементов вместо изделий из тяжелого бетона уменьшает массу несущих конструкций на 20—25%, расход стали в них на 7—10%, стоимость на 4—5%; замена прямоугольного сечения колонн двутавровым способствует снижению расхода бетона в колоннах на 25—40% и уменьшению их стоимости на 10—30%.

Градация типовых несущих конструкций покрытий в соответствии с изменением снеговой нагрузки позволяет в «южных» вариантах конструкций получить уменьшение расходов бетона, стали и стоимости соответственно в плитах покрытия на 20, 20 и 19%, в стропильных конструкциях на 10, 40, 15% и в подстропильных на 13, 12, 10%. Существенному снижению расхода материалов способствует замена плоскостных конструкций покрытия пространственными; при пролетах 24—36 м расход бетона уменьшается на 30—40%, стали — на 15—17%.

2. Стальные несущие конструкции

Универсальным решением стальных несущих конструкций одноэтажного здания является каркас, состоящий из отдельных поперечных рам, объединенных связями в единую пространственную устойчивую систему. Рассмотрим отдельные элементы каркаса.

Колонны. В зависимости от высоты здания и величины крановых нагрузок применяют колонны сплошной, сквозной или раздельной конструкции (рис. 19.12). Сплошные колонны обычно имеют двутавровое сечение (из сварных или прокатных широкополочных профилей), постоянное или «ступенчатое» (с облегченным надколонником) по высоте. В первом случае опирание подкрановых балок осуществляется на сварные консоли колонны, во втором — на уступ колонны в месте изменения сечения. Колонны сквозной или раздельной конструкции имеют ветви швеллерного или двутаврового сечения.

Сплошные колонны постоянного сечения применяют в зданиях с шагом колонн до 12, высотой до 9,6 м при грузоподъемности кранов до 20 т. Наиболее широко применяются сквозные колонны, обеспечивающие существенную экономию в расходе стали. Раздельные колонны применяют преимущественно при кранах грузоподъемностью свыше 100 т или при двухъярусном их расположении.

Стальные поперечные рамы одноэтажных зданий обычно имеют расчетную схему с жесткой заделкой колонн в фундаменты и шарнирным сопряжением со стропильной конструкцией.

Нижняя часть колонны имеет расширение — «башмак», который завершается приваренной в торец к стволу колонны горизонтальной опорной стальной плитой. В сквозных и раздельных колоннах чаще используют отдельные опорные плиты под каждую ветвь. Опорная плита устанавливается на железобетонную конструкцию фундамента по слою цементного раствора и заанкеривается стальными болтами, воспринимающими изгибающий момент в заделке колонны (рис. 19.13).

Шарнирное соединение стропильных конструкций с колонной осуществляется на анкерных болтах аналогично связям в рамах железобетонного каркаса.

Ригели поперечных рам каркаса выполняют в виде стропильных конструкций из балок двутаврового сечения или ферм. Балки применяются для

перекрытия пролетов 12 и 18 м. Они имеют прокатное (для пролетов до 12 м) или составное двутавровое сечение. Составные балки проектируют сварными с использованием наиболее экономичных сечений. К ним относятся балки с тонкой (3—4 мм) гофрированной для жесткости стенкой (шаг вертикальных гофр 1,5 мм, высота гофра 35—40 мм) и со сквозной стенкой. Последние выполняют из прокатных двутавров путем зигзагообразной резки стенки, раздвижки, смещения вдоль реза на длину зубца и последующей сварки зубцов. Внедряются конструкции балок экономичного сечения из холодногнутых профилей с пустотелыми полками и легких двутавров с поясами из тавров, сваренных высокочастотной сваркой со стенкой (рис. 19.14).

Стальные фермы типизированы для пролетов 18, 24, 30, 36 м и шагов колонн 6 и 12 м, но применяются и при более крупных параметрах конструктивной сетки здания. Типизированы три очертания ферм: полигональное, с параллельными поясами и треугольное. Треугольные фермы используются при кровлях из стальных или асбестоцементных листов, полигональные и с параллельными поясами — при рулонных кровлях. Решетка ферм раскосная с расстояниями между узлами верхнего пояса 3 и нижнего 6 м. Предусмотрена возможность установки дополнительных шпренгельных стержней для уменьшения пролетов верхнего пояса при малом шаге несущих конструкций покрытия и дополнительных стоек, уменьшающих длину пролетов нижнего пояса (при устройстве подвесного потолка). Для большепролетных (60—100 м) зданий применяют также фермы сегментного, параболического и треугольного очертания с затяжкой.

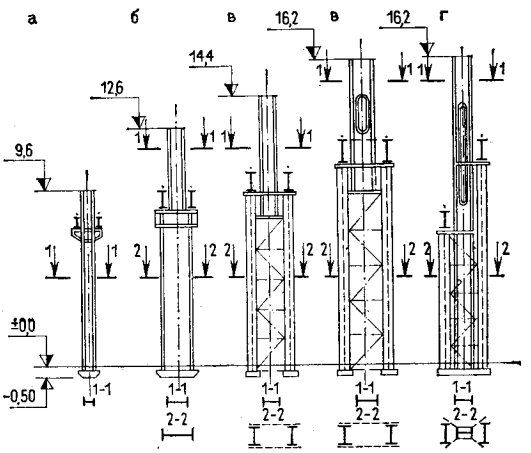


Рис. 19.12. Стальные колонны

а — сплошные постоянного сечения; *б* — сплошные ступенчатые; *в* — сквозные; *г* — раздельные

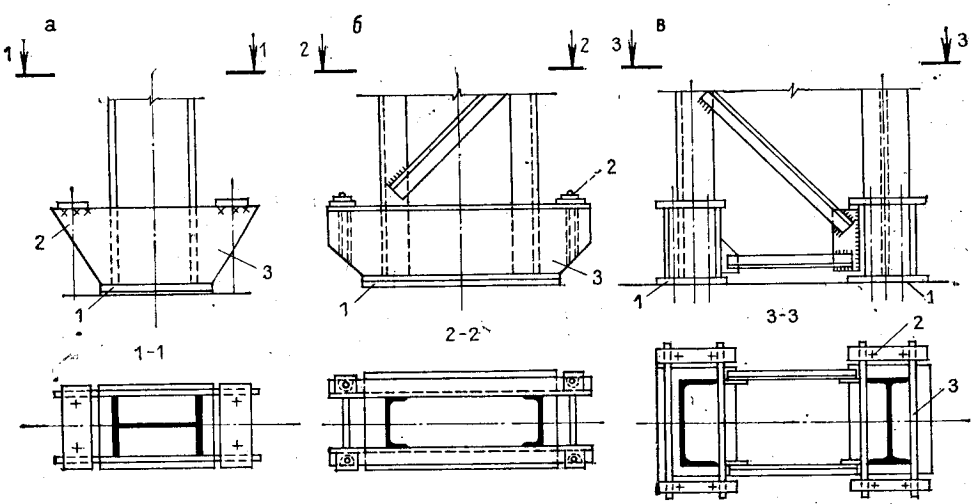


Рис. 19.13. Башмаки стальных колонн (фасады и планы)

а — сплошной; *б* — сквозной с общей базой; *в* — сквозной с раздельными базами ветвей; *1* — опорная плита; *2* — анкерный болт; *3* — траверса

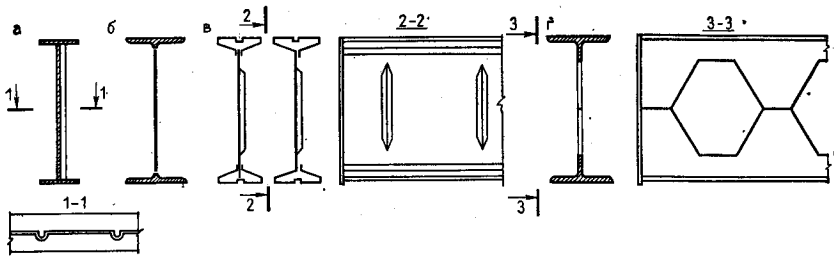


Рис. 19.14. Стальные стропильные балки облегченного типа

а — с тонкой гофрированной стенкой; *б* — сварная из тавровых профилей и тонкого листа; *в* — холодногнутая замкнутого профиля; *г* — со сквозной стенкой

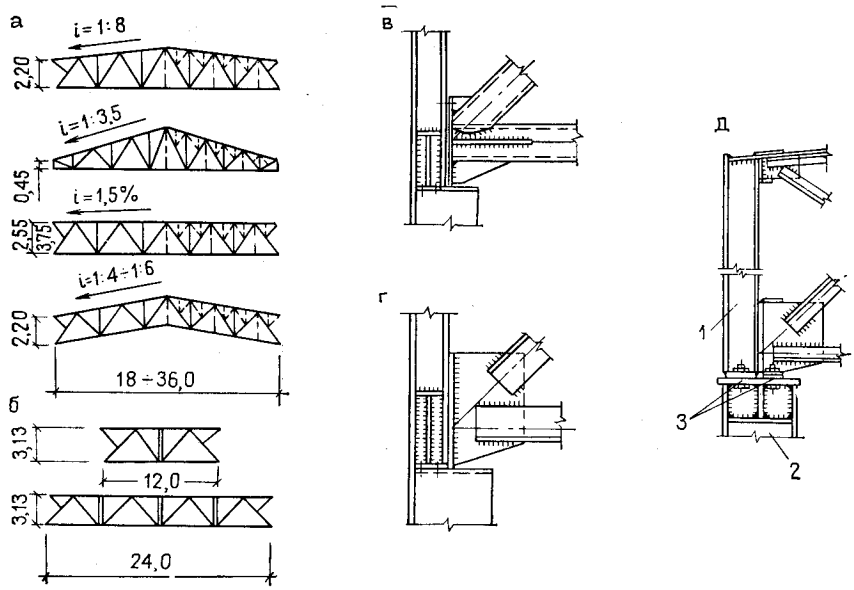


Рис. 19.15. Стальные фермы

а — схемы стропильных ферм (пунктиром показаны дополнительные шпренгельные стержни и стойки для устройства прогонного покрытия и подвесных потолков; *б* — схема подстропильной фермы; *в* — узел фермы из труб; *г* — узел фермы из открытых профилей; *д* — опирание фермы на колонну; *1* — надопорная стойка; *2* — колонна; *3* — анкерные болты

Конструкции ферм — сварные из стержней открытого (уголки, швеллеры, двутавры) или закрытого трубчатого профиля (рис. 19.15). Стержни открытого профиля соединяют в узлах ферм приваркой к плоским стальным листам — фасонкам. В фермах из труб применяется бесфасоночное соединение стержней. Конструкции ферм из труб на 10—35% экономичней по расходу стали, менее трудоемки в изготовлении и более надежны в эксплуатации, так как не содержат узлов, труднодоступных для антикоррозионной окраски.

Подстропильные фермы изготавливают с параллельными поясами для пролетов 12, 18 и 24 м. Конструкции их аналогичны конструкциям стропильных ферм.

Подкрановые балки (рис. 19.16) проектируют, как правило, разрезными, сплошными или сквозными. При шаге колонн 6 м подкрановые бал-

ки могут быть выполнены из прокатных двутавров или составного сплошного двутаврового сечения. В обоих случаях предусматривается усиление и уширение верхнего пояса балки для восприятия тормозных усилий. Сквозные подкрановые балки применяют при шаге колонн 12 и 18 м, их выполняют в виде ферм с раскосной решеткой. В уровне верхнего пояса подкрановой балки размещается горизонтальная тормозная балка или ферма, которая образуется из верхнего пояса подкрановой балки, стального листа, усиленного ребрами, — стенки балки и прогона. Лист-стенка используется для прохода рабочих вдоль подкранового пути. Если лист заменен сквозной решеткой (при устройстве тормозной фермы), для прохода по ней устраивают дощатый настил. Подкрановые балки крепят к колоннам анкерными болтами, а между собой — болтами по отверстиям в торцовых вертикальных ребрах. К прочности подкрановых балок, подверженных в эксплуатации многократным динамическим воздействиям, предъявляются повышенные требования. Поэтому для них (или хотя бы для их верхнего пояса), в первую очередь, используется высокопрочная низколегированная сталь. При тяжелом режиме работы кранов по этим же соображениям допускается использование клепаных подкрановых балок. Крепление рельсов к стальным подкрановым балкам обычно проектируется подвижным на лапках (как к железобетонным балкам) или на крюках.

Связи, обеспечивающие пространственную устойчивость стального каркаса, устраивают между колоннами и в покрытии. Между колоннами устанавливают вертикальные продольные связи, аналогичные применяемым в железобетонном каркасе, в покрытиях — горизонтальные (продольные и поперечные) и вертикальные.

Поперечные связи, объединяющие смежные стропильные конструкции, представляют собой горизонтальные фермы, поясами которых служат пояса стропильных ферм, объединенные крестовой решеткой. Поперечные связи устраивают у торцов здания и температурных швов, а при большой длине температурного блока — через каждые 60 м. Продольные горизонтальные связи устраивают в виде ферм, расположенных по крайним панелям нижних и верхних поясов стропильных ферм. Если конструкция покрытия выполнена из железобетонных панелей, горизонтальные связи по верхним поясам стропильных ферм не предусматриваются.

Вертикальные связи в покрытии устраивают в виде ферм с параллельными поясами и располагают вдоль опорных и центральных стоек стропильных ферм, а также под узлами крепления стоек фонарей (рис. 19.17).

Пространственные стальные несущие конструкции покрытий в виде перекрестно-стержневых систем типа структур применяют в одноэтажных зданиях с пролетами 18 м и более, с напольным либо с легким (до 2 т) подвесным транспортом. Применение пространственных структурных покрытий в таких зданиях вместо ферм или балок способствует уменьшению в 2—3 раза строительной высоты

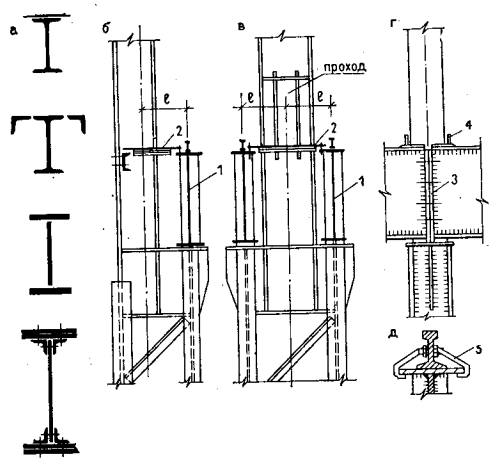


Рис. 19.16. Подкрановые балки

а — типы сечений балок; *б* — связь подкрановой балки с тормозной на крайней колонне; *в* — то же, на средней; *г* — стык подкрановых балок; *д* — подвижное крепление подкранового рельса на крюках; *1* — подкрановая балка; *2* — тормозная балка; *3* — торцовое ребро подкрановой балки; *4* — крепежная планка; *5* — крюк

покрытия с соответствующим уменьшением объема здания, единовременных затрат на наружные стены и эксплуатационных затрат на отопление и вентиляцию, а также снижение затрат труда на 5 — 10% при увеличении расхода стали на 20 — 25%. Конструкции структурных покрытий: два горизонтальных плоских решетчатых диска и связывающие их воедино раскосы собираются из двух типов изделий — стержневых и узловых элементов. В связи с относительной новизной конструкции в практике применяют много вариантов этих элементов. Стержневые элементы выполняют из труб круглого и прямоугольного сечения, уголков и других прокатных профилей, из брусков сплошного сечения; узловые — из стальных сплошного сечения цилиндров, шаров, многогранников, имеющих отверстия с резьбой для крепления стержней, из полых сварных или штампованных элементов. Соединения элементов в узлах проектируют с применением болтов, сварки, завинчивания, запрессовки, накладок с болтами и пр. На рис. 19.18 представлены два варианта структурных конструкций — из стержней открытого и трубчатого профиля, применяемых в СССР. Простота болтовых сопряжений узлов первого варианта конструкции определила его распространение, несмотря на больший расход стали, чем во втором варианте.

Тенденции развития и совершенствования металлических конструкций промышленных зданий. Совершенствование металлических конструкций сопряжено, главным образом, с улучшением исходных материалов и только, во вторую очередь, с улучшением типов конструкций. По данным ЦНИИпромзданий, из возможной расчетной экономии металлопроката 80% может дать применение сталей с повышенными прочностными характеристиками и увеличение выпуска эффективных прокатных профилей (широкополочный двутавр и др.), а только 12% — усовершенствованные конструкции. Так, например, замена применяемой малоуглеродистой стали низколегирован-

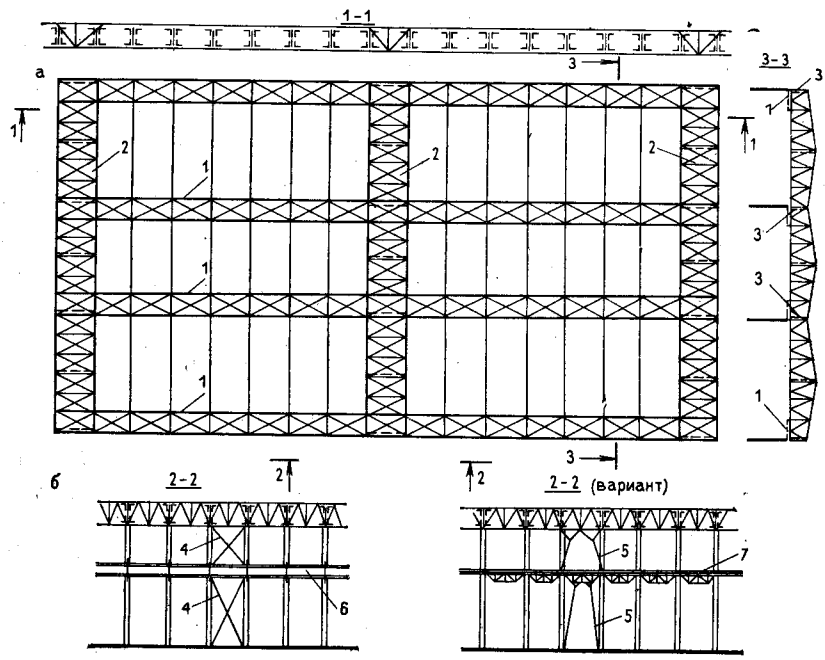


Рис. 19.17. Схема размещения и конструкции связей стального каркаса многопролетного одноэтажного здания

а — в покрытии; *б* — по колоннам; *1* — продольные; *2* — поперечные горизонтальные; *3* — вертикальные; *4* — крестовые; *5* — портальные; *6* — подкрановая балка сплошная; *7* — то же, сквозная

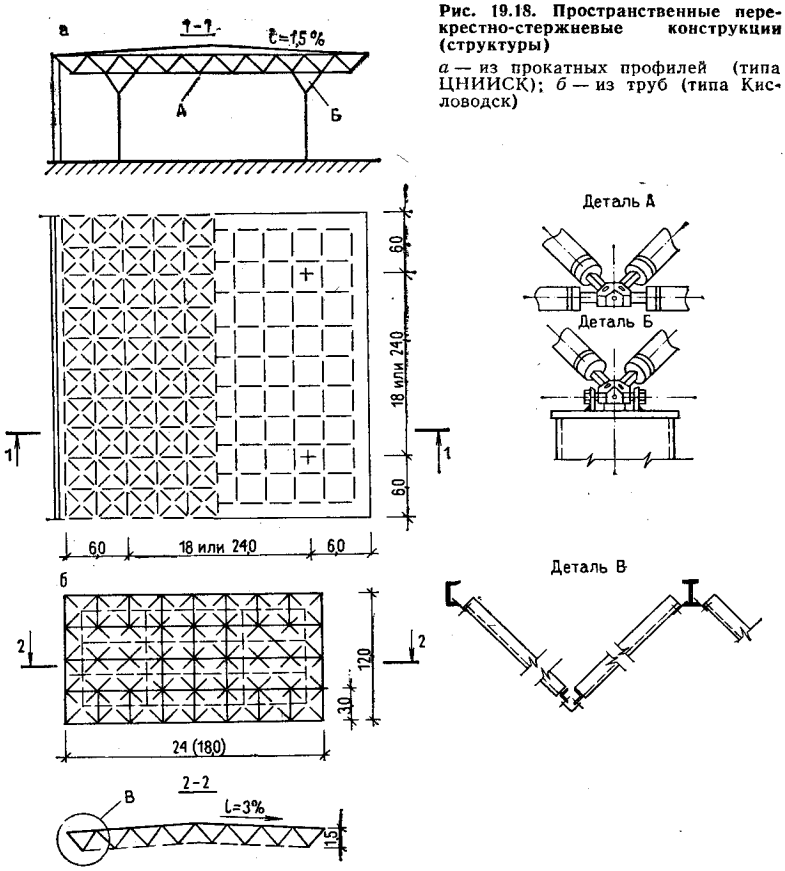


Рис. 19.18. Пространственные перекрестно-стержневые конструкции (структуры)

а — из прокатных профилей (типа ЦНИИСК); *б* — из труб (типа Кисловодск)

ной повышенной прочности (с пределом текучести 330 и 400 кгс/мм²) обеспечивает сокращение расхода стали в растянутых элементах на 38%, в стропильных фермах — на 18%, в подкрановых балках — на 15 — 35% при общем снижении стоимости каркаса здания на 12 — 19%.

Наряду с рассмотренными решениями несущих конструкций для большепролетных сооружений получают применение висячие конструкции различных типов (тросовые, мембранные), а для временных промышленных зданий — пневматические (воздухоопертые и пневмокаркасные).

§ 2. НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Многоэтажные здания проектируют, как правило, в каркасной конструктивной системе с полным каркасом. Комбинированная система с неполным каркасом и несущими наружными стенами применяется редко.

Материал каркаса должен отличаться высокой прочностью и долговечностью, т. е. свойствами, которые присущи стали и железобетону. Наибольшее распространение в отечественной практике получили железобетонные конструкции каркаса, преимущественно сборные. Применение стального каркаса ограничивается по экономическим требованиям, так как он уступает железобетонному в стоимости на 10% и требует на 30—50% большего расхода стали.

Стальной каркас используют в случаях, когда сборный железобетонный неприменим из-за наличия агрессивной по отношению к бетону внутренней среды, неунифицированных геометрических параметров здания,

больших расчетных нагрузок на перекрытие. Встречается выборочное применение стальных конструкций для отдельных элементов здания, например для подкрановых балок и стропильных ферм покрытия верхнего этажа.

Сборный железобетонный каркас применяется с балочными и безбалочными перекрытиями, а также в сочетании с фермами перекрытий в зданиях с межферменными этажами.

Сборный балочный каркас (рис. 19.19) применяют для двух — пятиэтажных производственных зданий легкой, химической, электротехнической и приборостроительной промышленности. Он имеет унифицированные габариты (сетки колонн 6 × 6 и 6 × 9 м, высоты этажей 3,6; 4,2; 4,8; 6 и 7,2 м) и унифицированные величины расчетных нагрузок на перекрытия (от 1,5 до 2,5 тс/м^2).

Каркас здания состоит из плоских рам (преимущественно поперечных), плит междуэтажных перекрытий и покрытий и связевых конструкций. Конструкции фундаментов, фундаментных балок и соединений колонн с фундаментами аналогичны применяемым в одноэтажных зданиях.

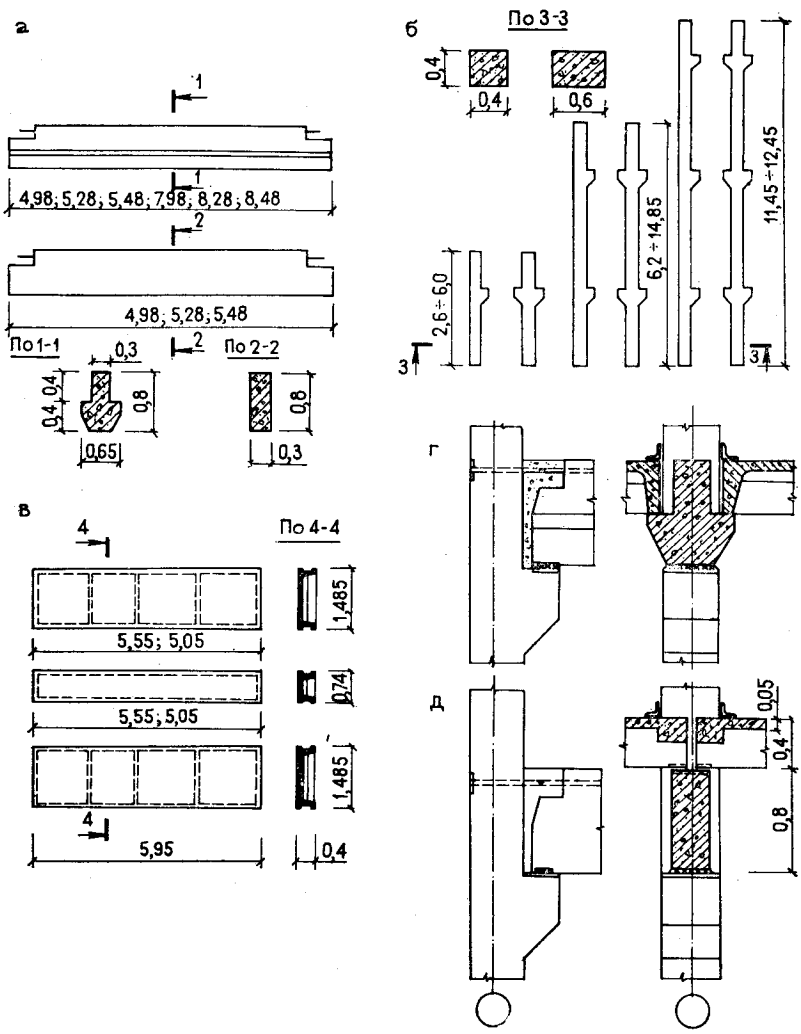
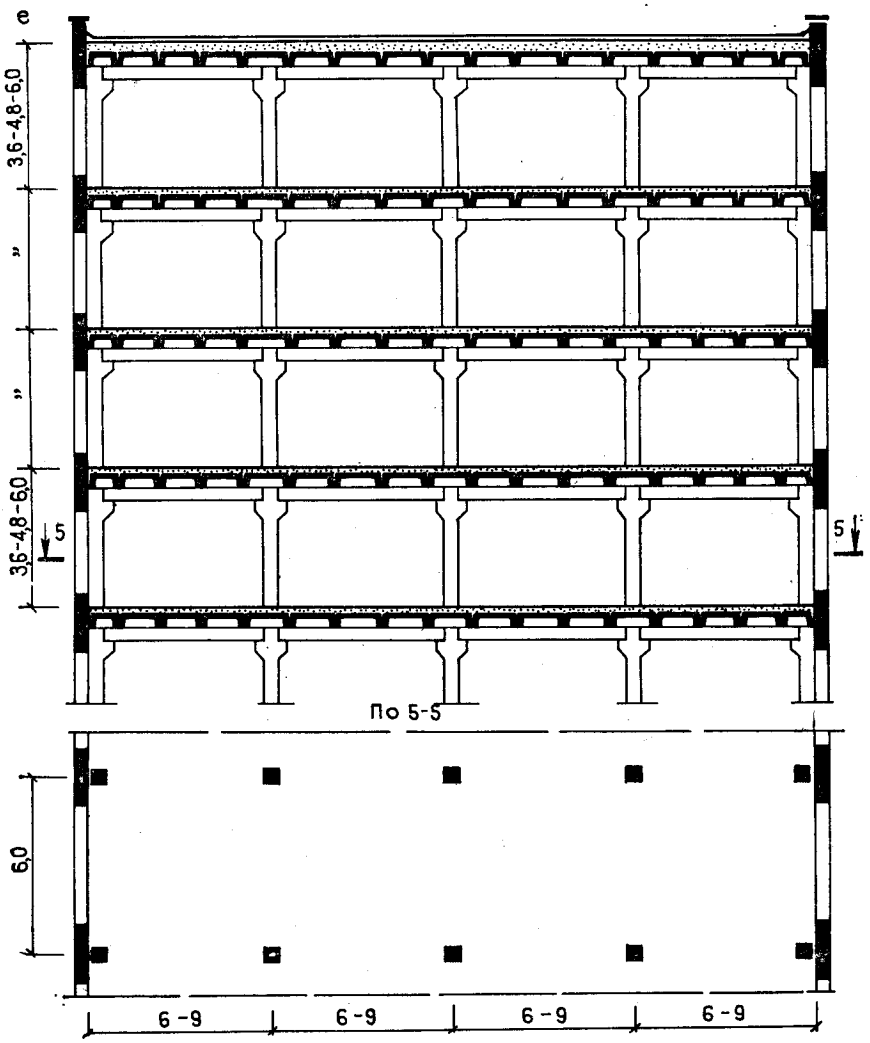


Рис. 19.19. Балочный сборный железобетонный многоэтажный каркас
а — ригели; *б* — колонны; *в* — плиты перекрытий; *г* — стык таврового ригеля с колонной и

Устойчивость поперечных рам в продольном направлении обеспечивают стальными связями портального типа, устанавливаемыми в середине температурного блока между колоннами в каждом ряду (или через 1—2 ряда) либо продольными ригелями. Продольные ригели устанавливают в крайних шагах температурных отсеков. В сочетании с колоннами поперечных рам эти ригели образуют продольные рамы. Ригельный вариант связей в функциональном отношении является предпочтительным. Поперечные рамы каркаса образуются путем жесткого соединения в узлах сборных колонн и ригелей.

Колонны выполняют высотой в 2—3 этажа с трапециевидными консолями для опирания ригелей. Бетон колонн М 200 — М 500, армирование сварными каркасами. Сечения колонн унифицированы — 0,4 × × 0,4 и 0,4 × 0, 6 м. Стыки колонн размещены на высоте 0,6—1 м над перекрытиями

Ригели из бетона М200 — М400 имеют координационные пролеты 6 и 9 м и унифицированную высоту сечения (0,8 м) при двух его формах — прямоугольной и тавровой. Первый вариант сечения используется только



перекрытиями; *д* — стык прямоугольного ригеля с колонной; *е* — поперечный разрез по зданию

при больших нагрузках, а также при размещении крупногабаритного провисающего оборудования. Узел рамы выполняется с установкой ригеля на консоль колонны и передачей опорного момента на сварные связи с колонной по верху и по низу ригеля.

Плиты перекрытий преимущественно ребристые имеют унифицированные габариты и сечения: номинальные пролеты 6 и 9 м, ширину 1,5 и 0,75, высоту ребер 0,4 м и плиты 50 мм. Изменение несущей способности плит обеспечивается изменением количества арматуры и марки бетона. Швы между плитами замоноличиваются цементным раствором.

Поскольку унифицированные объемно-планировочные габариты сборного железобетонного балочного каркаса совпадают с габаритами унифицированного каркаса для общественных зданий (сб. 3.01-12 Общесоюзного каталога унифицированных индустриальных изделий), существует возможность межвидовой унификации этих конструкций. В 70% многоэтажных промышленных зданий расчетные нагрузки на перекрытие не превышают 1000 кгс/м², т. е. тех величин, на которые рассчитан унифицированный каркас гражданских зданий. Разработанные на основе межвидовой унификации конструкции каркаса позволяют возводить промышленные и общественные здания с высотой этажей 3,6; 4,2; 4,8 м и высотой первого этажа 6 м с расчетной нагрузкой на перекрытие до 1600 кгс/м². При нагрузках на перекрытия свыше 2,5 тс/м² применяется вариант каркаса с ригелями высотой 1 и 1,2 м, колоннами сечением 0,4 × 1,2 м, плитами перекрытий шириной 0,75 м, высотой 0,45 м либо с коробчатым настилом. При необходимости возведения многоэтажного здания с укрупненной сеткой колонн (12 × 12 м) применяются каркас рамного типа (сборный или монолитный) и сборные перекрытия из коробчатого настила высотой 0,6 м.

Сборный безбалочный каркас (рис. 19.20) применяется для зданий с сеткой колонн 6 × 6 м и высотой этажей 4,8 и 6 м при повышенных гигиенических требованиях (пищевая промышленность, холодильники) и при нагрузках на перекрытия в 1—2,5 тс/м²

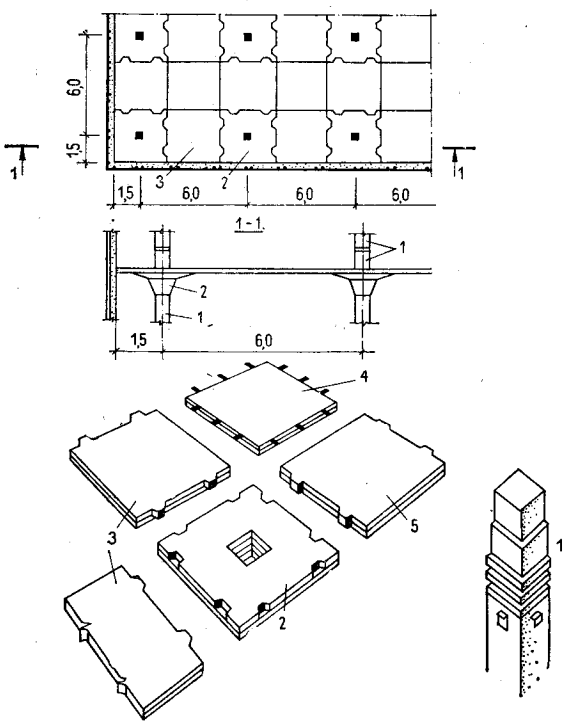


Рис. 19.20. Сборный безбалочный железобетонный каркас
1 — колонна; *2* — плита-капитель; *3* — надколонная плита; *4* — пролетная плита; *5* — межколонная плита

Безбалочный каркас проектируют рамным в двух направлениях. Конструкция каркаса включает в себя фундаменты, колонны одноэтажные или многоэтажные, капители, плоские сплошного сечения надколонные и пролетные плиты перекрытий толщиной 0,18 и 0,15 см. Все элементы формуют из бетона М 200 — М 500 с армированием пространственными стальными каркасами.

Колонны имеют квадратное сечение 0,4 × × 0,4; 0,5 × 0,5 или 0,6 × × 0,6 м и снабжены че-

ТАБЛИЦА 19.1. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ КАРКАСОВ (НА 1 М²)

Показатель	Конструкция каркаса			
	монолитная	сборная балочная	сборная безбалочная	с межферменными этажами
Расход бетона, м³	0,194	0,188	0,2	0,16
Расход стали (натуральный), кг	20,3	32,2	27,6	28,7
Стоимость, руб.	18,5	21,9	15,7	—

Примечание. Показатели балочного и безбалочного каркаса даны для здания с сеткой колонн 6×6 м и полезной нагрузкой на перекрытие 2 тс/м².

тырехсторонними бетонными консолями или стальными столиками для опирания плиты капители. Для восприятия поперечных сил в проеме капители и на стволе колонны в зоне их стыка устроены горизонтальные рифления, образующие после замоноличивания контурный многорядный шпоночный шов. Надколонные плиты устанавливаются выступами в гнезда капители, предусмотренные по ее периметру, с образованием после замоноличивания железобетонных шпонок. Сварные соединения плит осуществляются по закладным деталям и арматурным выпускам. Применение безбалочной конструкции требует незначительного перерасхода бетона по сравнению с балочным вариантом каркаса (табл. 19.1), но имеет преимущества по остальным технико-экономическим показателям. Кроме того, безбалочный каркас благодаря малой конструктивной высоте перекрытия позволяет уменьшить строительный объем здания, а плоская поверхность потолков облегчает проводку инженерных коммуникаций и устройство вентиляции.

Сборный каркас многоэтажных зданий с межферменными этажами собирается из колонн сечением 0,3×0,6 м для крайних и 0,3×0,8 м для средних рядов, железобетонных безраскосных ферм пролетом 12 и 18 м, высотой 3,6 м и типовых ребристых плит перекрытий, аналогичных применяемым в балочном каркасе. Продольную устойчивость каркаса обеспечивают вертикальные стальные связи портального или крестового типа, диски перекрытий и покрытий. Вертикальные связи устанавливают в среднем пролете температурного блока, который монтируют первым. Плиты перекрытий и покрытий опирают на пояса ферм, которые имеют тавровое сечение; на стенках тавра предусмотрено вертикальное рифление для образования после замоноличивания шпоночного шва между перекрытием и фермой.

Б. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ

§ 3. НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

Вертикальные наружные ограждения промышленных зданий компонуются из глухих и светопрозрачных конструкций, ворот, дверей, солнцезащитных устройств и вентиляционных решеток.

Стоимость вертикальных наружных ограждений в многоэтажных промышленных зданиях составляет около 20% общей стоимости конструкций, в одноэтажных — 6—8%, так как для объемно-планировочных реше-

ний таких зданий характерна относительно малая доля стен в общем балансе наружных ограждений.

Конструкции наружных стен должны удовлетворять общим эстетическим и экономическим требованиям наряду с техническими требованиями прочности, жесткости, долговечности, теплозащиты, водо- и воздухонепроницаемости. Технические требования к конструкциям являются следствием всего комплекса внешних воздействий на стены, детально рассмотренного в гл.12 применительно к гражданским зданиям.

В промышленных зданиях эти воздействия могут быть более интенсивны в связи с технологическими особенностями внутренней среды (по температуре, влажности, наличию агрессивных включений). Наружные стены проектируют из утепленных или неутепленных конструкций. Последние имеют минимальную, конструктивно обусловленную величину сопротивления теплопередаче и применяются для ограждений теплоизбыточных или неотапливаемых производств. Утепленные стены для одних и тех же климатических условий могут быть запроектированы с различным сопротивлением теплопередаче в зависимости от требований технологического процесса.

Конструкции наружных стен проектируют несущими, самонесущими и ненесущими. Неутепленные стены чаще всего ненесущие. Конструкции наружных стен выполняют из несгораемых материалов. Несущие и самонесущие стены — из бетонных панелей, блоков и из кирпича, ненесущие — из бетонных или кирпичных панелей и конструкций из небетонных материалов.

Наиболее распространенной является конструкция ненесущих и самонесущих стен из бетонных панелей горизонтальной разрезки. При наличии соответствующей производственной базы возможно применение других видов разрезки — вертикальной, кессонной или др. Панели выполняются из тяжелого, легкого или ячеистого бетона (рис.19.21).

Панели из тяжелого бетона применяют для стен неотапливаемых зданий, панели из легкого и ячеистого бетона — для отапливаемых. Панели из ячеистого бетона применяют только для стен зданий с нормальным температурно-влажностным режимом при относительной влажности внутреннего воздуха до 60%; легкобетонные панели — при относительной влаж-

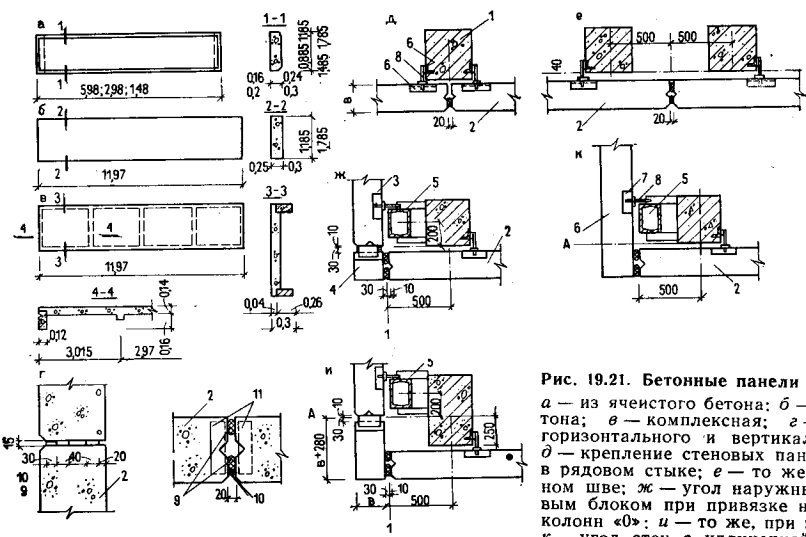


Рис. 19.21. Бетонные панели наружных стен

а — из ячеистого бетона; *б* — из легкого бетона; *в* — комплексная; *г* — герметизация горизонтального и вертикального стыков; *д* — крепление стеновых панелей к колонне в рядовом стыке; *е* — то же, в температурном шве; *ж* — угол наружных стен с угловым блоком при привязке наружного ряда колонн «0»: *и* — то же, при привязке «250»; *к* — угол стен с удлиненной панелью; *1* — колонна; *2* — панель наружной продольной стены; *3* — то же, торцовой; *4* — угловой блок; *5* — стойка фахверка торцовой стены; *6* — удлиненная стеновая панель; *7* — закладная деталь; *8* — связевый элемент; *9* — упругая прокладка; *10* — герметизирующая мастика; *11* — прокладки, фиксирующие ширину шва

ности в помещениях до 75%. Панели изготовляют из автоклавного ячеистого бетона объемной массой 600—800 кг/м³ марки по прочности на сжатие до М 35 и легких бетонов с различными заполнителями (керамзит, перлит, аглопорит или др.) объемной массой до 900 — 1200 кг/м³, М 50 — М 75. Легкобетонные панели имеют два фактурных (наружный и внутренний) слоя толщиной по 20 мм из плотного цементно-песчаного раствора. Применяют также панели с защитно-отделочным наружным слоем из керамических или стеклянных плиток. При ограждении помещений с относительной влажностью воздуха более 60% внутренний фактурный слой панелей выполняют из плотного бетона с защитной лакокрасочной отделкой.

Железобетонные панели проектируют в виде плоских или ребристых предварительно напряженных плит. Кроме названных конструкций применяются трехслойные железобетонные панели с эффективным утеплителем и ребристые панели комплексной конструкции длиной 12 м с двумя продольными предварительно напряженными ребрами из тяжелого бетона, плитой и поперечными ребрами из легкого бетона с обычным армированием. Расширяется применение однослойных керамзитовых и керамзито-перлитовых предварительно напряженных панелей длиной 12 м из бетона М 150 с объемной массой 1200 кг/м³. По сравнению с обычными легкобетонными панелями эти конструкции обеспечивают снижение расхода стали на 20% и труда на 8%.

Размеры панелей всех видов типизированы: длина — 1,5; 3; 6 и 12 м, высота — 0,9; 1,2; 1,5 и 1,8 м. Приняты четыре размера по толщине для утепленных панелей — 0,16; 0,2; 0,24 и 0,3 м, выбор между которыми при проектировании осуществляется с учетом климатических условий и технологических требований к утепленности наружных стен.

Стыки бетонных панелей изолируют по методу «закрытого стыка» с герметизацией устьев вертикальных и плоских горизонтальных швов синтетическими мастиками по упругим прокладкам.

Углы здания при утепленных стенах закрывают специальными угловыми блоками, при неутепленных — удлиненными до 6,15 или 6,35 м панелями торцовых стен.

Панели и проемы размещают в плоскости стен в соответствии с требованиями естественной освещенности и статической функции стены, с учетом требований унификации и условий монтажа. Самонесущие стены проектируют с замкнутыми проемами, чередующимися с несущими простенками, монтируют из рядовых, простеночных и перемычечных панелей. Последние отличаются от остальных усиленным армированием, дополнительными закладными деталями, а при необходимости и повышенной маркой бетона.

При раскладке стеновых панелей по фасадам руководствуются единым укрупненным модулем 600 мм по высоте здания (рис. 19.22). Нижний ярус стен любой статической функции проектируют самонесущим с установкой панелей на фундаментные балки по слою гидроизоляции.

Верхний ненесущий ярус стены опирают на стальные опорные столики из уголковых коротышей, приваренных к закладным деталям колонн и опорных стоек стропильных конструкций. Крепление панелей к колоннам проектируют упруго-податливым: такая связь препятствует опрокидыванию панелей под действием горизонтальной нагрузки, но не стесняет их температурно-влажностных деформаций. Связи имеют различную конструкцию. Наиболее экономична связь из стального стержня с фиксирующей планкой. В неотапливаемых зданиях часто применяют связь из двух уголковых коротышей (рис. 19.23), используют и другие конструкции связей. При повышенной влажности воздуха помещений или наличии в нем агрессивных примесей все элементы стальных связей подвергают антикоррозионной защите металлизацией или другими средствами.

Торцовые стены имеют обычно большую площадь, воспринимают ветровые воздействия и мало нагружены по вертикали (преимущественно собственной массой). Для обеспечения устойчивости этих стен вводится фахверковый каркас из расположенных с шагом в 6 м стальных колонн, а при необходимости и горизонтальная, так называемая ветровая ферма, расположенная в плоскости низа подкрановых балок. Стойки фахверка имеют расчетную схему с заделкой понизу и шарниром вверху, исключающим возможность передачи на фахверковую стойку вертикальной нагрузки с покрытия (так называемая скользящая связь — рис. 19.24). Фахверк обычно располагают с внутренней стороны ограждения.

Легкие ненесущие наружные стены проектируют утепленными и неутепленными с применением металлических листов или асбестоцементных плит. Утепленные легкие металлические стены применяют преимущественно

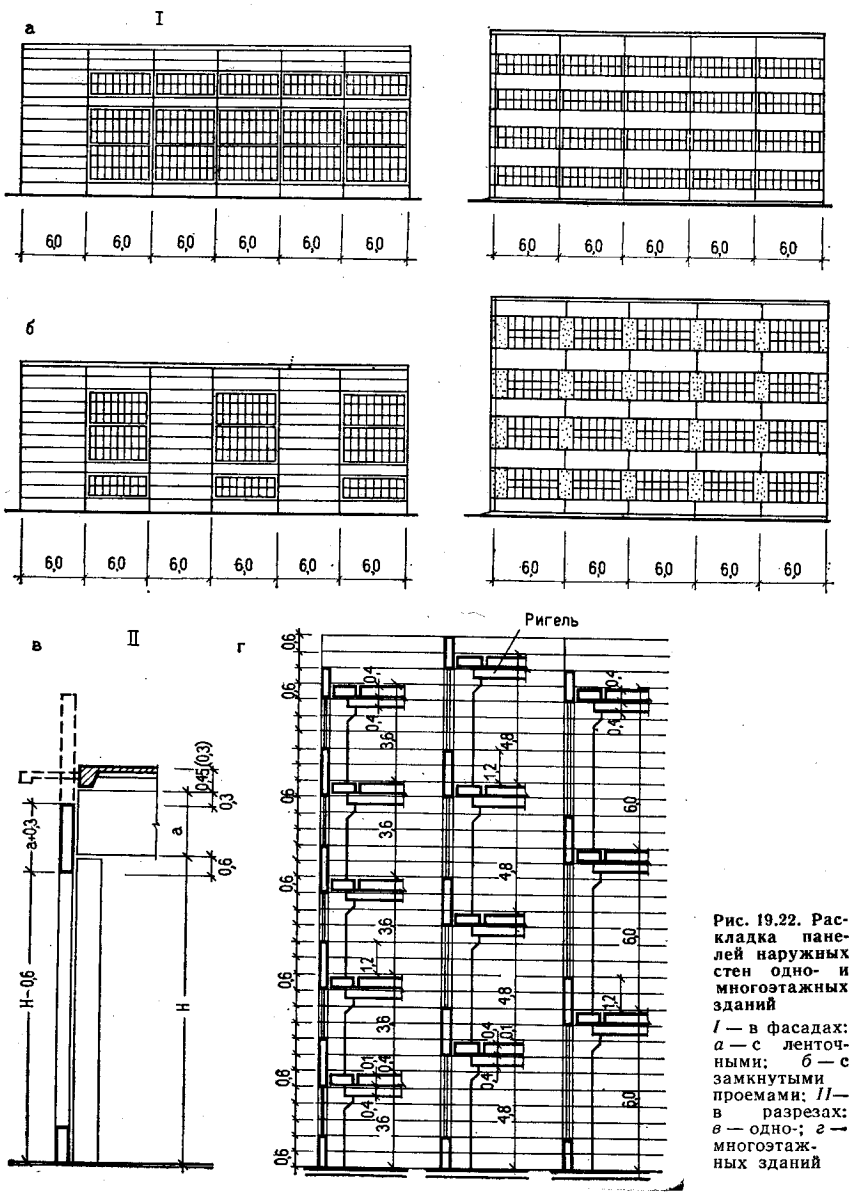


Рис. 19.22. Раскладка панелей наружных стен одно- и многоэтажных зданий

I — в фасадах: *а* — с ленточными; *б* — с замкнутыми проемами; *II* — в разрезах: *в* — одно-; *г* — многоэтажных зданий

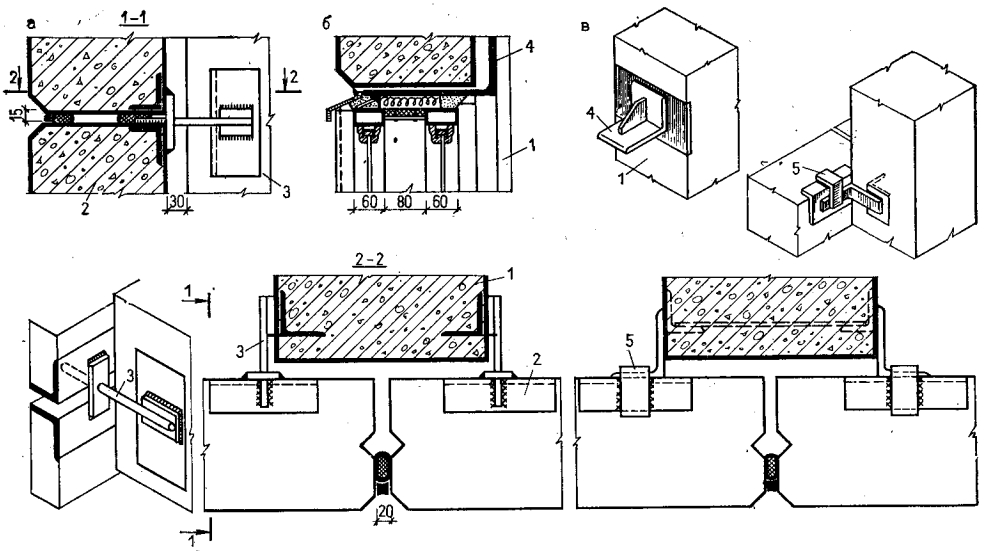


Рис. 19.23. Связи панелей стен с каркасом

а — крепление панелей к каркасу стержнем с фиксирующей планкой; *б* — установка панелей на монтажный столик колонны; *в* — крепление уголками; *1* — колонна; *2* — стеновая панель; *3* — крепежный стержень с планкой; *4* — монтажный столик; *5* — крепежный уголок

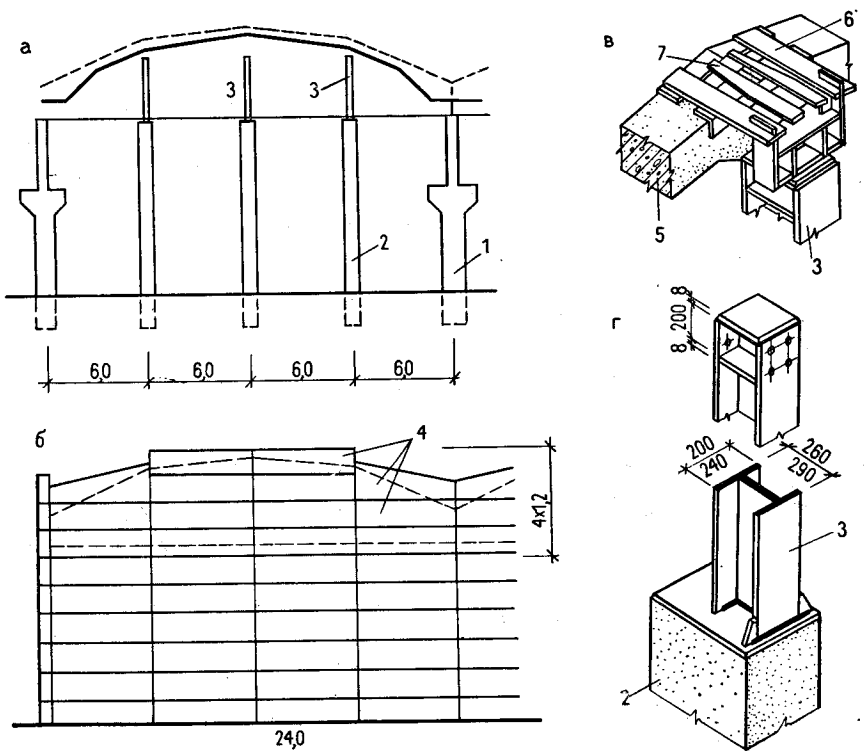


Рис. 19,24. Устройство торцовых стен

а — фахверк торцовой стены одноэтажного здания с железобетонным каркасом; *б* — схема раскладки бетонных панелей торцовой стены; *в* — крепление стальной надставки фахверковой колонны к стропильной ферме; *г* — надставка фахверковой колонны: *1* — колонна основного каркаса; *2* — колонна фахверка; *3* — стальная надставка колонны; *4* — стеновая панель; *5* — ферма; *6* — лист для крепления надставки; *7* — лист для крепления плит

но в зданиях, все конструкции которых выполняют из металла. Строительство таких зданий осуществляется в непрерывно увеличивающемся объеме в соответствии с Постановлением ЦК КПСС и СМ СССР 1972 г. «Об организации производства и комплектной поставки легких металлических конструкций промышленных зданий».

Такие конструкции наиболее широко применяют для бескрановых цехов многоотраслевого назначения с сеткой осей 18 × 12 и 24 × 12, высотой до низа стропильных конструкций 4,8 и 7,2 м.

Материалами для легких стен служат: профилированные листы из стали Вст 3КП, алюминиевого сплава марки АМг-2М (при агрессивной к стали среде помещений), легкие утеплители с объемной массой 30—60 кг/м³ — пенополистирол ПСБ-С, заливные композиции, минераловатные и стекловатные изделия.

В зданиях с такими стенами СНиП ограничивает максимальные расстояния от рабочих мест до эвакуационных выходов (для производств группы А—40 м, Б — Е — 50 м) и площадь между брандмауэрными стенами.

В зданиях, не оборудованных автоматизированными средствами пожаротушения, предусматриваются также противопожарные вертикальные и горизонтальные пояса на фасадах из несгораемых материалов: горизонтальные шириной не менее 0,3 м отделяют наружную стену от покрытия, вертикальные членят ее через каждые 1000 м² фасада (за вычетом проемов). Чтобы исключить интенсивное движение воздуха вдоль пустот в стене и распространение по ним огня и дыма, предусматривают через каждые 12 м заполнение пустот в профилированных листах несгораемыми материалами.

По конструкции и технологии выполнения различают легкие стены из панелей полной заводской готовности и стены поэлементного монтажа (полистовой сборки).

Конструкции панелей, в свою очередь, разделяются на каркасные стендового изготовления и бескаркасные (типа «сэндвич») непрерывного поточного изготовления. Каждый из этих конструктивно-технологических типов панелей имеет свои особенности: стендовая технология обеспечивает большее конструктивное разнообразие изделий и быструю перестройку на выпуск нового типа конструкций, но допускает изготовление только ограниченного количества типоразмеров изделий и отличается трудоемкостью.

Поточное изготовление позволяет организовать выпуск стеновой конструкции непрерывной лентой, нарезаемой на панели любой длины. При этом процесс изготовления поддается полной механизации всех операций — от разматывания металлических листов и вспенивания заливочных композиций утеплителя вплоть до автоматизированной резки панелей.

Стальные листы, идущие на обшивку стен, требуют предварительной антикоррозионной обработки. Для этого их оцинковывают (гальваническим или горячим способом), а затем фосфатируют или окрашивают специальными антикоррозионными составами из синтетических красок и лаков. Получает внедрение защита стали полимерными составами в заводских условиях с применением термообработки. Стальные листы с такими покрытиями называют металлопластами.

Каркасные панели состоят из каркаса в виде замкнутой рамки из стальных гнутых или прокатных профилей либо из деревянных брусков, обшивок из профилированных листов и утеплителя из пенопласта ФРП-1, полиуретана и т. п. Обшивки крепятся к каркасу панелей комбинированными заклепками, а сами панели к ригелям фахверка — болтами (рис. 19.25).

Панели типа «сэндвич» состоят из металлических обшивок и вспененного между ними полиуретана. Адгезия утеплителя к металлу обеспечивает монтажное единство конструкции без дополнительных соединитель-

ных элементов. Обычно такие стены имеют вертикальную разрезку на панели высотой до 7,2 м, шириной 1 м и крепление к расположенным через 3—6 м горизонтальным ригелям различными способами (за внутреннюю обшивку, болтами, специальными крепежными деталями, самонарезающими винтами и т. п.). Вертикальные стыки панелей выполняют либо по типу «паз и гребень», либо с помощью нащельников. Каждый из этих вариантов требует различной профилировки стыковых граней панелей (рис. 19.26). Крепление панелей к фахверку располагается в зоне их вертикальных стыков.

Стены полистовой сборки проектируют двух- или трехслойными. Двухслойная стена состоит из металлической наружной обшивки и расположенного изнутри эффективного утеплителя. Паронепроницаемость ограждения обеспечивается соответствующей внутренней облицовкой утеплителя. Для утепления двухслойных стен применяют минераловатные, пенополистирольные, перлитопластбетонные и тому подобные плиты, офактуренные с внутренней стороны полиэтиленовой пленкой, фольгоизолом или бумажно-слоистым пластиком. Швы между плитами заполняют упругими прокладками и закрывают пластмассовыми нащельниками. Трехслойные стены монтируют, начиная с установки внутренней обшивки, с заранее прикрепленным к ней на клею или штырях утеплителем, а затем на винтах устанавливают листы наружной обшивки со стыкованием внахлестку (рис. 19.27).

Толщина утепленных легких металлических стен составляет согласно номенклатуре 50, 60, 80, 100 и 120 мм. Основное применение они получают в зданиях с неагрессивными и и слабоагрессивными средами в условиях сухого или нормального влажностного режима. При эффективном утеплителе такие стены толщиной 80 мм обеспечивают необходимые теплотехнические качества даже в условиях Якутска. Однако теплотехнические качества стен могут быть обеспечены только при тщательном конструировании их стыков и крепежных элементов. Стыки панелей и листов тщательно герметизируют, для сквозных креплений элементов применяют болты с пластмассовой защитной головкой, а если это необходимо, из пластмассы выполняют и часть стержня болта.

Для легких утепленных стен применяют также панели с обшивками из асбестоцементных листов.

Конструкции утепленных наружных стен промышленных зданий чрезвычайно разнообразны, что определяет широкий диапазон технико-экономических показателей стен, разработанных для одинаковых климатических условий (табл. 19.2). Легкие неутепленные стены выполняют из алюминиевых или стальных листов — волнистых, ребристых или плоских либо из волнистых

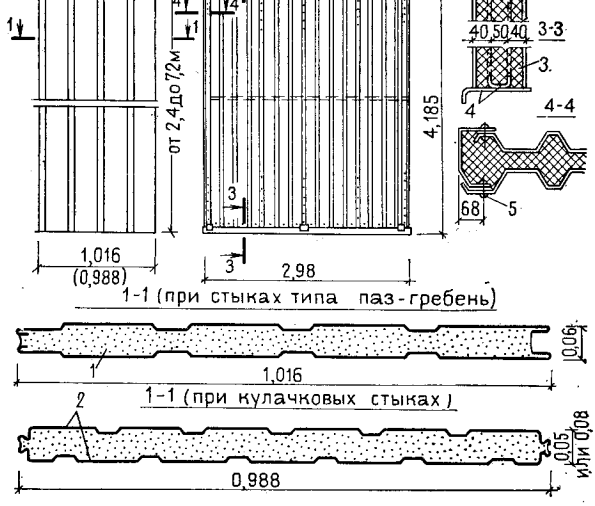


Рис. 19.25. Утепленные стеновые панели

а — типа «сэндвич»; *б* — каркасного типа; *1* — вспененный полиуретан; *2* — обшивки из стального или алюминиевого листа; *3* — ФРП-1; *4* — каркас панели из гнутых профилей; *5* — комбинированные заклепки

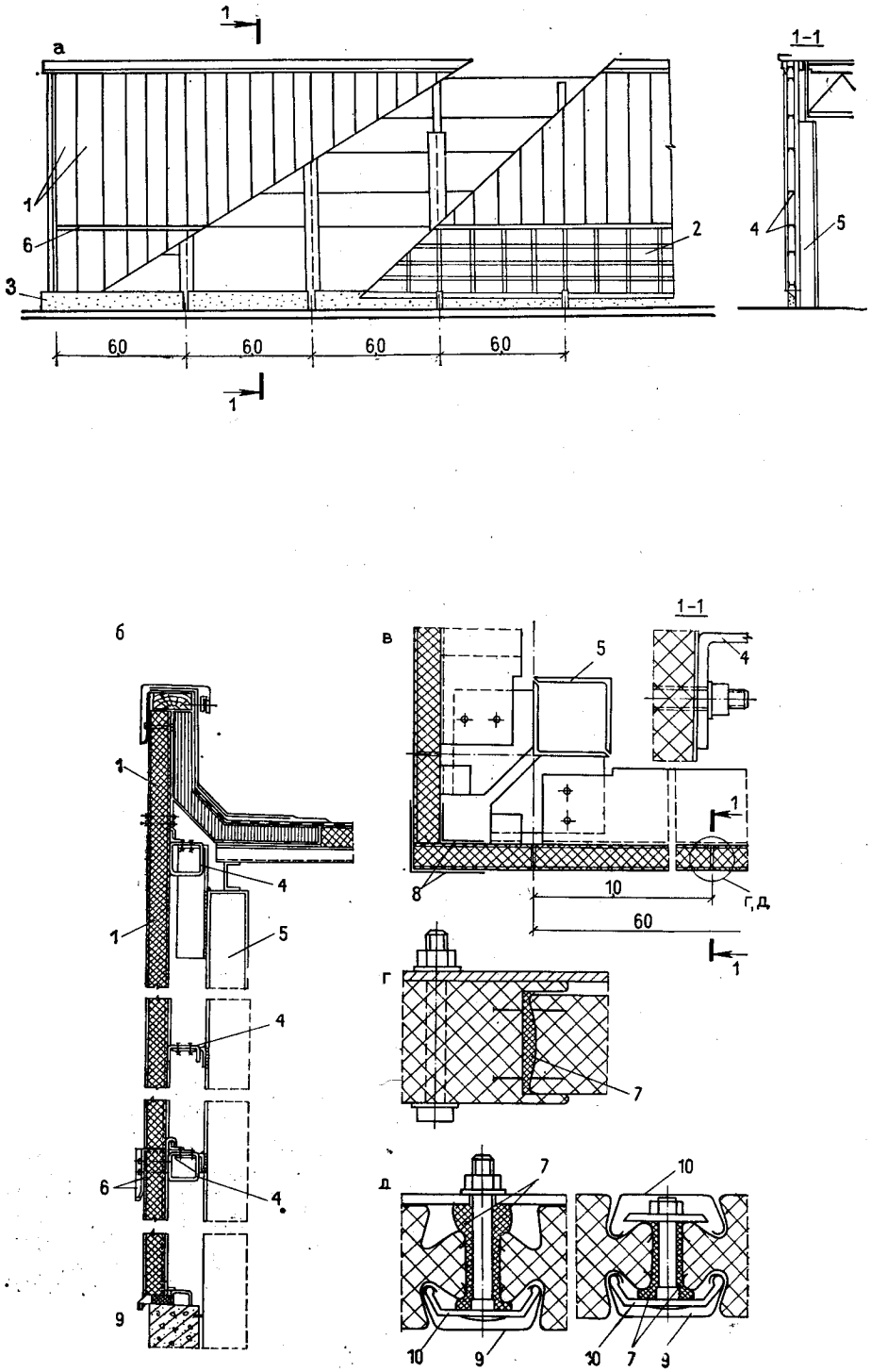


Рис. 19.26. Схема и детали стены из панелей типа «сэндвич»

а — фасад; б — разрез 1—1; *в* — угловой стык; *г* — вертикальный стык типа паз—гребень; *д* — то же, кулачкового типа; *1* — панель; *2* — оконное заполнение; *3* — цоколь; *4* — ригель; *5* — колонна; *6* — элементы обрамления горизонтального стыка; *7* — герметик; *8* — элементы обрамления угла; *9* — наощельник; *10* — фасонная шайба

ТАБЛИЦА 19.2. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ НАРУЖНЫХ СТЕН

Конструкция стены	Толщина стены, мм	Показатель на 1 м² стены					
		масса, кг	кирпич, шт.	сталь, кг	бетон, м	стоимость в деле, руб.	построечные трудозатраты, чел.-ч
Кирпичная ручной кладки	380	770	151	0,08	—	12,6	2,5
Керамзитобетонная панель	240	298	—	44	0,2	17,1	1,25
Трехслойная панель типа «сэндвич»	50	47,6	—	16,3	0,02	20,3	1,09
Полистовой сборки (трехслойная)	50	52	—	20,4	0,02	18,4	1,8

асбестоцементных листов усиленного профиля. Асбестоцементные листы крепят на деревянные ригели шагом 0,6 м от цоколя к карнизу с нахлесткой в горизонтальных стыках на 100 мм, в вертикальных — на длину волны. Крепят листы на крюках или шурупах по упругим шайбам. Легкие наружные стены выполняют также из тонких рулонированных алюминиевых или стальных листов толщиной 1 мм и шириной 1,2 м с креплением к фахверку из горизонтальных уголков болтами или заклепками после предварительного натяжения листов.

Ветровые нагрузки, усилия от натяжения лент и температурные усилия передают на вертикальные связи в крайних панелях фасада.

В зданиях с легкими наружными стенами цокольную часть выполняют из бетонных панелей или кирпича, этими же материалами обрамляют

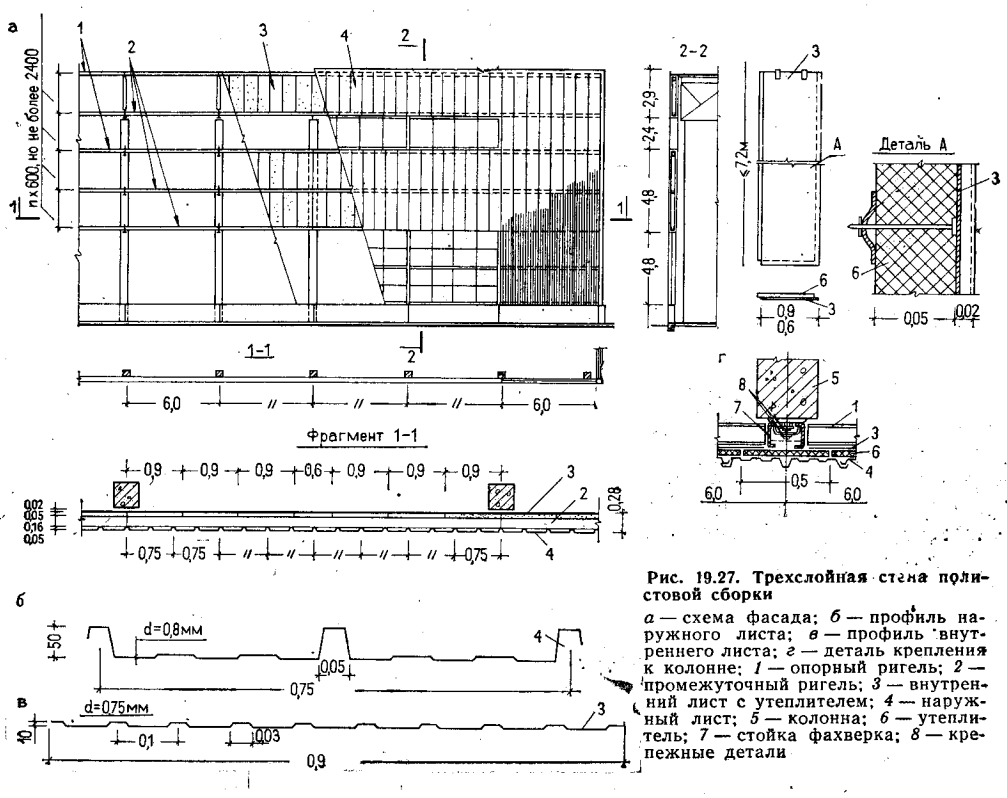


Рис. 19.27. Трехслойная стена полистовой сборки

а — схема фасада; *б* — профиль наружного листа; *в* — профиль внутреннего листа; *г* — деталь крепления к колонне; *1* — опорный ригель; *2* — промежуточный ригель; *3* — внутренний лист с утеплителем; *4* — наружный лист; *5* — колонна; *6* — утеплитель; *7* — стойка фахверка; *8* — крепежные детали

проемы ворот и въездов в здания. Для защиты легких стен от случайных повреждений высоту цоколя принимают не менее 1,8 м.

Конструкции заполнения проемов в наружных стенах. Проемы в наружных стенах промышленных зданий предусматриваются для установки светопрозрачных ограждений, дверей, ворот и воздухозаборных отверстий приточных вентиляционных камер.

Светопроемы. Светопроемы проектируют в виде отдельных окон или витражей. Размеры и размещение проемов определяют светотехническим расчетом, корректируют по требованиям архитектурной композиции и унификации: высота проемов назначается кратной 0,6 м, а ширина — 0,5 м. Светопропускающее заполнение проемов выполняют из листового стекла или стеклопакетов, профильного стекла (стеклопрофилита), стеклоблоков, светопрозрачных пластиков или стекложелезобетонных панелей.

Применяют два конструктивных типа заполнения проемов — переплетное и беспереплетное. В переплетном в качестве светопропускающего заполнителя используют стекло, в беспереплетном — остальные светопрозрачные материалы

В настоящее время наиболее распространена традиционная переплетная конструкция, но объем применения беспереплетной непрерывно растет благодаря ее экономическим и эксплуатационным преимуществам.

Остекление переплетов проектируют одинарным, смешанным (двойным — в рабочей зоне, одинарным — на высоте более 2,4 м от уровня пола) и двойным. В отдельных герметизированных предприятиях с кондиционированным режимом, а также на Крайнем Севере используют тройное остекление. Тип остекления принимается по табл. 19.3 в соответствии с особенностями режима помещения и климатическими условиями района строительства.

Остекление может быть глухим или створным. Открывание створок предусматривается наружу (обозначается в чертежах на открывающихся переплетах острым углом сплошными линиями) или внутрь (обозначается пунктиром). Открывание внутрь применяется в многоэтажных и в большинстве одноэтажных зданий.

Конструкции переплетов изготовляются из дерева, стали или алюминия.

Деревянные конструкции выполняются в виде отдельных оконных блоков для проемов шириной 1,5; 3; 4,5 м при высоте 1,2 или 1,8 м либо панелей той же высоты шириной 6 м. Для обеспечения взаимозаменяемости глухих и светопрозрачных участков наружных ограждений размеры оконных панелей унифицированы со стеновыми. Деревянные конструкции пере-

ТАБЛИЦА 19.3. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ОСТЕКЛЕНИЯ

Температурно-влажностный режим помещения	Расчетный температурный перепад, °С	Рекомендуемое остекление
Нормальный	<35	Одинарное при расстоянии рабочих мест от проемов более 2 м
»	35—50	Смешанное
»	>50	Двойное
Влажный	$\leqslant 30$	»
Кондиционированный	—	»
С избыточными тепловыделениями ($\geqslant 50\%$ от расчетных теплопотерь)	Не регламентируется	Одинарное
Холодный, здание не отапливается	То же	»

плетов рекомендуются к применению только для зданий с сухим и нормальным температурно-влажностным режимом.

Стальные конструкции переплетов применяются в непрерывно возрастающих масштабах благодаря их универсальности и долговечности. Сечения стальных обвязок переплетов тонки и экономичны, поэтому площадь непрозрачных элементов, а следовательно, и светопотери в таких конструкциях окон существенно меньше, чем при деревянных переплетах тех же габаритов. Капитальность и огнестойкость стальных переплетов позволяют применять их в зданиях с различным температурно-влажностным режимом.

Для окон применяют укрупненные стальные панели высотой до 3,6 м и длиной до 6 м с остеклением стеклопакетами или листовым стеклом. Конструкция панели выполняется из трубчатых или других специальных профилей. Стекло или стеклопакет крепятся в заводских условиях непосредственно к рамам или открывающимся створкам. Стекла устанавливают на уплотняющих резиновых прокладках. Это обеспечивает высокую заводскую готовность заполнения проемов и сохранность стекол.

Стальные оконные панели крепят к колоннам в отдельных точках на сварке с помощью накладок. При установке панелей друг на друга (в высоких проемах) их соединяют болтами. Высота проемов с заполнением из отдельных панелей может составить до 20 м. Вертикальная нагрузка от оконных панелей передается на нижележащую стеновую или цокольную панель через стальные подкладки под стойками оконной обвязки (рамы), горизонтальная — на ветровые ригели (рис. 19.28).

Получает распространение более совершенный вариант стальной конструкции заполнения оконных проемов из тонкостенных профилей двутаврового сечения с полыми полками (рис. 19.29). Конструкция применяется для отапливаемых зданий.

Алюминиевые конструкции переплетов представляют собой комплект прессованных профилей из алюминиевого сплава АДЗ1 с одинарным, двойным (спаренным и раздельным) и тройным остеклением. Каркасы переплетов образованы различными комбинациями коробчатых профилей с термовкладышами (рис. 19.30). Предусмотрены конструкции высотой 1,2; 1,8 и 2,4 м при ширине 1,5; 3; 4,5 и 6 м. Конструкции алюминиевых пере-

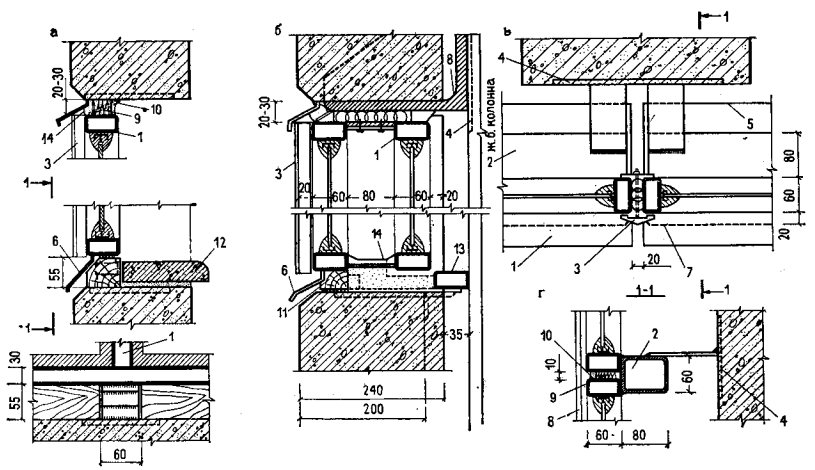


Рис. 19.28. Стальные оконные переплеты

а — вертикальное сечение по проему с заполнением одинарными переплетами; *б* — то же, с двойными; *в* — связь переплетов с колонной; *г* — с ветровым ригелем; *1* — обвязка переплета; *2* — ветровой ригель; *3* — нащельник; *4* — закладная деталь в колонне; *5* — внутренняя грань наружной стены; *6* — стальной слив; *7* — наружная грань стеновой панели; *8* — стальной столик колонны; *9* — упругая прокладка; *10* — герметизирующая мастика; *11* — деревянный антисептированный брус; *12* — железобетонный подоконник; *13* — стальной подоконник; *14* — цементный раствор

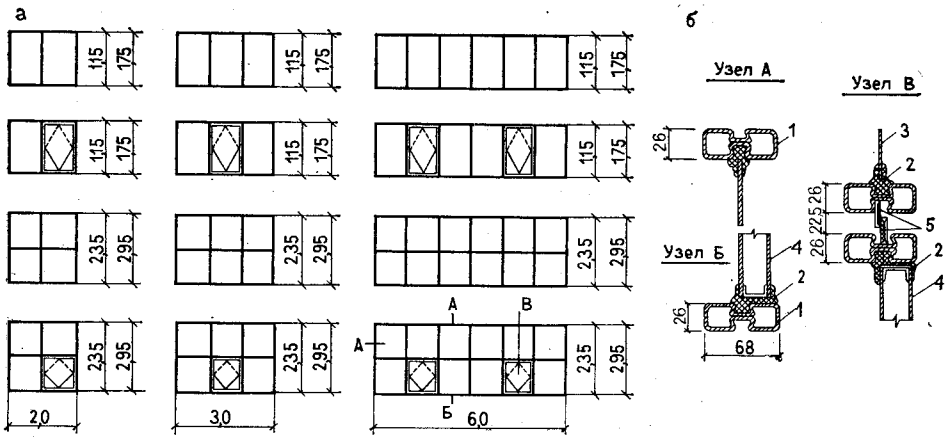


Рис. 19.29. Стальные переплеты и оконные панели из тонкостенных двутавровых профилей с полыми полками

а — типоразмеры; *б* — детали: *1* — рама; *2* — уплотнительная резиновая прокладка; *3* — стекло; *4* — стеклопакет; *5* — притвор с уплотнительными резиновыми прокладками

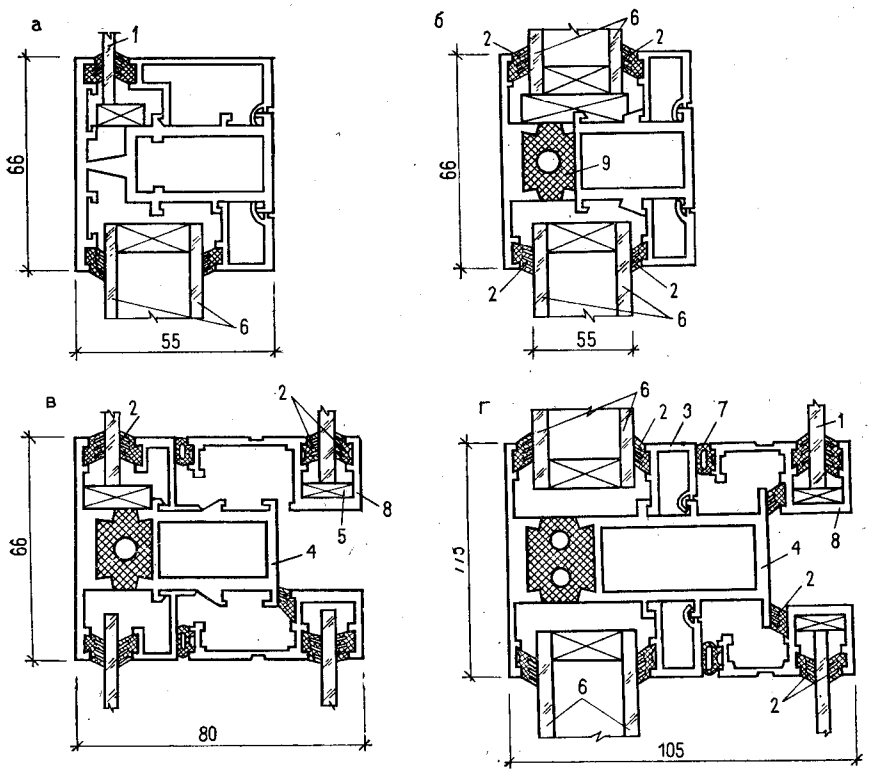


Рис. 19.30. Алюминиевые переплеты (сечения)

а — холодного переплета с одинарным и двойным (из стеклопакета) остеклением; *б* — утепленного с двойным остеклением стеклопакетами; *в* — с двойным раздельным остеклением; *г* — с тройным остеклением; *1* — стекло; *2* — уплотняющая прокладка; *3* — защелка; *4* — рама переплета; *5* — эластичная уплотняющая прокладка; *6* — стеклопакет; *7* — уплотнение притвора профильными резиновыми прокладками; *8* — рама фрамуги; *9* — термовкладыш

плетов отличаются высокой герметичностью соединений и притворов, в связи с чем их применяют, в первую очередь, в районах Крайнего Севера, а также в других климатических условиях в случаях, когда среда помещений содержит агрессивные по отношению к стали включения или же когда технология производства диктует повышенные требования к чистоте воздушной среды.

Бесперепетное заполнение проемов стеклоблоками при размерах проемов до 4 м^2 выполняется в виде простой кладки из стеклоблоков с армированием швов через каждые три ряда. Для бóльших проемов применяют стекложелезобетонные панели длиной 6 м. И в ручной кладке, и в панелях стеклоблоки устанавливают с предварительной эластичной обмазкой плоскостей примыкания к бетону или раствору, предотвращающей раздавливание блоков при температурно-влажностных деформациях конструкции.

Стеклоблоки обладают высокой светорассеивающей способностью, что обеспечивает повышение освещенности в глубине помещений в 1,5 раза по сравнению с двойным остеклением и устраняет радиационный перегрев помещений. К эксплуатационным достоинствам стеклоблочной конструкции относятся воздухонепроницаемость, огнестойкость, гигиеничность и звукоизоляция, к недостаткам — отсутствие видимости через проемы. Заполнение проемов стеклоблоками используется в климатических районах с сильными и продолжительными ветрами, в герметизированных помещениях, производственных зданиях пищевой промышленности, а также в отдельных конструкциях зданий — в брандмауэрных стенах, в ограждениях лестничных клеток и др.

Стеклянные прокатные профили швеллерного или коробчатого сечения (стеклопрофилит) шириной 250 и 300 мм применяют для заполнения больших по площади светопрозрачных плоскостей преимущественно в виде панелей в металлической обвязке из гнутых или штампованных стальных профилей. Предельная высота яруса с швеллерным стеклом — 8 м, с коробчатым — 6 м. Такие конструкции применяют в неотапливаемых и отапливаемых зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом. Ограждения из швеллерного профильного стекла эквивалентны в теплотехническом отношении глухому одинарному остеклению, коробчатого — двойному.

Аналогично стеклоблокам стеклопрофилит обладает высокой светорассеивающей способностью.

Стыки между элементами стеклопрофилита заполняют губчатой морозостойкой резиной или профилями из поливинилхлорида; открытые полости сечения элементов профильного стекла, примыкающие к металлической обвязке панели, закрывают резиновыми насадками или упругими прокладками (рис. 19.31). При необходимости (по условиям вентиляции) частичного открывания проемов в конструкциях из стеклоблоков и стеклопрофилита предусматривают створные фрагменты с заполнением листовым стеклом.

По расходу стали и стоимости бесперепетные конструкции экономичней традиционных со стеклом в стальных переплетах на 30 — 40%.

В зданиях с легкими фахверковыми стенами светопроемы иногда заполняют панелями из плоских или волокнистых листов стеклопластика в алюминиевом каркасе. Возможно бесперепетное и бескаркасное заполнение светопроемов отдельными листами стеклопластика. Если их профиль совпадает с профилем металлических или асбестоцементных листов облицовки глухой поверхности стен, применяется однотипная конструкция стыкования листов.

В случае использования проема в качестве воздухозаборного отверстия приточной вентиляционной камеры устанавливают оконные переплеты со стандартными жалюзийными решетками.

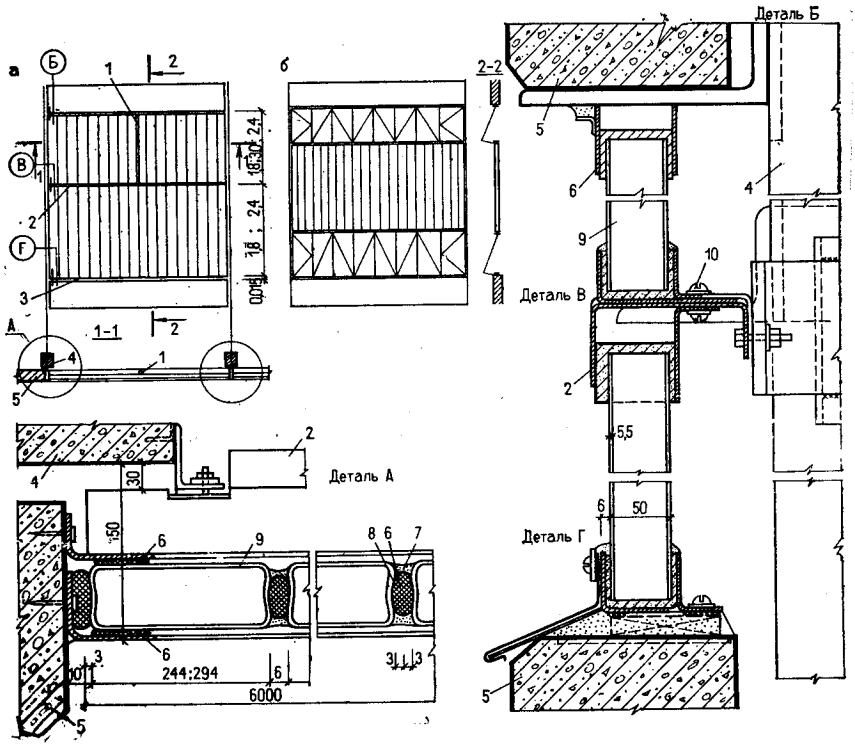


Рис. 19.31. Заполнение проемов стеклопрофилитом
а — глухое; *б* — створное; *1* — тяж; *2* — ригель; *3* — обрамляющий элемент; *4* — колонна; *5* — панель наружной стены; *6* — морозостойкая резина; *7* — гидроизоляционная мастика; *8* — клей; *9* — профильное стекло коробчатого типа; *10* — винт

Двери и ворота. Ворота служат для пропуска в производственное здание средств напольного транспорта. Типовые размеры проема ворот для безрельсового транспорта 3×3; 4×3; 4×4,2 м, для пропуска железнодорожного транспорта 4,7×5,4 м. Наиболее широко распространены ворота распашной и раздвижной (откатной) конструкции. Полотно таких ворот представляет собой стальной каркас с обшивками из досок или тонкой листовой стали и эффективным утеплителем между обшивками. Применяются также подъемные, складные и шторные конструкции ворот.

Проем для ворот обрамляется стальной или железобетонной рамой, а в примыкающих ограждениях в зависимости от конструкции ворот предусматривают следующие устройства: вертикальные карманы в стенах для размещения секций откатных ворот, горизонтальную пазуху над проемом для подвески шторных ворот и т. п.

Двери промышленных зданий состоят из коробки и полотна. Крепление коробки аналогично применяемому в гражданских зданиях. В зависимости от назначения двери проектируют деревянными, стальными (в стальных коробках из прокатных уголков) или стеклянными в алюминиевой обвязке и в алюминиевых коробках.

§ 4. ПОКРЫТИЯ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

Покрытие включает в себя глухую часть ограждения, конструкции фонарей и элементы организации водоотвода — парапеты, карнизы, ендовы, лотки, водоприемные воронки и пр. Покрытия составляют 20—25% стоимости одноэтажных зданий, т. е. столько, сколько все несущие конструкции

(колонны, связи, фермы и пр.). В многоэтажных зданиях покрытия составляют 6—8% общей стоимости конструкций здания. Конструкции покрытий подвергаются всему обширному комплексу воздействий, подробно рассмотренных в гл. 12, но в дополнение к ним в соответствии с технологическим режимом предприятия могут подвергаться избыточному давлению или удару взрывной волны изнутри, тепловому удару, химической агрессии внутренней среды, а также температурно-влажностным воздействиям повышенной интенсивности.

Покрытия проектируют утепленными (для отапливаемых зданий) или неутепленными (для неотапливаемых и теплоизбыточных зданий). Неутепленные конструкции должны удовлетворять требованиям прочности, долговечности и гидроизоляции, утепленные, кроме того,— требованиям тепло- и пароизоляции. Любая из применяемых конструкций покрытия должна удовлетворять требованиям экономики и индустриальности.

Утепленные покрытия проектируют, как правило, совмещенными — невентилируемыми или вентилируемыми (рис. 19.32).

В большинстве случаев (80% объема строительства) несущие функции в совмещенном покрытии выполняют железобетонные панели или настилы пролетом 6, 12, 18 м, опертые на стропильные конструкции, рассмотренные в § 1 настоящей главы. Такую конструкцию покрытия называют беспрогонной. Наряду с ней внедряются легкие конструкции из профилированного стального настила (до 15%) или асбестоцемента (3%). Легкие конструкции обычно проектируют прогонными с опиранием кровельных листов на стальные прогоны между стропильными фермами.

Конструкция покрытия по железобетонным панелям содержит пароизоляционный слой из рубероида или мастики, утепляющий слой, основание под гидроизоляцию и гидроизоляционный слой. Для утепляющего слоя используются разнообразные материалы от легких бетонов до пенопластов с объемной массой от 600 до 30 кг/м^3. Пароизоляционный и утепляющий слои не устраиваются при применении однослойных панелей покрытия из ячеистых или легких бетонов. Основание под гидроизоляцию выполняют в виде монолитной стяжки из асфальта или цементного раствора. Гидроизоляционный слой состоит из многослойного рулонного ковра или из безосновных мастик. Долговечность гидроизоляционного ковра повышают присыпкой 10—20 мм гравия светлых тонов, втопленного в мастику. Конструкция покрытия выполняется послойно при возведении здания или монтируется из комплексных панелей заводского изготовления. Последний вариант позволяет уменьшить суммарные затраты труда на 12%, расход материалов на 6—8% и гарантирует стабильность эксплуатационных качеств покрытия. Масса конструкции утепленного покрытия по железобетонным панелям составляет 200 —290 кг/м^2.

Радикальное уменьшение массы покрытия обеспечивает применение конструкций из асбестоцементных или стальных профилированных листов.

Индустриальным вариантом применения асбестоцемента в утепленных покрытиях является панельная конструкция. Асбестоцементные панели покрытия имеют номинальные размеры до 6×1,5×0,3 м и трехслойную конструкцию с обшивками из плоских асбестоцементных листов, продольным каркасом из асбестоцементных швеллерных профилей или деревянных брусков, поперечными диафрагмами из плоских листов и утеплителем из минерального войлока или плит. В подкровельной зоне панели предусматривают зазор, который используется для вентиляции покрытия. Панели устанавливают по прогонам или непосредственно на стропильные фермы. По панелям на постройке наклеивается гидроизоляционный ковер. Масса такой конструкции не превышает 65 кг/м^2.

Конструкция покрытия с применением профилированного стального настила выполняется из стальных листов шириной 1250 мм, толщиной

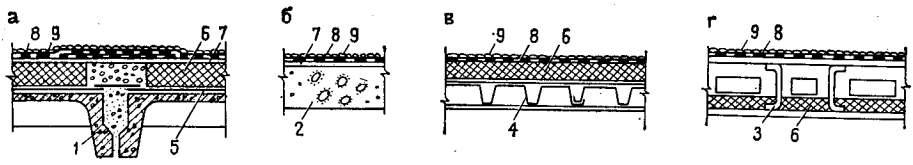


Рис. 19.32. Конструктивные типы утепленных покрытий

а — по железобетонным панелям; *б* — по панелям из легкого и ячеистого бетона; *в* — по профилированному стальному настилу; *г* — из асбестоцементных панелей; *1* — железобетонная панель; *2* — панель из легкого или ячеистого бетона; *3* — асбестоцементная панель; *4* — профилированный стальной настил; *5* — пароизоляция; *6* — теплоизоляция; *7* — стяжка; *8* — гидроизоляция; *9* — гравий

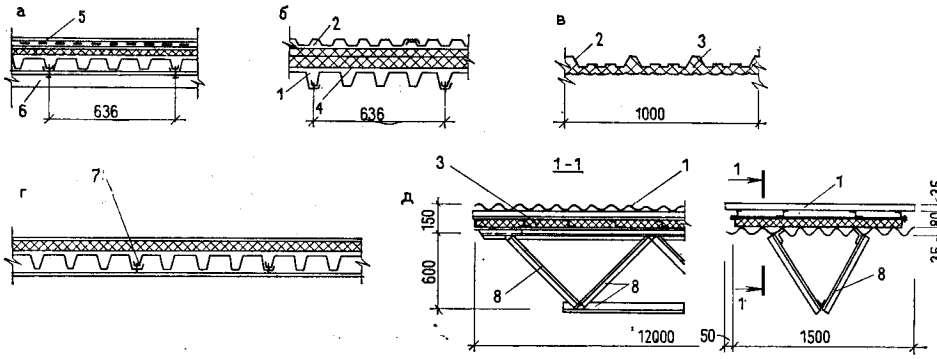


Рис. 19.33. Утепленные покрытия по профилированному стальному настилу

а — панели с одинарной металлической обшивкой; *б* — то же, с двойной обшивкой; *в* — трехслойные панели типа «сэндвич»; *г* — двухслойные панели; *д* — панели шпренгельной конструкции; *1* — профилированный стальной настил; *2* — алюминиевый настил; *3* — утеплитель; *4* — пароизоляция; *5* — рулонный ковер; *6* — монтажно-транспортный жесткостной элемент; *7* — комбинированные заклепки; *8* — алюминиевый уголок

0,8—1 мм с высотой профиля 60—80 мм и горячей оцинковкой толщиной 20—25 мк. Стальной настил опирается на прогоны, к которым крепится самонарезными винтами, либо непосредственно на фермы (при шаге ферм до 4 м). Между собой листы стыкуют внахлестку и соединяют комбинированными заклепками. По настилу укладывают все остальные слои покрытия. При утеплении пенополистиролом масса такой конструкции (без учета прогонов) не превышает 40 кг/м².

В строительстве применяют следующие индустриальные конструктивные варианты утепленного покрытия по профилированному настилу (рис. 19.33):

1) панели пролетом 6 или 12 м с несущей основой из стальных профилированных или алюминиевых складчатых настилов, соединенных комбинированными заклепками. Панели имеют нанесенный в заводских условиях пароизоляционный слой, жесткий плитный утеплитель и кровельный ковер из двух слоев рубероида. Монтажно-транспортную жесткость панели обеспечивают дополнительные стальные элементы. При стыковании панелей устанавливаются термоизоляционные вкладыши, паро- и теплоизоляционные слои соединяются внахлестку и склеиваются горячей битумной мастикой;

2) панели, аналогичные описанным, но с заменой кровли из рулонного ковра обшивкой из волнистых алюминиевых листов. Применяются преимущественно в суровых климатических условиях;

3) панели типа «сэндвич» трехслойной или двухслойной (монопанель) конструкции с утеплителем, приформованным в полости рифления листов и повышающим жесткость конструкции за счет совместной статической работы слоев. Трехслойная панель имеет наружную обшивку из листа с вы-

ТАБЛИЦА 19.4. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ УТЕПЛЕННЫХ ПОКРЫТИЙ (НА 1 М²)

Конструкция покрытия	Расход стали, кг	Стоимость, руб.	Суммарные трудозатраты, чел.-ч	Масса, %
Железобетонные панели с керамзитобетонным утеплением	44,5	12,73	2,35	100
Стальной профилированный настил (конструкция полистовой сборки)	50	11,85	1,89	23
Трехслойная стальная панель	50,7	13,6	1,92	23,5

соким профилем и внутреннюю из мелкорифленого листа. В монопанели роль верхней обшивки выполняет приформованный слой гидроизоляционного материала;

4) панели шпренгельной конструкции пролетом до 12 м и шириной 3 м состоят из двух волнистых алюминиевых листов с взаимно перпендикулярным направлением волн, утеплителем между ними и шпренгелем, обеспечивающим жесткость панели. Шпренгель выполняют в виде пространственной трехгранной фермочки или двух параллельных вертикальных прутковых шпренгелей, раскрепленных уголками.

Технико-экономические показатели рассмотренных конструкций утепленных покрытий даны в табл. 19.4.

Эффективные утеплители, применяемые для легких покрытий, являются сгораемыми или трудносгораемыми материалами. Чтобы предотвратить или уменьшить опасность возникновения и распространения пожара, принимают следующие конструктивные меры: защитное покрытие рулонного гидроизоляционного ковра гравием толщиной 20 мм, заполнение несгораемым материалом пустот ребер настила на ширину 250 мм у мест его примыкания к фонарям, деформационным швам, конькам и т. п.; устройство на кровле преград, препятствующих распространению огня. Преграды представляют собой пояса шириной не менее 0,5 м из несгораемого утеплителя и пламягасящие полосы шириной 6 м (по 3 м в каждую сторону от оси пояса), покрытые асбестоцементными плоскими листами толщиной 10 мм или другими несгораемыми материалами. При этом в покрытиях с плитным утеплителем пустоты в ребрах настила в пределах пламягасящей полосы должны быть заполнены несгораемым материалом. Возможно применение для пламягасящих полос панелей покрытия из легкого или ячеистого бетона.

Неутепленные покрытия выполняют из железобетонных панелей с рулонной или мастичной гидроизоляцией либо из волнистых асбестоцементных листов усиленного профиля. В последнем случае асбестоцементные листы совмещают несущие и гидроизолирующие функции. Благодаря этому асбестоцементное покрытие дешевле железобетонного в 1,5—2 раза, а его масса меньше в 5—6 раз. В то же время такое покрытие уступает железобетонному в долговечности и универсальности. Асбестоцементные крыши начинают разрушаться через 7—10 лет эксплуатации и применимы только при наружном водоотводе с покрытий. Асбестоцементные листы укладывают по многопролетным стальным прогонам, расположенным с шагом 1,25—1,5 м. Листы стыкуют внахлестку на длину волны по поперечным и на 150—300 мм по продольным стыкам. Основным недостатком асбестоцементных листов является их подверженность трещинообразованию вследствие деформаций усадки и коробления при одностороннем многократном увлажнении-высушивании под воздействием атмосферных осадков. Для уменьшения деформаций кровли предусматривают:

гидрофобизацию наружной стороны листов эмульсией из кремнийорганических соединений;

податливое крепление листов к прогонам стальными крюками и скобами;

диаметр отверстий в листах назначают на 2—3 мм больше диаметра крепежного элемента;

установку мягких прокладок под оцинкованные стальные шайбы, перекрывающие отверстия в листах в местах креплений (рис. 19.34).

Все места примыканий кровли к стенам и транзитным инженерным коммуникациям (шахты вентблоки и др.) защищают фартуками из оцинкованной стали. На асбестоцементных кровлях устраивают дощатые ходовые настилы шириной 400 мм вдоль конька, по скату кровли у торцовых стен и деформационных швов.

Светопрозрачные и аэрационные элементы в покрытиях представляют собой фонарные надстройки на покрытии или светопрозрачные панели, располагаемые в его плоскости.

Эти элементы предназначаются для освещения или аэрации производственного помещения либо совмещают эти функции. Световые фонари — прямоугольные, трапециевидные, шедовые и зенитные — должны по возможности использоваться и как аэрационные с обеспечением регулируемого открывания. Для обеспечения незадуваемости прямоугольных светоаэрационных фонарей используются устанавливаемые на покрытии ветрозащитные панели (щиты) из асбестоцементных или стальных листов.

Аэрационные фонари отличаются повышенной эффективностью и устойчивостью работы на вытяжку при любом направлении и интенсивности ветра. Их устанавливают в зданиях с большими тепловыделениями («горячие» цехи) и держат постоянно открытыми (полностью или частично). Наибольшее распространение получили аэрационные фонари КТИС, ПСК-2, Гипромеза и фонарь Батурина. Из них только последний является светоаэрационным, остальные имеют несветопрозрачные ограждения и работают только на аэрацию (рис. 19.35).

Светопрозрачные устройства в покрытии размещают различно. Прямоугольные, трапециевидные и треугольные фонари, имеющие длину до 84 м, располагают по продольной оси пролета. При большой протяженности цеха предусматривают через каждые 84 м разрывы в фонарной надстройке, равные шагу стропильных конструкций. На такое же расстояние фонари не доводят до торцовых стен здания. При покрытиях пространственной формы, а также в покрытиях из стального настила прибегают преимущественно к устройству зенитных фонарей, светопрозрачных панелей и покрытий. В зависимости от технологических требований к интенсивности и равномерности освещения светопрозрачные элементы располагают равномерно по всей поверхности покрытия либо концентрируют в определенных зонах (вдоль или поперек пролета).

Продольные фонари состоят из несущих и ограждающих элементов. Несущим является стальной каркас фонаря, ограждающими — покрытия, стены и светопрозрачные элементы. Каркас образуют поперечные рамы и продольные связевые элементы. Ширина рам унифицирована: 6 м при пролете стропильной конструкции 12 и 18 м; 12 м при пролетах 24, 30 и 36 м. Поперечные рамы состоят из стоек, верхнего пояса и раскосов. Стойки устанавливают на монтажных болтах по верхнему поясу стропильной конструкции и затем крепят к нему сваркой. Устойчивость рам фонаря обеспечивают стальные продольные распорки между узлами рам и вертикальные и горизонтальные связи, устанавливаемые в крайних панелях каркаса фонаря. Вдоль стыка поверхности покрытия со светопрозрачной поверхностью фонаря размещается бортовой элемент фонаря в виде бетонной плиты или стального листа. Продольную карнизную часть

фонаря образует утепленная асбестоцементная панель или карнизная доска. Торцовые стены фонаря при утепленных покрытиях выполняют из слоистых асбестоцементных панелей, при неутепленных — из волнистых асбестоцементных листов. Покрытия фонарей той же конструкции, что и покрытие всего здания. Водоотвод с фонаря наружный при его ширине до 12 м и внутренний при ширине более 12 м.

Фонарные переплеты стальной конструкции с одинарным остеклением проектируют верхнеподвесными с креплением к горизонтальным продоль-

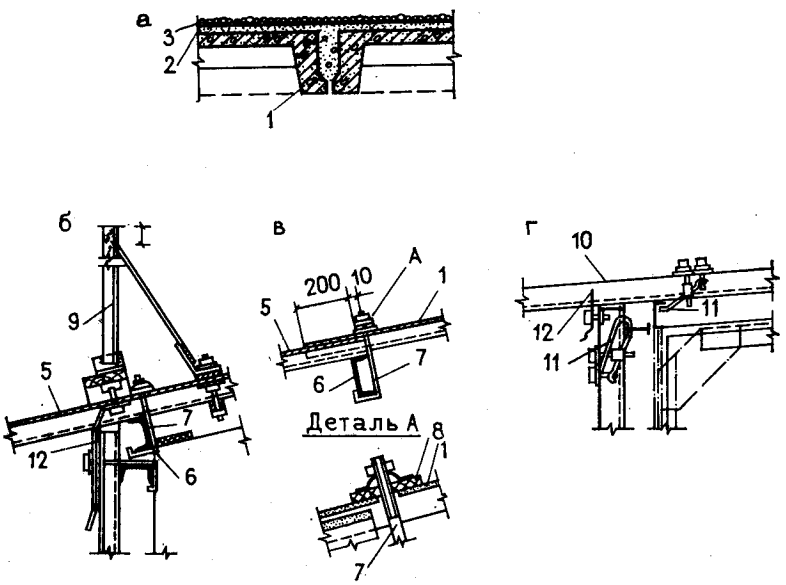


Рис. 19.34. Неутепленные покрытия

а — беспрогонные из железобетонных панелей; *б—г* — прогонные: *б* — карнизный узел покрытия из волнистых асбестоцементных листов усиленного профиля; *в* — то же, рядовой узел; *г* — карнизный узел покрытия из волнистых алюминиевых листов; *1* — железобетонная ребристая панель; *2* — стяжка из цементного раствора; *3* — рулонный ковер; *4* — слой гравия, втопленного в кровельную мастику; *5* — асбестоцементный лист; *6* — прогон; *7* — крюк; *8* — шайба из мягкого материала; *9* — ограждение; *10* — волнистый алюминиевый лист; *11* — крепежный элемент; *12* — фасонный лист

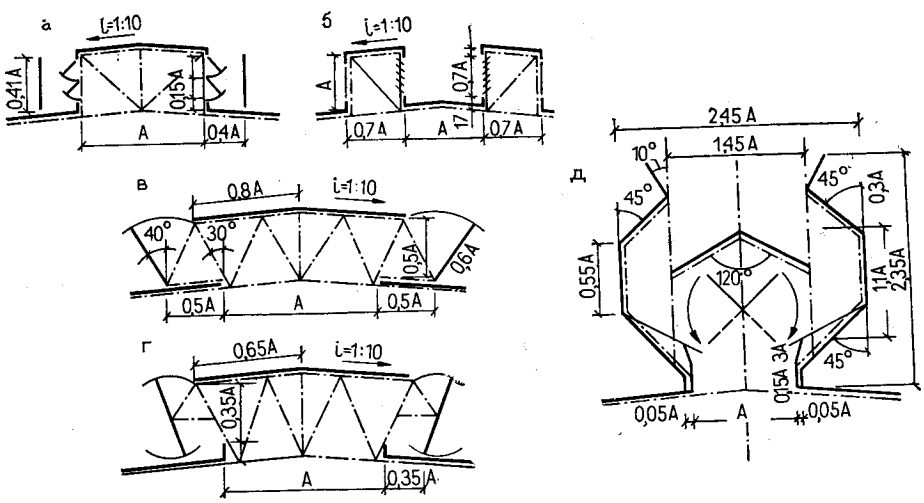


Рис. 19.35. Схемы светоаэрационных и аэрационных фонарей

а — световой фонарь с ветрозащитными панелями; *б* — фонарь Батурина; *в* — фонарь КТИС; *г* — фонарь ПСК-2; *д* — фонарь Гипромеза

ным прогонам из прокатных или гнутых профилей (рис. 19.36). Створки переплетов объединяют на болтах в единую остекленную ленту, что упрощает их открывание тяговым рычажным прибором с электродвигателем.

Прямоугольные фонари являются наиболее распространенным устройством верхнего света, но им присущи эксплуатационные и экономические недостатки. Они обеспечивают сравнительно малую интенсивность освещения. Расположение и конфигурация таких фонарей способствуют образованию снеговых мешков на межфонарных участках покрытия, что снижает на 60—70% светоактивность и требует усиления несущих конструкций. Неисправности переплетов и остекления, несовершенство механизмов закрывания приводят к излишним теплопотерям в зимнее время. Другие решения светопрозрачных устройств верхнего света либо лишены этих недостатков, либо имеют их в меньшей степени. Поэтому применение систем зенитных фонарей, светопрозрачных панелей и покрытий будет непрерывно возрастать.

Зенитные фонари обладают в 2—2,5 раза большей светоактивностью и при двух-, трехслойных светопропускающих элементах — более высокой теплозащитной способностью. Наибольшее распространение получили зенитные фонари с двумя слоями светопрозрачного материала. Их сопротивление теплопередаче составляет 0,42—0,44 м²·ч·°С/ккал, а общий коэффициент светопропускания с учетом загрязнения — 0,58 (при органическом стекле) и 0,49 (при стеклопакетах). Зенитные точечные фонари имеют унифицированные размеры в плане 1,2×1,5 м, панельные — 1,5×6 м. Конструкции зенитных фонарей состоят из двух основных элементов — опорного стакана и светопрозрачного заполнения (рис. 19.37). Опорный стакан представляет собой стальную или бетонную раму, устанавливаемую по контуру проема в покрытии и жестко с ним связанную. Внутренние опорные грани стакана гладкие со светоотражающей покраской или облицовкой. Светопрозрачное заполнение зенитных фонарей выполняют из органического стекла, имеющего форму куполов или оболочек; из силикатного стекла в виде листов или стеклопакетов и др. Основной эксплуатационный недостаток зенитных фонарей — попадание прямых солнечных лучей в помещение, вызывающее радиацию и блесткость. Его уменьшению или устранению способствует применение светопрозрачных материалов, не пропускающих прямых лучей, светорассеивающих материалов, дополнительных светорассеивающих или солнцезащитных элементов.

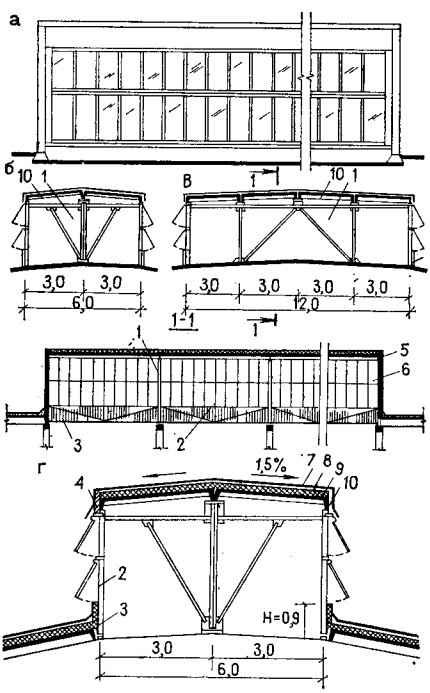


Рис. 19.36. Прямоугольный светоаэрационный фонарь

а — фасад; *б, в* — поперечные фонарные фермы для покрытий пролетом 12 и 18 м (*б*) и для пролетов 24, 30 и 36 м (*в*), *г* — поперечный разрез фонаря шириной 6 м; *1* — фонарная рама; *2* — фонарная панель; *3* — бортовой элемент из стального листа; с утеплителем; *4* — карнизная асбестоцементная плита; *5* — торцевая стенка из асбестоцементного листа; *6* — стекло; *7* — рулонный ковер по цементной стяжке; *8* — утеплитель; *9* — пароизоляция; *10* — железобетонная плита покрытия

Светопрозрачные панели состоят из стеклопакетов в стальной обвязке или из стеклоблоков в железобетонной раме. Первые устанав-

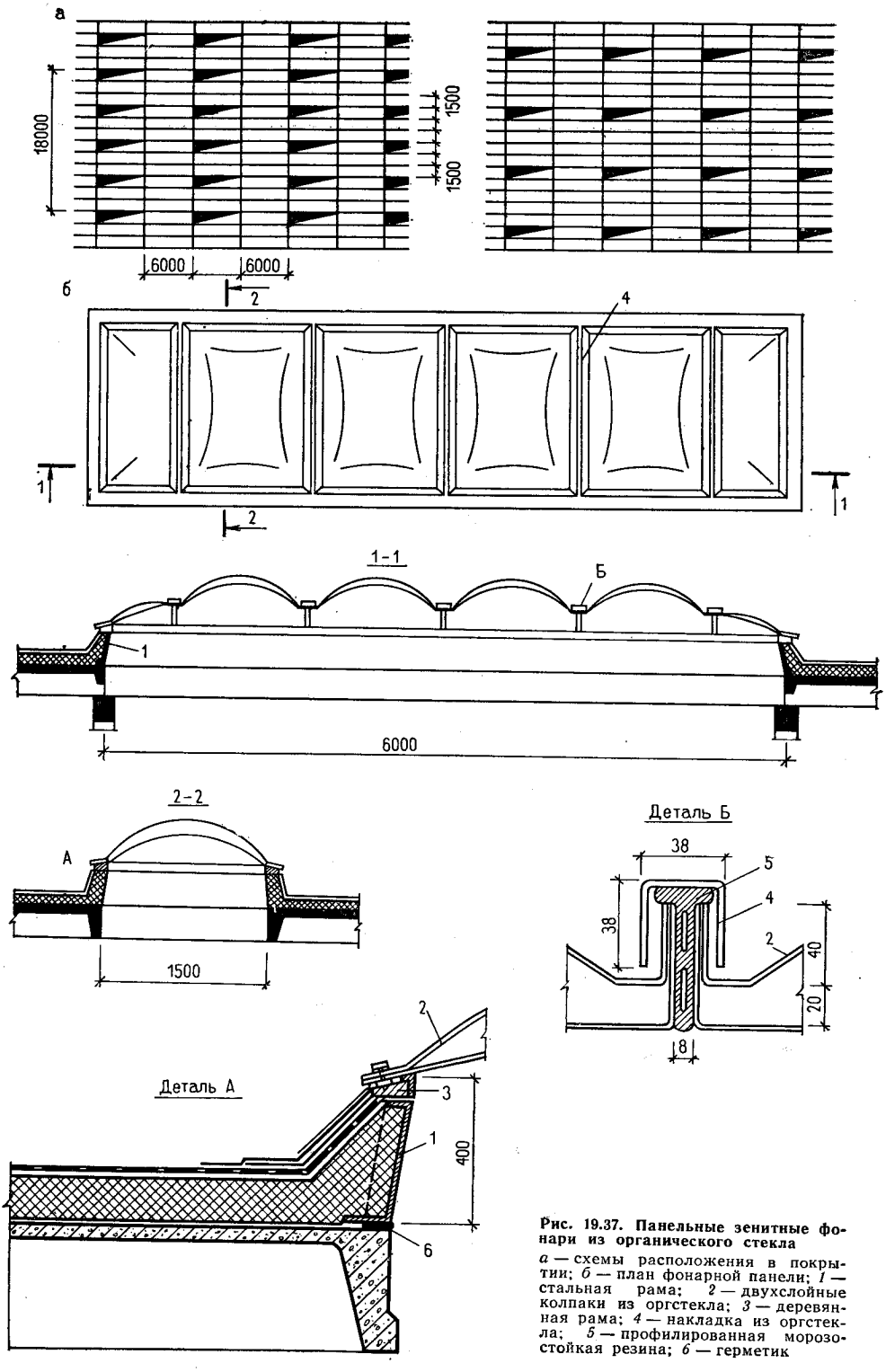


Рис. 19.37. Панельные зенитные фонари из органического стекла

а — схемы расположения в покрытии; *б* — план фонарной панели; *1* — стальная рама; *2* — двухслойные колпаки из оргстекла; *3* — деревянная рама; *4* — накладка из оргстекла; *5* — профилированная морозостойкая резина; *6* — герметик

ливают с уклоном не менее 1,5% на бортовой элемент высотой 400—450 мм, вторые — с уклоном не менее 12% заподлицо с панелями покрытия либо выше них на 50—80 мм.

Получают внедрение панели из светопрозрачного пластика, а также светопрозрачные покрытия. Холодные светопрозрачные покрытия из волнистых листов стеклопластика укладывают и крепят аналогично волнистым асбестоцементным листам.

Использование зенитных фонарей и светопрозрачных панелей для аэрации обеспечивается путем установки жалюзийных решеток в отверстиях бортовых элементов или открывания всего светопрозрачного элемента.

Кровли и водоотвод с покрытия. В промышленных зданиях предусматривают наружный или внутренний водоотвод. Конструктивно обусловлено применение наружного водоотвода при устройстве кровель из волнистых асбестоцементных или стальных листов, так как эти материалы не позволяют надежно решить наиболее ответственные конструктивные узлы в покрытиях с внутренним водоотводом (примыкания к парапетам и др.). Технологическая необходимость наружного водоотвода возникает в теплоизбыточных и в неотапливаемых холодных помещениях. В зданиях, постоянно или периодически неотапливаемых, использование внутреннего водоотвода неприемлемо из-за опасности замерзания воды в водосточных трубах и их разрушения.

Применение наружного водоотвода вызывает ряд объемно-планировочных ограничений в решении здания. Ширина их ограничивается в связи с тем, что протяженность ската по условиям стока ливневых и талых вод не должна превышать 36 м для отапливаемых и 50 м для неотапливаемых зданий. Покрытие здания должно быть одно- или двухскатным, так как при многоскатном покрытии многопролетного здания наружный водоотвод конструктивно невыполним. Ограничивается возможность применения наружного водоотвода со сбросом воды на нижерасположенные крыши смежных пониженных пролетов. При таком водосбросе разрушается их покрытие.

При покрытиях с внутренним водоотводом ограничения к размерам, числу пролетов и их соотношениям по высоте не предъявляются. В многопролетных зданиях с внутренним водоотводом в целях унификации предусматривается внутренний отвод воды также и с крайних скатов покрытия. Для покрытий с внутренним водоотводом наиболее целесообразны малоуклонные (с уклоном 1,5—2,5%) кровли.

Гидроизоляция малоуклонных покрытий с внутренним водоотводом обеспечивается применением рулонных материалов или мастик. Рулонные материалы наклеивают по основанию под кровлю — стяжке из цементного раствора или асфальтобетона. Последний применяют, главным образом, при устройстве кровли в осенне-зимний период. Толщина стяжки должна быть минимальной и в зависимости от вида теплоизоляционного материала принимается от 10—15 до 30 мм. В стяжках предусматривают температурно-усадочные швы шириной 5 мм. Они рассекают стяжку из цементного раствора на участки не более 6×6 м, из асфальтобетона — не более 4 × 4 м. Перед наклейкой основного гидроизоляционного ковра швы в стяжке перекрывают полосами рулонной гидроизоляции шириной 150 мм с односторонней точечной приклейкой. В легких покрытиях по стальному профилированному настилу с утеплением из пенопласта или других эффективных материалов гидроизоляционный ковер наклеивают непосредственно на утеплитель без устройства стяжки.

Гидроизоляционный ковер устраивают из биостойких рулонных материалов — рубероида с антисептированной основой, гидроизола, изола, битуминизированной стеклоткани. Битумные рулонные материалы

послойно наклеивают на горячей битумной мастике по основанию с взаимным перекрытием стыков полотнищ. На малоскатных кровлях рулонный ковер наклеивают в четыре слоя, на кровлях с уклоном 2,5—10% — в три слоя. В местах примыканий к стенам, вентиляционным шахтам, воронкам внутренних водостоков, фонарям (рис. 19.37) и т. д. гидроизоляционный ковер усиливают двумя-тремя дополнительными слоями рулонных материалов. Переход ковра на вертикальную поверхность осуществляется по наклонным бортикам или стяжке высотой не менее 100 мм (рис. 19.38).

Безосновную гидроизоляцию кровель устраивают из синтетических мастик или эмульсий с армированием стекломатериалами. Преимуществом стекломатериалов (стеклосеток, холстов, рубленого стекложгута) является их биостойкость и отсутствие набухания при увлажнении. Благодаря этим свойствам они значительно долговечней картонной основы рулонных материалов. В качестве гидроизоляционного состава в безосновных кровлях хорошо зарекомендовала себя в эксплуатации битумно-латексовая эмульсия. Затраты труда по устройству и стоимость таких кровель по сравнению с рулонными ниже соответственно в 2—3 раза и на 30%.

Воронки внутренних водостоков размещают в пониженных участках (ендовах) покрытия, а при плоских покрытиях регулярно вдоль каждого ряда колонн (рис. 19.39).

Количество воронок определяется по нормативной площади водосброса на 1 воронку в м². Площадь водосброса зависит от типа кровли (скатной, плоской) и климатических условий, в первую очередь от интенсивности в (л/га) дождей длительностью свыше 20 мин. В зависимости от этой величины максимальные размеры площадей водосброса на одну воронку при скатных кровлях колеблются от 600 до 1200 м², при плоских — от 900 до 1800 м². Расстояние между воронками в скатных крышах не должно превышать 48 м, в малоуклонных — 60 м. Воронки на покрытии размещаются с единой стандартной привязкой к продольным разбивочным осям в 450 мм и к поперечным в 500 мм. Это обеспечивает однотипное расположение отверстий для водосточных стояков в плитах покрытий.

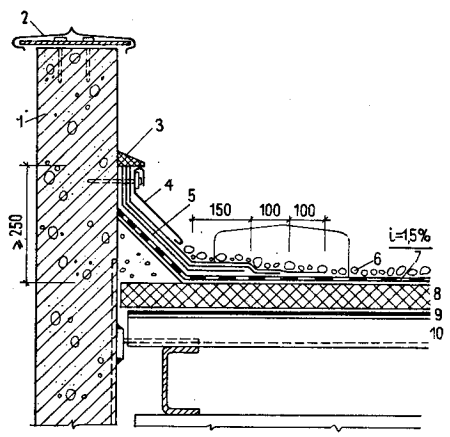


Рис. 19.38. Деталь парапета утепленного покрытия по стальному профилированному настилу

1 — парапет; *2* — оцинкованная сталь; *3* — бортовой камень; *4* — металлический фартук; *5* — дополнительные слои рулонной гидроизоляции; *6* — гравий; *7* — основной рулонный ковер; *8* — утеплитель; *9* — пароизоляция; *10* — стальной настил

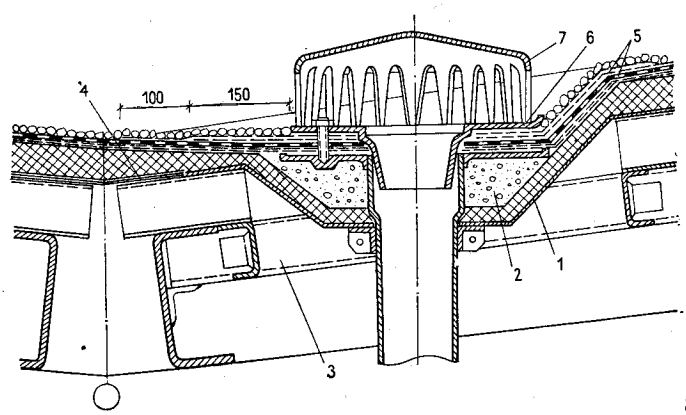


Рис. 19.39. Деталь установки воронки внутреннего водоотвода с утепленного покрытия по профилированному стальному настилу

1 — оцинкованный стальной поддон; *2* — цементный раствор; *3* — стальная рама, поддерживающая поддон; *4* — слой рубероида шириной 1 м вдоль ендовы (насухо); *5* — дополнительные слои рубероида; *6* — воронка; *7* — колпак

§ 5. ПОЛЫ

Полы представляют собой один из наиболее трудоемких и дорогих конструктивных элементов промышленного здания. В одноэтажных зданиях их стоимость достигает 15—20% общей стоимости здания, а расход бетона на устройство пола приблизительно равен расходу на конструкции покрытия. В промышленных зданиях в отличие от гражданских полы подвергаются более широкому кругу силовых и несиловых воздействий со значительным диапазоном по интенсивности. К специфическим силовым относятся статические, динамические, вибрационные и ударные воздействия от оборудования и внутрицехового транспорта, к несиловым — тепловые (постоянные или импульсивные в виде тепловых ударов), воздействия нейтральных или агрессивных жидкостей (вода, растворы кислот и щелочей, растительных и минеральных масел, бензина, керосина и пр.), аэрозолей, блуждающих токов.

В связи с этим кроме названных в гл. 12 общих требований к полам промышленных зданий предъявляются специальные требования: повышенной механической прочности, несгораемости, жаростойкости, стойкости к физико-химическим и биохимическим воздействиям и т. п. Удовлетворять всем разнородным требованиям один конструктивный материал не может. Поэтому полы промышленных зданий представляют собой многослойную конструкцию. Для промышленных зданий характерно применение нескольких конструкций пола в одном помещении на участках с различными технологическими воздействиями и требованиями.

Полы устраивают по грунту или перекрытиям (рис. 19.40). Поскольку преобладающими являются одноэтажные промышленные здания, наибольшее распространение получили полы по грунту. Уровень пола в одноэтажных зданиях располагается на 150 мм выше спланированной поверхности территории. Конструкция такого пола включает **подстилающий слой, устроенный по подготовленному основанию, гидроизоляционный слой, прослойку под покрытие, покрытие пола.** В полах по перекрытиям несущие конструкции служат основанием и подстилающим слоем. На них в соответствии с назначением перекрытия в здании может быть размещен тепло- или звукоизоляционный слой, а затем все остальные конструктивные слои. Теплоизоляционный слой иногда предусматривают и в полах одноэтажных зданий при необходимости уменьшения теплопередачи от пола основанию, чтобы исключить его деформацию под влиянием теплового потока. Теплоизоляционный слой при этом располагается непосредственно по основанию ниже подстилающего слоя.

Подстилающий слой (подготовка), распределяющий нагрузку от пола на основание, выполняют несвязанным в виде песчаной, шлаковой или щебенчатой подсыпки или связанным жестким из бетона. Выбор типа подстилающего слоя зависит от избранного типа пола и необходимости гидроизоляции. При ее устройстве всегда применяют жесткий подстилающий слой.

По подстилающему слою иногда устраивается стяжка из цементно-песчаного раствора. Она необходима при покрытии пола рулонными, листовыми или плиточными материалами при засыпном подстилающем слое, а также при выполнении пола с уклоном.

Гидроизоляционный слой устраивают для защиты основания от сточных вод и других производственных жидкостей, попадающих на пол в технологическом процессе, либо для защиты пола и помещения от грунтовых вод при их капиллярном поднятии. Обычно применяется оклеечная гидроизоляция (из 2—4 слоев битумных, дегтевых или полимерных рулонных материалов). Возможна плиточная гидроизоляция, например из каменных или керамических плит по раствору на жидком стекле.

Гидроизоляция от грунтовой влаги обычно выполняется из литого асфальта или дегтебетона. Рулонная оклеечная изоляция применяется только при расположении низа подстилающего слоя пола в зоне опасного капиллярного поднятия грунтовых вод.

Прослойка — тонкий промежуточный слой между покрытием и нижележащим слоем пола, служит для связи между слоями или создания упругой постели для покрытия. Прослойку применяют при покрытиях пола штучными, рулонными или плитными материалами. В зависимости от специфических воздействий на пол применяют различные материалы для прослойки: цементный раствор — при воздействии воды, бензина, растворов щелочей; раствор на жидком стекле — при воздействии кислот, минеральных масел; битумные мастики — при высокоагрессивных маслах и щелочах.

Покрытия пола непосредственно воспринимают все внешние воздействия. Материал покрытия выбирается соответстственно этим воздействиям.

Различают три основных вида покрытий полов: сплошные (бесшовные), из штучных материалов и из рулонных материалов (рис. 19.41). Первый вид пола наиболее часто применяют в цехах сборного железобетона и домостроения. Среди бесшовных широко распространены полы из различных бетонов с добавками, повышающими их сопротивление различным воздействиям. Для повышения сопротивления истиранию — сталебетон (бетон со стальными стружками или опилками крупностью до 5 мм), тепловым ударам — жароупорный бетон с армированным сеткой верхним слоем, кислотам — кислотоупорный бетон на вяжущем из жидкого стекла и др.

Применяются также шлифованные бетонные мозаичные полы.

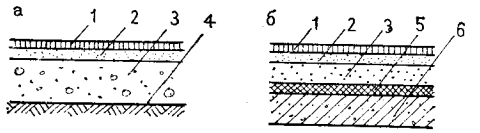


Рис. 19.40. Схемы конструкций полов

а — по грунту; *б* — по перекрытию; *1* — покрытие пола; *2* — прослойка; *3* — подстилающий слой; *4* — основание; *5* — звукоизоляционный слой; *6* — несущая часть перекрытия

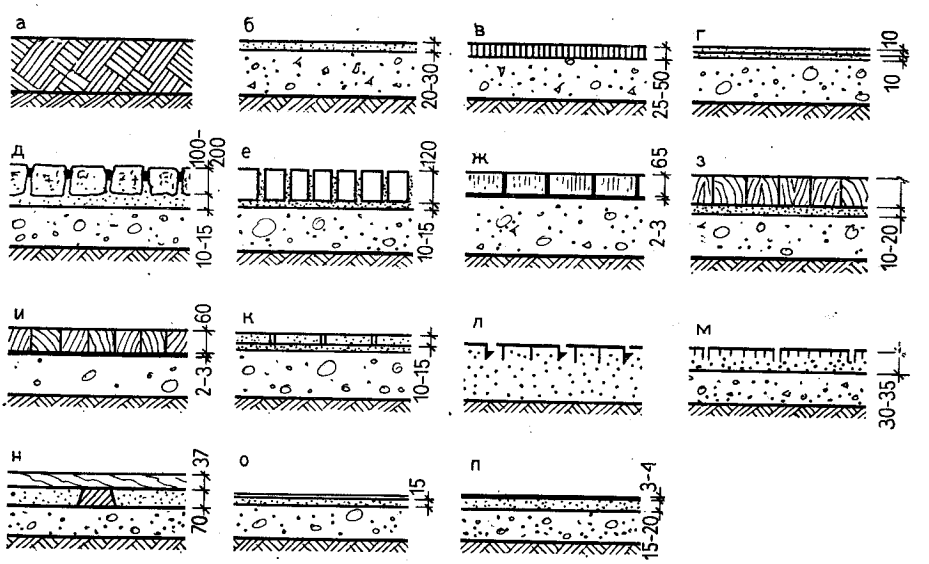


Рис. 19.41. Схемы конструкций полов с различными покрытиями

а — глинобитный; *б* — бетонный; *в* — асфальтобетонный; *г* — ксилолитовый; *д* — брусчатый; *е, ж* — кирпичные; *з, и* — торцовый; *к* — из бетонных или керамических плит; *л, м* — из металлических плит; *н* — дощатый; *о* — из линолеума; *п* — поливинилацетатный

Полы делают толщиной от 50 до 100 мм из бетона марки М 200 по бетонному же подстилающему слою. К бесшовным относятся также полы из цементного раствора (цементный пол), асфальта и асфальтобетона, из различных синтетических мастик и смол, а также глинобитные, гравийные и щебеночные.

Покрытия из штучных материалов выполняют из естественного камня (булыжник, брусчатка), кирпича (обыкновенный глиняный, клинкерный, кислотостойкий), бетонных плит, керамических плиток, плиток из полимерных материалов (поливинилхлоридные, резиновые, фенелитовые и др.), дерева (торцовые и дощатые полы), металла (чугунные и стальные плиты) и др.

Полы из естественного камня применяют при больших статических, динамических и ударных нагрузках, воздействиях химических реагентов и высоких температур, внутрицеховом транспорте на гусеничном или колесном ходу.

Плиточные полы из полимерных материалов применяют в помещениях с незначительными силовыми воздействиями, при наличии повышенных гигиенических требований.

Металлические полы из чугунных или стальных плит с номинальными размерами 250×250 или 300×300 мм применяют только для помещений с высокими температурными и ударными нагрузками, главным образом в горячих цехах заводов черной и цветной металлургии. Элементы пола имеют ребра с тыльной стороны и сплошную либо дырчатую плиту. Подстилающим слоем для сплошных плит служит песок, для дырчатых — цементный раствор.

Торцовый пол выполняется из антисептированных торцовых шашек из древесины хвойных или твердых лиственных пород по подстилающему слою из бетона; прослойка и заполнение швов — из горячей битумной мастики или каменноугольного пека. Торцовые полы эластичны, теплы, упруги, бесшумны и поэтому целесообразны в помещениях, где в течение всей смены необходимо работать стоя. Однако такая конструкция пола требует большого расхода древесины и затрат труда.

Полы из рулонных и листовых материалов, твердых древесноволокнистых и древесностружечных плит, листов винипласта и различных видов линолеума выполняются в промышленных зданиях так же, как и в гражданских (см. гл. 12). Их устраивают в помещениях с небольшими силовыми воздействиями и повышенными гигиеническими требованиями. Полы из винипласта применяют при агрессивных воздействиях кислот и щелочей.

§ 6. ПРОЧИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Перегородки. В промышленных зданиях применяют стационарные и сборно-разборные перегородки — выгораживающие и ограждающие.

Выгораживающие — легкие перегородки с ненормируемой изоляционной способностью и низким пределом огнестойкости (до 0, 25 ч), предназначенные для выгородки отдельных подсобных пространств (инструментального склада, трансформаторной и т. п.). Для одноэтажных зданий их проектируют высотой 2,2—3,6 м, не доходящими до покрытия (так называемые консольные перегородки), а для многоэтажных — на всю высоту этажа.

Ограждающие перегородки полностью (до покрытия) ограждают часть внутреннего пространства, отличающуюся особым акустическим или температурно-влажностным режимом. Такие перегородки проектируют как сборно-разборными, так и стационарными с требуемой величиной звукоизоляции.

Выгораживающие перегородки проектируют сборно-разборными с вертикальной разрезкой на сборные элементы — перегородочные щиты. Применяют два типа конструкций щитов — столярные и стальные. Как правило, в щитах обоих типов нижняя часть проектируется глухой (из стального рифленого листа, слоистого пластика или деревянной филенки), а верхняя — светопрозрачной с заполнением стеклом (для конторских помещений) или проволочной сеткой (для складов и пр.). В производствах с повышенными требованиями к чистоте внутренних помещений используют перегородки из алюминиевых щитов. В отечественной практике широко применяется сборно-разборная конструкция из щитов с обвязкой из двутавра с полыми полками (рис. 19.42). Ее конструкция содержит горизонтальные ригели из стальных швеллеров, стойки шагом 6 м и щиты. Стойки крепятся к чистому полу с помощью самозаанкеривающихся болтов, а сверху приболчиваются к элементам покрытия.

Ограждающие перегородки часто выполняют панельными с горизонтальной разрезкой. Панели перегородок формуют из различных бетонов (тяжелого, легкого, ячеистого). Иногда перегородки монтируют из виброкирпичных панелей с номинальными размерами по фасаду 6×1,2 и 6×1,8 м при толщине 80 мм (рис. 19.43). В зданиях с мостовыми кранами часть плоскости перегородок, расположенную выше подкрановых балок, выполняют облегченной из асбестоцементных листов или из фибролитовых плит на стальном каркасе.

В помещениях с сухим или нормальным температурно-влажностным режимом применяют также перегородки из гипсобетонных и фибролитовых панелей с контурной деревянной обвязкой, из кирпича, стеклоблоков или профильного стекла. Бетонные панельные перегородки проектируют самонесущими фахверковыми. Стойки фахверка имеют шаг 6 м и опираются на самостоятельные фундаменты. Панели перегородок крепят в двух верхних точках к стойкам фахверка, а горизонтальные швы между панелями заполняют цементным раствором. Нижние панели перегородки опирают

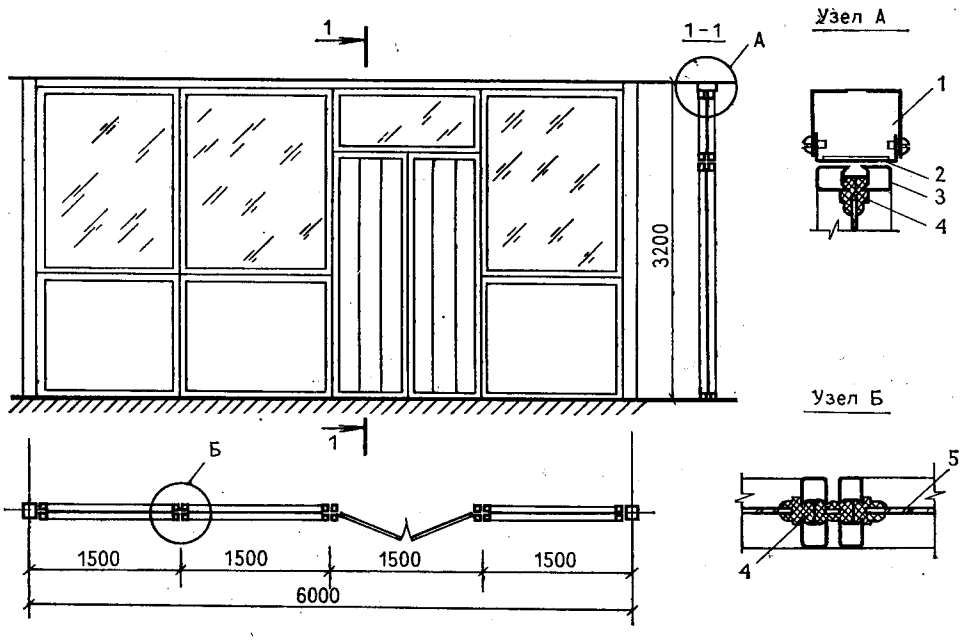


Рис. 19.42. Каркасная сборно-разборная перегородка

1 — карниз; *2* — швеллер; *3* — обвязка перегородочного щита; *4* — резиновые прокладки; *5* — светопрозрачное заполнение

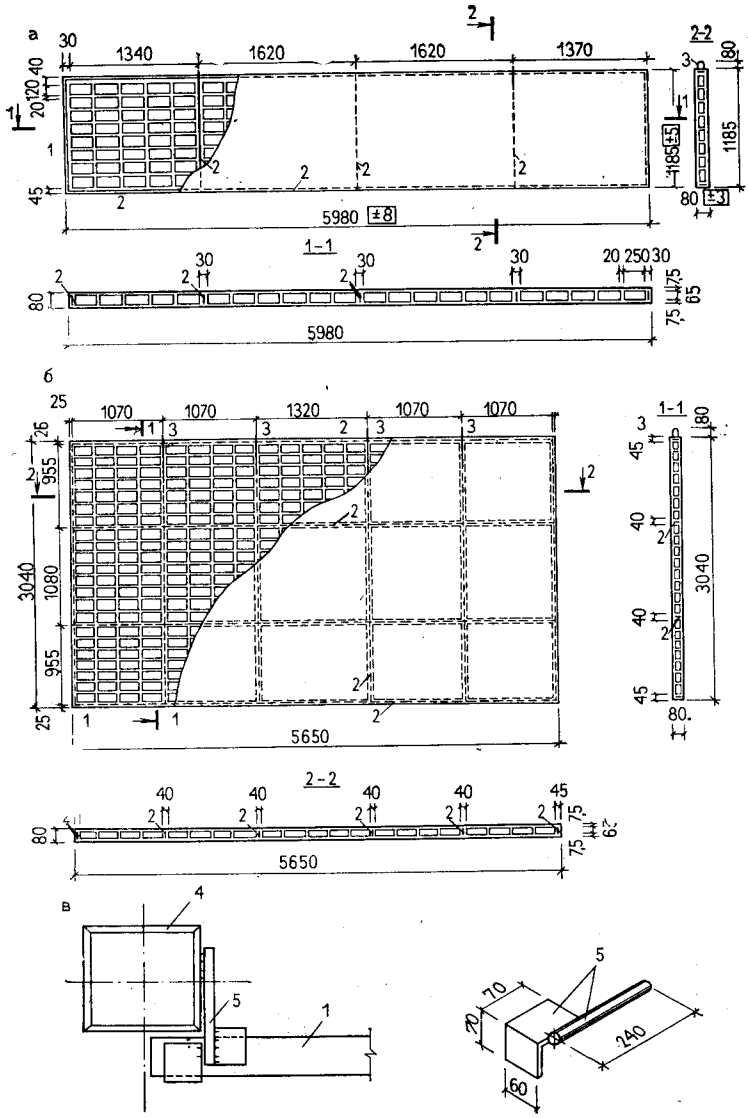


Рис. 19.43. Виброкирпичные панели ограждающих перегородок

а — для одноэтажных; *б* — для многоэтажных зданий; *в* — деталь крепления панели к стойке фахверка; *1* — панель; *2* — арматурный каркас; *3* — подъемная петля; *4* — стойка; *5* — крепежная деталь

на фундаментные балки или на специальную набетонку по подстилающему слою пола. Широкое применение бетонных перегородок определяется их технико-экономическими преимуществами (табл. 19.5).

Лестницы. В промышленных зданиях предусматривают основные эвакуационные лестницы, используемые в условиях нормальной эксплуатации, служебные, аварийные и пожарные.

Основные эвакуационные лестницы проектируют с уклоном не более 1:2, располагают в лестничных клетках и выполняют, как правило, сборными железобетонными, аналогично лестницам в гражданских зданиях. В зда-

ТАБЛИЦА 19.5. ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КОНСТРУКЦИЙ ПЕРЕГОРОДОК (НА 1 м²)

Конструкция перегородки	Масса, кг	Стоимость, руб. / %	Трудозатраты на монтаж, чел.-ч
Панельная керамзитобетонная	72	6,9 / 100	1,1
То же, из ячеистого бетона	62	6,4 / 93	1,1
Щитовая в стальной обвязке с заполнением стеклом и слоистым пластиком	26,3	11,1 / 170	0,66
Специальная панельная алюминиевая для чистых помещений	15,7	23,4 / 355	1
Из стальных профилированных листов	22,5	8,4 / 121	0,41
Из стеклопрофилита коробчатого сечения	24	12,2 / 177	1,8
Кирпичная толщиной 250 мм	518	8,4 / 121	2,3

ниях с несущими и ограждающими стальными конструкциями допускается устройство эвакуационных лестниц в лестничных клетках I, II и III степени огнестойкости со стальными косоурами, ступенями, площадочными балками и т. п. с огнезащитной окраской, обеспечивающей им предел огнестойкости 0,75 ч.

Служебные лестницы предусматриваются для подъема немногочисленного обслуживающего персонала к мостовым кранам, рабочим площадкам, оборудованию, установленному на этажерках, и для других целей. Служебные лестницы проектируют открытыми, крутыми (уклон от 1,5:1 до 1:1), шириной 0,7—0,9 м со стальными косоурами и площадочными балками. Такие лестницы проектируют сквозными (без подступенков) с проступями из рифленой листовой стали или парных арматурных стержней и ограждением из стальных стоек и поручня.

Аварийные пожарные лестницы проектируют наружными той же конструкции, что и служебные. Аварийные лестницы сообщаются через балконы или открытые площадки с эвакуационными выходами из здания и доводятся до уровня отмостки. Пожарные лестницы начинаются на высоте 1,8 м от уровня отмостки и доводятся до покрытия. Иногда предусматривается устройство наружных лестниц, совмещающих пожарные и аварийные функции. Пожарные лестницы размещают на глухих участках наружных стен на расстоянии не более 200 м друг от друга.

ГЛАВА 20. АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

§ 1. ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ

В процессе развития промышленного строительства сложились присущие только промышленной застройке особенности, влияющие на формирование художественного образа. К этим особенностям относятся:

крупность габаритов многих зданий и сооружений (основные цехи машиностроительных заводов имеют протяженность до 2 км, плотины — высоту до 300 м, домны — высоту 70—75 м, авиастроительные заводы и ангары имеют покрытия пролетом 100—150 м и огромные внутренние пространства);

разнообразие технологически обусловленных объемных форм в композиции промышленной застройки (наряду с прямоугольными объемами основных производственных цехов часто применяются цилиндрические, сферические, эллипсоидные, каплевидные емкости, кубовидные вентиляляционные камеры, градирни в виде гиперболоидов вращения и пр. — рис. 20.1);

сочетание зданий с открытыми технологическими и транспортными (эстакады, транспортерные галереи, башни норий и пр.) устройствами;

технологически обусловленные особенности внешней формы промышленных зданий — специфические очертания профиля покрытия с светоаэрационными фонарями, разнообразие форм проемов — от сплошного остекления до глухих стен (рис. 20.2).

Правильный учет этих особенностей позволяет создавать гармоничные и своеобразные архитектурные решения промышленных зданий и застройки. Размещение промышленных объектов в соответствии с их санитарной классификацией также определяет различные требования к их архитектурному облику.

В архитектуре предприятий I класса большую роль играют технологически обусловленное своеобразие объемных форм зданий и сооружений, их большие размеры, а также удаленность таких предприятий: как правило, они располагаются за городской чертой, отделенные от селитьбы санитарно-защитной зоной. Удаленность определяет целостное восприятие всего облика предприятия с дальних планов. Такие условия восприятия требуют, чтобы проект предусматривал выразительный силуэт, зрительную гармонию, целостность и выразительность всего ансамбля производственного комплекса. С этой целью уточняются технологически допустимое взаиморасположение элементов комплекса по эстетическим требованиям, согласование его разнообразных форм, а также выбирается цветовое решение сооружений и застройки в целом. Выразительности застройки способствует выявление и соответствующее расположение главных композиционных элементов ансамбля. Главные элементы должны быть четко обозримы с основных трасс, ведущих к заводу, и быть композиционным центром застройки предприятия. Целесообразно использовать в качестве таких доминант объекты, имеющие наибольшую технологическую значимость. Такое композиционное построение возможно при значительных габаритах, высотности или активном силуэте основных технологических объектов (например, мартеновского или конверторного цеха металлургического комбината).

Средствами обеспечения единства ансамбля предприятия служат также общность метроритмических членений, основанных на общем модуле, повторяемость архитектурной темы, однотипность наружных ограждений. Согласованию крупных абстрагированных форм производственных зда-

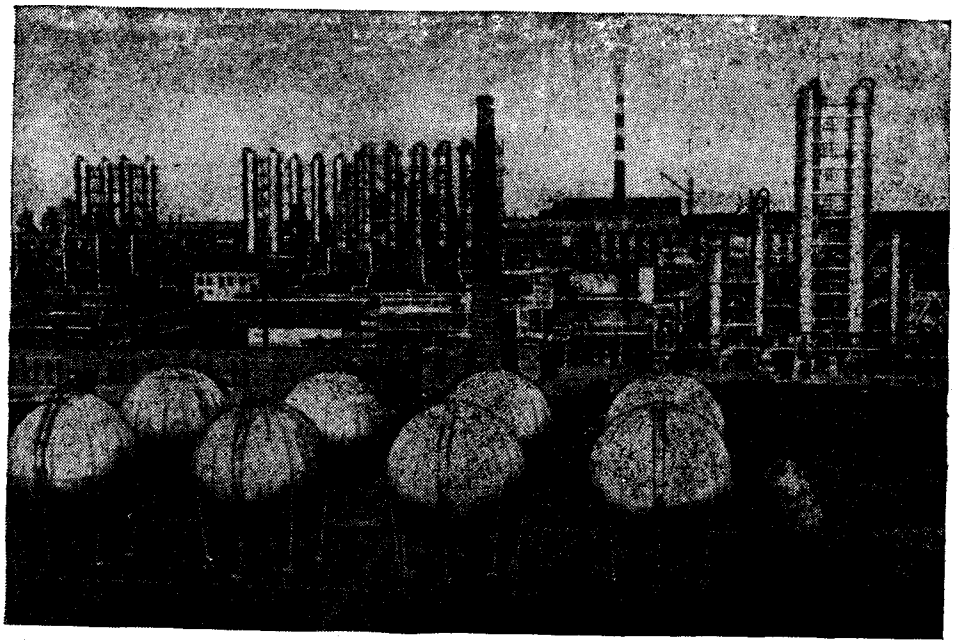


Рис. 20.1. Панорама нефтехимического комбината

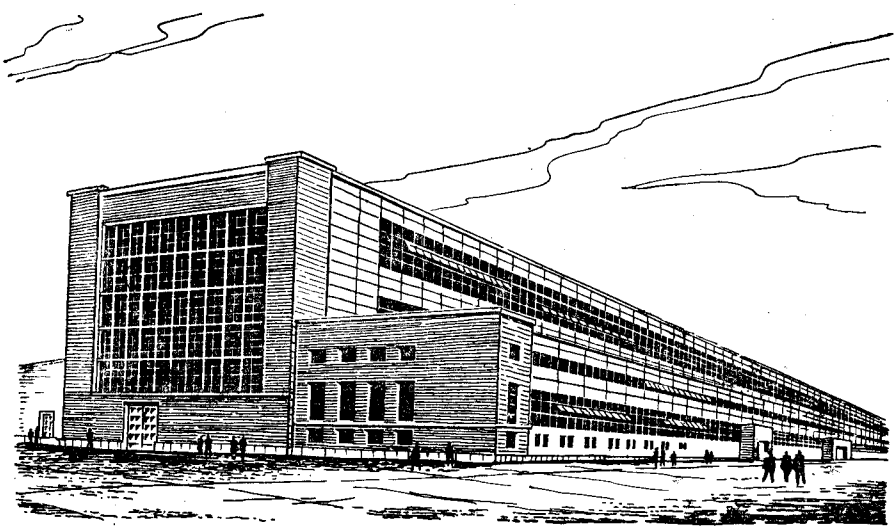


Рис. 20.2. Механосборочный цех

ний и технологических установок с габаритами человека служат обычно объемно-пространственные формы и детали административных и вспомогательных зданий.

Предприятия II и III класса возводят аналогично предприятиям I класса комплексно. Однако другой характер объемных форм зданий и технологических сооружений, а также преимущественное использование сплошной застройки придают внешнему виду предприятий II и III класса большую компактность. Архитектурное решение таких предприятий строится на вы-

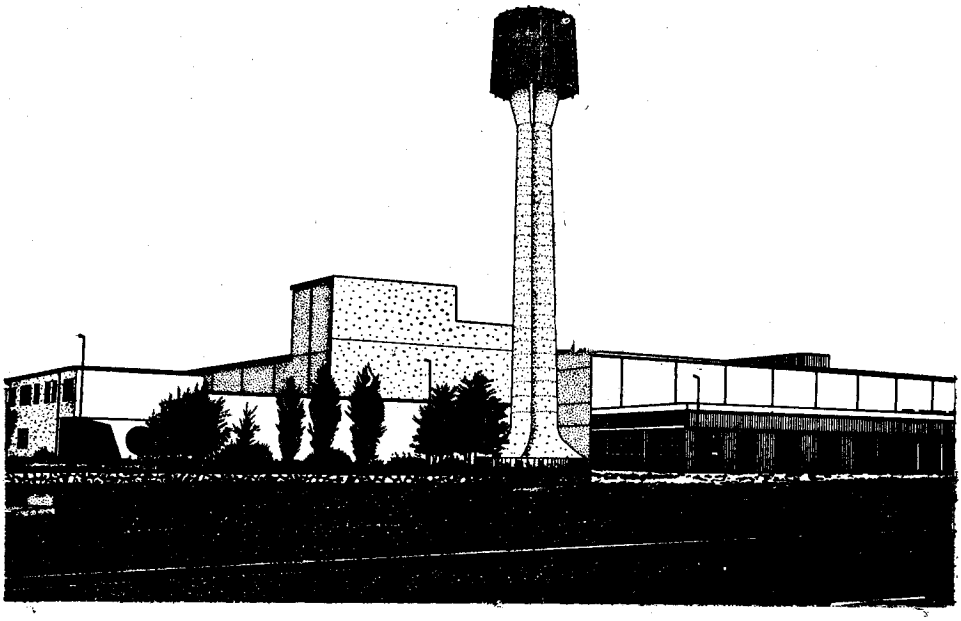


Рис. 20.3. Неаполь. Производственный корпус и водонапорная башня автомобилестроительного предприятия «Альфа-Суд»

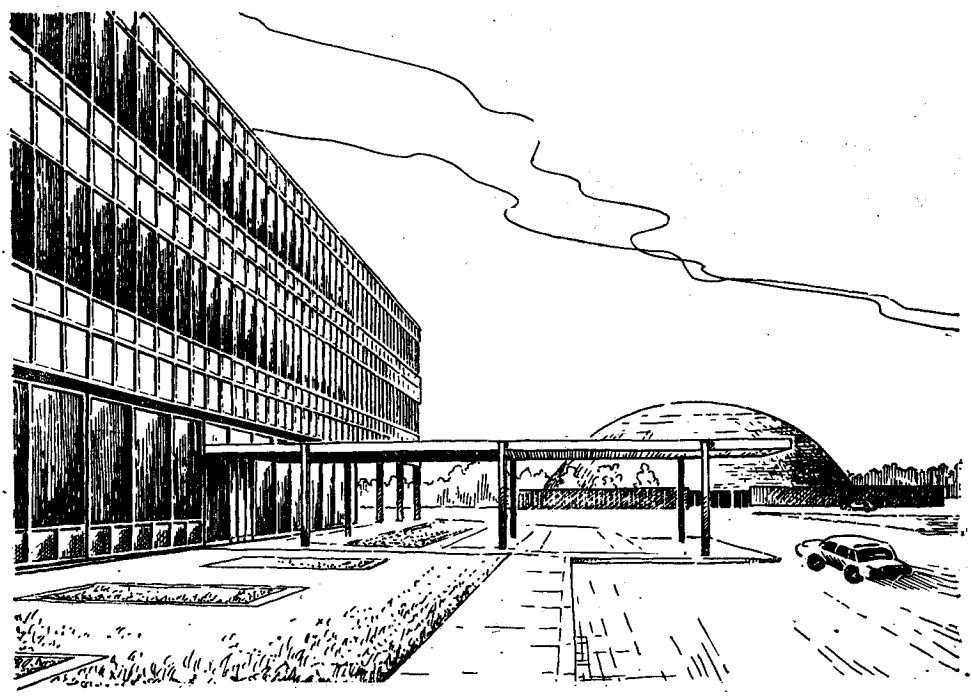


Рис. 20.4. Уоррен (США). Административный и аудиторный корпуса технического центра фирмы «Дженерал-Моторс»

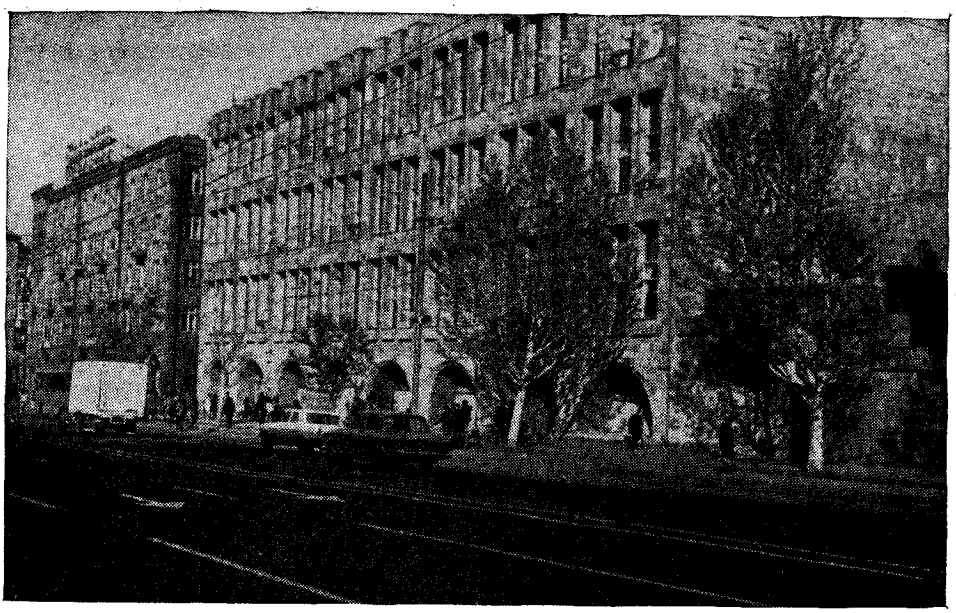


Рис. 20.5. Ереван. Предприятие швейной промышленности на центральной магистрали города

явлении и усилении художественными средствами этого единства, компактности и масштабности предприятия.

Основные цехи предприятий II и III класса размещаются в низких, распластанных объемах. Необходимую выразительность застройке придает сочетание их с контрастными по форме высотными башенными объемами административно-вспомогательных зданий или технологических сооружений (водонапорные и тому подобные башни, рис. 20.3). Окраинное расположение предприятий II класса определяет обращенность застройки «лицом к городу» с выходом на предзаводскую площадь административно-бытовых и наиболее выразительных в композиционном отношении производственных зданий (рис. 20.4).

Предприятия IV и V класса одиночно или комплексно размещаются в городской среде, становясь объектами городской застройки. Это обстоятельство определяет решение генерального плана предприятия (см. гл. 15) и его внешнего облика, поскольку введение промышленных зданий в городскую застройку требует согласования архитектурных форм производственных и гражданских зданий. Композиция объемов и фасадов промышленного здания решается в зависимости от его архитектурного окружения (рис. 20.5). При размещении среди рядовой жилой застройки многоэтажное промышленное здание с активным решением фасада может играть роль доминантного объекта. Этому способствуют такие функционально обоснованные черты внешнего облика промышленного здания, как обобщенность объемной формы (куб, параллелепипед), целостность композиционного решения фасадов, крупные размеры сооружения и его членений и т. п. Если предприятие располагается вблизи общественного здания, имеющего выразительный объем, промышленное здание должно быть нейтральным, без четко выраженных осей и пластики объемов.

Крупные размеры промышленных зданий отражают крупность заключенных в них внутренних пространств. Соответственно этому конструктивные членения и проемы промышленных зданий отличаются, как правило, более крупным масштабом по сравнению с окружающей жилой застройкой.

Умелое сочетание в застройке жилых и промышленных зданий с членениями и формами, взаимоувязанными или контрастными по масштабу, способствует обогащению ее внешнего облика.

§ 2. АРХИТЕКТУРНЫЕ РЕШЕНИЯ ФАСАДОВ

Фасады одно- и двухэтажных зданий в соответствии с характером происходящих в них технологических процессов, как правило, имеют фронтальную асимметричную композицию.

Основными композиционными элементами фасадов служат стены, проемы, профиль покрытия.

В подавляющем большинстве случаев малоэтажные промышленные здания имеют ненесущие крупнопанельные наружные стены (бетонные или из небетонных материалов). Тектоника ненесущей конструкции наружных стен обычно выражается их горизонтальной разрезкой на панели в сочетании с горизонтальными светопроемами. В композициях фасадов основанных на использовании тектонических особенностей горизонтальной разрезки, для усиления выразительности конструктивных членений подчеркивают горизонтальные линии функциональных элементов — навесов, проемов, перемычек той или иной протяженности в разных сочетаниях. Архитектурные решения такого типа обеспечивают композиционное единство здания и целого комплекса. Однако при протяженности фасадов в сотни метров и отношении высоты к длине 1:20, 1:40 и менее такое решение может восприниматься как монотонное и однообразное. Нарушению однообразия способствуют ритмические членения всего фасада вынесенными за его плоскость вертикальными объемами транспортных узлов, вспомогательных помещений, вентиляционных шахт и др., сочетания различных метрических членений в нижнем и верхнем ярусах наружных стен (рис. 20.6).

Выразительным композиционным приемом является смещение нижнего яруса ограждения внутрь, за плоскости фасада. Этот прием способствует образному выявлению ненесущего характера наружного ограждения (рис. 20.7), обогащает форму и силуэт малоэтажного промышленного здания, характерный профиль его пространственных покрытий (рис. 20.8).

Такие общие композиционные средства, как фактура и цвет наружных стен, используются и при решении фасадов промышленных зданий. Применяются контрастные или нюансные противопоставления фактуры и цвета продольных и торцовых стен либо нижнего и верхнего ярусов продольных стен. Цвет применяется для выявления всего объема здания либо для усиления основной архитектурной темы фасада. Часто естественный цвет бетонной поверхности стеновых панелей служит нейтральным фоном для ярко окрашенных трубопроводов, технологических установок, дымовых труб.

Несмотря на широкие возможности вариантных решений фасадов промышленных зданий, имеющих общую конструктивную основу из плоских бетонных панелей горизонтальной разрезки, в ряде индивидуальных объектов в композиционных целях применяют вертикальную или квадратную (бубличную) разрезку стен на панели с плоской (кессонной или ребристой) наружной поверхностью.

Специфичны композиционные решения зданий из легких металлических конструкций с фасадной поверхностью из рифленых или волнистых листов либо из предварительно напряженных металлических лент. В первом случае фасадная композиция строится на гармоничном сочетании вертикальных членений глухой части стены с различными формами светопроемов (рис. 20.7).

Вертикальные членения глухой части стены диктуются шагом фахверковых стоек и поддерживаются вертикальными линиями гофр. В решениях

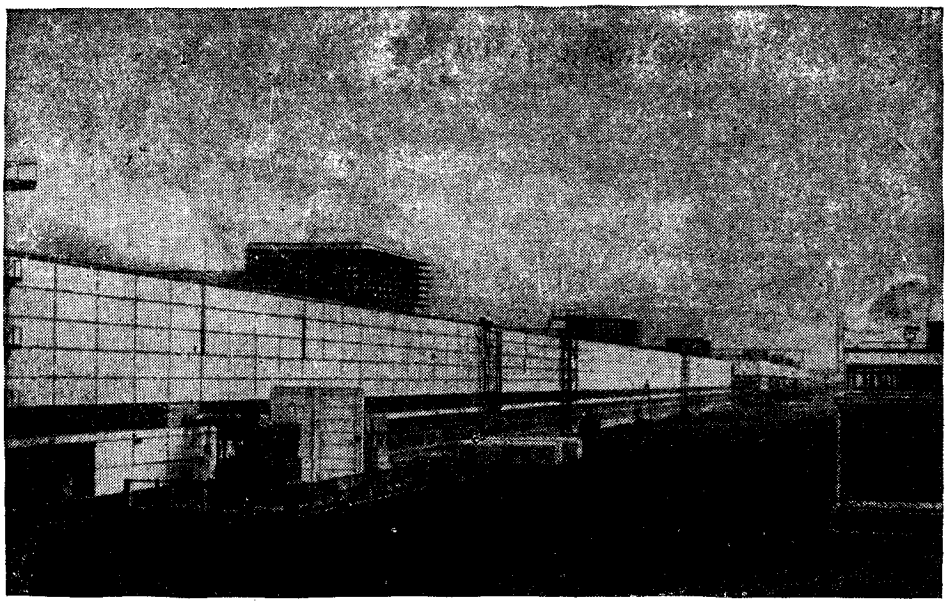


Рис. 20.6. Набережные Челны. Производственный корпус Камского автозавода

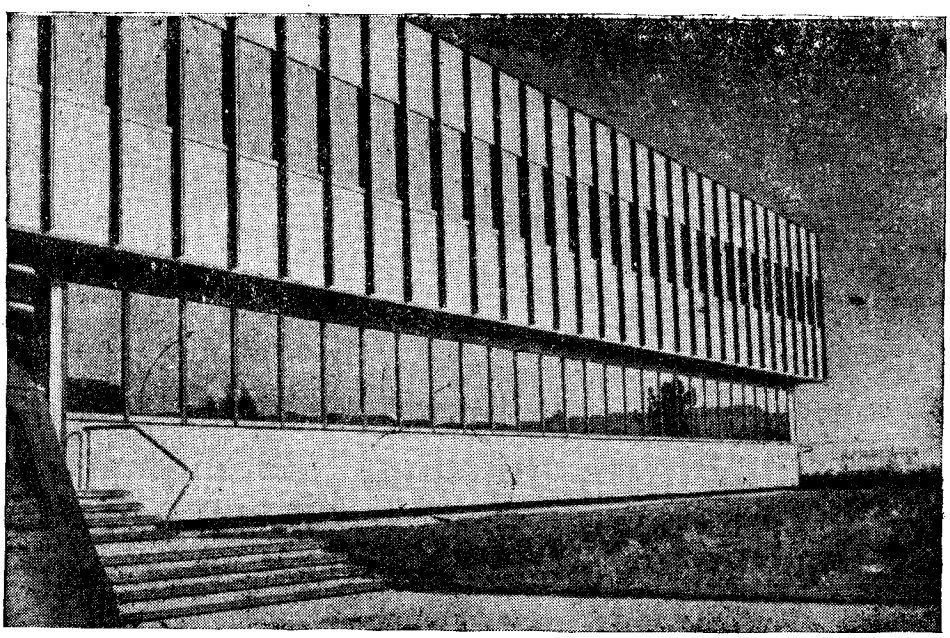


Рис. 20.7. Двухэтажное здание со смещением верхнего этажа из плоскости фасада

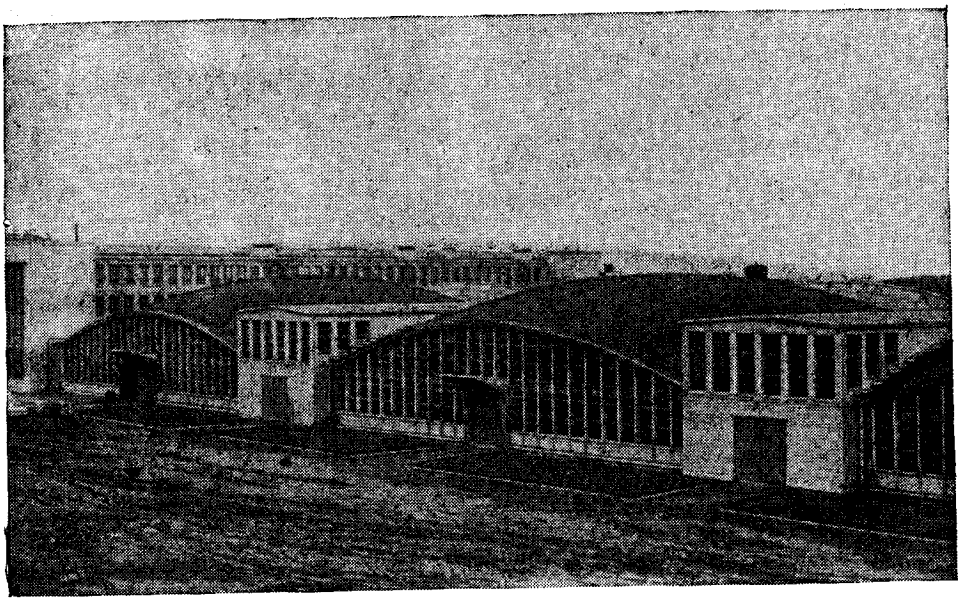


Рис. 20.8. Ленинград. Здание гаража с покрытием парусными сборными железобетонными оболочками

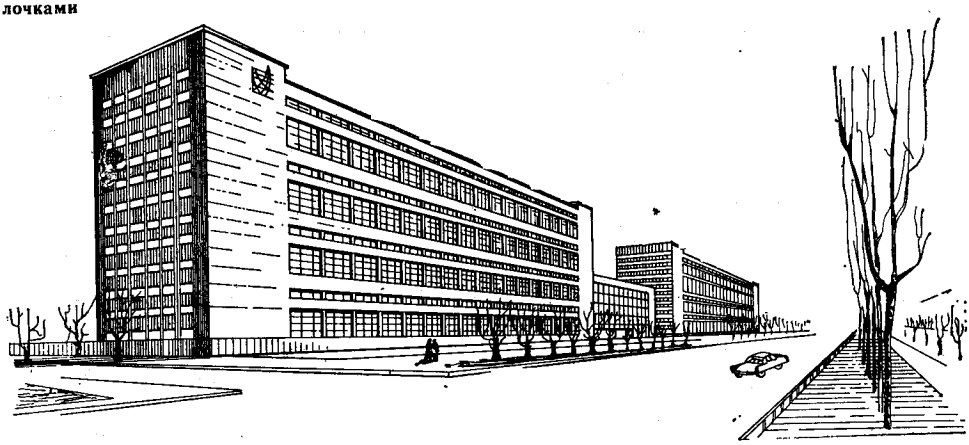


Рис. 20.9. Производственное здание с техническими этажами в межферменном пространстве

фасадов из плоских металлических лент конструктивно обусловлены горизонтальные членения, на которые могут наслаиваться композиционные вертикальные, например в виде солнцезащитных устройств.

Фасады многоэтажных зданий. Основными конструкциями наружных ограждений служат ненесущие бетонные стены из панелей горизонтальной разрезки. Чередование таких панелей с горизонтальными светопроемами иногда с характерными изменениями их высоты (например, в зданиях с межферменными этажами) составляет функционально-конструктивную основу композиции фасадов здания (рис. 20.9). Она строится нейтрально или на выявлении объема многоэтажного здания, которому отводится акцентная роль в архитектуре застройки. Вертикальность объема подчеркивают глухими угловыми участками наружных стен, вертикальными солнцезащитными тягами (солнцеломами), выносными вертикальными объемами лестнично-лифтовых шахт. В индивидуальных проектах многоэтаж-

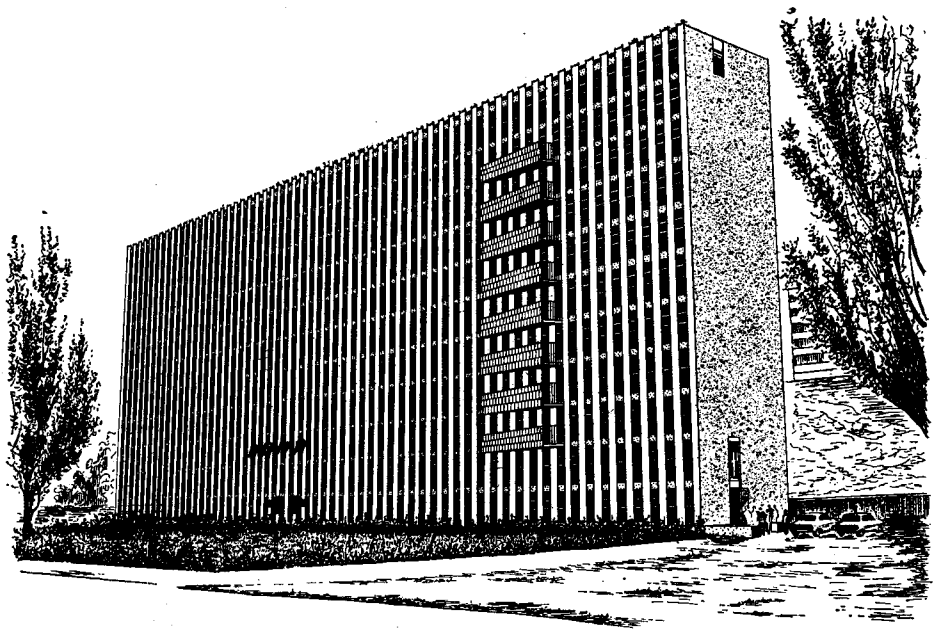


Рис. 20.10. Многоэтажное здание с вертикальными членениями наружных стен

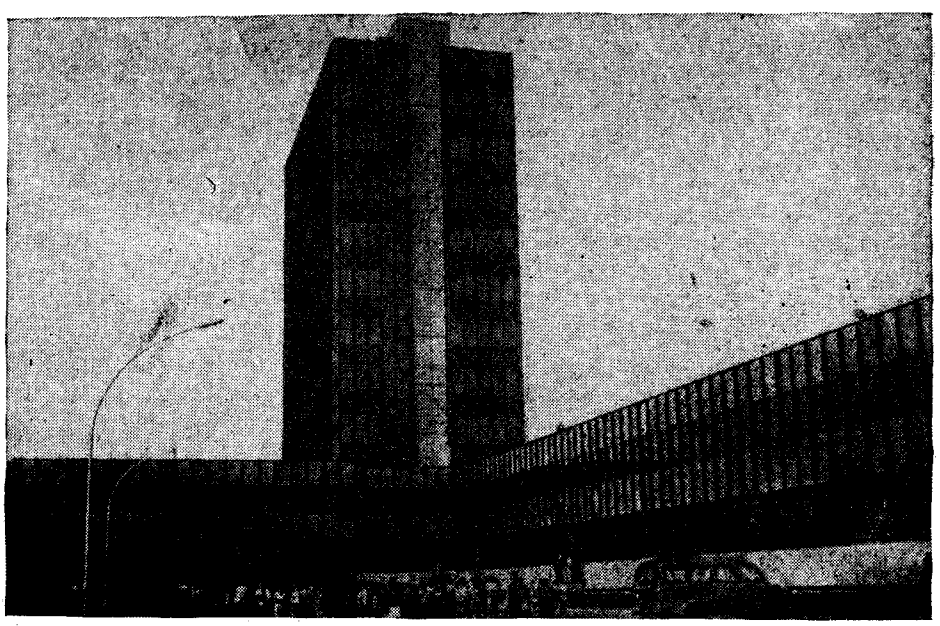


Рис. 20.11. Производственный и административный корпуса предприятия с облицовкой наружных стен рифлеными металлическими листами

ных зданий, так же как и одноэтажных, композиция фасадов иногда основывается на использовании вертикальных конструктивных членений стен, обычно сочетающихся с вытянутыми щелевидными светопроемами (рис. 20.10).

Наружные ограждения из листовых материалов в многоэтажных зданиях имеют фахверковую конструкцию, выявляемую на фасаде членениями поверхности стен вертикальными элементами фахверка или металлическими стыковыми накладками (рис. 20.11).

ГЛАВА 21. ИНЖЕНЕРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ЗДАНИЙ

Инженерное оборудование зданий составляют санитарно-технические системы и приборы отопления, вентиляции (включая кондиционирование воздуха), холодного и горячего водоснабжения, канализации, а также системы электрооборудования, слаботочных сетей радио, телефона, телевидения. Многоэтажные здания дополнительно оборудуются системами вертикального транспорта и мусороудаления. В ряде общественных и промышленных зданий в связи с их назначением применяются также специальные системы и установки по подаче и использованию холода (в торговых зданиях, в крытых катках и др.).

Системы и приборы инженерного оборудования разрабатывают на основе требований обеспечения комфорта внутренней среды, индустриальности и экономичности. Работа любой из систем должна быть энергетически обеспечена. Наиболее распространенными источниками энергоснабжения в городах являются электроэнергия, газ и тепловая энергия.

Источниками энерго- и теплоснабжения в городах служат городские или районные теплоэлектроцентрали — ТЭЦ, источниками газоснабжения — природный газ из систем крупных газопроводов или искусственный газ, вырабатываемый на газовых заводах путем сжигания твердого топлива.

Для обеспечения чистоты воздушного бассейна ТЭЦ и газовые заводы располагают вне города или в его периферийных районах, отделенных от жилых районов санитарно-защитной зоной. Тепло в виде воды и пара транспортируется от источника к потребителю по тепловым сетям (подземным трубопроводам). Также под землей располагаются сети газоснабжения, водопровода, канализации. Все они в совокупности с тепловыми называются городскими инженерными сетями. При проектировании зданий предусматриваются вводы для приема систем энергоносителей. Наибольшая площадь (20—100 м²) необходима для отопительных вводов (для отопления, вентиляции и горячего водоснабжения). Они размещаются в подвалах или первых этажах зданий.

§ 1. ОТОПЛЕНИЕ

В климатических условиях нашей страны отопление предусматривается во всех постоянных и части временных гражданских зданий, а также в тех промышленных зданиях, для которых его применение технологически обусловлено. Отопление является одной из дорогих систем: стоимость его составляет 4—6% единовременных затрат на строительство здания и 40—50% эксплуатационных затрат.

Отопление проектируется центральным или местным. Наиболее массовыми являются системы центрального отопления с выработкой тепла за пределами отапливаемого здания и транспортированием его по трубопроводам к зданию. Наибольшее распространение в качестве теплоносителя получила вода, позволяющая легкое централизованное регулиро-

вание отпуска тепла потребителям. Воздушное отопление используется в общественных и промышленных зданиях преимущественно при совмещении с системой вентиляции и кондиционирования воздуха. Теплоноситель в виде пара, подаваемый с высокой температурой применяется только в промышленных зданиях и отдельных коммунальных учреждениях — банях, прачечных и др.

Местное отопление применяется преимущественно в малоэтажном строительстве в мелких населенных пунктах при отсутствии центральных систем. Местное отопление обычно проектируют поквартирным, генератор тепла чаще всего располагают на кухне, совмещая с кухонным очагом.

Принципиальная схема работы центрального водяного отопления здания дана на рис. 21.1. Горячая вода поступает в здание и подается в систему его отопления с насосным или естественным побуждением циркуляции. В системах, работающих от ТЭЦ или центральных котельных, побуждение создается насосами, установленными в них.

Места расположения разводящих трубопроводов и способы присоединения приборов к ним различны. Применяют одно- и двухтрубные схемы с верхней и нижней разводкой. Представленная на рис. 21.1 однотрубная схема является наиболее распространенной. Система содержит стояки, распределительную магистраль, приборы с регулировочными кранами и магистраль обратного разлива. Для распределения давления в системе на высшей точке устанавливается расширительный сосуд. В него поступает избыточный объем воды, образующийся вследствие ее расширения при нагреве. Наличие воздуха в системе может приводить к прекращению циркуляции воды во всей системе или ее отдельной части. Для удаления воздуха из системы все невертикальные трубы и подводки к приборам устанавливают с уклоном, который обеспечивает передвижение воздуха из системы вверх к воздухосборнику. Воздухосборник размещают в верхней точке разводящего горячего трубопровода, но ниже расширительного сосуда.

Отопительные приборы служат непосредственно для обогрева помещений передачей тепла от циркулирующего в приборах теплоносителя воздуху помещения. Тип приборов определяется типом теплоносителя: для воздушного отопления используют калориферы и воздухонагреватели, при водяном и паровом отоплении — радиаторы различных систем, панельные и плинтусные конвекторы, инфракрасные излучатели и др.

По преобладающему типу теплоотдачи приборами отопительные системы в целом классифицируют на конвективные (с преобладанием теплоотдачи конвекцией), излучающие и конвективно-излучающие.

К конвективным относятся приборы системы воздушного отопления, к излучающим — приборы панельно-лучистой системы отопления, к конвективно-излучающим — радиаторы всех систем.

Конвективно-излучающие и излучающие приборы применяются в жилых и общественных зданиях с повышенными требованиями к чистоте воздуха (особенно панельно-лучистые системы).

Помимо гигиенических преимуществ панельно-лучистая система отличается экономичностью благодаря совмещению отопительного прибора со строительными конструкциями (рис. 21.2), что снижает затраты труда на монтаж системы и расход стали.

Наиболее целесообразно размещение приборов панельного отопления в подоконной зоне наружных стен, где оно нейтрализует нисходящие токи холодного воздуха от проема.

Конвективное отопление с применением конвекторов различных типов широко распространено в жилых и общественных зданиях.

Воздушное отопление наиболее широко используется в общественных зданиях (клубах, зрелищных и спортивных сооружениях, магазинах и т. п.) и в промышленных зданиях с приточной вентиляцией.

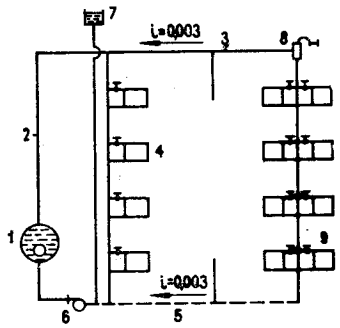
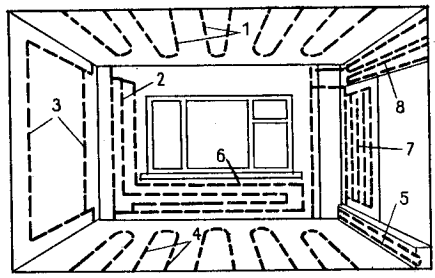
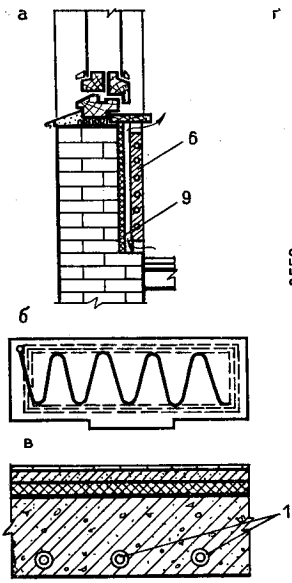


Рис. 21.1. Схема однотрубного водяного отопления с насосным побуждением и верхней разводкой

1 — котел или бойлер; *2* — главный стояк; *3* — распределительная горячая магистраль; *4* — отопительные приборы; *5* — обратный разлив; *6* — циркуляционный насос; *7* — расширительный сосуд; *8* — воздухосборник; *9*—регулировочный кран





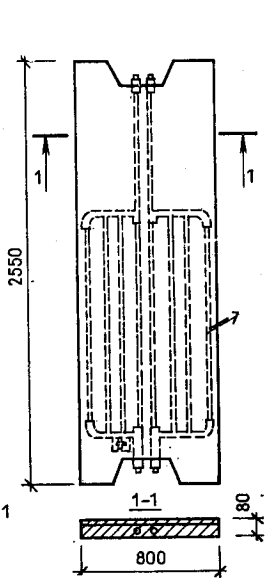


Рис. 21.2. Схемы размещения нагревательных элементов систем панельно-лучистого отопления и их детали

1 — потолочное; *2* — стеновое; *3* — контурное; *4* — напольное; *5* — плинтусное; *6* — подоконное; *7* — перегородочное; *8* — ригельное; *9* — эффективный утеплитель; *а* — подоконная панель; *б* — панель лестничной площадки; *в* — трубы потолочного лучистого отопления в панели междуэтажного перекрытия; *г* — перегородочная панель

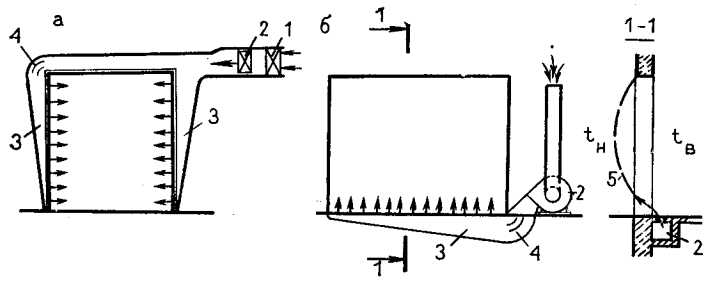


Рис. 21.3. Схемы устройства воздушно-тепловой завесы

а — с боковой подачей воздуха; *б* — с нижней подачей; *1* — калорифер; *2* — вентилятор; *3* — воздуховод; *4* — направляющие лопатки; *5* — ось струи

Перемещение теплого воздуха в системах воздушного отопления обеспечивается электровентиляторами. Приборы воздушного отопления широко используют в зданиях с большими плоскостями витражей, а также для устройства воздушных тепловых завес в плоскости входных дверей общественных зданий (универмагов, вокзалов) и проемов ворот промышленных зданий. Воздушно-тепловая завеса представляет собой направленную струю теплого воздуха в плоскости проема или под небольшим углом к ней. Воздух забирается из помещения вентилятором, нагревается калорифером и подается в завесу из воздухораспределителя со скоростью 5—7 м/с через щели, расположенные в зоне проема по его боковым граням, в полу или в перемычке (рис. 21.3).

§ 2. ВЕНТИЛЯЦИЯ И КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ ВОЗДУХА

Вентиляция помещений обеспечивает чистоту воздуха и необходимые параметры воздушной среды по температуре и влажности путем удаления из помещения избытков влаги и тепла. В результате создаются также условия, препятствующие переувлажнению и коррозии строительных конструкций, что способствует повышению их сохранности.

Параметры чистоты воздуха по содержанию в единице его объема ядовитых газов, паров и пыли, а также температурно-влажностные параметры регламентированы санитарными нормами проектирования. Вентиляция помещений осуществляется различными способами: извлечением из помещений загрязненного воздуха (вытяжная вентиляция — вытяжка), подачей в помещение чистого наружного воздуха (приточная вентиляция — приток) или совместной приточно-вытяжной вентиляцией. Вентиляция может быть естественной или с механическим побуждением, общеобменной и местной.

Вытяжная вентиляция, удаляя загрязненный воздух из пространства помещения, создает в нем разрежение, за счет которого в помещение поступает чистый наружный воздух через любые неплотности в наружных ограждениях, через проемы, фрамуги и форточки.

Приточная вентиляция обеспечивает только подачу чистого воздуха в помещение. При этом удаление воздуха (через открытые проемы и неплотности ограждений) происходит вследствие возникающего в помещении избыточного давления.

Приточно-вытяжная вентиляция обеспечивает одновременно подачу воздуха в помещение и его организованное удаление. В зависимости от соотношения объемов подаваемого и извлекаемого воздуха в помещении возникает избыточное давление или разрежение. Если в одном из сообщающихся помещений воздух по технологическим условиям загрязняется больше, то в нем с помощью вентиляции создают меньшее давление, чем в остальных. Благодаря этому исключается проникание загрязненного воздуха в смежные помещения (например, из кухни в обеденный зал столовой или ресторана либо из гальванического отделения в сборочный цех предприятия).

Для эффективной работы вентиляции необходимо, чтобы избыточное давление или разрежение в вентилируемых помещениях устойчиво поддерживалось интенсивным воздухообменом. Показателем интенсивности воздухообмена, который может происходить и без применения специальных вентиляционных установок (под воздействием ветра и температурного перепада), является кратность воздухообмена, измеряемая отношением объема поступающего или удаляемого воздуха к объему воздуха в помещении за 1 ч.

Показатель интенсивности воздухообмена для различных помещений в соответствии с их назначением регламентируется нормами проектирования.

Общеобменная вентиляция работает по принципу снижения концентрации выделяемых в воздушную среду вредных веществ и влаги путем разбавления ее приточным воздухом, ассимилирующим также избыточные тепловыделения. Приточный воздух обеспечивает эффективность общеобменной вентиляции, если его температура и влажность существенно ниже тех же параметров воздушной среды помещения. Общеобменная вентиляция наиболее широко применяется в жилых и общественных зданиях.

Местная вентиляция устраивается для создания необходимых параметров воздушной среды на ограниченном участке производственной площади в местах выброса вредностей. Наиболее характерно в этих случаях устройство местной вытяжной вентиляции (местный отсос загрязненного

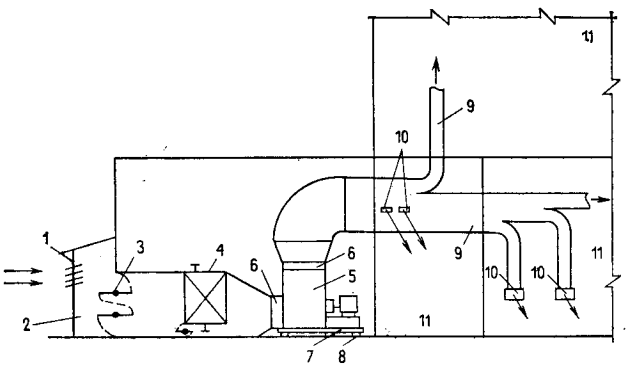


Рис. 21.4. Схема устройства общеобменной приточной вентиляции с механическим побуждением

1 — воздухозаборная решетка; *2* — воздухозаборная шахта; *3* — утепленный клапан; *4* — калорифер; *5* — вентилятор; *6* — гибкие вставки; *7* — опорная плита; *8* — виброамортизаторы; *9* — воздуховоды; *10* — приточные отверстия; *11* — вентилируемые помещения

воздуха), например, вытяжных шкафов, колпаков и т. п., но находит применение и местная приточная вентиляция — воздушное душирование.

Если выделение вредных веществ сопряжено с работой технологического оборудования, то оно должно содержать как неотъемлемую часть встроенные местные отсосы и укрытия.

Естественная вентиляция основана на естественном побуждении поступления и удаления воздуха из помещения вследствие разницы температур и плотностей наружного и внутреннего воздуха, а также под воздействием ветра. Различают неорганизованную и организованную естественную вентиляцию. При неорганизованной естественной вентиляции воздухообмен протекает путем эксфильтрации и инфильтрации воздуха через неплотности в ограждениях. Организованная естественная вентиляция осуществляется путем подачи и удаления воздуха по специальным воздуховодам либо путем открывания в определенном порядке проемов в стенах и покрытии, расположенных на различных отметках по высоте (аэрация).

Механическая вентиляция основана на искусственном побуждении движения воздуха в вентиляционной системе с помощью вентиляторов, эжекторов или других устройств.

Механическая общеобменная вентиляционная система наиболее распространена и состоит из четырех звеньев: воздухозабора (снаружи или внутри помещения); воздуховодов, по которым воздух подается или забирается; устройства по выбросу извлекаемого воздуха или раздаче поступающего и устройства по подготовке воздуха — приточной либо вытяжной камеры с вентилятором (рис. 21.4).

Забор воздуха осуществляют через воздухозаборные шахты. Их располагают в зоне чистого воздуха, удаленной от зон выбросов технологических вредностей или выбросов систем вытяжной вентиляции. Воздухозаборное отверстие размещают на высоте не менее 2 м от земли и закрывают жалюзийной решеткой. Воздух через воздухозаборную шахту под действием вентилятора попадает через утепленный клапан в приточную камеру. Приточная камера располагается возле воздухозабора и вблизи от центра обслуживаемых помещений. Подготовка воздуха в приточной камере заключается в очистке от пыли, подогреве, иногда в увлажнении. Для этого камеры оборудованы калорифером, вентилятором, воздухоочистными фильтрами, устройствами по увлажнению воздуха. Для исключения распространения шума и вибраций по зданию от работающего вентилятора применяются глушители и звукопоглощающая облицовка ограждающих конструкций, установка вентилятора на автономную железобетонную плиту, передающую нагрузку на перекрытие через виброамортизаторы либо на самостоятельный фундамент, присоединение воздуховодов к вентиля-

тору через гибкие патрубки из прорезиненной или другой аналогичной ткани.

Воздуховоды представляют собой трубы или короба прямоугольного или круглого сечения, выполненные из листовой стали и подвешенные к несущим конструкциям, либо каналы в стенах. По воздуховодам очищенный и подогретый воздух попадает в помещение через приточные отверстия, расположенные в его верхней зоне.

Широко распространено совмещение приточной механической общеобменной вентиляции с воздушным отоплением. Для этого приточная камера оборудуется воздухоподогревателями.

Вытяжные камеры оборудуются вентилятором, засасывающим загрязненный воздух из помещений и выбрасывающим его наружу через вытяжную шахту. Если воздух загрязнен особо токсичными веществами, он перед выбросом подвергается очистке. Для этого вытяжная камера оборудуется очистными устройствами, фильтрами и т. п.

Иногда общеобменная приточная механическая вентиляция сочетается с естественной вытяжной. В этих случаях вместо вытяжных камер с воздуховодами и шахтами необходимо устройство только вытяжных шахт, снабженных вентиляторами.

Выбор системы вентиляции и размещение ее элементов определяются назначением здания, его отдельных помещений и климатическими условиями района строительства.

В жилых домах наиболее распространена вытяжная вентиляция с естественным побуждением. Вытяжка осуществляется через вентиляционные каналы в стенах кухонь и санитарных узлов, смонтированных из вентиляционных блоков или шахт, а приток — через створки и форточки в окнах жилых комнат и кухонь и неплотности в наружных ограждениях. Система вытяжной вентиляции с естественным побуждением для многоэтажных домов состоит из сборных вертикальных каналов, к которым посредством каналов-спутников подсоединяются вытяжные решетки всех одноименных помещений, расположенных на одной вертикали здания (рис. 21.5). Выпуск воздуха из сборных вертикальных каналов осуществляется либо через диффузоры непосредственно в чердачное помещение (теплый чердак), либо в индивидуальные вытяжные шахты. В первом случае на кровле чердака устанавливается вытяжная шахта высотой 3 м с сечением, близким к квадратному. Вытяжная шахта обслуживает все сборные каналы одной секции жилого дома. Чердачные помещения отдельных секций разделяются перегородками. Все детали сборных вертикальных каналов с каналами-спутниками, диффузоров и вытяжных шахт унифицированы и изготовтяются промышленностью сборного железобетона или домостроительными предприятиями. Номенклатура вентиляционных блоков для домов высотой от 9 до 20 этажей представлена в табл. 21.1.

В жилых домах, строящихся в суровых условиях климатических подрайонов IА, IБ и IГ, обязательно применение приточной вентиляции с механическим побуждением. Приточные камеры располагают в надстройке на верхнем этаже, в нижнем техническом этаже либо в отдельно стоящем блоке, откуда воздух перемещается в квартиры по воздуховодам, размещаемым в теплых надземных проходных галереях. В общественных зданиях применяют, как правило, приточно-вытяжную вентиляцию с механическим побуждением, в промышленных — различные системы вентиляции, но наибольшее распространение получила организованная естественная вентиляция (аэрация), дополняемая в необходимых случаях местной механической.

В случаях когда параметры воздушной среды в помещении должны постоянно отвечать определенным величинам (кондициям), применяют кондиционирование воздуха. Кондиционирование обычно совмещают с при-

точной вентиляцией, а иногда и с воздушным отоплением. Воздух кондиционируется путем очистки в системе фильтров различных конструкций, подогревается или охлаждается, увлажняется или осушается и подается по системе воздуховодов в помещения. Заданные параметры воздушной среды в помещении поддерживают посредством автоматического регулирования обработки воздуха в установках кондиционирования в зависимости от состояния наружного воздуха, выделения тепла и влаги в помещениях. Кондиционеры проектируются центральными или местными (подоконными). От центральных кондиционеров воздух подается в помещения по воздуховодам, протяженность которых может составлять 60—70 м. Местные кондиционеры подают воздух в помещение непосредственно без воздуховодов. Местное кондиционирование применяется в относительно небольших помещениях — жилых комнатах, больничных палатах и пр.

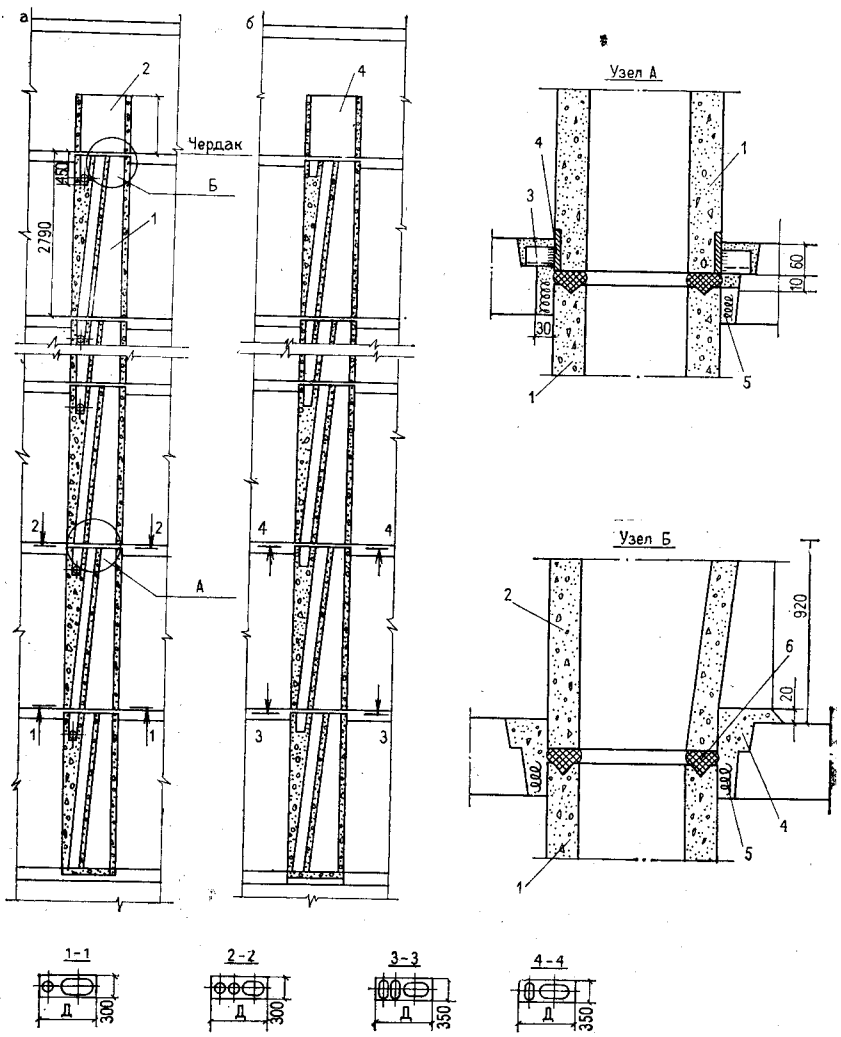
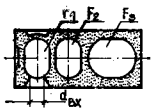
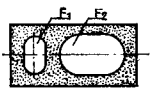
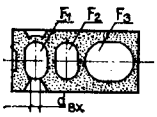
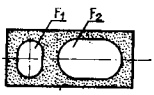
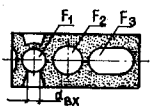
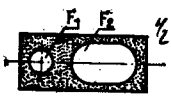
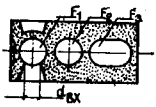
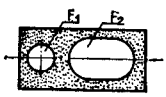


Рис. 21.5. Устройства естественной вытяжной вентиляции в многоэтажных жилых домах
а — вентиляционные блоки санузлов; *б* — вентиляционные блоки кухонь; *1* — вентблок; *2* — оголовок вентблока; *3* — стальной опорный столик вентблока; *4* — цементный раствор; *5* — пакля, смоченная в растворе; *6* — упругая прокладка

ТАБЛИЦА 21.1. НОМЕНКЛАТУРА ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ

Этажность здания	Вид	Эскиз	$d_{вх}$, мм	Сечение канала, м²		
				F_1	F_2	F_3
	Для кухонь					
9—12	*А*		115	0,027	0,027	0,05
	Б		—	0,026	0,097	—
13—20	*А*		115	0,027	0,027	0,097
	Б		—	0,026	0,15	—
	Для санузлов					
9—12	*А*		80	0,017	0,019	0,037
	Б		—	0,017	0,09	—
13—20	*А*		80	0,017	0,019	0,08
	Б		—	0,017	0,120	—

§ 3. ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Снабжение водой населения и предприятий обеспечивается централизованно — комплексом инженерных сооружений и сетей, образующих систему водоснабжения или водопровод.

В зависимости от назначения обслуживаемых объектов различают водопровод коммунальный (хозяйственно-питьевой), производственный (промышленный или сельскохозяйственный) и противопожарный. Наиболее часто применяют объединенные системы, обслуживающие все нужды водоснабжения. Главными факторами при проектировании водопровода являются расход воды и требования к ее качеству. Расход воды определяется по установленным СНиП нормам расхода воды и коэффициенту неравномерности ее потребления в течение суток. Нормативные величины расхода существенно различны не только для зданий различного назначения, но даже для зданий одного типа, но с различным инженерным оборудованием. Так, например, в жилых домах, не оборудованных внутренним водопроводом и канализацией, с использованием воды из водоразборных колонок суточное потребление воды на одного жителя составляет 30—50 л/сут, а в домах, оборудованных водопроводом, канализацией и горячим водоснабжением, — 275—600 л/сут. Среди производственных предприятий наиболее крупными потребителями воды являются металлургические, нефтехимические, нефтеперерабатывающие и ТЭЦ.

Требования к качеству воды определяют выбор источника водоснабжения, характер операций и сооружений по ее очистке.

Различают поверхностные (из открытых водоемов) и подземные (артезианские и родниковые, грунтовые) природные источники воды. Подземные источники, расположенные на больших глубинах, обычно бывают бактериально чисты и наиболее пригодны для хозяйственно-питьевого водоснабжения. Однако в крупных и крупнейших городах использование подземных источников для этой цели, как правило, оказывается недостаточным или экономически неприемлемым. В этих случаях не только для производственного, но и для хозяйственно-питьевого водопровода используют поверхностные источники.

Вода природных источников поступает в сеть и к потребителям, пройдя следующие головные сооружения: водозаборные (водоприемные), насосные станции первого подъема, которые подают воду на очистку, очистные сооружения, резервуары чистой воды, насосные станции второго (и последующих при необходимости) подъема. Станции второго подъема обычно подают воду в напорно-регулирующие сооружения. Они предназначены для накопления воды (когда ее количество, подаваемое насосами, превышает расход) и хранения запаса воды для аварийных расходов (тушение пожара и пр.).

Наиболее массовым типом напорно-регулирующего сооружения является водонапорная башня, расположенная на наиболее высокой отметке (выше точек водоразбора). Иногда ее заменяют наземными или подземными резервуарами, расположенными на возвышенных участках рельефа, или пневматическими установками, создающими с помощью сжатого воздуха необходимый напор. Из напорно-регулирующего сооружения вода по водоводам и водопроводной сети поступает к потребителям (рис. 21.6). Для обеспечения надежности работы водоснабжения головные сооружения часто дублируются. В зависимости от конкретного рельефа местности, чистоты источника и вида потребителя состав головных сооружений может меняться. Например, при расположении источника на высоких отметках и подаче воды самотеком исключаются насосные станции или др.

Характер источника определяет тип водозаборных сооружений: ими могут служить группы артезианских колодцев и сборных резервуаров, горизонтальные водосборы из дренажных труб или галерей в пределах водонасыщенного пласта, приемные камеры для родниковой воды и т. п.

Водозаборные сооружения для хозяйственно-питьевого водопровода, расположенные на открытых водоемах, размещают выше города по течению рек и создают вокруг них санитарную охранную зону.

Работа насосных станций, оборудованных центробежными насосами и контрольно-измерительной аппаратурой, полностью автоматизируется.

В очистных сооружениях производится обработка поверхностных вод, которые без очистки не пригодны для питья из-за бактериологической загрязненности, мутности, цветности, избыточного количества растворенных солей.

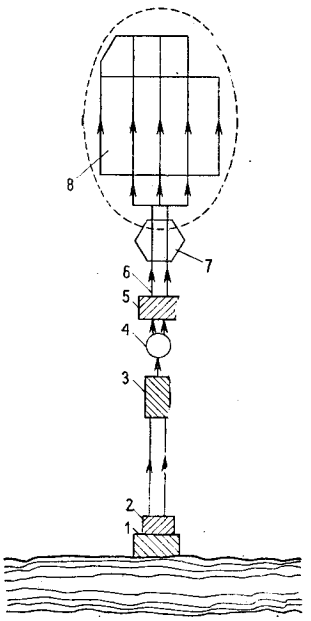
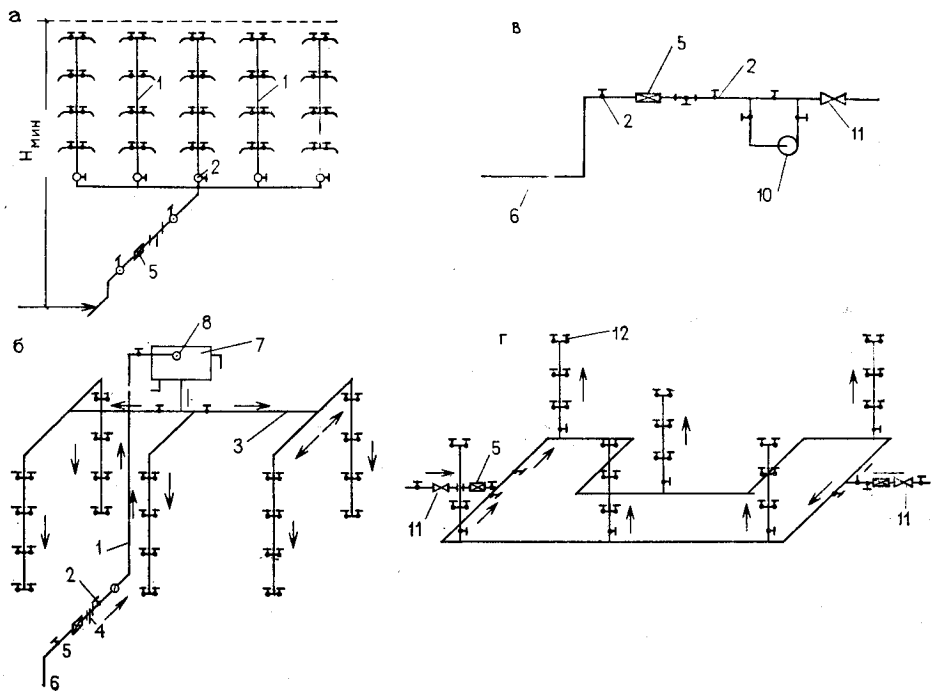


Рис. 21.6. Схема водоснабжения

1 — водозаборные сооружения; *2* — насосная станция первого подъема; *3* — водоочистные сооружения; *4* — резервуар чистой воды; *5* — насосная станция второго подъема; *6* — водоводы; *7* — водонапорная башня; *8* — водопроводная сеть

Рис. 21.7. Схемы внутреннего водопровода

а — с нижней разводкой без подкачивающего насоса и водонапорного бака; *б* — с верхней разводкой и водонапорным баком; *в* — с подкачивающим насосом; *г* — кольцевая; *1* — стояк; *2* — запорный вентиль; *3* — разводящая (магистральная) линия; *4* — тройник спуска воды из системы; *5* — водомер; *6* — ввод; *7* — напорный бак; *8* — поплавковый клапан; *10* — насос; *11* — обратный клапан; *12* — подводка



Для осветления и обесцвечивания воду коагулируют с помощью химических реагентов, способствующих осаждению взвешенных и коллоидных частиц, и доосветляют в фильтрах. Воду обеззараживают хлорированием и бактерицидным ультрафиолетовым облучением.

При содержании в виде солей кальция и магния в количестве, превышающем нормативно допустимое, воду смягчают. Кроме того, при необходимости производятся дегазация (удаление сероводорода, метана, радона и других растворенных газов) воды путем аэрации, дезодорация (удаление веществ с привкусами и запахами) сорбцией активным углем и другими способами. Сооружения производственного водопровода часто решаются более просто: может отсутствовать санитарная охранная зона и обработка воды значительно упрощена.

Из системы головных сооружений вода поступает в наружные водопроводные сети. Их выполняют из стальных, чугунных и железобетонных труб и размещают в грунте (ниже глубины промерзания) либо в подземных коллекторах.

Водопроводная сеть состоит из магистральных линий, транспортирующих воду транзитом в отдаленные районы, и распределительной сети, подающей воду к отдельным домовым ответвлениям. Потребителей присоединяют к наружной сети при помощи ответвлений, проложенных с уклоном в 0,003 от здания. Ответвления присоединяют к наружной сети в специальных водопроводных колодцах.

Для устройства внутреннего водопровода применяются различные схемы (рис. 21.7). Простейшая из них — схема с нижней разводкой без водонапорного бака и подкачивающего насоса. Если эта схема в дневное время не обеспечивает подачу воды в верхние этажи при падении давления в городской сети, применяют схему с верхней разводящей линией и водонапорным баком, расположенным выше водоразборных точек. Заполнение бака происходит ночью в часы минимального водоразбора. В многоэтажных зданиях подача воды в верхние этажи обеспечивается включением в схему внутреннего водопровода подкачивающего центробежного электронасоса.

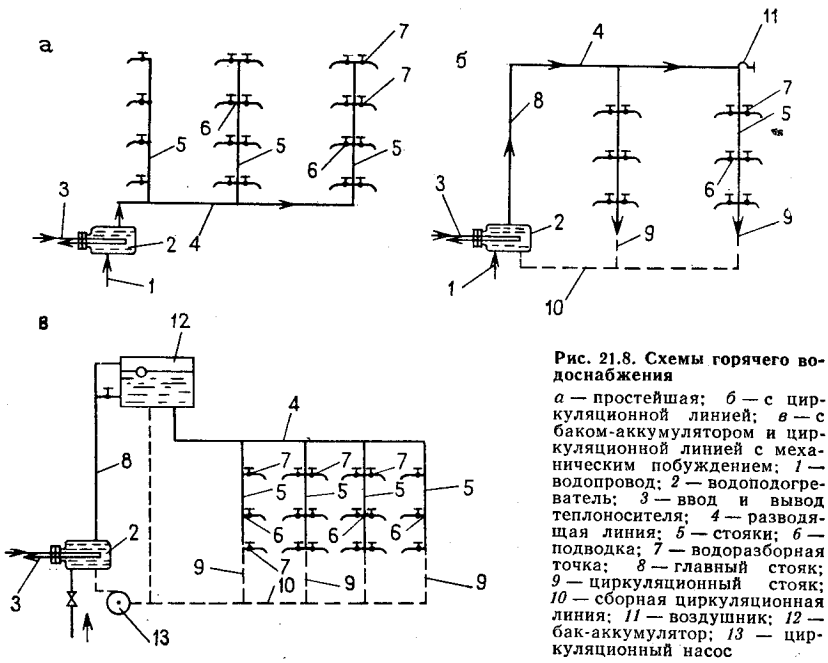


Рис. 21.8. Схемы горячего водоснабжения

а — простейшая; *б* — с циркуляционной линией; *в* — с баком-аккумулятором и циркуляционной линией с механическим побуждением; *1* — водопровод; *2* — водоподогреватель; *3* — ввод и вывод теплоносителя; *4* — разводящая линия; *5* — стояки; *6* — подводка; *7* — водоразборная точка; *8* — главный стояк; *9* — циркуляционный стояк; *10* — сборная циркуляционная линия; *11* — воздушник; *12* — бак-аккумулятор; *13* — циркуляционный насос

Подача воды при этом гарантируется автоматическим подключением электронасоса при падении давления на вводе.

Схемы внутреннего водопровода, приведенные на рис. 21.7, *а — в*, являются тупиковыми. Внутренний водопровод может быть решен и по кольцевой схеме, позволяющей при аварии выключить поврежденный участок без прекращения подачи воды в остальные участки (рис. 21.7, *г*). Кольцевая схема проектируется для пожарного водопровода, применяется в больницах и других зданиях и на предприятиях, нуждающихся в бесперебойной подаче воды.

На вводах внутреннего водопровода устанавливают водомер — прибор, учитывающий количество потребляемой воды.

Трубы внутреннего водопровода прокладывают чаще всего скрыто, вместе со стояками газоснабжения, канализации и горячего водоснабжения в специальных нишах санузлов, закрытых съемными щитами или дверцами и в подпольных каналах. В производственных помещениях иногда применяют открытую прокладку труб.

§ 4. ГОРЯЧЕЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Централизованное горячее водоснабжение использует для подогрева воды тепло, вырабатываемое на ТЭЦ, в районных котельных, отбросное тепло промышленных предприятий и др. Применяют приготовление горячей воды в самих источниках тепла, в центральных тепловых пунктах (ЦТП) или непосредственно в домах.

Централизованное горячее водоснабжение осуществляется по открытой или закрытой схеме. При закрытой схеме холодная водопроводная вода нагревается в водонагревателях теплоносителем (водой или паром) из тепловых сетей. Водонагреватели устанавливают в ЦТП или непосредственно в здании — потребителе горячей воды.

При открытой схеме вода разбирается потребителем непосредственно из тепловой сети, что исключает необходимость установки водонагревателей и уменьшает возможность коррозии местных трубопроводов, но требует подпитки таких систем большим количеством воды, прошедшей предварительную обработку, исключающую коррозию трубопроводов.

Количество воды для горячего водоснабжения определяется технологическими требованиями и требованиями защиты сети от коррозии. В жилых домах горячая вода, идущая на бытовые нужды, должна иметь температуру в точке разбора не более 75° и не менее 60° С. Во вспомогательных зданиях и помещениях промышленных предприятий температура воды для душей должна быть не ниже 45° С и т. д.

Схемы устройства централизованного горячего водоснабжения представлены на рис. 21.8. В простейшей схеме холодная водопроводная вода, пройдя через водонагреватель, под действием существующего в системе напора через разводящую верхнюю (на чердаке) или нижнюю (в техническом подполье) линию, стояки и подводки поступает к водоразборным точкам: умывальникам, душам, технологическому оборудованию и др. Недостатком этой схемы является охлаждение воды в трубах при отсутствии водоразбора. Он исключается в схеме, дополненной циркуляционной линией. Эта схема основана на естественной циркуляции: при остывании в стояках вода становится тяжелее горячей воды в главном стояке, подающем воду в розлив, и по циркуляционным стоякам и циркуляционной линии вновь поступает в водонагреватель.

В случаях когда естественного напора вследствие разницы объемных масс горячей и остывшей воды недостаточно для обеспечения циркуляции, перед водонагревателем устанавливают циркуляционный насос (рис. 21.8, *в*).

Стабильность напора в системе обеспечивает введение в схему бака-аккумулятора воды.

Коррозия стальных трубопроводов в системах горячего водоснабжения может протекать очень быстро вследствие окисления стали под воздействием кислорода, содержащегося в воде. Интенсивность коррозионных процессов резко возрастает с повышением температуры воды более 60° С. Поэтому для горячего водоснабжения допускается применять стальные трубы только с антикоррозионной защитой. Наиболее широко используют оцинкованные трубы. Обычная сварка трубопроводов в этих случаях недопустима, так как в процессе сварки выгорает защитное цинковое покрытие. Поэтому трубы соединяют оцинкованными фитингами или сваркой в среде углекислого газа. Более совершенной, чем оцинковка, является антикоррозионная защита стальных труб футеровкой изнутри полиэтиленом.

Уменьшает коррозию труб специальная предварительная обработка воды перед подачей в систему в целях сокращения содержания в ней кислорода. Для этого воду предварительно пропускают через сталестружечный фильтр — цилиндр, заполненный стальной стружкой. Кислород, содержащийся в воде, расходуется на окисление стружки, которую периодически заменяют неокисленной. Для уменьшения коррозии прибегают также к искусственному повышению жесткости воды. При этом соли, выпадающие из горячей воды, оседают тонкой защитной пленкой на внутренней поверхности труб.

§ 5. КАНАЛИЗАЦИЯ

Канализация предназначается для приема, отвода, очистки и сброса в водоемы сточных вод. Различают ливневые (атмосферные), хозяйственно-бытовые (от санитарных приборов) и производственные сточные воды.

Канализация бывает внутренняя (внутридомовая) и наружная. Внутреннюю составляют приборы и домовые сети, наружную — наружные сети, состоящие из дворовых (внутриквартальных) и городских сетей, очистные и водосбросные сооружения.

Система канализации проектируется общесплавной, раздельной или полураздельной. Общесплавная принимает все виды сточных вод в единую общую сеть и очистные сооружения. Раздельная канализация проектируется в виде двух сетей — ливневой и хозяйственно-бытовой. Ливневая принимает атмосферные и условно чистые производственные сточные воды, которые не требуют очистки перед сбросом в водоем. Хозяйственно-бытовая принимает не только бытовые, но и загрязненные производственные воды. Несмотря на необходимость дублирования сетей, раздельная система канализации в большинстве случаев оказывается экономичней общесплавной благодаря резкому уменьшению объема очистных сооружений. Это определило ее широкое распространение, особенно в промышленном строительстве.

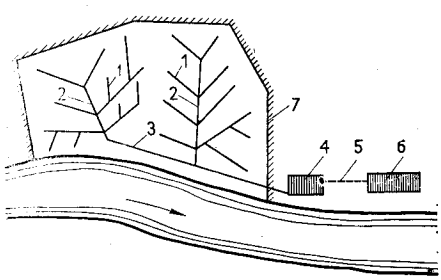


Рис. 21.9. Схема городской канализации

1 — уличные канализационные трубы; *2* — коллектор; *3* — главный коллектор; *4* — станция перекачки; *5* — напорный коллектор; *6* — очистные сооружения; *7* — граница города

Полураздельная канализация подобно раздельной состоит из двух сетей. Ее отличие заключается в том, что в сеть, идущую на очистные сооружения, направляются также первые наиболее загрязненные порции атмосферной воды в начале дождя и вся влага от кратковременных дождей.

Городская схема канализации (рис. 21.9) состоит из уличных канализационных труб, присоединяемых к коллекторам, главного коллектора города или района. Движение сточных вод обеспечивается укладкой труб с уклоном. В зависимости от рельефа местности канализация проектируется самотечной или напорной. Необходимость в напорной канализации, включающей станцию перекачки, возникает в том случае, если самотечным трубам нельзя придать необходимый уклон из экономических соображений.

Для городской канализационной сети применяют асбестоцементные, керамические, чугунные или железобетонные трубы, которые укладывают на глубину не менее 2 м.

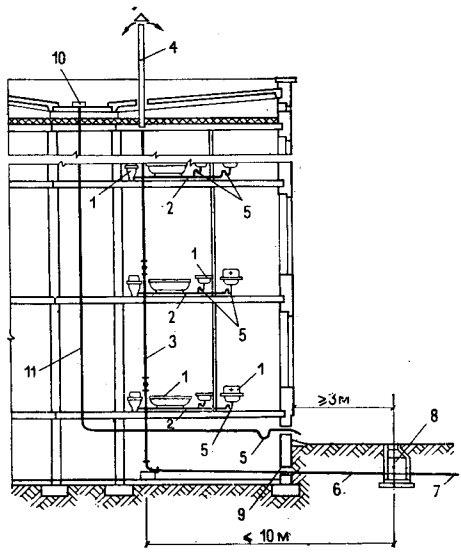


Рис. 21.10. Внутренняя канализация и внутренний водосток в гражданском здании

1 — приемники сточных вод; *2* — отводные трубы; *3* — канализационный стояк; *4* — вытяжная вентиляционная труба; *5* — гидравлический затвор; *6* — выпуск; *7* — дворовая сеть; *8* — смотровой канализационный колодец; *9* — зазор в кладке фундамента на величину осадки здания; *10* — водосточная воронка; *11* — стояк внутреннего водостока

Внутренняя канализация в гражданских и вспомогательных промышленных зданиях проектируется как хозяйственно-бытовая. Наряду с ней в зданиях устраивают внутренние водостоки для отвода атмосферных вод. Воды из них сбрасывают в ливневую канализацию, а если она отсутствует — на отмостку перед зданием в открытые лотки (рис. 21.10). Выпуск внутреннего водостока снабжают сифоном для предохранения системы от охлаждения наружным воздухом.

Приемниками сточных вод в зданиях служат санитарные узлы. Все приемники снабжаются смывными устройствами от водопровода. Сточные воды уходят в канализационную сеть через гидравлический затвор — сифон, который представляет собой U-образную трубу, заполненную водой. Гидравлический затвор препятствует прохождению газов из канализационной сети в помещение. Сифон обычно объединен с ревизией — отверстием со съемной крышкой для прочистки труб при засорах. Все приемники подсоединяют с помощью различных фасонных частей (отводов, колен, тройников, крестовин и т. д.) к стоякам. Канализационные стояки монтируются из раструбных труб, которые выполняют из чугуна, асбестоцемента или пластмасс. При стыковании прямой конец трубы вставляют в раструб, а стык герметизируют. Выше чердачного перекрытия канализационный стояк продолжается как вытяжная труба, выходящая выше покрытия и исключающая попадание газов в помещения. Диаметр вытяжной трубы назначают больше диаметра стояка. Отвод канализационных вод из стояка за пределы здания (выпуск) проектируют из чугунных труб. Выпуск присоединяют к смотровому канализационному колодцу.

§ 6. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

Природный газ является наиболее дешевым топливом, обладающим высокой теплотворной способностью, удобством доставки по трубам и использования. По сравнению с твердым топливом при сгорании газа намного меньше загрязняется воздушная среда.

Недостатками газового топлива являются взрывоопасность и загрязнение воздуха при утечке газа внутри помещений.

К населенным пунктам газ доставляется магистральным газопроводом, в котором давление газа, поддерживамое расположенными через каждые 100 км трассы газокомпрессорными станциями, составляет 50 кгс/см^2.

В город газ поступает через газораспределительные станциии (ГРС), где давление газа снижается до требуемого уровня (чаще до 12 кгс/см^2), производится его фильтрация и одорирование (придание запаха), позволяющее быстро обнаружить даже минимальную утечку газа из труб или приборов. Резкая неравномерность расходования газа в течение суток определяет необходимость наличия в городской системе газоснабжения газгольдеров — стальных резервуаров большой емкости, аккумулирующих газ в ночное время.

Газопроводы населенных пунктов разделяются по величине давления газа на газопроводы низкого давления (до 0,05 кгс/см^2), среднего (от 0,05 до 3 кгс/см^2) и высокого (от 3 до 12 кгс/см^2). Газопроводы высокого и среднего давления питают промышленные предприятия и котельные, газопроводы низкого давления — жилые и общественные здания и коммунальные предприятия.

Система газопровода включает в себя наружные сети, дворовые (внутриквартальные) и внутренние — внутридомовые или внутрицеховые. Стыкование ответвлений наружной сети с дворовой осуществляют в газовых колодцах с установкой отключающей задвижки на стыке.

Наружную сеть газопровода прокладывают в отдельной траншее, на расстоянии 2—5 м от стен зданий (в зависимости от величины давления газа: не менее 2 м — от стен каналов теплосети и 1,5 м — от водопроводных и канализационных сетей).

Дворовая сеть прокладывается с уклоном к городской сети. Ввод в промышленное здание размещают в зоне основных потребителей, в гражданское — в зоне лестничной клетки. Перед каждым газовым прибором на ответвлениях к нему устанавливают запорные краны. Отвод продуктов сгорания газа осуществляется через дымоходы или вентиляционные каналы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Брежнев Л. И. Выступление на ноябрьском Пленуме ЦК КПСС. М., 1979.
Материалы XXIV съезда ЦК КПСС. М., 1971.
Материалы XXV съезда КПСС. М., 1976.
Материалы XXVI съезда КПСС. М., 1981.
Программа КПСС. М., 1961.

К разделу I

Архитектура гражданских и промышленных зданий/Под ред. Предтеченского В. М. Т. II. Основы проектирования. М., 1976.

Временная инструкция о составе и оформлении строительных рабочих чертежей зданий и сооружений. СН-460-74. Разд. 3. Архитектурно-строительные решения. М., 1975.

Гусев Н. М. Основы строительной физики. М., 1975.

Журавлев А. М., Рабинович В. И. Книга об архитектуре. М., 1973.

Зигель К. Структура и форма в современной архитектуре. Пер. с нем. М., 1965.

Иконников А. В., Степанов Г. П. Основы архитектурной композиции. М., 1972.

Ковригин С. Д. Архитектурно-строительная акустика. М. 1980.

Объемно-пространственная композиция в архитектуре/Под ред. Степанова А. В. и Туркус М. А. М., 1975.

Осипов Г. Л. Город, промышленность, шум. М., 1977.

Осипов Л. Г., Сербинович П. П., Стерлигов В. Д., Шубин Л. Ф. Архитектура гражданских и промышленных зданий. М., 1962.

Основы архитектурной композиции и проектирования/Под ред. Тица А. А. Киев, 1976.

Справочник проектировщика. Градостроительство/Под ред. Белоусова В. Н. М., 1978.

Строительные нормы и правила. Часть II. Нормы проектирования.

Глава II-60-75. Планировка и застройка городов, поселков и сельских населенных пунктов. М., 1976.

Глава II-А.6-72. Строительная климатология и геофизика. М., 1972.

Глава II-3-79. Строительная теплотехника, М., 1979.

Глава II-4-79. Естественное и искусственное освещение. М., 1979.

Глава II-12-77. Защита от шума. М., 1977.

Указания по технико-экономической оценке типовых и экспериментальных проектов жилых домов и общественных зданий и сооружений. ВСН-10-73. М., 1973.

ЦНИИЭП жилища. Типизация жилых зданий, их элементов и деталей/Под ред. Рубаненко Б. Р. М., 1974.

К разделу II

Архитектура гражданских и промышленных зданий/Под ред. Предтеченского В. М. Т. III. Жилые здания. М., 1965; т. IV. Великовский Л. Б. Общественные здания М., 1977.

Архитектурное проектирование общественных зданий и сооружений/Под ред. Соболева И. Н. и Урбаха А. И. М., 1970.

Барщ М. О., Лисициан М. В. и др. Архитектурное проектирование жилых зданий. М., 1972.

Бронников П. И. Объемно-блочное домостроение. М., 1979.

Дыховичный Ю. А. Конструирование и расчет жилых и общественных зданий повышенной этажности. М., 1970.

Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. ВСН-32-77. М., 1978.

Инструкция по проектированию сборных железобетонных крыш жилых и общественных зданий. ВСН-35-77. М., 1978.

Жилищное строительство в СССР/Под ред. Рубаненко Б. Р. М., 1976.

Киселевич Л. Н., Рабинович И. Л. Композиция массовых жилых домов и ансамбля застройки/Под ред. Рубаненко Б. Р. М., 1973.

Кулага В. Л., Сычева М. А. Комплексы повседневного обслуживания в жилой застройке. М., 1973.

Маклакова Т. Г. Конструирование крупнопанельных зданий. М., 1975.

Меерсон Д. С., Тонский Д. Г. Жилищное строительство в десятой пятилетке. М., 1977.

Монфред Ю. Б., Николаев Н. А. и др. Здания из объемных блоков. М., 1974.

Перспективы развития жилищного строительства в СССР/Под ред. Карташовой К. К., Рубаненко Б. Р., Меерсона Д. С. М., 1975.

Руководство по выбору рациональных строительных систем жилых зданий для массового строительства в различных условиях. М., 1978.

Система и типы учебных и кооперированных зданий/Под ред. Градова Г. А. М., 1975.

Строительные нормы и правила. Часть II.

Глава II-Л.1-71*. Жилые здания. М., 1978.

Глава II-Л.2-72*. Общественные здания и сооружения. Общая часть. М., 1978.

Туполев М. С. и др. Конструкции гражданских зданий. М., 1973.

Экономика сборных конструкций жилых зданий/Под ред. Любимовой М. С. М., 1974.

К разделу III

Архитектура гражданских и промышленных зданий/Под ред. Предтеченского В. М. Т. V. Шубин Л. Ф. Промышленные здания. М., 1975.

Блохин В. В. Композиция в промышленной архитектуре. М., 1977.

Буренин В. А., Ливчак И. Ф., Иванова Н. В. Основы промышленного строительства и санитарной техники. М., 1974.

Временные указания по проектированию зданий из легких металлических конструкций. СН 454-73. М., 1975.

Дятков С. В. Архитектура промышленных зданий. М., 1976.

Ким Н. Н. Промышленная архитектура. М., 1979.

Конструкции промышленных зданий/Под ред. Попова А. Н. М., 1972.

Орловский Б. Я. Промышленные здания. М., 1975.

Рудерман Л. Г. Экономическая эффективность заводского производства крупноразмерных изделий. М., 1976.

Рыгалов В. А., Метляева О. П., Болотова М. Н. Генеральные планы промышленных предприятий. М., 1973.

Самойло А. И. Производственные здания. М., 1977.

Справочник проектировщика Архитектура промышленных предприятий, зданий и сооружений/Под ред. Карташова К. Н. М., 1975.

Строительные нормы и правила. Часть II.

Глава II-М.1-71*. Генеральные планы промышленных предприятий. М., 1976.

Глава II-М.2-72*. Производственные здания промышленных предприятий. М., С., 1978.

Глава II-92-76. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий. М., 1977.

Глава II-В.8-71. Полы. М., 1972.

Глава II-26-76. Кровли. М., 1977.

Хромец Ю. Н., Ширяев Г. А. Снижение материалоемкости промышленных зданий. М., 1977.

Хромец Ю. Н. Промышленные здания из легких конструкций. М., 1978.

Шерешевский И. А. Конструирование промышленных зданий и сооружений. Л., 1978.

Цителаури Г. И. Проектирование технологии заводов сборного железобетона. М., 1975.

ТАБЛИЦА СООТНОШЕНИЙ МЕЖДУ НЕКОТОРЫМИ ЕДИНИЦАМИ ФИЗИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ЕДИНИЦАМИ СИ

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	технической системы		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Сила, нагрузка, вес	килограмм-сила тонна-сила грамм-сила	кгс тс гс	ньютон	Н	1 кгс≈9,8 Н≈10Н 1 тс≈9,8×$\times 10^3$ Н≈10 кН 1 гс ≈ ≈9,8·10^{-3}Н≈ ≈10мН
Поверхностная нагрузка	килограмм-сила на квадратный метр	кгс/м^2	ньютон на квадратный метр	Н/м^2	1 кгс/м^2≈ ≈10 Н/м^2
Давление	килограмм-сила на квадратный сантиметр миллиметр водяного столба миллиметр ртутного столба	кгс/см^2 мм вод. ст. мм рт. ст.	паскаль	Па	1 кгс/см^2≈ ≈9,8·10^4 Па≈ ≈10^5 Па≈ ≈0,1 МПа 1 мм вод. ст≈ ≈9,8 Па≈10 Па 1 мм рт. ст≈ ≈133,3 Па
Механическое напряжение Модуль упругости, модуль сдвига	килограмм-сила на квадратный миллиметр килограмм-сила на квадратный сантиметр	кгс/мм^2 кгс/см^2	паскаль	Па	1 кгс/мм^2≈ ≈9,8·10^6 Па≈ ≈10^7 Па≈ ≈10 МПа 1 кгс/см^2≈ ≈9,8·10^4 Па≈ ≈10^5 Па≈ ≈0,1 МПа
Количество теплоты	калория килокалория	кал ккал	джоуль	Дж	1 кал≈4,2 Дж 1 ккал≈ ≈4,2 кДж
Удельная теплоемкость	калория на грамм-градус Цельсия килокалория на килограмм-градус Цельсия	кал/(г·°С) ккал/(кг·°С)	джоуль на килограмм-кельвин	Дж/(кг×К)	1 кал/(г·°С)≈ ≈4,2×$\times 10^3$Дж/(кг·К) 1 ккал/(кг×°С)≈ ≈4,2 кДж/(кг·К)

Продолжение приложения

Наименование величины	Единица				Соотношение единиц
	технической системы		СИ		
	наименование	обозначение	наименование	обозначение	
Теплопроводность	калория в секунду на сантиметр-градус Цельсия	кал/(с·см·°С)	ватт на метр-кельвин	Вт/(м·К)	1 кал/(с·см××°С)≈≈ 420 Вт/(м·К)
	килокалория в час на метр-градус Цельсия	ккал/(ч·м·°С)			1 ккал/(ч·м××°С)≈≈1,16 Вт/(м·К)
Коэффициент теплообмена (теплоотдачи), коэффициент теплопередачи	калория в секунду на квадратный сантиметр-градус Цельсия	кал/(с·см²·°С)	ватт на квадратный метр-кельвин	Вт/(м²×К)	1 кал/(с·см²××°С)≈≈42 кВт/(м²·К)
	килокалория в час на квадратный метр-градус Цельсия	ккал/(ч·м²·°С)			1 ккал/(ч·м²××°С)≈≈1,16 кВт/(м²·К)

ПРЕДМЕТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ

А

Автоматизированная система проектирования 64
Адгезия 173, 178

Акустика 136
Арка 31
Архитектура 3
Аэрация 271

Б

Балка 29
Балкон 197
Биостойкость 11
Благоустройство 91
Блок крупный 172
Блок-секционный метод 19
Блокирование общественных зданий 128
Блокирование промышленных зданий 256

В

Вертикальные коммуникации: лестницы, лифты, эскалаторы 126 ,140
Вертикальная планировка 92
Витражи 195
Витрины 195
Висячие конструкции 37
Влагостойкость 11
Влажность воздуха 74
Воздействия внешние 10
Воздухопроницаемость материалов и конструкций 73
Время реверберации 136
Волновое совпадение 82
Волны звуковые 82
Вспомогательные здания 284

Г

Герметизация стыков 188
Гидроизоляция 167
Гиперболический параболоид (гипар) 33
Граничная частота 82

Д

Движение людских потоков 134
Диафрагма жесткости 30
Диффузность звукового поля 136
Долговечность 11
Допуск 18

Ж

Жесткость 11
Жилой комплекс 92, 235

З

Задание на проектирование 62
Закон проекции телесного угла 78
— светотехнического подобия 78
Застройка регулярная свободная, открытая 237
— квартальная, сплошная, павильонная 257
Затраты приведенные 64
Затухание колебаний температуры 72
Звукоизоляция 84
Зона санитарно-защитная 253
Зонирование функциональное квартир 113, 114
— территории 89, 256
Звукопоглощение 136

И

Индекс звукоизоляции 89
Индустриализация строительства 13
Инсоляция 80, 93
Интерьер 44

К

Каркас унифицированный 168
Каталог изделий 24
Климатическое районирование 103
Композиция архитектурная 42
Конденсация влаги 75
Кондиционирование воздуха 136, 271, 351
Конструктивные системы 149
— схемы 153
Контрфорс 59
Кооперирование общественных зданий 128
Коррозиестойкость 11
Кривизна гауссова 32
Купол 35

Л

Лестница незадымляемая 125
Лоджия 197

М

Марка сборного изделия 15
Материалоемкость конструкций 157
Масштаб архитектурный 54
Мембранное покрытие 39
Модульная координация 13
— система 14
Морозостойкость 11

Н

Нормаль планировочная 23
Номенклатура изделий 24

О

Объемно-блочные конструкции 147, 230
Огнестойкость 12
Ордера архитектурные 52
Ориентация 95
Освещение естественное 77, 137

П

Панель 144, 146
Пневматические конструкции 40
Подъемно-транспортное оборудование 263
Показатели технико-экономические 65
Покрытия пространственные 297

Помещения жилые, рабочие, подсобные 108, 138
Принцип соподчиненности 45
Проветривание территории 96
— квартир 116
Проект типовой индивидуальный 63
Промышленно-селитебный район 253
Промышленный узел, район 253
Противовзрывные мероприятия 268
Противопожарные мероприятия 125, 133, 268

Р

Радиация солнечная 80
Разбивочные оси 16
Размеры координационные конструктивные, модульные 17, 18
Разряд зрительной работы 275
Рама 29
Режим световой 76, 136, 275
— температурно-влажностный 67, 136
Роза ветров 90

С

Своды цилиндрические крестовые 31
Своды-оболочки 32
Система строительная 142
Система типизации 23
Складчатая конструкция 34
Смета 62
Среда воздушная 136, 270
Стандартизация 24

Т

Тектоника 55
Температурное поле 75
Типизация 18
Типоразмер 14
Трансформация помещений 132

У

Уличная сеть 90
Универсальные здания 132
Унификация 13, 134, 266
Уровень звукового давления 83
Устойчивость 11

Ф

Фонарь аэрационный 326
— свето-аэрационный 327
Функциональная схема 27

Ч

Чертежи рабочие 63

Ш

Шум воздушный, косвенный (структурный), ударный 84
Шумозащитные сооружения 97

Э

Эркер 199

ОГЛАВЛЕНИЕ

Стр.

Введение 3

Раздел I. Основы проектирования зданий

Глава 1. Виды зданий и требования к ним 5
§ 1. Классификация зданий по назначению 5
§ 2. Общие сведения о конструкциях зданий 6
§ 3. Требования к зданиям 9
Глава 2. Единая модульная система, унификация, типизация, стандартизация, нормализация в строительстве 13
§ 1. Унификация и Единая модульная система 13
§ 2. Типовое проектирование, типизация, нормализация, стандартизация 18
Глава 3. Объемно-планировочные решения зданий 25
Глава 4. Несущие конструкции зданий 29
Глава 5. Архитектурная композиция и ее элементы 42
§ 1. Основные понятия 42
§ 2. Виды композиций 46
§ 3. Композиционные средства 49
§ 4. Тектоника 55
Глава 6. Методы проектирования и технико-экономической оценки проектных решений 62
Глава 7. Физико-технические основы проектирования зданий и их ограждающих конструкций 65
§ 1. Элементы строительной теплофизики 65
§ 2. Элементы строительной светотехники 76
§ 3. Инсоляция 80
§ 4. Защита от шума 82
Глава 8. Элементы градостроительства 86
§ 1. Город, его планировочная структура и транспортная сеть 88
§ 2. Планировка и застройка жилых районов и микрорайонов 92
§ 3. Обеспечение обслуживания населения 98

Раздел II. Объемно-планировочные и конструктивные решения гражданских зданий

Глава 9. Строительство жилых и общественных зданий в СССР 102
§ 1. Развитие жилищного строительства 102
§ 2. Строительство общественных зданий 106
Глава 10. Объемно-планировочные решения жилых зданий 108
§ 1. Классификация жилых зданий 108
§ 2. Квартирные жилые дома 111
§ 3. Планирование решения многоквартирных домов 115
§ 4. Коммуникационные помещения и транспортные устройства в жилых домах 125
Глава 11. Объемно-планировочные решения общественных зданий 127
§ 1. Классификация общественных зданий 127
§ 2. Функциональные и физико-технические особенности проектирования общественных зданий 132
§ 3. Объемно-планировочные решения 138
Глава 12. Конструкции гражданских зданий 142
§ 1. Строительные системы зданий и области их применения 142
§ 2. Конструктивные системы зданий 149
§ 3. Конструктивные схемы 153
§ 4. Принципы проектирования конструкций зданий 156
§ 5. Основания и фундаменты 160
§ 6. Каркас 168
§ 7. Наружные стены и их элементы 171
§ 8. Внутренние вертикальные несущие и ограждающие конструкции . . 201
§ 9. Перекрытия 210
§ 10. Крыши 219
§ 11. Лестницы 227
§ 12. Объемно-блочные конструкции 230
Глава 13. Архитектурно-композиционные решения 235
§ 1. Архитектурно-композиционные решения жилых комплексов 235
§ 2. Композиция объемной формы и фасадов жилых зданий 241
§ 3. Особенности архитектурной композиции зданий с индустриальными конструкциями 243
§ 4. Общественные здания в жилой застройке 247

Раздел III. Объемно-планировочные и конструктивные решения промышленных зданий

Глава 14. Промышленное строительство в СССР 250
Глава 15. Генеральные планы промышленных предприятий 252
§ 1. Размещение промышленности. 252
§ 2. Генеральный план промышленного предприятия 255
Глава 16. Основы проектирования промышленных зданий . . . 261
§ 1. Классификация промышленных зданий 261
§ 2. Специфические функциональные задачи проектирования промышленных зданий 262
§ 3. Физико-технические задачи в проектировании промышленных зданий. 270
Глава 17. Объемно-планировочные решения промышленных зданий . 277
§ 1. Одноэтажные здания 277
§ 2. Двухэтажные здания 280
§ 3. Многоэтажные здания 282
Глава 18. Вспомогательные здания и помещения промышленных предприятий 284
Глава 19. Конструктивные решения промышленных зданий . . 291
А. Несущие конструкции 291
§ 1. Несущие конструкции одноэтажных зданий 291
§ 2. Несущие конструкции многоэтажных зданий 305
Б. Ограждающие конструкции 309
§ 3. Наружные стены и их элементы 309
§ 4. Покрытия и их элементы 322
§ 5. Полы 332
§ 6. Прочие конструкции промышленных зданий 334
Глава 20. Архитектурно-композиционные решения промышленных зданий . . 338
§ 1. Особенности архитектурных решений предприятий различных классов 338
§ 2. Архитектурные решения фасадов 342
Глава 21. Инженерное оборудование зданий 346
§ 1. Отопление 346
§ 2. Вентиляция и кондиционирование воздуха 349
§ 3. Водоснабжение 354
§ 4. Горячее водоснабжение 357
§ 5. Канализация 358
§ 6. Газоснабжение 359

Список литературы 361
Предметный указатель 365

ТАТЬЯНА ГЕОРГИЕВНА МАКЛАКОВА

АРХИТЕКТУРА ГРАЖДАНСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Редакция литературы по градостроительству и архитектуре
Зав. редакцией Т. Н. Федорова
Редактор И. Л. Глезарова
Мл. редактор Н. Б. Либман
Внешнее оформление К. Д. Юрченко
Технический редактор В. Д. Павлова
Корректор Г. Г. Морозовская

ИБ № 1641

Сдано в набор 15.10.80. Подписано в печать 17.06.81. Т-21155 Формат 70×1
Бумага тип. № 2. Гарнитура «Литературная» Печать высокая Усл. печ. л.
Уч.-изд. л. 32,44 Тираж 50.000 экз. Изд. № АІ-7118 Зак. № 2309 Цена 1 р. 20 к.

Стройиздат, 101442, Москва, Каляевская, 23а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по д издательств, полиграфии и книжной торговли
г. Москва, 129041, Б. Переяславская ул., д. 46