



СПЕЦИАЛЬНОСТЬ

# "АРХИТЕКТУРА"

Редколлегия:

А. П. КУДРЯВЦЕВ (главный редактор)  
А. В. СТЕПАНОВ (заместитель главного редактора)  
В. В. АУРОВ (ответственный секретарь)  
П. Г. БУГА  
Ю. А. ДЫХОВИЧНЫЙ  
С. Г. ЗМЕУЛ  
В. А. КАСАТКИН  
И. Г. ЛЕЖАВА  
Н. И. ОРЕХОВА  
С. В. ДЕМИДОВ  
Ю. П. ПЛАТОНОВ  
И. Е. РОЖИН  
А. В. РЯБУШИН  
З. Н. ЯРГИНА  
Б. А. ЯГУПОВ

# АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

*Под ред. З. А. Казбек-Казиева*

Допущено Государственным комитетом СССР  
по народному образованию  
в качестве учебника  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по специальности «Архитектура»



Москва «Высшая школа» 1989

ББК 85.11  
А 87  
УДК 725

**З. А. Казбек-Казиев, В. В. Беспалов, Ю. А. Дыховичный,  
В. Н. Карцев, Т. И. Кириллова, О. В. Коретко,  
А. П. Попов, А. А. Савченко, Ю. Л. Сопецко**

Рецензенты:

Кафедра архитектуры ВЗИСИ (зав. кафедрой проф. Н. Н. Ми-  
ловидов);

д-р техн. наук, проф. Т. Г. Маклакова (кафедра архитектуры  
МИСИ им. В. В. Куйбышева)

3305000000(4309000000)—322  
А ТМ 001(01)-89 " 175\_88

ISBN 5-06-001263-8

© Издательство «Высшая школа», 1989

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Курс «Архитектурные конструкции» освещает современное состояние строительства гражданских и производственных зданий в объеме, соответствующем программе курса, утвержденной Гособразовани­ем СССР для студентов, обучающихся по специальности «Архитектура». Излагаемый курс является составной частью комплексного учебника по этой специальности и знакомит будущих архитекторов с основами строительного искусства, с отдельными изделиями и конструктивными элементами, составляющими здания или их отдельные части, с назначением и взаимосвязью конструктивных элементов, с их ролью в архитектурных решениях, с требованиями, предъявляемыми к элементам зданий при учете конкретных условий их эксплуатации.

В настоящее время программы архитектурных вузов включают комплексное проектирование, т. е. в процессе обучения студенты решают архитектурные задачи в комплексе со смежными техническими дисциплинами, закрепляя полученные знания в курсовых работах, выполненных на основе «своего» архитектурного проекта. Предмет «Архитектурные конструкции» наиболее тесно связан с профилирующей дисциплиной — архитектурным проектированием — на всех курсах обучения. Полученные знания помогают студенту принять конструктивно обоснованные архитектурные решения и реализовать их в курсовых работах — в конкретных строительных чертежах, являющихся продолжением архитектурного проекта.

В подчинении задачам комплексного проектирования, требующим изучения архитектурных конструкций примени-

тельно к тематике профилирующей дисциплины — архитектурного проектирования, весь курс разбит на три больших раздела: малоэтажное строительство жилых зданий; одноэтажные производственные и общественные здания средних и больших пролетов; многоэтажные гражданские и производственные здания. При изучении курса предполагается, что студент должен уметь самостоятельно пользоваться справочно-информационной литературой (справочниками, каталогами и др.), в которой приведены развернутые знания о конструктивных элемен-тах.

Книга написана коллективом авторов кафедры «Архитектурные конструкции» МАрхИ: В. В. Беспаловым — гл. III, IV, V; Ю. А. Дыховичным — гл. XIV (§ 1, 2, 4 совместно с З. А. Казбек-Казиевым), XV, XVII, XVIII (§ 1); З. А. Казбек-Казиевым — гл. I, II, IX, X, XI (совместно с А. Н. Поповым), гл. XVI; В. Н. Карцевым — гл. XVIII (§ 2), XXV, XXVI; Т. И. Кирилловой — гл. VIII, XX, XXII, XXIII, XXIV; О. В. Коретко — гл. XIII (§ 3), XIX, XXI; А. А. Савченко — гл. VI, VII; Ю. Л. Соноцько — гл. XII (§ 1 ... 7 с участием З. А. Казбек-Казиева); Ю. Л. Сопоцько и А. Н. Поповым — гл. XIII (§ 1, 2).

Авторы приносят глубокую благодарность кафедре архитектуры ВЗИСИ (зав. каф. проф. Н. Н. Миловидов), проф., д-ру техн. наук Г. Г. Маклаковой за ценные замечания и рекомендации, высказанные при рецензировании книги, а также приносят благодарность ассистенту А. С. Семенову за помощь при подготовке рисунков.

*Авторы*

## ВВЕДЕНИЕ

Приступая к изучению курса, будущие архитекторы должны иметь в виду, что их творческие замыслы могут реализовываться только в материальной форме — в изделиях и конструкциях (частях зданий), выполненных из конкретных строительных материалов. От того, в каком материале выполнено здание — в дереве или камне, в металле или железобетоне, — зависят и архитектурный облик, и конструктивные решения, и стоимость, и условия, и сроки эксплуатации этого здания. Все это взаимосвязано.

Студенту-архитектору важно усвоить методологию подхода к применению достижений научно-технического прогресса в архитектурном творчестве, выявить взаимосвязь между принятыми конструкциями и воздействиями на здания (силового и несилового характера), условиями эксплуатации зданий и их элементов, требованиями к этим элементам и способами удовлетворения этих требований при сохранении преобладающей роли функционально-художественных начал. Таким образом, задачи предмета «Архитектурные конструкции» состоят в обучении проектированию архитектурно-строительной части зданий и составляющих их элементов, без рассмотрения конструирования и расчета этих элементов (балок, ферм, элементов каркаса и т. п.), что составляет содержание курса «Инженерные конструкции».

«Архитектура, — по словам видного советского архитектора А. Бурава, — искусство не изобразительное, а созидательное». Созидание всегда основано на знании, в том числе на знании основ строительного искусства, что всегда было неотъемлемой частью профессии зодчего. Оно помогает ему не

только решать самые сложные творческие задачи в процессе проектирования, но и доводить свой проект до полной реализации в натуре.

При этом вовсе не достаточно уметь технически грамотно применять те или иные методы и решения, но очень важно применять их целесообразно, соответственно принятым объемно-планировочным и художественным решениям. В этом особенность деятельности современного зодчего.

ЦК КПСС и Совет Министров СССР постоянно оказывают внимание развитию строительного дела в стране, качеству архитектуры. Постановления партии и правительства направлены на совершенствование, дальнейшее укрепление и развитие отечественной архитектурно-строительной практики. Важное значение имеет Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дальнейшем развитии советской архитектуры и градостроительства» (1987 г.), идеологически и организационно нацеливающее зодчих на дальнейшее развитие советской архитектуры.

На апрельском (1985 г.) Пленуме ЦК КПСС и июньском (1985 г.) совещании при ЦК КПСС по вопросам ускорения научно-технического прогресса была поставлена задача перехода к принципиально новым технологическим системам, к технике новых поколений, дающих наивысшую эффективность.

В основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986—1990 гг. и на период до 2000 года отмечено, что основной задачей капитального строительства является создание и обновление основных фондов народного хозяйства, предназначенных для развития общественного производства и решения социальных вопросов, кардинальное повышение эффективности строительного производства.

К числу важнейших задач, поставленных перед строителями на текущее пятилетие и до 2000 года, относятся: существенно поднять качество строительства; осуществить дальнейшую индустриализацию строительного производства, последовательно превращая его в единый промышленно-строитель-

ный процесс возведения объектов из готовых элементов; шире применять в проектировании прогрессивные научно-технические достижения, экономичные проектные решения, конструкции, материалы, передовые методы организации производства и труда; совершенствовать объемно-планировочные и конструктивные решения полносборных жилых, гражданских и производственных зданий, обеспечив дальнейшую унификацию, типизацию и стандартизацию элементов зданий.

Решению этих задач во многом будет способствовать профессиональная творческая деятельность будущего архитектора, так как именно эта деятельность связана и с зарождением проекта нового здания или сооружения и с его воплощением в натуре. В какой степени художественный замысел получит технически грамотное и целесообразное материальное воплощение, — во многом зависит от того, насколько глубоко и прочно уяснил себе будущий зодчий значение и роль материальной основы зодчества в современном индустриальном строительстве.

# РАЗДЕЛ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ

## I Глава. Общие сведения

### 1.1. Здания и их элементы, основные понятия и определения

Здания — это наземные сооружения, имеющие внутреннее пространство, предназначенное для проживания, труда, удовлетворения тех или иных нужд человека и общества (жилые дома, производственные корпуса, клубы, больницы и т. п.). Термин «здание», неприменим к наземным сооружениям, не имеющим такого внутреннего пространства (мостам, транспортным эстакадам, градирням и т. п.), а также ко многим подземным и подводным сооружениям (тоннелям, плотинам и т. п.). Эти постройки носят название инженерных сооружений или, для краткости, просто сооружений. К ним относятся также и формально похожие на здания многоярусные «этажерки» промышленных предприятий, предназначенные для периодического обслуживания технологического оборудования, водонапорные башни и другие подобные сооружения.

Внутреннее пространство зданий чаще всего расчленено на отдельные помещения — часть внутреннего объема здания, огражденная со всех сторон. Совокупность всех таких помещений, полы которых расположены на одном уровне, образуют этаж здания. Отдельные этажи имеют определенное название (рис. 1.1):

*подвал* — этаж, полностью или большей своей частью заглубленный в землю (называют также «подвальный этаж»);

*полуподвальный, или цокольный*, — этаж, уровень пола которого заглублен от уровня тротуара или отмостки не более чем на половину высоты помещения;

*надземный* — этаж (первый, второй, третий и т. п.), расположенный выше уровня земли;

*чердачный* (или чердак) — этаж, расположенный между крышей и перекрытием над последним этажом здания (так называемым «чердачным перекрытием»);

*мансардный* (или мансарда) — этаж, выгороженный внутри чердачного пространства, образованного скатной крышей, и предназначенный для размещения жилых или подсобных отапливаемых помещений; площадь горизонтальной части потолка таких помещений должна быть не менее 50 % площади пола, а высота стен до низа наклонной части потолка — не менее 1,6 м);

*технический* — этаж, предназначенный для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций. Может быть расположен в нижней (техническое подполье), верхней (технический чердак) или в средней части здания, а также над проездами, над первым общественным этажом жилого дома и т. п.; в производственных зданиях необходимость и места размещения технических этажей устанавливаются главным образом требованиями технологического процесса. Высота технических этажей зависит от вида оборудования и коммуникаций с учетом условий эксплуатации; в мес-

тах прохода обслуживающего персонала высота в чистоте  $L \geq 1,9$  м.

Все эти и другие помещения являются элементами объемно-планировочной структуры здания. Материальную же оболочку здания составляют взаимосвязанные *конструктивные элементы* — самостоятельные части или элементы здания, каждый из которых имеет свое определенное назначение: стены, фундаменты, крыши и т. п. (рис. 1.2). Конструктивные элементы либо слагаются из более мелких, заранее изготовленных элементов — строительных изделий, поставляемых на стройку в готовом виде (сборных плит, ступеней, кровельных изделий и т. п.), либо возводятся на месте из строительных материалов. В зависимости от величины строительные изделия бывают мелкоштучными (или просто штучными — их можно взять рукой, например кирпич), крупными и т. д.

Конструктивные элементы подразделяют на *несущие* и *ограждающие*. Такое подразделение связано с назначением этих элементов, с «условиями их работы» в структуре здания при восприятии тех или иных сочетаний нагрузок и воздействий, которым подвержено здание и его элементы как в

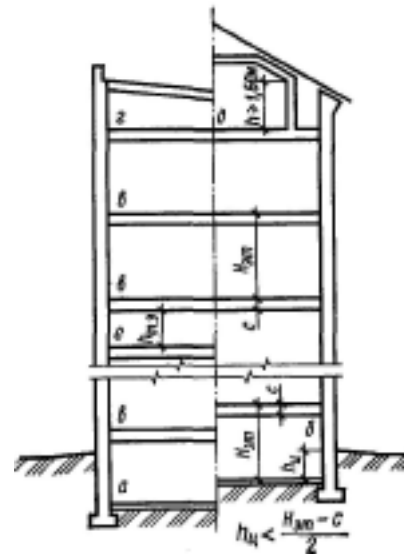


Рис. 1.1. Расположение этажей зданий

ходе строительства, так и в процессе эксплуатации.

Воздействия по своему характеру делятся на две группы: силовые и несиловые. К силовым (или механическим) относятся: нагрузки от собственной массы частей здания, от людей, мебели, оборудования, снеговых отложений, от давления ветра и т. п.

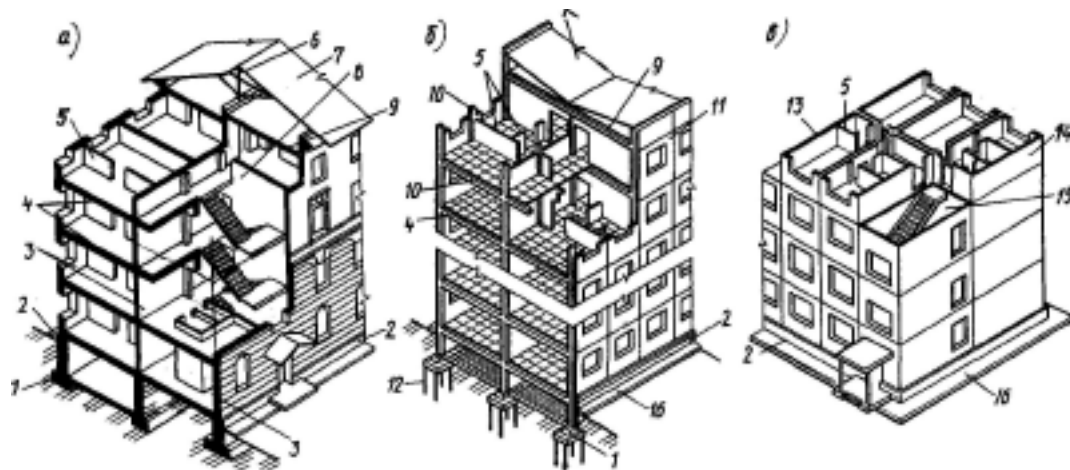


Рис. 1.2. Основные элементы гражданских зданий:

*a* — старой постройки; *б* — каркасно-панельного современного; *в* — из объемных блоков; 1 — фундамент; 2 — цоколь; 3 — несущие продольные стены; 4 — междуэтажные перекрытия; 5 — перегородки; 6 — стропила крыши; 7 — кровля; 8 — лестничная клетка; 9 — чердачное перекрытие; 10 — ригели и колонны каркаса; 11 — навесные стеновые панели; 12 — сваи; 13—15 — объемные блоки (13 — комнаты; 14 — санузлов и кухня; 15 — лестничной клетки); 16 — отмостка



Воздействия несилового характера: атмосферные осадки; потоки тепла и влаги, вызванные разностями температур или разностями потенциалов влажности наружного и внутреннего воздуха; шум и вибрация, идущие извне или от соседних помещений, или вызванные работой инженерного оборудования; инфильтрация воздуха через неплотности и т. п.

Назначение несущих конструктивных элементов здания (или, как принято говорить, *несущих конструкций*) — воспринимать все виды нагрузок и воздействий силового характера, которые могут возникать в здании и передавать их через фундаменты на грунт.

Назначение ограждающих конструктивных элементов здания (или *ограждающих конструкций*) — изолировать пространство здания от внешней среды, разделять это пространство на отдельные помещения и защищать («ограждать») эти помещения и пространство здания в целом от всех видов воздействий несилового характера.

Примеры несущих конструкций: фундаменты, колонны, балки, и т. п.; ограждающих: перегородки, кровли,

окна, двери и т. п. Многие конструктивные элементы являются одновременно и несущими и ограждающими — в них несущие и ограждающие функции совмещаются.

Наиболее характерным примером такого совмещения функций являются наружные и внутренние *несущие стены*, которые одновременно могут являться и ограждающими конструкциями и вертикальными опорами для размещаемых на них горизонтальных конструктивных элементов. Если стены выполняют только ограждающие функции, их называют *ненесущими*. При этом различают *самонесущие* стены и *навесные*. К первым относят стены высотой в один или несколько этажей, опирающиеся на фундамент и передающие ему вертикальные нагрузки только от их собственной массы. Навесными называют стены, расчлененные на отдельные элементы и навешиваемые на несущие вертикальные или горизонтальные конструкции зданий (рис. 1.3).

Другой тип вертикальных несущих конструкций — отдельно стоящие вертикальные опоры. Так называют вертикальные опоры, один размер которых (высота) значительно превышает два других — толщину и ширину: *колонны* или *стойки*, *столбы*.

*Фундаменты* — подземные конструктивные элементы зданий, воспринимающие все нагрузки от выше расположенных вертикальных элементов несущего остова и передающие эти нагрузки на основание.

*Основанием* называется грунт, непосредственно воспринимающий нагрузки. Оно может быть естественным (грунты в природном состоянии) и искусственным (грунты с искусственно измененными свойствами за счет уплотнения, укрепления и т. п.). Фундаменты могут выполняться в виде сплошных стен (лент) — *ленточные фундаменты*, отдельных столбов — *столбчатые фундаменты*. В домах с подвалами ленточные фундаменты являются одновременно и стенами этих подземных помещений, испытывая до-

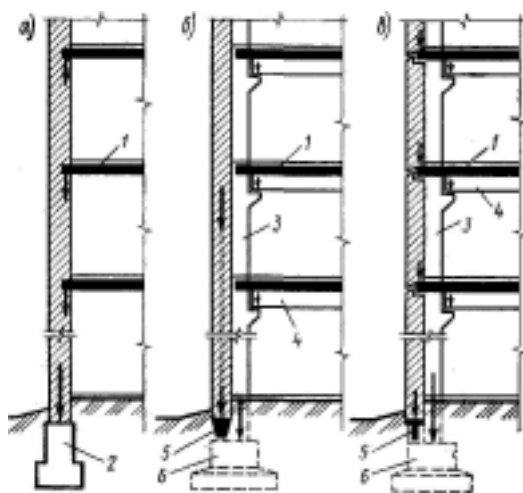


Рис. 1.3. Виды наружных стен:

*a* — несущие; *б, в* — ненесущие — самонесущие (*б*) и навесные (*в*); *1* — плита перекрытия; *2* — ленточный фундамент; *3* — колонна; *4* — ригель; *5* — фундаментная балка; *6* — столбчатый фундамент

полнительно к другим нагрузкам горизонтальное давление грунта.

*Перекрытия* - горизонтальные конструкции, разделяющие здание на этажи; одновременно выполняют несущие и ограждающие функции так как предназначены для размещения людей, оборудования, мебели, нагрузку от которых перекрытия воспринимают и передают на вертикальные опоры. Различают перекрытия: *междуэтажные* (разделяют смежные этажи), *чердачные* (разделяют последний этаж и чердак), *надподвальные*, над проездами и т. д! Изолирующие слои и другие элементы, входящие в состав этих перекрытий, различны. Нижняя поверхность перекрытий называется *потолком*; тот же термин относится и к самостоятельным элементам, при необходимости входящим в состав перекрытий или применяемым автономно: акустический потолок, подвесной, декоративный и т. п.

*Крыша* — верхняя конструкция, отделяющая помещения здания от внешней среды и защищающая их от атмосферных осадков и других внешних воздействий. Состоит из несущей части (*стропил*) и изолирующих (ограждающих) частей, в том числе --- *наружной* водонепроницаемой оболочки — *кровли*. Крыши устраивают чердачные и бесчердачные. Чердачные (над чердаком) бывают холодными (теплозащитные функции выполняет чердачное перекрытие) и утепленными. Утепленная или, как говорят, «теплая» крыша устраивается при наличии и при отсутствии чердака, когда функции чердачного перекрытия и кровли совмещаются (в последнем случае применяются названия: совмещенная крыша, совмещенное покрытие, бесчердачное перекрытие). Эти термины присущи в основном жилищно-гражданскому строительству. В промышленном строительстве в том же смысле употребляется термин *покрытие*. В производственных зданиях чердаки обычно не приняты, а термин «крыша» чаще всего ассоциируется с наклонными поверхностями (скатами) крыш жилых зданий, кото-

рые правильнее называть скатные крыши.

*Перегородки* — вертикальные ограждающие конструкции, отделяющие одно помещение от другого. Они опираются на междуэтажные перекрытия или на пол первых этажей.

*Лестницы* - д- наклонные ступенчатые конструктивные элементы, предназначенные для вертикальных коммуникаций в зданиях и сооружениях. Часто в целях их защиты от огня и задымления лестницы отгораживают от остальных помещений негорючими вертикальными стенами. Эти стены, пространство, выгороженное ими, и расположенные в нем лестницы и площадки называют лестничной клеткой. Объемно-планировочный элемент здания, включающий лестничную клетку, примыкающие к ней *шахты лифтов* (стены, в которых расположен лифт) и обслуживающие их площадки, называют лестнично-лифтовым узлом.

Элементы стен и перегородок — оконные и дверные проемы — заполняют *оконными и дверными блоками*.

Оконные «блоки» состоят из коробок и оконных переплетов; дверные — из коробок и дверных полотен. Значительные по площади проемы в стенах, заполненные ограждающей светопрозрачной конструкцией, называют *витражами*. Все виды ограждающих светопрозрачных поверхностей называют *светопрозрачными ограждениями*.

К конструктивным элементам здания относятся также ряд дополнительных, многие из которых будут рассмотрены, а именно: эркеры, лоджии, балконы, веранды, трибуны, фонари и т. п.; к ним относятся также санитарно-технические устройства и инженерное оборудование зданий.

Основные конструктивные элементы здания — горизонтальные {перекрытия, покрытия}, вертикальные (стены, колонны) и фундаменты, взятые вместе, составляют единую

ских (силовых) воздействий, возникающих в процессе эксплуатации здания

### 1.2. Классификация зданий

По назначению здания подразделяются на две большие группы: гражданские и производственные.

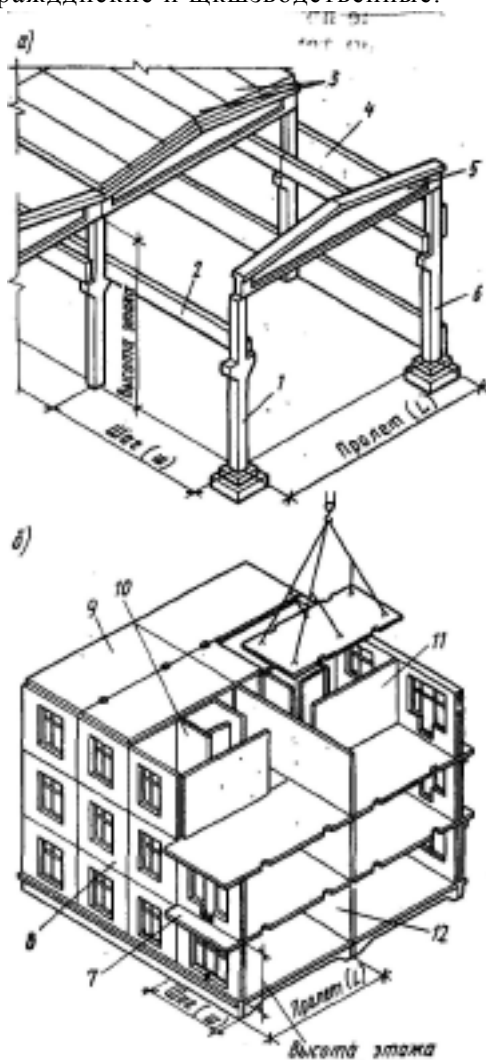


Рис. 1.4. Типовые конструктивные элементы зданий:

*a* — каркасного одноэтажного производственного; *б* — крупнопанельного многоэтажного жилого; 1 — средняя колонна; 2 — подкрановая балка; 3 — плиты покрытия; 4 — стеновая панель; 5 — стропильная балка; 6 — пристенная колонна; 7 — плита балкона; 8 — наружная стеновая панель; 9 — плита перекрытия; 10 — вентиляционная панель; 11 — перегородочная панель; 12 — внутренняя стеновая панель

*Гражданские* предназначаются для проживания и обеспечения бытовых, общественных и культурных потребностей человека.

*Производственные* — для обеспечения нормальных условий производственных процессов, для защиты оборудования и работающих на производстве людей от атмосферных воздействий и для обеспечения необходимых комфортных условий работы трудящихся на производстве. К производственным относятся основные и вспомогательные здания промышленных предприятий различного назначения (таких, как черной и цветной металлургии, машиностроения, химии и т. п.), агроиндустриальных комплексов сельскохозяйственных зданий производственного назначения и т. п.

Гражданские здания, в свою очередь, подразделяются на две подгруппы: жилые и общественные. К жилым относятся предназначенные для постоянного проживания квартирные дома, общежития, интернаты. К общественным — здания учебно-воспитательных и научных учреждений, зрелищные, лечебно-профилактические, коммунальные и т. п.

Особенностью жилых зданий и многих видов общественных является большое количество отдельных помещений небольшой площади. Особенность производственных зданий, резко отличающая их от жилых, — наличие крупных общих помещений, не разгороженных стенами и перегородками на комнаты и иногда достигающих размеров нескольких гектаров. Большей частью такие помещения имеют промежуточные опоры — ряды колонн, располагаемые в определенном порядке. Расстояние между двумя смежными опорами в направлении, соответствующем расположению основной несущей конструкции покрытия или перекрытия (фермы, балки и т. п.), называется *пролетом* (рис. 1.4). В зависимости от числа пролетов здания подразделяют на *однопролетные* и *многопролетные*.

В зависимости от размеров пролетов здания подразделяют на *мало-*

средне- и крупнопролетные (или, что то же, на мелко-, средне-, большепролетные — несущественная разница в сложившейся терминологии). При этом градации, соответствующие приведенным терминам, различны для много- и одноэтажных зданий. Многоэтажные малопролетные здания имеют пролеты (или шаги) порядка 2, 4... 4,8 м; среднепролетные — 4,8 ... 9 м; крупнопролетные — 9 ... 15 м. В одноэтажных малопролетными называют здания с пролетами до 12 м; среднепролетными — 12 ... 36 м; большепролетными — более 36 м. В таких зданиях термин «большепролетные» применяют не только к характеристике пролетов, но и к самим конструкциям.

Здания, ^в которых конструкции больших пролетов опираются на опоры, расположенные только по контуру, с образованием свободного от опор пространства, называют зданиями зального, типа.

По этажности существующие классификации достаточно условны и не однозначны. Наиболее просто подразделять здания на *одноэтажные* и *многоэтажные* (здания в два и более этажей): в этом случае отличительным признаком служит наличие или отсутствие междуэтажных перекрытий. Однако этого оказывается *не* достаточно. В архитектурно-строительной практике и в типологической учебной литературе можно встретить и другие отличительные признаки, положенные в основу классификаций, приводимых для сведения.

Так, в жилищном строительстве принято группировать жилые здания по числу этажей: малоэтажные (1 ... 3 этажа); средней этажности (до 5 этажей); многоэтажные (*6 и более* этажей); повышенной этажности (10... 25 этажей); высотные. Н обТдственных зданиях предложен" другой признак — высота зданий: до 30 м — здания повышенной этажности; до 50 м — здания I категории многоэтажных; до 75 м — II категории; до 100 м — III категории многоэтажных; выше 100 м — высотные. В промышленном

строительстве учитываются типологические особенности: принято считать, что многопролетные двухэтажные здания имеют свою специфику, в связи с чем их выделяют в самостоятельную группу (подробнее об этом см. в § XVI.1); здания же подразделяют на: одно-, двух-многоэтажные (3 этажа и выше).

Различие приведенных классификаций вызвано тем, что состав отличительных признаков расширен: помимо числа этажей включаются также особенности объемно-планировочной структуры типов зданий, их типологические особенности и требования, предъявляемые к ним (\*наличие или отсутствие лифтов в жилых домах, их количество и т. п.).

Эти классификации приведены для сведения в связи с тем, что в настоящем учебнике, ориентированном на комплексное проектирование, некоторые из них могут встретиться в определенном контексте. Ориентация на комплексное проектирование предопределила и систематизацию зданий по этажности, принятую в разделах настоящего учебника. В ней учтены некоторые из выше приведенных отличительных признаков. Здания подразделены на три группы: одноэтажные, многоэтажные и малоэтажные жилищно-гражданские.

В группу малоэтажных включены индивидуальные жилые и небольшие гражданские здания с мелкими пролетами, требования к которым и их строительные решения существенно отличаются от других зданий.

В группу одноэтажных включены средне- и большепролетные здания, преимущественно производственные, зрелищные и т. п.

В группу многоэтажных включены все типы зданий: производственные, гражданские.

Здания подразделяются также на отапливаемые и неотапливаемые. К числу неотапливаемых относятся такие здания складов, вспомогательных служб и т. п., которые не требуют положительных температур воздуха, вме-

сте с тем к этой же категории относятся и некоторые здания с избыточными тепловыделениями (так называемые «горячие цехи»). ; Отапливаемые здания требуют поддержания заданного температурно-влажностного режима, регламентируемого требованиями СНиПов по типам зданий.

Подразделение зданий<sup>^</sup> по признаку наличия или отсутствия подъемно-транспортного оборудования относится в основном к промышленному строительству и будет рассмотрено ниже в соответствующих разделах учебника.

Зданиями *массового строительства* называют такие, которые строят в большом количестве по многократно тиражированным проектам. *Уникальными* называют здания важного общественного значения (Дворцы культуры, музеи и т. п.). Они, как правило, строятся по индивидуальным проектам.

### 1.3. Основные требования, предъявляемые к зданиям, и их элементам.

Любое здание должно отвечать следующим требованиям: функциональной целесообразности, архитектурно-художественной выразительности; целесообразности технических решений; надежности; санитарно-техническим требованиям с учетом природно-климатических и других местных условий; требованиям техники безопасности и не в последнюю очередь требованиям экономичности строительства и т. п.

В этом перечне первым поставлено требование функциональной целесообразности. Это не случайно. Всякое здание является материально-организованной средой пребывания человека для осуществления им разнообразных процессов (труд, отдых, быт).

Требования к высокому качеству архитектурно-художественных решений отражают эстетические потребности людей. Требования эти разнообразны. Они рассматриваются в курсах, архитектурного проектирования различных видов зданий.

Санитарно-гигиенические требования проявляются в требованиях к физическим качествам среды пребывания человека: поддержанию необходимых температуры и влажности воздуха помещений, их чистоте, обеспечению звукового и зрительного комфорта, обеспечению инсоляции, естественного освещения помещений и т. п. Все эти требования непосредственно зависят от природно-климатических и других факторов и могут устанавливаться только в связи с ними. Методы установления такой связи рассматриваются в дисциплине «Строительная физика», в частности:

обеспечение экономически целесообразного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций, их теплоустойчивости; паро- и воздухопроницаемости ограждающих конструкций, непроницаемости для рентгеновских и других лучей и т. п.; звукоизоляции перекрытий, перегородок и др.

В настоящем учебнике уделяется внимание прежде всего целесообразности технических решений: выбору строительных систем в соответствии с архитектурным замыслом, соблюдению требований по рациональному использованию стройматериалов и изделий стройиндустрии района строительства, необходимости принятия технически обоснованных решений, обеспечивающих надежность эксплуатации здания, а также ряду других вопросов, которые подробно рассмотрены в соответствующих главах учебника.

*Надежность* — способность зданий и сооружений безотказно выполнять заданные функции в течение всего периода эксплуатации.

Свойство отдельных конструкций сохранять заданные качества в течение установленного срока их службы в определенных условиях при заданном режиме эксплуатации (климатических и других условиях) без разрушений, деформаций, потери внешнего вида называется *долговечностью конструкций*. *Степень долговечности* — требуемый срок такой службы, исчисляемый в годах. Установлены три степени дол-

Таблица 1.1. Минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций, ч (над чертой), и минимальные пределы распространения огня по ним, см (под чертой)

Степень огнестойкости здания	Стены			Колонны	Несущие конструкции перекрытий	Элементы покрытий
	несущие	наружные несущие	перегородки			
I	2,5/0	0,5/0	0,5/0	2,5/0	1/0	0,5/0
II	2/0	0,25/0	0,25/0	2/0	0,75/0	0,25/0
III	2/0	0,25/0	0,5/40	2/0	0,75/25	н.н./н.н.
IV	0,5/40	0,25/40	0,25/40	0,5/40	0,25/25	н.н./н.н.
V	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.	н.н.

Примечание, н.н. — не нормируются.

говечности конструкций: I степень — при сроке службы не менее 100 лет; II степень — при сроке службы не менее 50 лет; III степень — при сроке службы не менее 20 лет.

Требуемая степень долговечности конструкции должна обеспечиваться подбором строительных материалов, обладающих показателями *стойкости* по отношению к тем воздействиям, которым будет подвержена конструкция в процессе ее эксплуатации: морозостойкости, влагостойкости, биостойкости, стойкости против коррозии и т. п. В случае невозможности подбора материала, показатели стойкости которого необходимы, обязательно следует предусматривать специальные меры защиты менее стойких материалов либо конструктивные решения, уменьшающие внешние воздействия и т. п. Важно подчеркнуть, что требования к долговечности конструкции распространяются и на ее детали (стыки, узлы сопряжений и т. п.).

Надежность зданий и долговечность конструкций самым тесным образом связаны еще с одним требованием к зданиям — их *огнестойкостью*. Чем больше предполагаемый срок службы здания и его конструкций, тем выше должна быть степень их огнестойкости.

Согласно СНиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы», установлено пять основных степеней огнестойкости зданий (I ... V) и три дополнительных (IIIa, IIIб, IVa). Каждая из этих степеней взаимосвязана с конструктивны-

ми характеристиками зданий, их этажностью и т. п. и устанавливается (начается) типологическими СНиПами.

Каждой *степени* огнестойкости здания должны соответствовать: минимальные *пределы огнестойкости* строительных конструкций, максимальные *пределы распространения огня* по ним и *группы горючести* применяемых строительных материалов.

Минимальный предел огнестойкости конструкций — это время в часах, в течение которого данная конструкция сопротивляется действию огня или высокой температуры до появления одного из следующих признаков: образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые проникают продукты горения, потери конструкцией несущей способности (обрушения) и т. п.

Максимальный предел распространения огня устанавливает допустимый размер повреждения конструкции вследствие ее горения за пределами зоны действия огня. Значения пределов огнестойкости и пределов распространения огня различны в зависимости от того, к какому конструктивному элементу здания (стенам, перекрытиям и др.) они относятся. Кроме того, они существенно различны и в зависимости от нормируемых степеней огнестойкости зданий, что иллюстрируется табл. 1.1 (СНиП 2.01.02—85). Из этой таблицы видно, что наиболее жесткие требования предъявляются к элементам несущего остова, в первую очередь к вертикальным (стенам, колоннам),

и что эти требования изменяются в зависимости от показателя степени огнестойкости зданий.

Понятие «группа горючести» относится не к конструкциям, а к строительным материалам (их способность гореть). Установлены три группы горючести (возгораемости) материалов: негорючие (несгораемые), трудногорючие (трудногораемые) и горючие (сгораемые). Применение материалов по этому показателю также регламентировано СНиПами и архитектору такие знания постоянно нужны. Например, в зданиях I ... III степеней огнестойкости не допускается выполнять из горючих и трудногорючих материалов облицовку внешних поверхностей наружных стен и т. п.

Группы горючести строительных материалов и пределы огнестойкости строительных конструкций устанавливаются специальными инструктивными материалами. Некоторые данные приведены в табл. 1.2.

Требования к огнестойкости зданий и к долговечности их конструкций могут быть различными в зависимости от назначения здания, от того, где и на какой срок оно строится и от ряда других факторов. Для того чтобы проектировщик правильно ориентировался в вопросах выявления требований, предъявляемых к конкретному зданию, установлено важное понятие — *класс здания по капитальности*.

Капитальность — это совокупность свойств, присущих зданию в целом, его народнохозяйственное и градостроительное значения, его значимость и т. п.; с другой стороны — это комплекс важнейших требований к зданию и его элементам. Класс здания — уровень этих требований. Установлены четыре класса зданий по капитальности:

I класс. Крупные общественные здания (музеи, театры); правительственные учреждения; жилые дома высотой более 9 этажей; крупные электростанции и т. д.

II класс. Общественные здания массового строительства в городах — школы, больницы, детские учреждения, административные здания, предприятия торговли и питания; жилые дома высотой 6 ... 9 этажей, крупные производственные здания.

III класс. Жилые дома не более 5 этажей, общественные здания не большой вместимости в сельских населенных пунктах.

IV класс. Малоэтажные жилые дома; временные общественные здания; производственные здания, рассчитанные на возможность их эксплуатации в течение короткого времени.

Класс здания по капитальности должен обеспечиваться применением зданий и конструкций соответствующих степеней огнестойкости и долговечности, например: жилые здания

**Таблица 1.2. Примеры пределов огнестойкости отдельных строительных конструкций и групп горючести материалов**

Наименование конструкции	Наименьший размер сечения конструкции, см	Предел огнестойкости, "	Группа горючести
Стены и перегородки из кирпича	6,5	0,75	Негорючие
	120	2,5	»
	25	5,5	»
Стены из естественных и гипсовых камней облегченных кирпичных кладок с заполнением несгораемыми или трудногораемыми теплоизоляционными материалами	6	0,5	»
	12	1,5	»
	25	4,0	»
	—	0,25	»
Перекрытия и покрытия по открытым стальным балкам	—	0,25	»

(прогонам, фермам) при несгораемых плитах (настилах) Перекрытия деревянные с накатом или подшивкой и штукатуркой по двани или по сетке при толщине штукатурки 20 мм	—	0.75	Трудно- сгораемые
---	---	------	----------------------



I класса проектируют не ниже I степени огнестойкости с конструкциями не ниже I степени долговечности; здания II класса — не ниже II степени; III класса — не ниже III по огнестойкости и II по долговечности; в зданиях IV класса степень огнестойкости не нормируется, а долговечность не ниже III. Жилые здания I класса могут быть любой этажности; II класса — не выше 9 этажей; III — не выше 5; IV — не выше 2.

Исходя из этого примера, легко уяснить последовательную схему выбора материалов и конструкций. После установления класса здания по капитальности, выявляют соответствующие ему минимально необходимые требования по степеням огнестойкости и долговечности. По СНиП 2.01.02—85 устанавливают необходимые требования к основным конструктивным элементам здания по противопожарным нормам. Требуемая же степень долговечности конструкций обеспечивается подбором строительных материалов надлежащей стойкости (морозо-, влаго-, биостойкости и др.); в качестве примера в табл. 1.3 приведена взаимосвязь между степенями долговечности и морозостойкости каменных материалов; обращается внимание на то, что для разных конструктивных элементов эта взаимосвязь различна.

Строительные свойства материалов значительно улучшаются при их специальной обработке или при принятии мер к их защите. Против коррозии металлические конструкции окрашиваются водостойкими красками, против действия огня — окрашивают термозащитными красками или защищают штукатуркой по сетке, бетонированием и другими средствами.

В состав требований, предъявляемых к зданиям и их элементам, входят и требования по обеспечению их противопожарной безопасности. Так, здания значительной протяженности, выстроенные из сгораемых или трудно-сгораемых материалов, необходимо разделять на отсеки противопожарными преградами. Назначение этих преград —

Таблица 1.3. Требования к морозостойкости каменных материалов и изделий для строительства в средних климатических районах СССР (по СНиП И-22—81)

Вид конструкции	Значение Мрз при степени долговечности конструкций		
	I (100 лет)	II (50 лет)	III (25 лет)
Наружные стены или их облицовка в зданиях с влажным режимом помещений:			
а) сухим и нормальным	25	15	15
б) влажным	35	25	15
в) мокрым	50	35	25

град — препятствовать распространению огня по всему зданию. К ним относятся: противопожарные стены (брандмауэры), зоны, перегородки, тамбуры-шлюзы и т. п. Типы противопожарных преград, их минимальные пределы огнестойкости (от 0,75 до 2,5 ч), расстояние между ними и т. п. принимаются в зависимости от назначения и этажности здания, степени его огнестойкости; в производственных зданиях учитывается также категория (по пожарной опасности) размещаемых в здании производств.

Требования к проектированию противопожарных преград включают ряд обязательных условий. Например, противопожарные стены, как правило, должны выступать за пределы контура поперечного сечения здания на 0,3... 0,6 м (рис. 1.5), противопожарные зоны выполняются в виде вставки, разделяя здание по контуру, и т. п. Важное требование, предъявляемое к зданиям, — экономичность архитектурно-технических решений. Основные критерии экономичности: единовременные капитальные вложения (экономичность здания), эксплуатационные расходы (экономичность в эксплуатации), стоимость износа Чувствительная стоимость.

имость здания] Немалую роль в единовременных капитальных вложениях играет степень индустриализации строительства.

*Индустриализацией* называют такую организацию строительного производства, которая превращает его в механизированный и автоматизированный поточный процесс сборки и монтажа зданий из крупноразмерных конструкций, в том числе укрупненных элементов с высокой заводской готовностью. Сборные элементы, изготовленные на специальных заводах, и их механизированный монтаж позволяют существенно снизить затраты труда на строительной площадке, резко уменьшить количество отделочных работ на стройке, повысить качество строительства и сократить его сроки.

Вторая составляющая экономичности здания — эксплуатационные расходы — связана, в частности, с ежегодными затратами на отопление здания. В то же время мощность отопительных установок, количество отопительных приборов и ежегодные затраты на топливо непосредственно связаны с решениями наружных ограждающих конструкций (их теплозащитными качествами), степенью\* остекления наружных стен и т. п. При тенденции к сокращению энергетических затрат рациональный выбор типов ограждающих конструкций, качество их материалов играют весьма важную роль в сокращении эксплуатационных расходов.

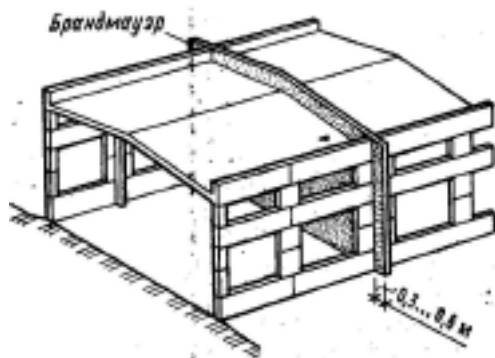


Рис. 1.5. Брандмауэр, разделяющий здания на противопожарные отсеки

Третья составляющая экономичности — стоимость амортизации здания — находится в прямой связи с долговечностью конструкций и строительных материалов: чем меньше износ изделий, т. е. чем "оно" дольше будет служить, тем меньше величина ежегодной амортизации.

Таким образом, экономичность архитектурно-конструктивных решений находится в прямой зависимости от целесообразности принятых технических решений, рациональности объемно-планировочных решений, умелого использования строительных ресурсов и ряда других факторов. Материалы XXVII съезда КПСС указывают на необходимость максимальной экономии ресурсов, выделяемых на строительство.

#### 1.4. Типизация и стандартизация в строительстве. Модульная координация размеров, основные положения

Курс на стандартизацию строительства связан с максимальным применением сборных изделий заводской готовности. Разумеется, беспредельного количества таких изделий быть не может. Нужны ограничения форм и размеров этих изделий, количества их типов и т. п. Выполнение подобных условий невозможно без проведения работ по типизации и в конечном итоге по стандартизации изделий. Типизацией называют техническое направление в проектировании строительстве, которое позволяет многократно осуществлять строительство как отдельных конструкций, так и целых зданий и сооружений на основе отбора таких проектных решений, которые при экспериментальном применении оказались лучшими и с технической, и с экономической стороны. Соответствующие проекты таких решений называют типовыми.

Типовыми бывают проекты отдельных зданий или сооружений, проекты блок-секций жилых секционных зда-

ний; унифицированных секций одноэтажных промышленных зданий, отдельных конструктивных элементов, Внедрение типовых проектов целых зданий в массовую застройку> начатое в 50-е годы, продолжается и в настоящее время, но признано более перспективным направлением, при котором здание комплектуется из типовых сборных конструкций и деталей, с тем чтобы массовая застройка была бы максимально индивидуализирована. В настоящее время разработано и проверено на практике значительное число сборных изделий (колонны и ригели каркаса, плиты перекрытий, лестничные марши и т. п.). Они объединены в каталоги, и их применение обязательно в пределах региона. Разработан метод использования изделий таких каталогов, названный «методом единого каталога». Кратко суть этого метода состоит в том, что в пределах региона все здания и сооружения проектируются с обязательным применением основных несущих конструкций каталога в различных комбинаториках наборов этих изделий. Элементы фасадов допускается применять как типовые, так и специально запроектированные. При таком подходе к проектированию есть все основания индивидуализировать массовую застройку, не снижая степени ее индустриализации (более подробно об этом методе см. гл. XIV).

Применение метода возможно в том случае, если промышленность региона выпускает изделия, обеспечивая их взаимозаменяемость и универсальность.

Подается возможность замены одного изделия другим (или несколькими другими) без изменения параметров здания. Например, взаимозаменяемы плиты перекрытий одной и той же длины, но разной ширины (2400 и 1200 мм — общая ширина двух плит равна ширине одной). К взаимозаменяемым параметрам относятся также материалы изделий и их конструктивные решения.

Под универсальностью же понимается возможность применения одних и тех же изделий или деталей для зданий различных видов и назначения. Например, для зданий производственных и гражданских.

Наиболее совершенные и качественные в техническом отношении типовые изделия, отобранные после многократного их изготовления и внедрения, стандартизируют, т. е. превращают их в стандартные строительные элементы, обязательные для применения при проектировании и строительстве. На эти изделия выпускаются ГОСТы (государственные общесоюзные стандарты<sup>1</sup>) в которых установлены строго определенные размеры, форма изделий, требования к их качеству ..технические условия на их изготовление и т. п. Примеры ГОСТов, получившие уже массовое внедрение в практику: на окна, двери гражданских, производственных зданий, на перемычки, фундаментные блоки и т. д.

Для того чтобы осуществлять работы по типизации и стандартизации деталей и конструкций, необходима предварительная работа по унификации их параметров.

*Унификацией* называется установление целесообразной однотипности объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений<sup>2</sup> конструкций, деталей, оборудования с целью сокращения числа типов размеров и обеспечения взаимозаменяемости и универсальности изделий. Унифицируют: размеры конструкций и деталей; нормативные полезные нагрузки и несущую способность несущих конструкций; основные свойства готовых конструкций (тепло- и звукоизоляционные для фасадных панелей, теплоизоляционные для легкогобетонных, плит и т. п.).

Основной для унификации и стандартизации геометрических параметров<sup>3</sup> служит *модульная координация размеров<sup>4</sup> в строительстве* (МКРС).

Основные положения МКРС (согласно стандарту СЭВ 1001—78) представляют собой правила координации

Таблица 1.4. Зависимость укрупненных модулей от величины модульного шага (Ш) или пролета (L)

L, Ш, м	Укрупненный модуль	
	применяемый	допускаемый
7,2	30М, 12М	15М, 6М, 3М
7,2...12,0	30М	15М, 12М
12,0...36,0	60М	30М
Более 36,0	60М	

(согласования) размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий и сооружений, их элементов, строительных конструкций и элементов оборудования на базе модуля. Модуль ~ размер, условная единица, применяемая для такой координации. МКРС обязательна для применения не только в пределах СССР, но и во всех странах социалистического содружества.

Суть МКРС в том, что все размеры объемно-планировочных, конструктивных и других элементов зданий и сооружений должны быть кратны модулю, названному *основным* — размеру, принятому за основу для назначения других, производных от него модулей. За величину основного модуля, обозначенного М, принят размер 100 мм. Помимо основного вводятся также производные модули: укрупненные (мультимодули) и дробные (субмодули). Укрупненные модули: 60М (6000 мм); 30М; 12М; 6М (600 мм); 3М; 2М (200 мм) \*. Дробные модули: 1/2М (50 мм); 1/5М (20 мм); 1/10М (10 мм); 1/20М (5 мм); 1/50М (2мм); 1/100М (1 мм). Назначение производных модулей — ограничить количество применяемых или в случае необходимости допускаемых размеров при проектировании, что повышает степень унификации геометрических параметров. Укрупненные модули нужны для назначения объемно-планировочных параметров основных элементов зданий (ширины, длин, шага, пролета) и

\* 2М допускается временно и только для гражданского строительства.

крупных конструкций. При этом руководствуются такими правилами: чем больше величину параметра основного элемента здания, тем больше величина *укрупненного модуля* (табл. 1.4).

Дробные модули также способствуют ограничениям при назначении размеров относительно небольших конструктивных элементов — толщин плитных и листовых материалов и т. п., а также для координации этих размеров между собой.

Применение МКРС в первую очередь осуществляется при установлении размеров между *координационными осями* зданий и сооружений? Так называются осевые линии, вдоль которых располагаются основные несущие конструкции (стены, колонны). Расстояние в плане между координационными осями здания в направлении, соответствующем расположению основной несущей конструкции перекрытия или покрытия, называют *пролетом* (рис. 1.4). Расстояние в плане между координационными осями в другом направлении называют *шагом* (рис. 1.6) (часто, например, применяют выражение — «шаг несущих конструкций»). И пролет, и шаг назначают исходя из условий использования стандартных конструктивных элементов — ригелей, балок, плит перекрытий, ферм.

Шаг и пролет — элементы модульной пространственной системы — координатного пространства — системы модульных или координатных плоскостей, члениющих здание на объемно-пространственные элементы. Так называют часть объема здания с размерами, равными высоте этажа, пролету и шагу (рис. 1.6). Согласно СТ СЭВ 1001—78, предпочтение отдается *прямоугольной* модульной пространственной

координационной системе. Допускаются также косоугольные, центрические и другие системы.

*Высота этажа (Нэт)* в многоэтажных зданиях — расстояние от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа (рис. 1.7, а). Мо-

дольная высота этажа (координационная высота этажа) — расстояние между горизонтальными координационными плоскостями, ограничивающими этажи (при определении высоты верхнего этажа толщина чердачного перекрытия условно принимается равной толщине ниже лежащего перекрытия *c*). Согласно МКРС, высота этажей всегда должна быть модульной. В одноэтажных производственных зданиях высота этажа равна расстоянию от уровня пола до нижней грани несущей конструкции покрытия (рис. 1.7, б). *Планировочным элементом* называют горизонтальную проекцию объемно-планировочного элемента. Соответственно координационные оси — горизонтальные проекции вертикальных координационных плоскостей. Координационные оси называют также *разбивочными* осями: этимология этого традиционного термина — разбивка осей в натуре перед началом строительства. Систему модульных разбивочных осей упрощенно называют еще сеткой осей. Их обозначают кружками и маркируют: продольные оси буквами, поперечные — цифрами. Последовательность маркировки осей принята слева направо и снизу вверх. Эта система осей при проектировании служит той координатной сеткой, на основе которой устанавливается взаимное расположение всех несущих конструкций между собой, а при строительстве они служат той размерной основой, которая позволяет точно осуществлять в натуре эти согласования. Для этих целей в проектах должна быть точно указана *привязка* основных несущих конструкций к координационным осям. Этим термином обозначают расположение граней конструктивных элементов (несущих и несущих), встроенного оборудования по отношению к координатным осям.

МКРС устанавливает три типа размеров для объемно-планировочных и конструктивных элементов здания (рис. 1.8):

1. *Основные координационные размеры*, например, объемно-планировоч-

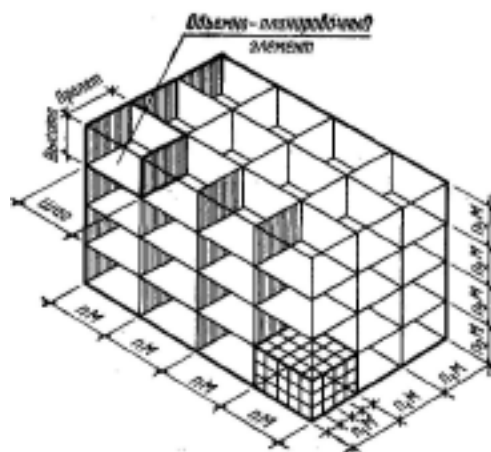


Рис. 1.6. Пространственная система модульных координационных плоскостей

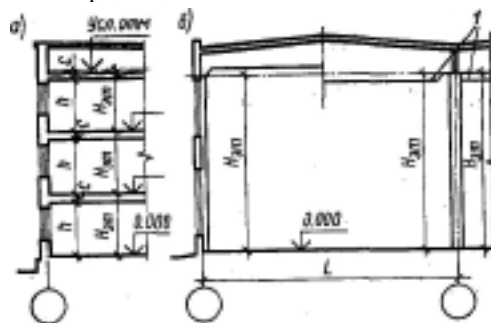


Рис. 1.7. Высоты этажей по МКРС: а — в многоэтажном здании; б — в одноэтажном здании; / — подвесной потолок

ные параметры: пролеты  $L$ , шаги  $Ш$ , высота этажей  $Y_{эт}$  \*.

2. *Координационные размеры элементов*, отличающиеся аддитивными (слагаемыми) размерами основных координационных размеров (см. рис. 1.9):  $l_0, b_0, h_0$  (высота) или  $d_0$  (толщина).

3. *Конструктивные размеры элементов*  $l, b, h$  или  $d$ . При этом  $l \neq l_0 - b$ , где  $b$  — зазор, необходимый для установки элементов, в соответствии с особенностями конструктивных узлов, условиями монтажа  $f, j, g, d$ . Конструктивные размеры могут и быть и больше

\* Обозначения отличаются от принятых в СТ СЭВ 1001—78, где соответствующие величины обозначены:  $l_0, b_0, Y_0, Y_{эт}$ -

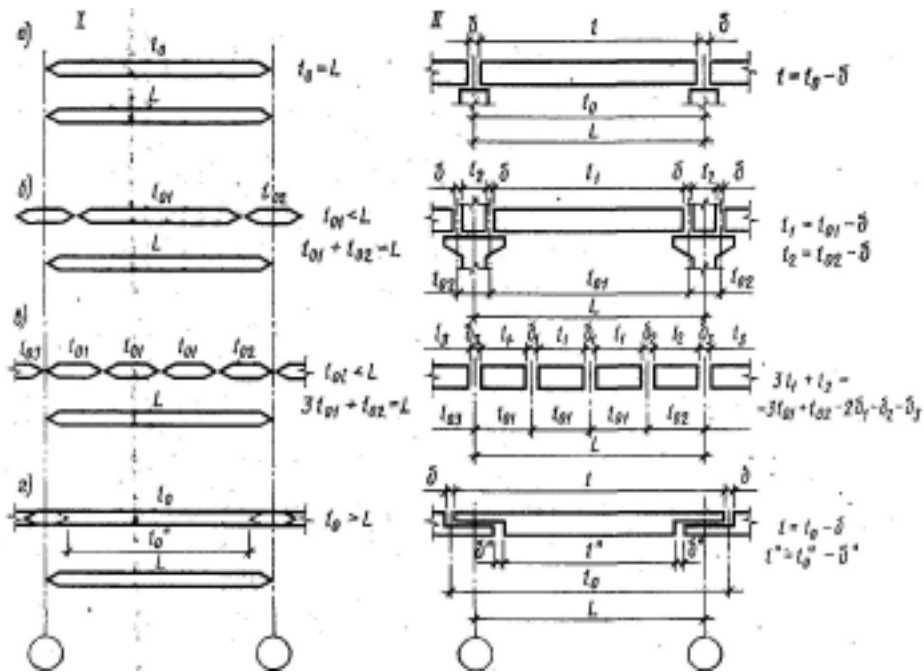


Рис. 1.8. Система размеров МКРС при применении конструктивных элементов:

$L$  — модульные координационные размеры;  $l$  — связь конструктивных размеров и координационных;  $l_0$  — основной координационный размер;  $l_1, l_2, l_3$  — конструктивные размеры;  $\delta, \delta_1, \delta_2$  — зазоры; а — координационный размер элемента, перекрывающего пролет, равен основному координационному; б — то же, с уменьшением на опорные элементы; в — сумма взаимозаменяемых модульных координационных размеров равна основному координационному; г — координационный размер конструктивного элемента (или его часть) больше основного координационного

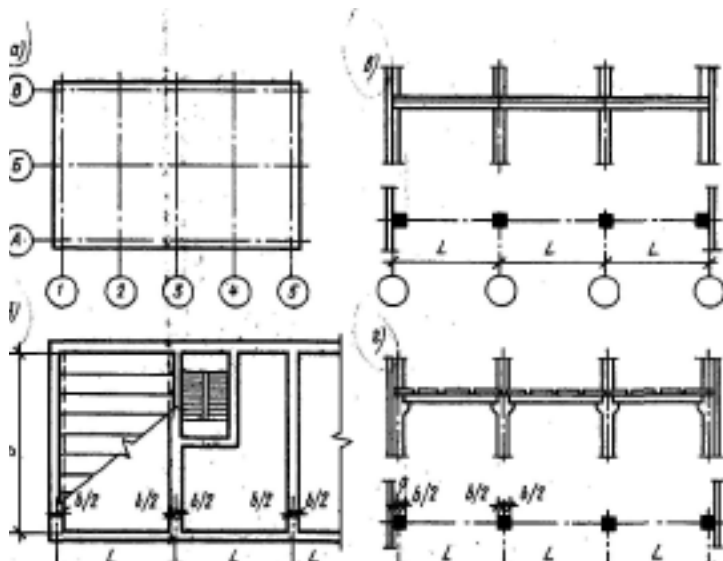


Рис. 1.9. Маркировка координационных (разбивочных) осей и привязка конструкций:

а — маркировка осей; б — привязка стен; в, г — привязка колонн (в — «нулевая» привязка наружных граней колонн; г — их привязка на расстоянии а)

координационных на величину выступов, располагаемых в смежном координационном пространстве.

Основные правила привязки несущих конструкций к модульным разбивочным осям следующие (рис. 1.9). Геометрические оси **внутренних** стен, колонн *совпадают* с разбивочными осями; исключения допускаются для стен лестничных клеток, стен с вентиляционными каналами и т. п. При привязке **наружных** стен и колонн их геометрические оси часто не совпадают с разбивочными; в зависимости от целесообразности размещения несущих конструкций перекрытий или покрытий применяют или «нулевую привязку» (внутренняя грань стены или наружная грань колонн совпадают с разбивочной осью), или привязку, принятую для внутренних стен, либо оголовную особю.

Конкретные условия привязки несущих конструкций рассмотрены при описании несущих остовов зданий различных видов.

При этом важно помнить, что при назначении размеров привязок стен полезно соблюдать кратность размеров, свойственных кладке искусственных камней с учетом швов (так, для кирпичной кладки привязочные размеры: 130, 250, 380, 510 и т. д.). В подсобных случаях, рассматриваемых как исключение, допустимо применение размеров, отличных от принятых МКРС. И это вполне объяснимо, если постоянно помнить, что смысл внедрения МКРС — геометрическое обеспечение широкого применения сборных индустриальных изделий, обеспечение их взаимозаменяемости и взаимовязки всех деталей, конструкций, встроеного оборудования, мебели и т. п.

## II Глава. Общие принципы проектирования несущих и ограждающих конструкций зданий

### 11.1. Общие принципы проектирования несущего остова и его элементов

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

Нагрузки делят на две группы: постоянные и временные. Постоянные — это собственный вес всех без исключения элементов зданий и другие виды нагрузок. К временным относят полезные, т. е. функционально необходимые — нагрузки от периодически пребывающих в помещениях людей, стационарного или передвижного оборудования и т. п. нагрузки, связанные с природными факторами района строительства (снеговые, ветровые, сейсмические; температурные воздействия), и др. Временные нагрузки подразделя-

ют на длительно действующие, кратковременные и особые; при расчетах их учитывают в различных сочетаниях.

По характеру действия нагрузки могут быть статическими (например, от собственной массы) или динамическими (порывы ветра, вибрации и др.). По месту приложения усилий различают нагрузки, сосредоточенные (вес оборудования) и равномерно распределенные (от снегового покрова и т. п.). По направлению нагрузки могут быть горизонтальными (ветровой напор, тормозные силы подвижного оборудования, сейсмические нагрузки) и вертикальными (вес).

Нагрузки важно учитывать не только в расчетах, но и на всех стадиях проектирования в качестве количественных критериев оценки принимаемых решений. Дело в том, что в зависимости от условий, для одних и тех же видов нагрузок может быть значительной разница их нормированных (нормативных) значений. Так, величина равномерно распределенных полез-

ных нагрузок на перекрытия жилых зданий может отличаться от тех же нагрузок производственных в 10 ... 20 раз и более ( $1,5 \dots 30 \text{ кН/м}^2$ ), что существенно при установлении параметров и типов перекрытий. Нормативные снеговые нагрузки в зависимости от района строительства разнятся в 5 раз ( $0,5 \dots 2,5 \text{ кН/м}^2$ ). Поэтому для снежных районов существенна форма крыш: например, при перепадах высот элементов зданий образуются заносы снега — «снеговые мешки» (излишняя масса, трудности с уборкой и т. п.). Значительна разница и в величине скоростных напоров ветра ( $0,27 \dots 1,0 \text{ кН/м}^2$ ), особенно неблагоприятных в горных районах и на побережьях морей. Эти нормативные значения возрастают и по мере роста этажности зданий — до двух раз и более; поэтому по мере роста высоты здания становятся все более сложными инженерными сооружениями.

**Типы несущих остовов.** Горизонтальные несущие элементы перекрытий

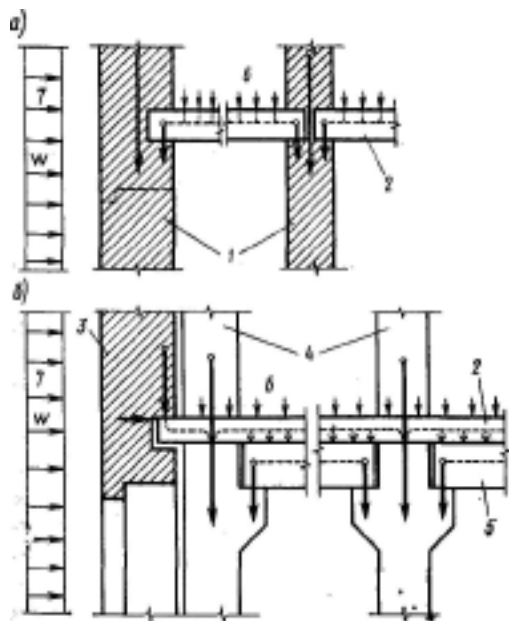


Рис. II.1. Виды вертикальных опор несущего остова:

*и* — несущие стены; *б* — колонны; *1* — стена; *2* — плита перекрытия; *3* — навесная стена; *4* — колонна; *5* — ригель; *в* — нагрузка на перекрытия; *7* — давление ветра

(покрытий) предназначены прежде всего для работы при действии на них разного рода вертикальных нагрузок, которые в виде опорных реакций передаются на вертикальные опоры. Кроме того, эти же перекрытия являются *горизонтальными диафрагмами*, воспринимающими в своей плоскости изгибающие и сдвигающие усилия от горизонтальных нагрузок, обеспечивая геометрическую неизменяемость здания в каждом из горизонтальных уровней, совместную работу вертикальных опор при таких нагрузках, перераспределение усилий между ними и т. п.

Вертикальные несущие конструкции воспринимают все виды воздействий и нагрузок, возникающих в процессе эксплуатации здания, и через фундаменты передают их на грунт. Вертикальные опоры являются определяющим признаком для классификации несущих остовов по типам. Известны два типа вертикальных опор (рис. II.1): *стержневые* — колонны или стойки каркаса; *плоскостные* — *стены*; (можно также отнести к несущим опорам объемные тела типа *пилонов* и т. п., т. е. такие элементы, у которых все три генеральных размера примерно одного порядка, но подобные опоры встречаются крайне редко).

Так, стена независимо от того, сложена ли она из бревен, выполнена ли из кирпича или из сборных панелей, всегда рассматривается как плоскостной элемент, один размер которого (толщина) значительно меньше других генеральных размеров.

Исходя из такого определения различают два основных типа несущего остова зданий: *каркасный* и *стеновой* (бескаркасный), "Третий — *комбинированный* „(или смешанный) — состоит из различных сочетаний стержневых и плоскостных вертикальных элементов (стоек каркаса и стен). Необходимо отметить и существование таких несущих остовов, в которых вертикальные опоры вообще отсутствуют, а наклонная конструкция покрытия опирается непосредственно на фундамент (арки, треугольные рамы и т. п.). Такие со-



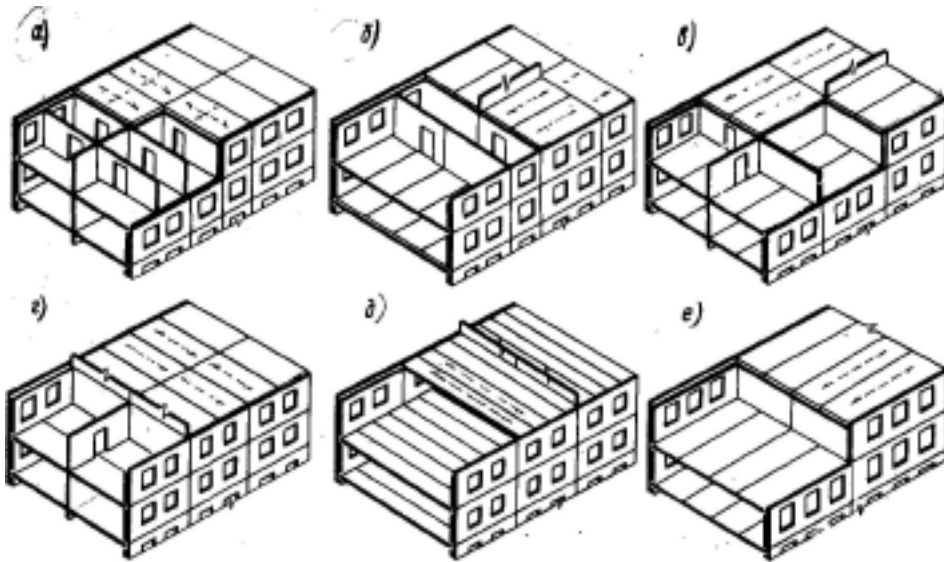


Рис. П.2. Варианты бескаркасных конструктивных систем:

*a* — перекрестно-стеновой с малым шагом; *б* — поперечно-стеновой со смешанным шагом; *в* — поперечно-стеновой с большим шагом стен; *г* — продольно-стеновой (трехстенка); *д* — продольно-стеновой (двухстенка); *е* — поперечно-стеновой с увеличенным шагом стен

ружения, применяемые в строительстве складов, ангаров и т. п., называют *шатровыми*.

Вся совокупность конструктивных элементов несущего остова многоэтажных зданий в каждом отдельном случае объединена между собой вполне определенным образом, образуя в пространстве единство закономерно расположенных частей, т. е. *систему*, которую называют *конструктивной*. Так называют способ размещения несущих горизонтальных и вертикальных конструкций в пространстве, их взаимное расположение, способ передачи усилий и т. п.

#### Виды конструктивных систем при стеновом несущем остове (рис. П.2).

1. Системы с продольно расположенными несущими стенами или, как принято говорить, с *продольными* несущими стенами (расположены вдоль длинной, фасадной стороны здания и параллельно ей). Таких параллельно расположенных стен может быть две, три, четыре. Соответственно бытуют упрощенные названия таких стеновых остовов: «двухстенка», «трехстенка» и т. п.

2. Системы с поперечно расположенными (с *поперечными*) несущими стенами. Разновидности: с *широким* шагом (более 4,8 м); *узким* шагом (4,2 ... 4,8 м); со смешанными шагами.

3. Системы с перекрестным расположением несущих стен (*перекрестно-стеновая* система).

**При каркасном несущем остове.** Определяющим признаком в этом случае является расположение ригелей каркаса. Ригелем называется стержневой горизонтальный элемент несущего остова (главная балка, ферма и т. п.), передающий нагрузки от перекрытий непосредственно на стойки каркаса. Различают четыре типа конструктивных каркасных систем (рис. П.3): с *поперечным* расположением ригелей; с *продольным*; с *перекрестным* расположением ригелей; с *безригельным* каркасом, при котором ригели отсутствуют, а гладкие или кессонированные плиты перекрытий (так называемые безбалочные) опираются или на капители колонн, или непосредственно на колонны.

**При комбинированном несущем остове (рис. П.4).** Среди большого разнообразия сочетаний стержневых и

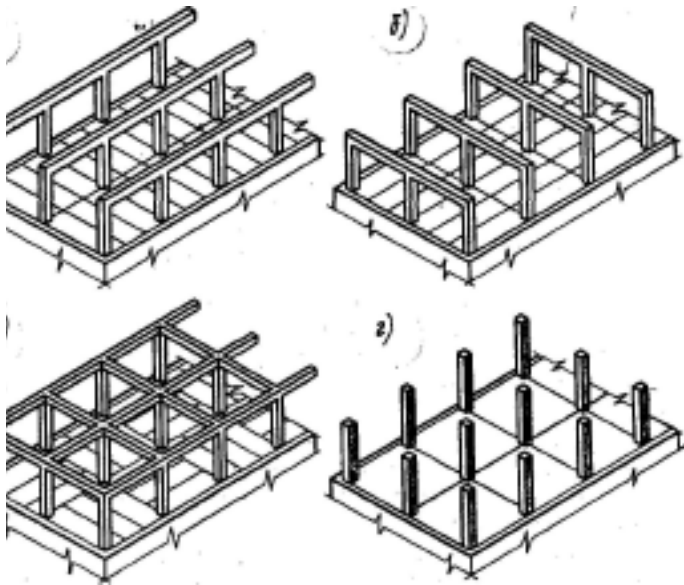


Рис. П.3. Конструктивные системы каркасных маней:

а) — с продольным расположением ригелей; б — с поперечным расположением ригелей; в — с перекрестным расположением ригелей; г — с перекрестным расположением ригелей; з — безригельная

рых ячеек, необходимость членений стенами и перегородками с обеспечением звукоизоляции квартир и другие особенности обуславливают техническую целесообразность и экономическую оправданность применения бескаркасных зданий при строительстве жилища, а также тех гражданских зданий, в которых преобладает многоячейковая планировочная структура (гостиницы, санатории, больницы и т. п.).

плоскостных вертикальных опор наиболее часто встречаются:

Системы, в которых каркас расположен в пределах нижних 1 ... 3 этажей, а выше бескаркасный несущий остов. Расположение стен — по периферии, а стоек каркаса — внутри здания («неполный каркас»). Системы со стеновым остовом — в одном или в нескольких центрально расположенных стволах, которые обстроены по периферии стойками каркаса в один или несколько рядов и т. д.

Выбор конструктивных систем — один из основных вопросов, решаемых при проектировании зданий. Для ориентации приводятся общие сведения о примерных областях применения несущих остовов и конструктивных схем.

Стеновой (бескаркасный) несущий остов — самый распространенный в жилищном строительстве. Размеры жи-

Каркасный несущий остов применяется для зданий с большими, не разгороженными перегородками помещениями. Каркасный остов является основным для производственных зданий, независимо от их этажности для многих типов общественных зданий и сооружений. В жилищном строительстве объем применения каркасного остова ограничен.

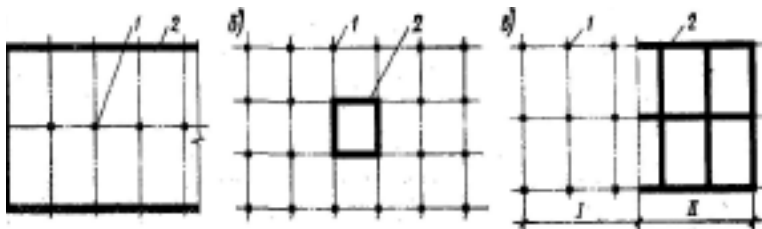


Рис. П.4. Конструктивные системы комбинированного остова:

а — неполный каркас; б — с ядром жесткости; в — с каркасным остовом в первых этажах (I) и со стеновым в вышележащих этажах (II); / — колонна; 2 — несущая стена

Применяются большей частью системы с поперечным расположением ригелей. Расположение ригелей в двух направлениях характерно для многоэтажных каркасных зданий при строительстве в сейсмических районах. Безригельный каркас применяется обычно в многоэтажных зданиях производственного назначения со значительными нагрузками на перекрытия, в многоэтажных гражданских зданиях с оригинальными компоновочными решениями планов и т. д.

Комбинированный несущий остов чаще применяется при строительстве гражданских многоэтажных зданий; в промышленном же строительстве значительно реже. Системы, в которых первые два-три этажа каркасные, а остальные бескаркасные, характерны для строительства многоэтажных жилых зданий на магистральных улицах, а также гостиниц, санаториев и т. п., т. е. зданий, в которых функционально используют первые этажи.

**Пространственная жесткость и устойчивость здания.** Устойчивостью здания называют его способность противодействовать усилиям, стремящимся вывести здание из исходного состояния статического или динамического равновесия. Например, при действии ветра, равнодействующая сил должна находиться в пределах подошвы фундамента (рис. II.5). Пространственная жесткость несущего остова — это характерная система, отражающая ее способность сопротивляться деформациям или, что то же, способность сохранять геометрическую неизменяемость формы. В строительной механике сооружение называется геометрически изменяемым в пространстве, если оно теряет форму при действии нагрузки; например, шарнирный четырехугольник (рис. II.6, а), к которому приложена небольшая горизонтальная сила; и, наоборот, шарнирный треугольник (рис. II.6, б) — геометрически неизменяемая система. Превращение четырехугольника в геометрически неизменяемую систему можно осуществить двумя способами: ввести один диаго-

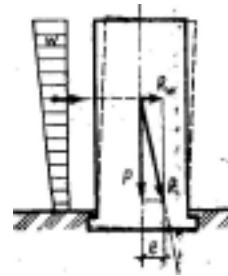


Рис. II.5. Схема устойчивой работы здания на ветровую нагрузку:

$W, R_{ш}$  — давление ветра;  $P$  — суммарная вертикальная нагрузка;  $R$  — равнодействующая;  $e$  — эксцентриситет

нальный стержень (рис. II.6, в) или заменить узел шарнирного соединения стержней на жесткий, неизменяемый, способный воспринимать узловые моменты (так называемый рамный, рис. II.6, г).

Систему (схему), полученную первым способом, называют *связевой* по наименованию диагонального стержня, именуемого *связью*. Вторую — *рамной*.

С помощью каждого из этих способов можно придать геометрическую неизменяемость любой, многопролетной системе, состоящей «из ряда стоек, шарнирно связанных с ригелями и с «землей»». При этом достаточно придать геометрическую, неизменяемость только **одному** из пролетов, чтобы **система** стала геометрически неизменя-

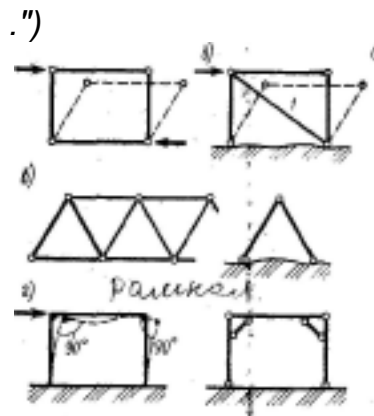


Рис. II.6. Геометрически изменяемые и неизменяемые стержневые системы:

а — изменяемая; б — неизменяемая; в — превращение изменяемой в неизменяемую; г — рамные конструкции; / — диагональный стержень

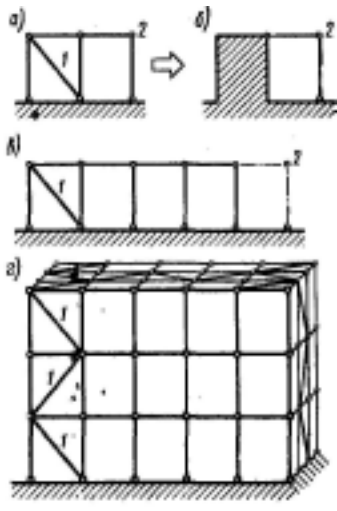


Рис. II.7. Образование геометрически неизменяемых систем:

*a* — подсоединение нового узла; *б* — модель той же системы; *в* — одноэтажная геометрически неизменяемая система; *г* — то же, многоэтажная; *1* — диагональный стержень; *2* — ,новый узел-ч

мой. Для доказательства в один из пролетов вводится диагональный стержень (рис. II.7,а). Полученный геометрически неизменяемый четырехугольник можно считать «землей», рассматривая ее как неподвижную опору для шарнирно опертых на нее двух стержней узла 2 (рис. II.7,б), т. е. рассматривая полученное как вновь образованный треугольник — новую неизменяемую систему. Подобные рассуждения можно повторить, поочередно присоединяя каждый новый узел с двумя стержнями (рис. II.7, в). Вывод: доказано, что в многопролетной системе достаточно установить связи в одном из пролетов, чтобы система стала геометрически неизменяемой. Если рассмотреть многоэтажную систему (рис. II.7, г), то каждый нижележащий этаж со связями можно принять за «землю», а неизменяемость элементов следующего этажа достигается установкой связей в одном из пролетов.

Рассмотренные стержневые схемы моделируют (как это принято в строительной механике) или плоские карка-

сы, или проекции стен и перекрытий на плоскость чертежа. Соответственно приведенные доказательства относятся ко всем типам несущих остовов. Понятие же «геометрическая неизменяемость» тождественно понятию «пространственная жесткость», принятому в строительной практике. Соответственно связи именуется «связями жесткости». Этот термин получил различные толкования, которые необходимо огорворить.

Так, помимо диагонального стержня геометрическая неизменяемость систем обеспечивается и другими способами: введением *диафрагмы жесткости, ядер жесткости* и т. п. Например, если в шарнирный четырехугольник вставить без зазоров панель — диафрагму — так, что она будет способна воспринимать сдвиговые усилия и моменты в своей плоскости, т. е. «исполнять обязанности» жесткого диска, то ее роль равносильна роли диагонального стержня; диафрагму жесткости относят к варианту связей жесткости (рис. II.8,б). Такой же эффект получается, если шарнирная система соединена с плоской стенкой пилоном и т. п. Они в данном случае «исполняют обязанности» связей жесткости; или, что то же, диафрагм, стенок, ядер жесткости. Нетрудно видеть, что в данном случае термин «связи жесткости» носит обобщенный характер. Вместе с тем, когда говорят «связи», то в первую очередь имеют в виду *стержневые* или *решетчатые* (рис. II.8, а).

Таким образом, существуют два способа обеспечения жесткости плоских систем — по *рамной* и по *связевой* схемам. Комбинируя ими при расположении элементов несущего остова в обоих направлениях здания, можно получить три варианта пространственных конструктивных схем здания: *рамную, ра^но-связевую, связевую*. В третьем направлении — горизонтальном — перекрытия обычно рассматриваются как жесткие диафрагмы. Все эти варианты встречаются при проектировании каркасного несущего остова (рис. II.9),

Рамная схема представляет собой систему плоских рам (одно- и многопролетных; одно- и многоэтажных), расположенных в двух взаимно перпендикулярных (или под другим углом) направлениях — систему стоек и ригелей, соединенных жесткими узлами при их сопряжениях в любом из направлений.

Рамно-связевая схема решается в виде системы плоских рам, шарнирно соединенных в другом направлении элементами междуэтажных перекрытий. Для обеспечения жесткости в этом направлении ставятся решетчатые связи или стенки (диафрагмы) же-

сткости. Плоские рамы удобнее устанавливать поперек здания.

Связевая схема решения каркаса здания наиболее проста в осуществлении. Решетчатые связи, или диафрагмы жесткости, вставляемые между колоннами, устанавливаются через 24 ... 30 м, но не более 48 м и в продольном, и в поперечном направлениях; обычно эти места совпадают со стенами лестничных клеток.

Рамная схема применяется сравнительно редко. Трудоемкость построечных работ по обеспечению жесткости узлов, повышенный расход стали и т. п. ограничивают их применение в

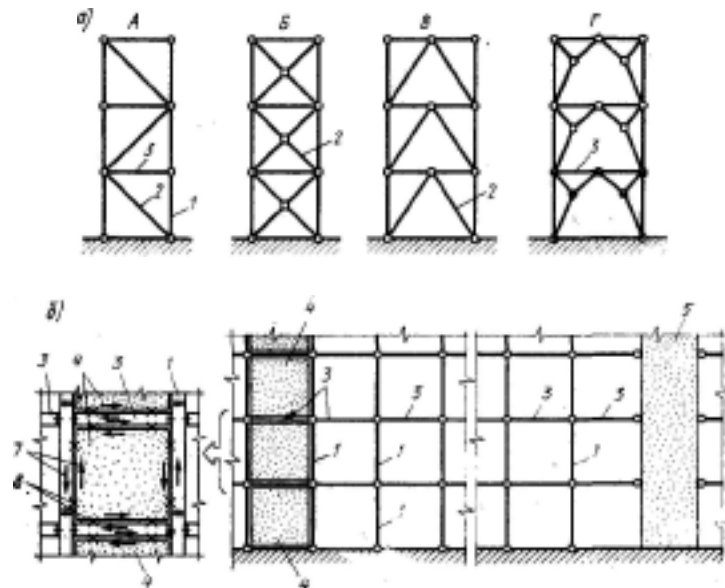
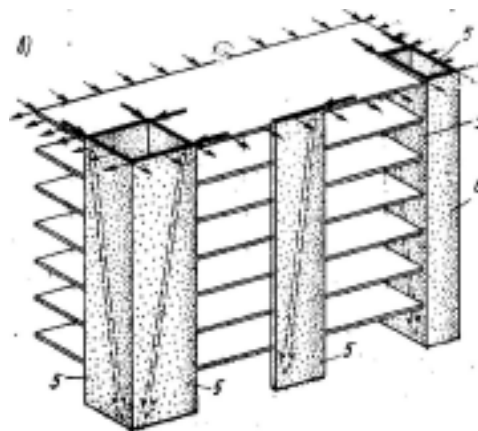


Рис. II.8. Вертикальные элементы жесткости (связи):

*a* — решетчатые связи; *б* — диафрагмы (панели жесткости); *с* — стены жесткости (ядра); *A—Г* — схемы решеток (*A* — треугольная; *Б* — крестовая; *В* — полураскосная; *Г* — порталная); *1* — стойка; *2* — диагональный стержень; *3* — ригель (плита) перекрытия; *4* — панель жесткости (диафрагма); *5* — стена жесткости; *5* — стена, не обеспечивающая жесткости (узкая); *7* — скалывающие усиления; *8* — места сварки панелей жесткости с элементами каркаса



сейсмических районах, зданиях, в которых на большом протяжении (48... 54 м) не допускается установка стен, перегородок и других преград и т. п. Чаще, особенно в производственных зданиях, применяют рамно-связевую схему.

Связевая схема оправдывает свое широкое применение большей простотой построечных работ, меньшими затратами труда и материалов и т. п.

При стеновом несущем остова и при различных системах остовов с неполным каркасом обычно применяют связевую схему; при этом наружные или внутренние стены выполняют функции диафрагмы или ядер жесткости, т. е. не требуется установка дополнитель-

ных стен. На рис. П.2,0 показана схема передачи усилий от ветровых нагрузок через перекрытия на такие стены.

### 11.2. Выбор материалов несущего остова

В предыдущем параграфе вопросы проектирования несущих конструкций рассматривались в «безматериальной форме». Инженерные же особенности зданий обязательно включают не только схемы решений несущего остова, но и материалы основных конструкций, технологию их изготовления, способы их возведения и т. п. Такую конкретную обобщенную характеристику инженерных решений принято называть строительной системой здания. Примеры строительных зданий с несущими стенами из крупных бетонных блоков; каркасно-панельный дом из сборного железобетона; здание с поперечными несущими стенами из кирпича и с навесными панелями и т. п. Во всех случаях в обязательном порядке упоминаются материалы и изделия несущего остова зданий, которые нельзя рассматривать вне связи с методами возведения зданий. Из них прогрессивным является монтаж (сборка) из изделий заводского изготовления — элементов конструкций, изготовленных на заводах и поставляемых на строительную площадку в готовом виде (например, плит перекрытий, панелей, стен и т. п.).

*Крупным* каменным стеновым блоком называют укрупненный монтажный элемент, изготавливаемый на заводе из мелких камней, из легкого или тяжелого бетона.

*Панель* — вертикальный плоскостной элемент, геометрические характеристики которого тождественны пластинам (когда один генеральный размер — толщина, существенно меньше двух других). Панель выполняет одновременно несущие и ограждающие или только ограждающие функции.

Еще более укрупненным сборным изделием является *объемный блок* — предварительно изготовленная часть

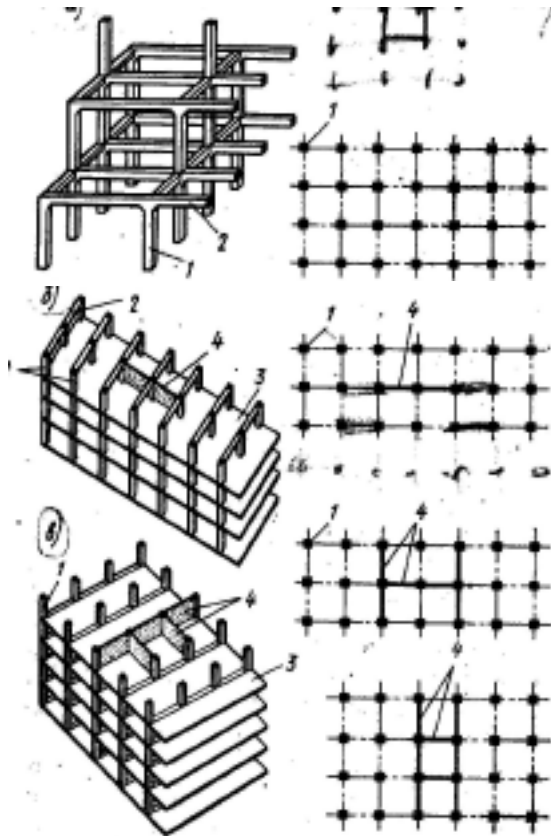


Рис. Н.Э. Конструктивные схемы каркасов:  
а — рамная; б — рамно-связевая; в — связевая;  
1 — колонна; 2 — ригель; 3 — жесткий диск перекрытия; 4 — диафрагма жесткости

объема строящегося здания (санитарно-техническая кабина, комната, квартира, помещение трансформаторной подстанции и т. п.).

Технология возведения зданий с применением в основном готовых изделий называется *полносборной*. К таким строительным системам относятся: *крупноблочная, крупнопанельная каркасно-панельная, объемно-блочная, каркасная* из сборных изделий и т. п.

*Монолитными* конструкциями называют строительные конструкции, главным образом бетонные и железобетонные, основные части которых выполнены в виде единого целого (монолита) непосредственно на месте возведения здания или сооружения. К монолитным же конструкциям можно условно отнести стены и столбы, возводимые из мелкоштучных камней в технике ручной кладки, имея в виду, что перевязка швов и применение связующего (раствора) позволяют создать единое целое любой формы. В последнем случае для характеристики технологии их возведений иногда применяют термин «традиционная».

При сочетании монолитных конструкций со сборными, способ возведения и окончательная конструкция называются *сборно-монолитными*.

Современная тенденция при строительстве массового жилища, большинства гражданских зданий, производственных и сельскохозяйственных характеризуется применением полносборных строительных систем; их удельный вес в строительстве превышает 85 %.

Вместе с тем наметилась тенденция к уменьшению масштабов типизации и типового проектирования в пользу большей индивидуализации городской застройки. Один из возможных способов состоит в возведении зданий из монолитного и сборно-монолитного железобетона, включая применение традиционных систем из мелкоштучных материалов. У такого способа имеются архитектурные преимущества: он позволяет получать любую форму здания, любые формы и размеры проемов, различную этажность и т. п. Такие

строительные системы оправданы для зданий, доминирующих в застройке городов. Однако требования унификации геометрических параметров, нагрузок, типов изделий и для этих строительных систем должны соблюдаться так же, как и для полносборных.

При выборе строительных материалов имеет значение класс здания по капитальности, который регламентирует требования к степени огнестойкости и долговечности, что ограничивает применение материалов!

При этом учитываются также требования, связанные с условиями эксплуатации зданий — с климатом, с температурно-влажностным режимом помещений, с возможностью химической агрессии и т. п. \*;

Безусловно, выбор «строительного материала связан также с экономическими соображениями, с обязательностью учета местной строительной базы и т. п. Обычно все факторы тщательно анализируются на стадии разработки технико-экономических обоснований проекта.

Рекомендации самого общего порядка сводятся к следующему. Основным материалом массового строительства гражданских и производственных зданий в настоящее время является *железобетон*. Это один из наиболее долговечных и стойких материалов; он хорошо сопротивляется действию огня и коррозии. Как правило применяется в сборном исполнении. Железобетон несколько дороже металла, но в условиях эксплуатации он выгоднее, поскольку не требует дополнительных расходов по периодической защитной отделке, окраске. Кроме того, на изготовление железобетонных конструкций требуется меньше металла, что способствует рациональному использованию металла в народном хозяйстве. Железобетон широко используется как при возведении каркасных остовов, так и при строительстве стеновых остовов; применяется как в сборном, так и в монолитном исполнении.

Штучные (мелкие) традиционные материалы искусственные (кирпич и

т. п.) и естественные известняки т. п.) могут использоваться при возведении стен и столбов в малоэтажном и отчасти в многоэтажном строительстве. Общая тенденция в массовом строительстве гражданских малоэтажных зданий и в промышленном строительстве—всемерное сокращение объемов традиционной каменной кладки, главным образом по причине ее неиндустриальности; возведение стен этим способом трудоемко, подвержено сезонности и погодным условиям, требует высокой квалификации каменщиков и т. п. Наряду с этим необходимо иметь в виду и значительные архитектурные преимущества традиционной кладки стен из штучных материалов: долговечность, надежность в эксплуатации и особенно возможность возведения стен любой формы и размеров. Поэтому применение стен из штучных материалов целесообразно при строительстве зданий по индивидуальным проектам не массовой застройки, а также при реконструкции и реставрации городской застройки.

*Металл (сталь)* применяется главным образом в несущих конструкциях покрытий больших пролетов. При возведении колонн каркаса одноэтажных производственных зданий применение металла целесообразно при большой высоте здания или при значительных нагрузках от мостовых кранов. Металлический несущий остов рекомендуется в тех случаях, когда специфические условия производственного процесса (например, в металлургической промышленности) делают не целесообразным применение железобетона (периодические тепловые воздействия и т. п.). Металлический несущий остов может применяться при возведении каркасов высотных зданий в случаях ограничения несущей способности сборного железобетона и в других специально оговоренных случаях, с последующим обетонированием всех несущих конструкций. Кроме того, стальные изделия могут применяться в виде отдельных элементов несущего остова (решетчатые связи жесткости, фахверк торцов

расширения, балки и т. п.). Во всех случаях применение металла должно быть обосновано и соответствовать требованиям СНиП 2.01.02—85 «Противопожарные нормы».

*Дерево* как материал несущего остова обладает рядом преимуществ (дешевизна, простота изготовления) и рядом существенных недостатков (недолговечность, горючесть). Последние качества ограничивают сферу применения древесины малоэтажным жилищно-гражданским строительством, производственными и складскими помещениями для сельского хозяйства, подсобными помещениями в промышленности, производственными зданиями лесной промышленности, временными сооружениями. Клееные деревянные конструкции, обработанные специальными составами, значительно меньше подвержены гниению и возгораемости. Они перспективны в качестве несущих конструкций покрытий зальных помещений общественного назначения, включая здания с большими пролетами.

Синтетические материалы, получающие все большее применение в ограждающих конструкциях, однако, почти не применяются в элементах несущего остова зданий в силу специфики их физико-механических свойств. Исключение — специальные виды конструкций (пневматические, тентовые и т. п.).

### П.3. Членение зданий на деформационные отсеки, решения деформационных швов

*Деформацией* называют изменение формы или размеров материального тела (или его части) под действием каких-либо физических факторов (внешних сил, нагревания и охлаждения, изменение влажности и от других воздействий). Некоторые виды деформаций названы в соответствии с наименованиями воздействующих на тело факторов: *температурные, усадочные* (усадка — сокращение размеров материального тела при потере влаги его



материалом); *осадочные* (осадка — оседание фундамента при уплотнении грунта под ним) и др. Если под материальным телом понимать отдельные конструкции или даже конструктивную систему в целом, то подобные деформации при определенных условиях могут служить причиной нарушений их несущей способности или потери ими эксплуатационных качеств.

Так, наружные стены зданий и бесчердачные покрытия можно рассматривать как единые жесткие плиты, которые, находясь в изменяющихся температурных условиях наружного воздуха, стремятся изменить свои размеры и притом не одинаково по сечению плит: их поверхности, обращенные в сторону помещений, находятся в стационарных температурных условиях и не претерпевают температурных деформаций. В таких же условиях находятся и конструкции несущего остова, примыкающие к плитам покрытий. Эти конструкции препятствуют стремлению наружных поверхностей плит изменить свои размеры, что приводит к возникновению сложного напряженного состояния: во всех конструктивных элементах возникают огромные внутренние усилия, следствием которых могут быть трещины и другие дефекты. Механизм таких температурных деформаций показан на схеме рис. 11.10, а на примере одноэтажного каркасного здания: основания колонн и фундаменты расположены в зоне постоянной температуры, в связи с чем в уровне пола размеры  $L = 2l$  не претерпевают изменений; изменяются размеры плиты покрытия на величину  $\pm \Delta L_t = Z/a \Delta t$  ( $\pm \Delta t$  — амплитуда колебаний температуры наружного воздуха  $^{\circ}\text{C}$ ;  $a$  — коэффициент линейной деформации материала).

Из схемы видно, что величина прогибов крайних колонн тем больше, чем больше длина здания  $L = 2l$  и  $L \Delta t$ . Отсюда следует, что предотвратить нежелательные прогибы, разрывы и другие возможные дефекты можно при проектировании, в процессе установления габаритных размеров зданий: при-

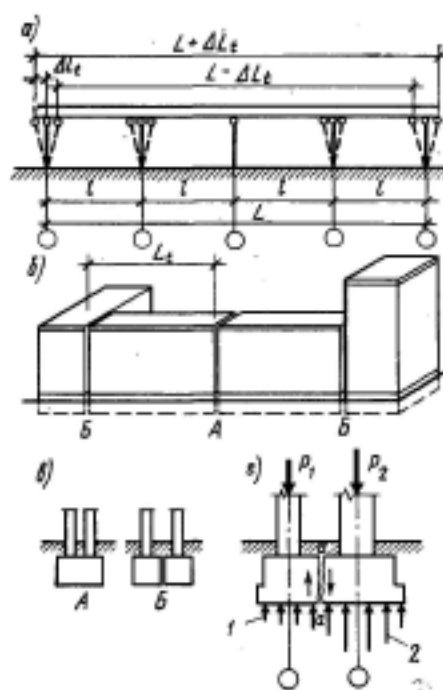


Рис. 11.10. Деформационные отсеки и швы здания:

а — схема температурных деформаций в конструкции одноэтажного здания; б — схема размещения деформационных швов; в — схемы работы и устройства фундаментов в местах деформационных швов; г — схема работы общего фундамента под парные вертикальные опоры при  $P_1, P_2$ ; 1, 2 — давления под подошвой фундамента; а-а — направление возможного сдвига; А — шов на общем фундаменте; В — то же, на раздельном;  $L_t$  — температурный отсек

няв расчетные значения  $\Delta t$  ( $^{\circ}\text{C}$ ), соответствующими району строительства, можно установить предельные значения  $L$ . Обычно для этого используют рекомендации нормативных документов или производят специальный расчет. В тех случаях, когда длина (или ширина) зданий превышает эти предельно допустимые значения, здания расчленяются на отдельные объемы, длиной  $L_n$ , которые называют *температурными отсеками*. Такое расчленение производится разрезкой всех конструкций здания от карниза до верха фундаментов с образованием *температурного шва* (тип А на рис. 11.10, б, в; рис. П.11, а).

Размеры температурных отсеков зависят от типов и материалов несущего остова. Длина отсека в каркасных зда-

Таблица II. 1. Расстояние между температурными швами каменных зданий

Средняя температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки	Расстояние между температурными швами, м, при кладке			
	из глиняного кирпича, керамических и природных камней, крупных блоков из бетона или глиняного кирпича		из силикатного кирпича, бетонных камней, крупных блоков из силикатного бетона и силикатного кирпича	
	На растворах классов			
	50 и более	26 и менее	50 и более	25 и менее
Минус 40°C	50	60	35	40
и выше				
Минус 30°C	70	90	50	60
Минус 20°C	100	120	70	80
и выше				

ниях из железобетона обычно не превышает 60...72 м; в каркасных одноэтажных зданиях из металла эта длина может быть больше в 2...2,5 раза. В многоэтажных зданиях с каменным несущим остовом размеры отсеков принимаются в пределах 40...100 м

(СНиП П-22—81 «Каменные и армокаменные конструкции»); в таких же зданиях из крупных панелей этот размер равен 75...150 м (ВСН 32—77 Госгражданстроя СССР «Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий»). В приведенных цифрах низшие значения относятся к наиболее суровым климатическим условиям (большим значением  $At$ , °C) и к низшим классам строительных материалов, что иллюстрируется табл. II. 1 (поСНиП И-22—84).

При усадке материалов (в монолитных конструкциях, при каменной кладке стен) необходимо учитывать *усадочные деформации*, что также вызывает необходимость разбивать здание на отсеки. Размеры таких отсеков во многих случаях совпадают с размерами температурных, в связи с чем их чаще всего объединяют, называя в таких случаях и отсеки и швы *температурно-усадочными*.

Совершенно иной механизм деформаций при неравномерной *осадке* оснований здания: они направлены по вертикали и могут вызвать перекосы,

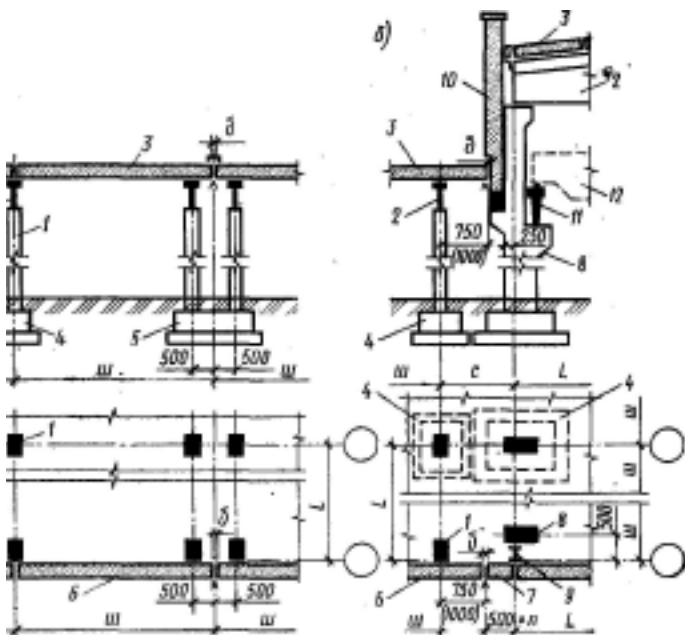


Рис. 11.11. Примеры решения деформационных швов в зданиях:

*a* — температурный; *б* — осадочный шов; 1, 8 — колонна; 2 — пролетная конструкция; 3 — плита покрытия; 4 — фундамент под колонну; 5 — общий фундамент под две колонны; 6 — панель стены; 7 — вставка; 9 — стойка фахверка; 10 — навесная стена; // — подкрановая балка; /? — мостовой кран

сдвиг и т. п. Такие деформации возможны при значительной разнице в нагрузках на вертикальные опоры (рис. 11.10, г); при несовпадении конструктивных систем и т. п. Первый из этих случаев может иметь место, например, при значительной разнице в высоте (порядка 10 м и более) сопрягаемых частей здания (рис. 11.10, б, тип «Б» справа); второй — при развороте одного из сопрягаемых объемов (там же, тип «Б» слева). Возможны и более сложные случаи (рис. 11.11, б).

Принципиальная разница в устройстве осадочного шва в отличие от температурного состоит в разрезке всех конструкций здания, включая фундаменты (тип «Б» в отличие от типа «А» на рис. 11.10, в). Необходимо развивать подошву каждого из сопрягаемых фундаментов. Это требует места, в связи с чем вертикальные несущие конструкции раздвигаются на большее расстояние, чем в месте температурного шва; это расстояние определяется расчетом, так как несущая способность основания и величины нагрузок могут существенно различаться.

Обычно при устройстве осадочных швов температурные швы с ними совмещаются. В этом случае швы равно как и отсек, называют *температурно-осадочным*. Это не исключает случаев, когда в пределах отсека, разделенного такими швами, требуются еще и дополнительные температурные швы.

Часто к рассмотренным видам швов и отсеков применяют более обобщенные термины: *деформационные швы* и *деформационные отсеки*. Этот термин распространяют и на *антисейсмические швы* и другие, рассмотренные в разд. VI.

Деформационные швы в ограждающих конструкциях решаются сравнительно однотипно, чего нельзя сказать о конструкциях несущего остова. Наиболее просты конструктивные решения температурных швов. В одноэтажных зданиях это достигается устройством парных колонн (рис. 11.11, а); об этом подробнее см. разд. III.

2\*

В многоэтажных зданиях принимается во внимание конструктивная система несущего остова. В случае поперечных несущих стен шов устраивают на сопряженных парных стенах (рис.

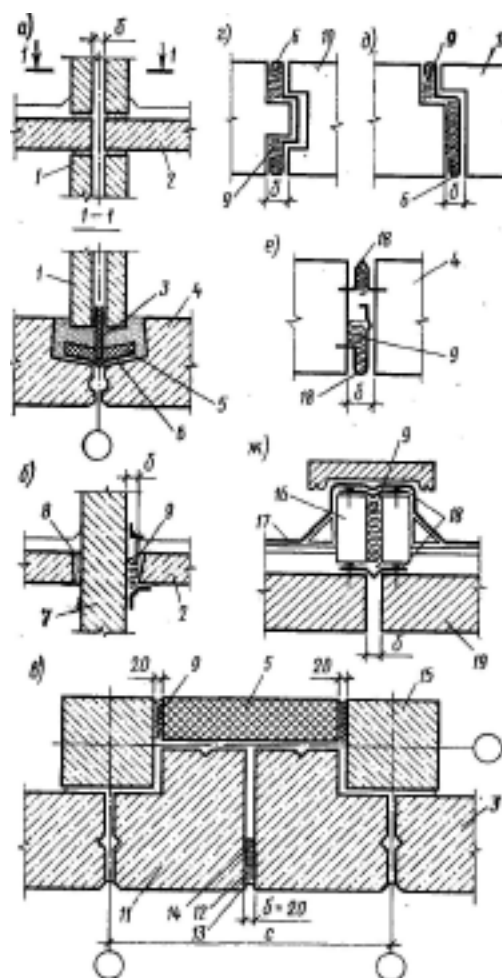


Рис. 11.12. Конструктивные решения деформационных швов во внутренних, в наружных стенах и в покрытиях:

а — в многоэтажном здании при поперечных несущих стенах; б — то же, у поперечной стены при продольных несущих стенах; в — то же в каркасных зданиях; г, д, е — в наружных стенах, (г — со штрабой (пазом) и гребнем; д — в четверть; е — с компенсаторами); ж — в покрытии; 1 — несущая поперечная стена; 2 — плита перекрытия; 3 — термо-вкладыш, обернутый толем; 4 — наружная навесная панель; 5 — термо-вкладыш; 6 — компенсатор из рулонных материалов; 7 — поперечная несущая внутренняя стена; 8 — раствор; 9 — слой пакли; 10 — наружная стена; 11 — угловой элемент фасадных панелей; 12 — эластичная мастика; 13 — защитный слой; 14 — упругий шнур (гернит); 15 — колонна; 16 — бортовой элемент; 17 — кровля; 18 — компенсатор из кровельной стали; 19 — плита покрытия

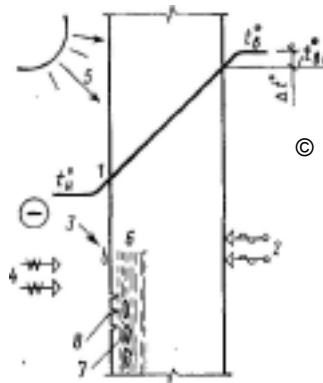


Рис. 11.13. Схема физических воздействий на наружную стену:

1 — поле (распределение) температур в стене из однородного материала; 2 — диффузия влаги; 3 — осадки; 4 — ветер; 5 — солнечная радиация; 6 — зона возможного выпадения конденсата; 7 — линзы льда; 8 — зона возможных трещин

П. 12, а); при этом типоразмеры плит перекрытий и навесных панелей сохраняются. При продольных несущих стенах конструкции «разрезаются» вдоль одной из поверхностей поперечной стены (рис. 11.12, б).

В многоэтажных каркасных зданиях обычно применяют парные колонны, расстояние между которыми  $s$  заполняется угловыми элементами навесных панелей (рис. 11.12, в) или специальной изготовленной вставкой.

Также со вставкой решаются *осадочные швы* (рис. 11.11, б). На рис. 11.12, г, ж показаны схемы решений швов в стенах и в совмещенных покрытиях. Величина шва устанавливается расчетом, но она не должна быть меньше 2 см. В шве покрытия устраивают компенсаторы из оцинкованной стали, между которыми располагаются термовкладыши. При возможности аналогично решают и температурный шов стены, однако установка компенсаторов сложна. Обычно на всю толщину стены укладывают термовкладыш в обертке из рубероида. В осадочных швах дополнительно прокладывают два слоя толя, облегчающих взаимное скольжение двух стен при неравномерной осадке.

(НА.) Ограждающие конструкции, требования к ним. Методология их проектных решений

В отличие от несущих конструкций, для которых первичной является оценка их статической работы под нагрузками, для ограждающих первичными являются воздействия несилового характера: потоков влаги и тепла, распространение звуковых волн и т. п.

Наружные стены. Факторы, воздействующие на них в самом общем случае, показаны на рис. П. 1& (в частных случаях к ним могут быть добавлены: химическая агрессия как с внешней, так и с внутренней стороны, особый тепловлажностный режим помещений и т. п.). В этих условиях стена должна прежде всего удовлетворять требованиям теплотехники.

Теплозащитные свойства стен зависят от способности строительного материала передавать теплоту, что характеризуется коэффициентом теплопроводности. Чем меньше плотность, тем меньше величина *коэффициента его теплопроводности*, тем лучше теплозащитные свойства стен.

*Теплоустойчивость* — тепловая инерция — характеризует способность стены сохранять неизменным тепловое состояние своих внутренних слоев. Это состояние может быть нарушено тепловыми волнами, распространяющимися в теле стены и вызванными периодическими суточными погодными изменениями температуры наружных поверхностей. Если эти тепловые волны угасают в теле стены настолько, что амплитуда колебаний температуры внутренних поверхностей незначительна, значит, стена обладает хорошей *тепловой инерцией*. Обычно такими бывают массивные стены из достаточно плотных материалов (камня, кирпича и т. п.). Стены из материалов малой массы не обладают такой инерцией.

Воздухопроницание характеризует интенсивность фильтрации воздуха че-

рез поры материала и неплотности конструкций (инфильтрация) при разности давлений на наружных и внутренних поверхностях, вызванных гравитацией, ветровым напором и т. д. Инфильтрация в ограниченных пределах полезна ограждающей конструкции, так как способствует просушке стен, уменьшает влажность помещений, интенсифицируя их воздухообмен.

Необходимость обеспечения этих теплофизических свойств дает представление о желательной структуре материала стен: с позиций теплопроводности предпочтительнее пористые структуры и, наоборот, более плотные с позиций теплоустойчивости и воздухопроницаемости.

Одновременно стена должна обладать еще и таким сопротивлением паропроницанию, при котором недопустимо или ограничено накопление в ней влаги за холодный период года, поскольку увлажнение стен приводит к снижению морозо-, био- и влагостойкости материалов. Но самое важное — это ухудшение теплозащитных свойств стены. Основная причина проникновения влаги в стену — диффузия паров 2 (рис. 11.13) из помещений, в которых парциальное давление этих паров влаги всегда больше, чем снаружи. Крайне нежелательно увлажнение материала стен при выпадении конденсата. Конденсат выпадает обычно в холодное время года, когда температура в теле стены имеет отрицательные значения. Диффузирующие пары влаги, перенасыщаясь при остывании, могут конденсироваться в зоне б.

Выпадение конденсата помимо снижения теплозащитных свойств стены может явиться к тому же и причиной разрушения поверхностных слоев. Механизм такого возможного разрушения состоит в следующем. В процессе замораживания воды, конденсировавшейся в порах материала, образовавшийся лед, увеличиваясь в объеме, давит на стены этих пор, которые вследствие этого испытывают растягивающие усилия. Они и могут служить причиной возникновения трещин, а так-

же и разрушений поверхностных слоев стены.

Меры по ограничению паропроницаемости сводятся к следующему. В тех случаях, когда материал стен или теплоизоляция стен имеет пористую структуру, на внутренней поверхности стен необходим защитный слой пароизоляции. В случае, если материал стен имеет плотную структуру, наиболее плотные слои следует располагать ближе к внутренней поверхности.

К защитным от паров влаги мероприятиям следует отнести и меры по их удалению, если некоторая часть паров проникает в стены через неплотности, трещины, что неизбежно.

В этих целях материалы большей пористости рациональнее размещать ближе к наружным слоям стены; но не на самой наружной поверхности, которая подвержена воздействию осадков, ветра и т. п. Поэтому на наружной поверхности необходим защитный слой из плотных структур.

Из рассмотренного намечались методические предпосылки по проектированию стены как *ограждающей* конструкции. Но всем видам стен в той или иной мере присущи еще и *несущие* функции.

Есть два метода совместного учета ограждающих и несущих свойств стеновых конструкций: *совмещение* этих функций и их *разделение*. В первом случае конструкция получается *однослойной*, а во втором — *многослойной* или ее еще называют *слоистой*. Во втором случае каждый слой обычно имеет свое назначение: теплоизоляционный, звукоизоляционный, пароизоляционный, отделочный и т. п.

Принципиальная схема возможных решений наружных стен представлена на рис. 11.14, а—г. Здесь позиция 2 означает любой эффективный однородный материал, способный совмещать несущие и изолирующие функции, — керамзитобетон, эффективный кирпич, деревянные брусья и т. п. Для остальных случаев позиция 4 предполагает любой материал плотной структуры с несущими функциями. Воздушная

прослойка 9 — один из возможных вариантов эффективных средств теплозащиты. Воздушная прослойка в ограждениях эффективна только в случае изоляции ее пространства от проникновения и перемещения в ней частиц наружного и внутреннего воздуха. Это в равной мере относится не только к прослойкам в стеновом ограждении, но и к любым видам прослоек двойных или тройных светопрозрачных ограждений и т. п.

Стеновые ограждения будут эффективны, если в дополнение к сказанному будут применены конструктивные приемы, предупреждающие местные промерзания — «мостики холода». К ним относятся случаи, когда в наружную стену включаются конструктивные элементы из материалов большей теплопроводности: плиты балконов, заглубленные с наружной стороны (рис. 11.14, *d*), железобетонные колонны или балки, втопленные с внутренней стороны (рис. 11.14, *e*) и т. п. В этих местах оставшихся участков стен недостаточно для тепловой защиты, и эти «температурные мостики» являются причиной местного понижения температуры внутренней поверхности и образования

конденсата. Меры борьбы — введение слоя эффективного утеплителя (рис. 11.14, *ж, и*).

Конкретные реализации этих методических предпосылок рассмотрены в разд. III—V.

**Междуэтажные перекрытия.** Факторы, воздействующие на них, показаны на рис. 11.15. Важнейшая ограждающая функция перекрытий — звукоизоляция. Механизм прохождения звуковых волн через междуэтажные перекрытия различен в зависимости от источника звука. Различают *ударный* и *воздушный* звуки. Ударный (поз. 4 рис. 11.15) получается при ударах на конструкцию, танцах, ходьбе. Он вызывает мембранные колебания самих конструкций. Небольшая часть звуковых волн проходит через материал конструкции непосредственно. Воздушный звук (речь, звуки радио и т. п.) передается ограждающим конструкциям в виде воздушных звуковых волн 3, большая часть которых отражается поверхностями. Через ограждения воздушный звук может проникать двумя путями: через неплотности, трещины перекрытий — основной путь; второ-

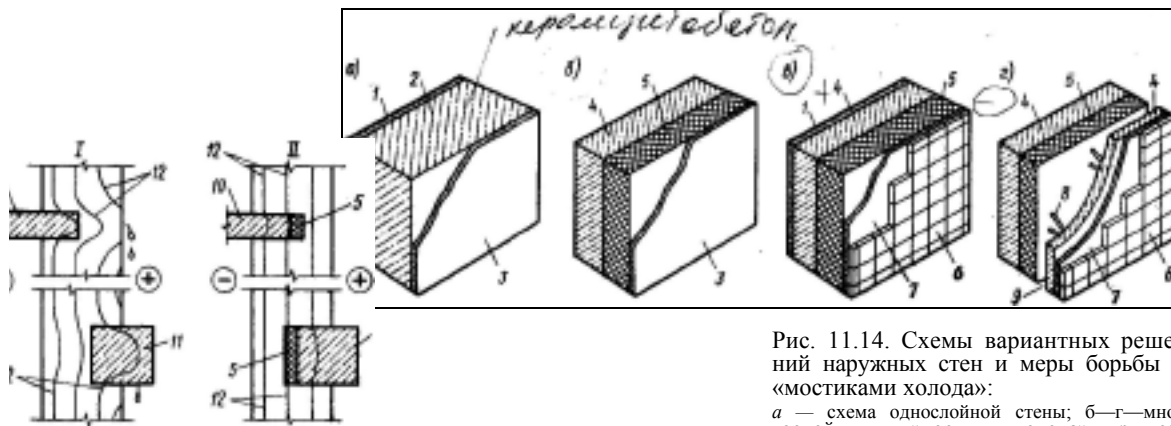


Рис. 11.14. Схемы вариантов решений наружных стен и меры борьбы с «мостиками холода»:

*a* — схема однослойной стены; *б* — многослойных «мостики холода» при заглублении балконных плит; *в* — то же, при заглублениях колонн со стороны помещений; 1 — внутренняя штукатурка; 2 — несущая стена из эффективного материала; 3 — наружный отделочный слой; 4 — несущий слой; 5 — утеплитель; 6 — наружная отделка; 7 — слой из раствора; 8 — связь из антикоррозионной стали; 9 — воздушная прослойка; 10 — теплопроводное включение с наружной стороны; 11 — то же, с внутренней; 12 — изотермы температур; / — неправильное решение; // — правильное решение

(ступенный — вследствие колебаний конструкций как мембраны.

Исходя из этого, мероприятия по звукоизоляции перекрытий сводятся к следующему:

1. Одна из эффективных мер борьбы с воздушным звуком — тщательная заделка всех неплотностей в стыках между сборными элементами. в местах сопряжений перекрытий со стенами и т.д.

2. Для устранения мембранных колебаний можно применить два способа. Первый состоит в увеличении массивности конструкций, их веса. Второй — в устройстве многослойных конструкций со слоями различной звукопроницаемости.

Смысл первого способа состоит в обеспечении такой инерционности массивных конструкций, при которой энергия звуковых волн не возбуждала бы в них колебаний. Смысл же второго способа состоит в том, что на границах двух смежных сред (слоев) энергия звуковых волн уменьшается за счет отражения от каждой новой (по ходу движения) среды (слоя).

Конструкции, выполненные по первому способу, называются акустически однородными (они, исключая конструкцию пола, однослойны); по второму — акустически неоднородными.

Преимущества первого способа заключаются в сравнительной простоте изготовления; преимущества второго — в значительно меньшей массе конструкций, и расходе материалов. Так, масса акустически однородных междуэтажных ограждений жилых зданий ориентировочно не должна быть менее  $300...400 \text{ кг/см}^2$ ; масса же акустически неоднородных обычно не превышает  $200...250 \text{ кг/м}^2$ .

3. Эти меры необходимы и достаточны для изоляции как от воздушного, так и от ударного звуков, но при одном обязательном условии: глушении ударного звука в пределах конструкции пола, до того, как звуковые волны попадут на несущие элементы перекрытий. Дело в том, что плотные материалы этих элементов не только

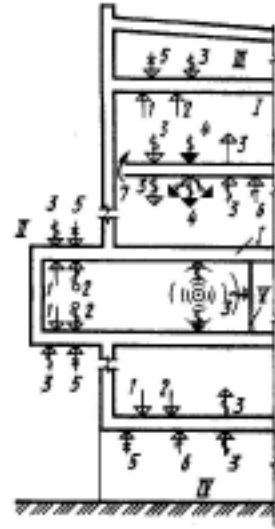


Рис. 11.15. Схема распределения воздействий среды на перекрытия и перегородки:

1 — перекрытия; II — эркер; III — неотопливаемый чердак; IV — проезд под зданием; V — перегородки; / — движение теплового потока; 2 — диффузия водяного пара; 3 — воздушный шум; 4 — ударный шум; 5 — воздухопроницаемость; 6 — возможное газопроницание; 7 — вентиляция перекрытий

хорошо отражают воздушные звуковые волны, но и хорошо проводят попадающие непосредственно на них ударные. Изоляция от ударного звука обеспечивается применением упругих элементов пола и несущими конструкциями перекрытий; применением упругого основания пола (из релина, тапифлекса и т. п.).

На рис. 11.16 схематически показаны методические принципы проектирования акустически однородных (а) и неоднородных (б — е) конструкций. Неоднородность достигается обычно включением воздушной прослойки при различных комбинаторных сочетаниях отдельных пола и потолка. В пределах воздушной прослойки, которая может быть полностью или частично заполнена звукоизолирующим материалом, в значительной мере поглощаются звуковые волны. Способы устройства подвесных потолков приведены в гл. XXIII.

Все сказанное относится к «прямой» передаче звука — в направлении

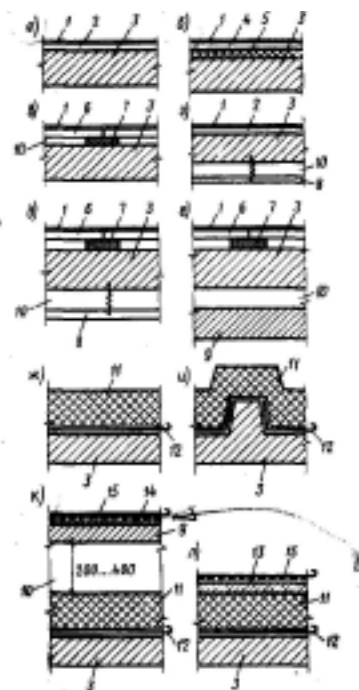


Рис. 11.16. Схемы изоляции перекрытий:

а — акустически однородное перекрытие; б—г — акустически неоднородное перекрытие; ж, и — чердачное перекрытие; к, л — совмещенное (вентилируемое) покрытие; 1 — пол; 2' — упругая основа пола; 3 — несущая конструкция; 4 — стяжка; 5 — слой звукоизоляционного материала; 6 — плита пола; 7 — звукоизоляционная прокладка; 8 — подвесной потолок; 9 — раздельное перекрытие; 10 — воздушная прослойка; 11 — утеплитель; 12 — парогазоизоляция; 13 — жесткая стяжка; 14 — выравнивающий слой; 15 — гидроизоляционный ковер

движения звуковых волн. Помимо этого существует и косвенная (обходная) передача звуковых волн, возбуждаемых в конструкции, другим конструкциям, смежным с ней. Это особенно часто встречается в современных зданиях при наличии жестких связей между конструкциями из материалов большой плотности. Одна из существенных мер изоляции от такого шума, называемого структурным, состоит в надежном глушении звуков в перекрытиях, в которых находятся источники звуков. Надежного звукоглушения можно достигнуть устраивая раздельные полы и потолки.

**Другие типы перекрытий. В чердачных перекрытиях, как и в наружных стенах, важнейшей ограждающей**

лоизоляционного слоя; дополнительной теплоизоляции отдельных мест, в которых возможно образование мостиков холода (рис. 11.16, и); предупреждению увлажнения изоляционных материалов. Толщина слоя теплоизоляции устраивается с учетом того, является ли чердак отапливаемым или нет. В малоэтажном строительстве чердаки, как правило, не отапливаются. В многоэтажном жилом строительстве возможны оба варианта. Основные средства, предупреждающие увлажнение утеплителя парами влаги из помещений (см. рис. 11.15, 2): устройство защитного слоя пароизоляции перед утеплителем по ходу движения паров, т. е. в данном случае ниже утеплителя; проветривание чердаков для удаления паров влаги, прошедших через неплотности, и т. п.

Над эркером // (см. рис. 11.15), над отапливаемым чердаком совмещаются, функции чердачного перекрытия и кровли. Такая ограждающая конструкция — совмещенное бесчердачное покрытие — применяется не только в упомянутых местах, но является основным типом покрытий производственных зданий, многих общественных и ряда жилых. Методически конструкция этого ограждения может выполняться двумя способами:

1. Крыша и перекрытие, играющее роль чердачного, остаются в виде раздельных частей со сплошным воздушным продувом (рис. II. 1, к).

2. Кровля и чердачное перекрытие объединяются. Взамен несущих элементов крыши устраивается основание кровли (стяжки) в виде сплошного слоя жесткого материала, укладываемого поверх утеплителя (рис. 11.16, л).

В первом варианте получают *вентилируемые совмещенные покрытия*, которые правильнее называть совмещенными бесчердачными крышами (по аналогии с чердачными крышами). Во втором имеет место не только совмещение функций кровли и чердачного



перекрытия, но и упрощение их конструктивных решений. За счет этого второй вариант дешевле первого на Ш...15% и менее трудоемок. Такие покрытия бывают неветилируемыми и частично ветилируемыми. Подробнее о них см. § XIII.2.

Особенности перекрытий под эрке-ром и над проездом IV (см. рис. 11.15) состоят в том, что в отличие от между-этапных они должны предусматривать теплоизоляцию. Защитный слой паро-изоляции, который должен распола-гаться перед теплоизоляцией, в дан-ном случае укладывается выше утеп-лителя — под конструкцией пола. Эти

же перекрытия должны иметь защит-ный слой на нижней поверхности — для предохранения от воздухопрони-цания, а иногда и газопроницания (см. рис. 11.15, в). Кроме того, этот слой является отделочным (подробнее об этом см. гл. XXVIII).

*Водонепроницаемость* — свойство, необходимое перекрытиям помещений с влажностным режимом эксплуата-ции (душевые и санитарные узлы в бытовых помещениях, моечные в ба-нях, санузлы в жилых домах). В по-добных случаях под полом устраи-вается гидроизоляционный ковер, края которого заводят по контуру на стены.

## II РАЗДЕЛ

### АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

#### III Глава. Общие сведения

##### *III.1. Элементы малоэтажных жилых зданий и требования к ним*

Малоэтажные жилые здания обычно строят в сельской местности и в зонах рабочих поселков высотой в 1...3 этажа. Основную группу таких зданий составляют многоквартирные и двухквартирные дома усадебного типа, в надземной части которых располагают не более двух этажей, а в подземной—один подвальный или цокольный этаж (рис. III.1). В состав малоэтажного жилого дома входят следующие основные элементы: фундамент, стены, перегородки, перекрытия и крыша. Стены по ограждающей функции различают наружные и внутренние, по несущим функциям — наружные стены могут быть несущими и самонесущими, внутренние стены — только несущими. Фундаменты в основном выполняют несущие функции—принимают на себя нагрузку от надземной части здания и передают ее на грунт. Исключение составляют стены подвала, где ленточные фундаменты выполняют функцию подземных стен, которые преграждают доступ влаги грунта в помещения подвала. В этом же случае при наличии высокого уровня грунтовых вод появляется необходимость в дополнительном конструктивном элементе несущей конструкции пола (железобетонной плиты или несущего короба).

Основные конструктивные элементы малоэтажных домов (фундаменты, стены и перекрытия) в совокупности составляют несущий остов здания. Система остова состоит из взаимосвязанных несущих и загружающих частей. Так, в одноэтажном здании несущие

элементы чердачного перекрытия (балки) должны воспринимать нагрузку от собственной массы, массы материалов ограждения и массы предметов, которые могут оказаться на чердаке в процессе эксплуатации здания (полезная нагрузка), и передать ее на стены. По отношению к стенам чердачного перекрытия является загружающей частью остова, а стена—несущей частью остова. Одновременно для несущих элементов чердачного перекрытия масса ограждения (утеплитель и др.)^ и полезная нагрузка являются тоже загружением. В свою очередь стены воспринимают нагрузку перекрытия чердака, крыши и собственной массы, передают ее на фундаменты, которые с собственной массой передают все воспринятое на основание. В такой системе конструктивных элементов остова фундаменты являются несущими для всех расположенных выше частей дома, а стены несущими для частей перекрытий и крыши и т. д.

В системе несущего остова различают две основные группы несущих конструктивных элементов — горизонтальные (балки над проемами фундаментов и стен и перекрытия) и вертикальные (фундаменты, стены и столбы). Все эти элементы должны удовлетворять требованиям прочности и жесткости, а к вертикальным элементам еще предъявляется требование устойчивости.

По степени народнохозяйственной значимости класс капитальности мало-, этажных жилых зданий установлен в пределах II...IV. Степень огнестойкости таких зданий в основном зависит от материала стен, перекрытий и принимается в пределах II...V. По долго-

вечности конструкции малоэтажных домов проектируют в пределах II...IV степени. При этом несущие элементы обязательно проектируют из более

долговечных и огнестойких материалов, чем загружающие. Например, на деревянные стены никогда не опирают перекрытия из железобетона.

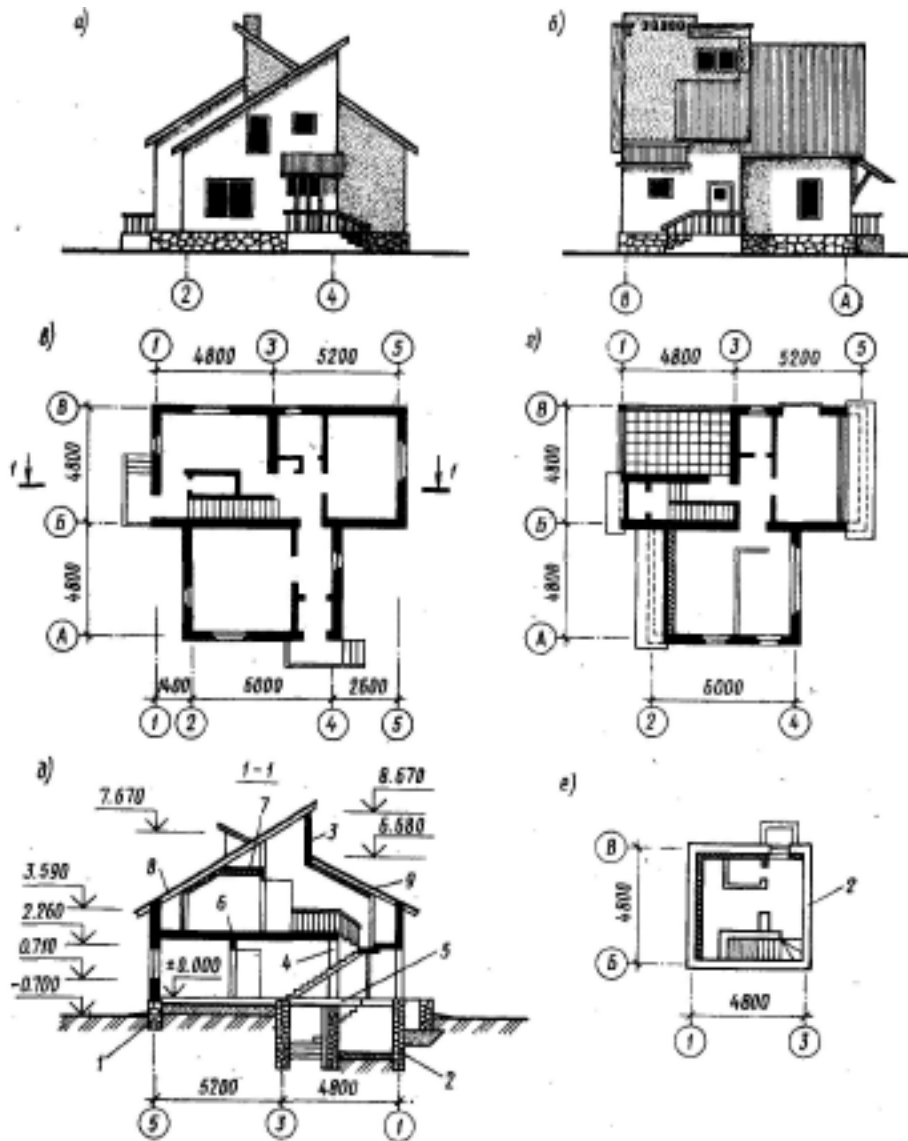


Рис. III.1. Одноквартирный мансардный дом:

и, б — фасады; в — план; г — план мансарды; д — разрез 1-1; е — план подвала; 1 — фундамент; 2 — стена подвала; 3 — наружная стена; 4 — внутренняя стена; 5 — перекрытие над подвалом; 6 — междуэтажное перекрытие; 7 — чердачное перекрытие; 8 — крыша над чердаком; 9 — крыша совмещенная

### III.2. Классификация несущих остовов, жесткость и устойчивость остовов малоэтажных зданий

Расположение вертикальных несущих элементов надземной части малоэтажного жилого дома определяет систему его остова. В настоящее время широко применение получили дома с системами стенового остова — остов с поперечными несущими стенами с большим шагом (расстояние между стенами более 4,8 м) и малым шагом (до 4,8 м), остов с продольными несущими стенами (чаще с большим шагом стен), остов с перекрестными несущими стенами и коробчатый остов (рис. III. 2).

Система коробчатого остова получается при использовании сборных или монолитных железобетонных плит перекрытий размером на комнату, которые опираются на стены по всему пе-

риметру. Эта система целесообразна при планировке комнат по форме, близкой к квадрату. При этом все стены становятся «несущими», потолки получаются без монтажных швов и достигается уменьшение толщины плит перекрытия. Во всех остальных системах остова используют несущие элементы перекрытий в виде плит или балок с накатом, работающих в одном направлении.

Геометрическая неизменяемость (жесткость) остова малоэтажного здания и его устойчивость в основном зависят от жесткости и устойчивости его составных элементов и их взаимосвязи. На примере рис. III. 3 уточним некоторые положения обеспечения жесткости и устойчивости вертикальных элементов остова. На рис. III. 3, а дана схема работы плоского вертикального элемента стены на действие внешних сил. Стена стоит на фундаменте и жестко заделана в него. В направле-

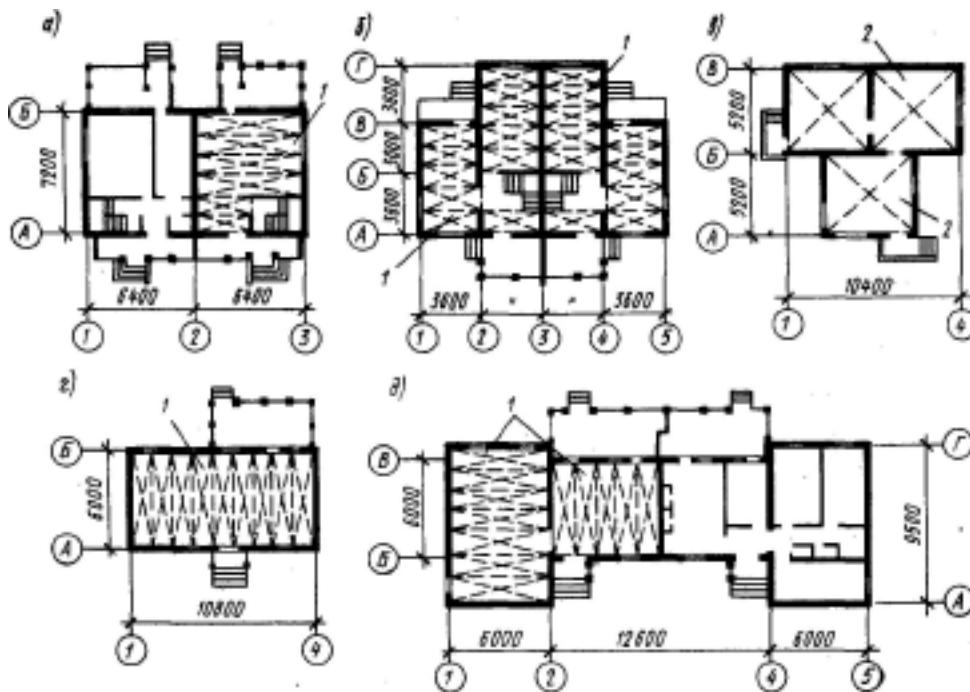


Рис. III.2. Планы конструктивных схем стеновых остовов малоэтажных зданий: а — с поперечными несущими стенами и большим шагом; б — то же, с малым шагом; в — коробчатый остов; г — с продольными несущими стенами; д — с несущими стенами в двух направлениях; 1 — балочный или плитный настил перекрытия; 2 — настил перекрытия на комнату с опиранием по всему периметру

нии действия горизонтальной внешней силы ( $\Gamma_{пр}$ ) стена обладает достаточной жесткостью, как любой плоский тонкостенный элемент из относительно жесткого материала она не будет деформироваться в своей плоскости. В направлении же действия горизонтальной внешней силы ( $\Gamma_{,,on}$ ) из плоскости стены этот элемент будет изгибаться вследствие небольшой толщины стены, т. е. в этом направлении — из плоскости — отдельно стоящая стена может оказаться нежестким элементом. Жесткость стены из плоскости увеличивается с увеличением ее толщины; обычно для отдельно стоящих вертикальных элементов (стен, столбов) принимают минимальное отношение толщины к их высоте не менее  $1/10$ , что достаточно при условии прочного сопряжения стены или столба с фундаментом, т. е. при жесткой заделке элемента в фундамент. Если же эти элементы будут недостаточно прочно соединены с фундаментом или фундамент будет непрочен заделан в грунт, то горизонтальные внешние силы могут опрокинуть их, т. е. элементы потеряют устойчивость. На рис. III. 3, б изображена схема одного из вариантов каркасной стены, состоящей из ряда стоек, обвязочной балки сверху и балки фундамента внизу. При действии горизонтальной внешней силы из плоскости ряда стоек эта композиция элементов работает аналогично предыдущей конструкции стены. При действии силы вдоль ряда стоек система деформируется. Для увеличения жесткости таких систем пространство между стойками заполняют относительно жесткими материалами, т. е. вставляют между стойками диафрагмы жесткости (рис. III. 3, в) или ставят раскосы, создавая треугольники жесткости (рис. III. 3, г).

Жилой дом со стеновым остовом состоит из замкнутой системы вертикальных плоских стен и горизонтальных плоских перекрытий. Рассмотрим работу элементов такой системы плоскостей на примере стенового остова одноэтажного дома (рис. III. 4). Стена по оси / (рис. III. 4, б) в данной систе-

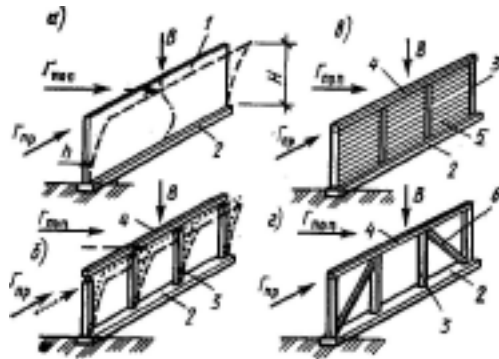
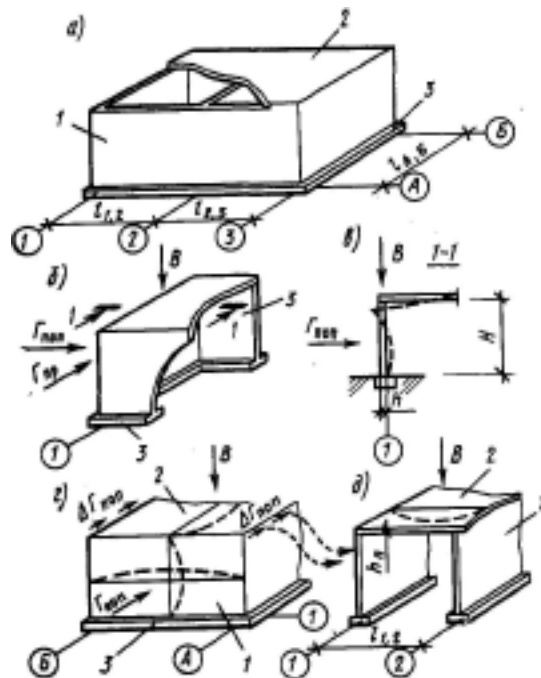


Рис. III.3. Схема вариантов взаимодействия отдельно стоящего элемента с внешними силами загрузки:

а — сплошная плоская стена; б — стеновой каркас; в — каркас с жестким заполнением; г — стеновой каркас с раскосами жесткости; / — стена; 2 — фундамент; 3 — стойка; 4 — обвязочный брус; 5 — жесткое заполнение; 5 — раскос жесткости; H — высота стены; h — толщина стены

Рис. III.4. Схема взаимодействия основных



элементов несущего остова одноэтажного дома:

а — общий вид коробчатой структуры; б — фрагмент взаимодействия стены, работающей под нагрузкой, с остальными элементами остова; в — сечение I—I; г — схема перераспределения горизонтальной нагрузки между элементами; д — фрагмент плиты перекрытия; / — стена; 2 — перекрытие; 3 — фундамент

ме оказывается связанной по всему контуру с элементами других стен, фундаментом и перекрытием, являющихся для нее диафрагмами жесткости. Следовательно, характер работы такой стены из ее плоскости будет значительно отличаться от работы отдельно стоящей стены. Силы  $G_{\text{поп}}$  (например, ветер) изгибают стену в промежутке между контуром зоны сопряжения с элементами жесткости (рис. III. 4, г). Относительная величина прогиба стены характеризует степень ее жесткости. Одновременно с горизонтальными силами  $F_{\text{поп}}$  на стену действуют вертикальные  $B$  — нагрузки от перекрытия (рис. III. 4, в). Такое сочетание сил при малой толщине рассматриваемой стены по отношению к его высоте приводит к потере ее устойчивости, т. е. к разрушению стены. Практика строительства показала, что при отношении толщины стены к ее высоте, большем  $1/25$ , стена будет устойчива; при этом не требуется делать жесткое соединение стены с фундаментом. В рассматриваемом случае перекрытие участвует в работе конструктивной системы остова как связевой элемент жесткости (жесткая горизонтальная диафрагма<sup>4</sup>). Перекрытие принимает на себя часть горизонтальных нагрузок от стен и пере-

распределяет их на перпендикулярные ей другие стены, а последние передают эти нагрузки на фундамент. Одновременно горизонтальные элементы перекрытия прогибаются под действием сил  $B$  (рис. III. 4, д). Степень их прогиба служит показателем жесткости элементов перекрытия. Практика строительства показала, что при определенной величине отношения высоты элементов перекрытия к их пролету ( $h_n/l$ ) обеспечивается требуемая жесткость его конструкции. Например, для железобетонных плит перекрытий, опертых по всему контуру, это отношение принимают не менее  $1/30$ . Для балочных —  $1/20 \dots 1/30$ , где больший размер принимается для балок из дерева, а меньший — для железобетонных и металлокерамических элементов перекрытий, которые работают в одном направлении.

Из изложенного следует, что все системы несущего остова малоэтажных жилых зданий имеют коробчатую структуру, геометрическую неизменяемость и надежность работы которой обеспечивает взаимосвязь стен с фундаментами и перекрытиями при соблюдении определенных пропорций в размерах элементов.

## IV Глава. Фундаменты малоэтажных жилых зданий

Фундамент является основным конструктивным элементом несущего остова здания, принимающим на себя все нагрузки строения и передающим их на грунт. Материалоемкость фундамента в объеме малоэтажного жилого дома составляет 10...30%.

### IV.1. Конструктивные решения фундаментов

Основные конструктивные схемы фундаментов для малоэтажного строительства изображены на рис. IV. 1. Изготавливают такие фундаменты из местных строительных материалов (естественный камень, бутобетон, крас-

ный кирпич и др.), а также используют монолитный бетон или сборные бетонные и железобетонные блоки. Плоскость нижней части фундамента называют подошвой, ее уширение — подушкой, а грунт под ней — основанием. Грунты, в которых присутствует значительное количество глины (супеси, суглинки и глины) называют вспучивающимися при замерзании. Остальные грунты (пески, гравелистые и др.) составляют группу невспучивающихся при замерзании. При отсутствии подвалов и больших приямков на таких грунтах обычно проектируют фундаменты мелкозаложенного типа, подошва которых располагается на глубине не

менее 0,5 м от уровня земли. На грунтах, вспучивающихся при замерзании, глубину заложения подошвы фундамента наружных стен принимают ниже толщины промерзающего слоя не менее чем на 0,2 м. Для большинства районов нашей страны глубина промерзания грунтов превышает 1 м, фундаменты с такой глубиной залегания подошвы называют фундаментами глубокого заложения.

Между архитектурно-планировочным решением малоэтажного дома, конструкцией фундамента и состоянием грунта существует определенная взаимосвязь. Например если архитектор в проекте дома предусматривает наличие подвала, большого приямка большого цокольного этажа, то фундамент

должен быть ленточной конструкции, чтобы успешно выполнять функции стены подвала. Состояние грунта может оказать влияние на выбор варианта архитектурного решения подземной части дома. Например, если дом ставят на грунты с высоким уровнем стояния грунтовых вод, то толщина стенок ленточного фундамента увеличивается за счет дополнительных элементов гидроизоляции, что приводит к некоторому уменьшению площади помещений подземной части. Кроме того, может возникнуть угроза поднятия («всплытия») подвальной части вместе с домом или части дома с приямком под действием напора грунтовых вод. В этом случае обычно приходится отказываться от проектирования подземных помещений или проектировать дорогостоящую конструкцию фундамента с якорями в грунте или пригрузом пола подземных помещений. Практика эксплуатации малоэтажных жилых зданий с фундаментами глубокого заложения показала, что вспучивающиеся при замерзании грунты постепенно выталкивают такие фундаменты из земли. За несколько лет дом может подняться над уровнем земли на десятки сантиметров, при этом различные участки строения обычно поднимаются на различную величину, что приводит к перекосу окон, дверей и даже к раз-

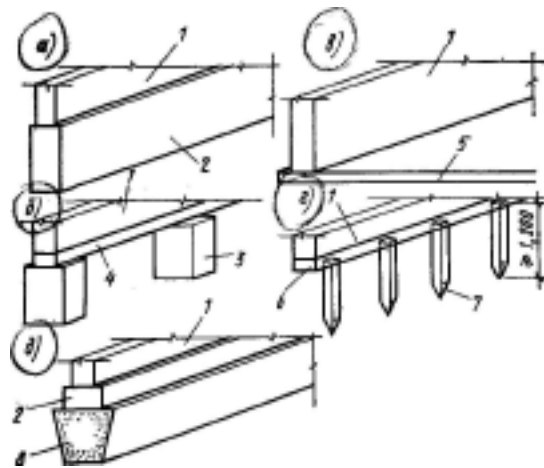


Рис. IV.О Конструктивные схемы фундаментов мвьяэтажных жилых зданий:

а — ленточный фундамент; б — столбчатый; в — фундамент в виде сплошной железобетонной плиты; г — фундамент на коротких сваях; д — ленточный фундамент на песчаной подушке; е — стена; ж — лента фундамента; з — столб; и — фундаментная балка; к — монолитная железобетонная плита; л — ростверк; м — свая; н — песчаная подушка

лому стен. Такое явление -происходит от действия сил бокового трения вспучивающегося грунта на поверхностях фундаментов, которые превышают противодействие относительно малой массы дома. Чтобы нейтрализовать нежелательный эффект вспучивания при замерзании грунта, приходится проектировать дома без подвалов на фундаментах мелкого заложения с основанием в виде песчанной подушки. При устройстве песчанной подушки грунт вынимают на глубину ниже промерзания не менее 0,2 м и засыпают выемку крупнозернистым песком с проливкой водой и с уплотнением послойно. Засыпку ведут до отметки —0,5 м от уровня планировки участка. На полученное таким способом искусственное основание устанавливают фундаменты мелкого заложения. Этот приём позволяет достигнуть значительной экономии материалов и средств. Например, в зоне Подмосковья глубина промерзания грунта принята равной 1,2 м, следовательно, фундамент глубокого заложения будет высотой 1,4 м, а при песчаной подушке - 0,5 м, т.е. е. при песчаной подушке на вспучивающихся от замерзания грунтах экономится около

60% материала на устройство фундамента. Когда под домом располагается грунт неоднородный—до степени вспучивания при замерзании, то приходится проектировать фундамент в виде оплошной плиты из монолитного железобетона и на песчаной подушке. В некоторых случаях оказываются эффективными свайные фундаменты, глубину заложения которых принимают значительно ниже глубины промерзания грунта, где силы бокового трения незамерзающего слоя превышают силу трения от вспучиваемого слоя. Реже на таких грунтах ставят столбчатые фундаменты из монолитного железобетона с уширением подошвы, так как изготовление их требует больших затрат.

Ленточные фундаменты в виде сплошных стенок устанавливают по всему контуру стен. Размер подошвы фундамента определяют расчетом в зависимости от массы надземной части, материала фундамента и несущей способности грунта. Толщину его стенки определяют расчетом на прочность и в зависимости от технологических особенностей материала, например, стенку из бутобетона делают толщиной не менее 0,35 м в зависимости от размера камней заполнения.

Для изготовления ленточных фундаментов используют любые строительные материалы, кроме дерева. На скальных грунтах чаще используют монолитный бетон с включением обломков скалы (бутобетон). Этот материал лучше заполняет неровности поверхности скального основания. Ленты фундаментов из бутового камня отличаются меньшим расходом цемента, но имеют большую трудоемкость и материалоемкость. Из-за размера камней по стандарту минимальную ширину лент принимают не менее 0,5 м. Как правило, стенки ленточных фундаментов из этих материалов для малоэтажных зданий уширений в зоне подошвы не имеют. Ленточные фундаменты из красного кирпича пректируют для сухих прочных грунтов толщиной 0,25...0,51 м. Подушку кирпичного фун-

дамента лучше делать из монолитного железобетона толщиной не менее 0,1 м, что повышает долговечность конструкции.

Ленточные фундаменты из сборных элементов выполняют из бетонных блоков. Блоки изготовляют сплошными из лёгкого бетона ( $\rho < 1600 \text{ кг/м}^3$ ) или пустотелые из "тяжелого бетона ( $\rho > 1600 \text{ кг/м}^3$ ) высотой 0,6 м, длиной до 2,4 м и шириной 0,3, 0,4, 0,5 и 0,6 м.

Столбчатые фундаменты состоят из стоек и фундаментных балок. Фундаментные балки устанавливают по всему контуру стен (аналогично лентам). Они принимают на себя нагрузку от стен и передают ее на столбы. Столбы устанавливают в местах пересечения стен и в промежутках между ними с определенным шагом, который определяют расчетом в зависимости от массы здания и несущей способности грунта.

Конструктивные варианты фундаментных балок и их пропорции в зависимости от шага столбов приведены на рис. IV. 2. Фундаментные балки из дерева используют только под деревянные стены. Между грунтом и низом фундаментной балки часто оставляют воздушный зазор, чтобы предупредить подъем балки и расположенной на ней стены силами вспучивающегося при замерзании грунта.

Столбы квадратного сечения в поперечнике изготовляют из сборных бетонных блоков, из монолитного бетона, красного кирпича, природного камня. Размеры столбов принимают по расчету на прочность (материала и грунта). Для малоэтажных жилых зданий размер подушки столбов не превышает 1 м, а горизонтальное сечение столба может быть равным размеру подошвы или быть меньшим. В последнем случае высоту подушки принимают не более 0,3 м. Размер сечения столбов и их шаг зависят от веса дома, материала фундамента и прочности грунта.

Деревянные столбчатые фундаменты чаще встречаются при реконструкции старых построек и могут быть ис-



пользованы при строительстве деревянных домов на болотистых грунтах и на вечной мерзлоте. Проектируют их в виде тумб или столбов на лежнях и крестовинах (рис. IV. 3). Тумбы устанавливали на песчаных сухих грунтах, изготавливая из дуба, осины, лиственницы и кедра диаметром не менее 0,4 м. Столбы на лежнях и крестовинах применяли на болотистых грунтах, они более долговечны из лиственницы и кедра.

Фундаменты на коротких сваях оказались наиболее экономичными для строительства жилых малоэтажных зданий. Такие фундаменты исключают из процесса строительства операции по земляным работам. Короткие сваи удерживаются в грунте в основном за счет сил бокового сцепления с грунтом. В районах с вечной мерзлотой свайные фундаменты удобны для устройства проветриваемых подполий, сохраняющих структуру вечной мерзлоты" грунта. Для домов из дерева лучшими являются деревянные" сваи диаметром 0,2...0,3 м, которые вмораживают в скважины. Дерево препятствует передаче теплоты от помещений к мерзлоте, предупреждая опасное подтаивание грунта у сваи. В других районах для малоэтажного строительства используют короткие железобетонные забивные сваи, чаще квадратного сечения 150x150 мм, 200x200 мм, или бурнабивные сваи" и диаметром 300, 400 мм и более. Глубину заложения коротких свай принимают не более 2,5 м. -

Сваи располагают под стенами по аналогии со столбчатыми фундаментами, но с меньшим шагом, который определяют расчетом. По верху свай устраивают ростверк. Балки ростверка имеют много общего с фундаментными балками. Для их изготовления используют те же материалы.

Сплошную плиту фундамента под малоэтажные дома проектируют только в случаях строительства зданий на грунтах с неравномерной осадкой или вспучиванием и при высоком уровне стояния грунтовых вод (в зданиях с подвалом), Плиту выполняют из моно-

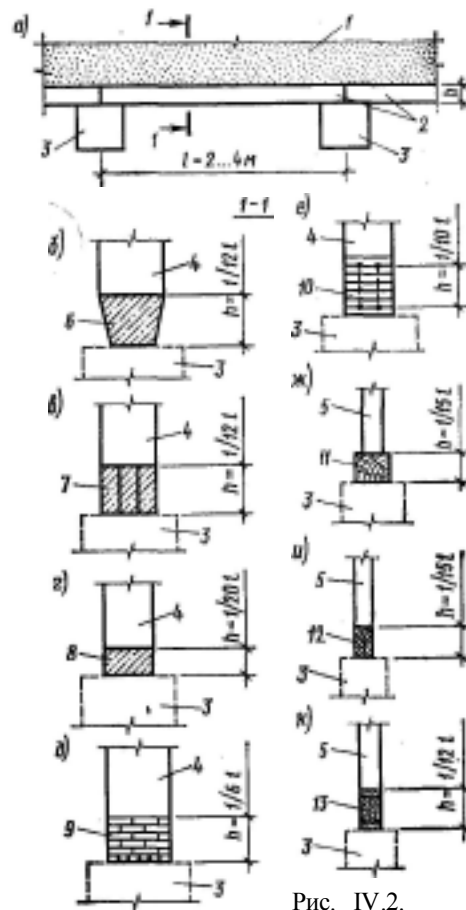


Рис. IV.2.  
Конструктивные

схемы фундаментных балок столбчатых фундаментов:

а — фрагмент общего вида столбчатого фундамента;" б—е — фундаментные балки под каменные и деревянные стены; ж, и, к — фундаментные балки под деревянные стены; л — стена; 2 — фундаментная балка; 3 — столб; 4 — каменная стена; 5 — деревянная стена; 6 — сборная железобетонная фундаментная балка; 7 — сборные железобетонные перемычки, балочные усиленные; 8 — монолитная железобетонная балка; 9 — рядовая армированная кирпичная балка; 10 — армированная кирпичная балка со стальными каркасами в вертикальных швах кладки; 11 — деревянная балка; 12 — то же, из брусков; 13 — то же, составная из досок

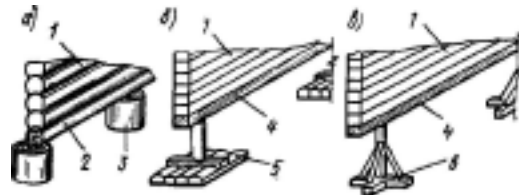


Рис. IV.3. Конструктивные схемы столбчатых деревянных фундаментов:

а. — на тумбах; б — на лежнях; в — на крестовинах; 1 — деревянная стена; 2 — бревно фундаментной балки; 3 — тумба; 4 — брус фундаментной балки; 5 — лежень; 6 — крестовина

литного тяжелого железобетона толщиной не менее 100 мм. Толщину плиты определяют расчетом в зависимости от массы здания, прочности грунтов и расстояния между стенами. Для домов без подвала плиту фундамента устанавливают на песчаную подушку, что уменьшает неравномерность осадки грунтов. В зданиях с подвалом плита фундамента одновременно выполняет функции основания пола.

#### IV.2. Защиты малоэтажных жилых зданий от влаги грунтов

Фундаменты малоэтажных зданий, расположенные на относительно сухих грунтах, т. е. с глубоким уровнем расположения грунтовых вод, в первую очередь защищают от прямого

воздействия дождевых и талых вод. С этой целью по периметру наружных стен устраивают *отмостку* из асфальта, асфальтобетона или плоских камней и на слое песка и с подстилкой жирной глины (рис. IV. 4, а).

В любых грунтах содержится капиллярная влага, которая проникает в тело фундамента и поднимается к зоне сопряжения с конструктивными элементами надземной части здания. Чтобы преградить доступ капиллярной влаги в помещения, на границе контакта фундамента со стенами устраивают гидроизоляцию. Ее выполняют из двух слоёв толя или раствора цемента с водонепроницаемыми добавками а располагают на определенном уровне от поверхности отмостки и пола (рис. IV. 4, в). Полы первого этажа, расположенные на грунте, тоже имеют горизонтальную гидроизоляцию (рис. V. 1, г). При этом боковую поверхность фундамента или стены, соприкасающуюся с грунтом пола, обмазывают горячим битумом от уровня гидроизоляции стыка стен с фундаментом до верха подготовки пола.

При высоком уровне грунтовых вод (УГВ) конструктивные элементы подземной части малоэтажного здания оказываются в воде. Если вода агрессивна по отношению к материалам фундамента или подвала, то эти элементы выполняют из специальных материалов, устойчивых к агрессивному воздействию воды. В домах с подвалами или приямами уровень грунтовых вод

располагается выше уровня пола. В таких случаях наружную поверхность стен и пола покрывают рулонной гидроизоляцией на мастике, начиная от уровня земли, расположенного выше на 0,5 м от установленного уровня грунтовых вод. Количество слоев гидроизоляции принимают в зависимости от степени напора воды в уровне пола. Например, при напоре воды до 200 мм принимают один слой гидроизоляции, а при «напоре» более 1250 мм — четыре слоя гидроизоляции. Сверху на ковер гидроизоляции пола укладывают защитный слой цементного раствора тол-

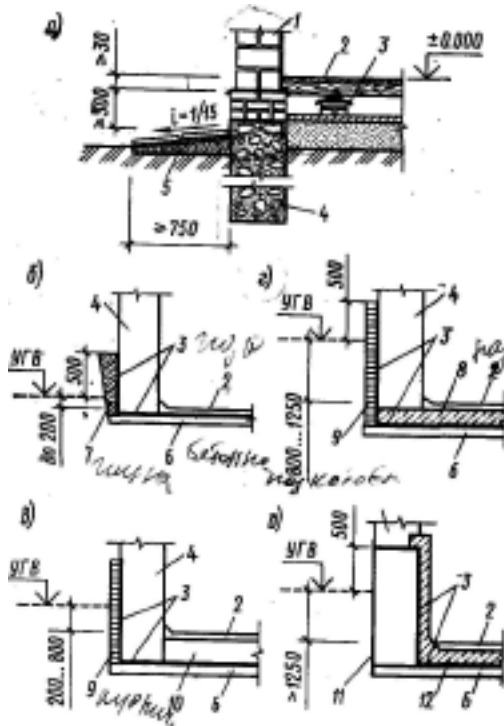


Рис. IV.4. Защита элементов малоэтажных зданий от влаги грунтов:

а — защита стен от влаги на сухих грунтах; б—д — защита подвалов и приямков от грунтовых вод при их высоком уровне стояния; 1 — стена; 2 — пол; 3 — гидроизоляция; 4 — фундамент ленточный; 5 — отмостка; 6 — бетонная подготовка; 7 — мягкая глина; 8 — разгружающая плита из монолитного железобетона; 9 — защитная стенка из кирпича; 10 — бетон пригрузка гидроизоляции пола подвала; 11 — обмазка горячим битумом за два раза; 12 — железобетонный короб

щиной 20 — 30 мм. Чтобы напор воды не прорвал гидроизоляционный слой, его действие нейтрализуют массой конструкции пола (рис. IV. 4, В), которая должна превышать напор массы воды. При недостаточности массы пола устраивают дополнительный — разгружающий — слой из тяжелого бетона (рис. IV. 4, в), разгружающую плиту из монолитного железобетона (рис. IV. 4, з) или железобетонный "короб" (рис. IV. 4, д). В последних двух случаях обязательно проверяют вероятность «всплытия» дома под напором грунтовых вод.

Горизонтальные слои гидроизоляции подвала укладывают на слой бетонной подготовки ^толщиной не менее 100 мм, поверхность которой выравнивают цементным раствором или слоем

асфальта. Вертикальные слои гидроизоляции наклеивают мастикой на оштукатуренную цементным, раствором поверхность стены подвала. Для предохранения вертикальных участков ковра гидроизоляции от механических повреждений устраивают забивку из мятой жирной глины или защитную

## Глава. Осто́вы малоэтажных зданий со стенами из каменных материалов

В соответствии с современными требованиями экономного расходования материалов при проектировании малоэтажных жилых зданий с каменными стенами стараются использовать максимальное количество местных строительных материалов. Например, в районах, удаленных от транспортных магистралей, для возведения стен используют мелкие камни местного производства или монолитный бетон в сочетании с местными утеплителями и на местных заполнителях, для которых требуется только привозной цемент. В поселках же, располагаемых вблизи промышленных центров, проектируют дома со стенами из крупных блоков или панелей, изготовляемых на предприятиях этого региона. В настоящее время все более широкое применение каменные материалы получают при строительстве домов на садово-огородных участках.

При проектировании малоэтажных домов обычно используют две схемы конструктивного решения наружных стен — сплошные стены из однородного материала и облегченные многослой-

ные стены из материалов различной плотности. Для возведения внутренних стен используют только сплошную кладку. При проектировании наружных стен по схеме сплошной кладки

Таблица V.1. Примерная толщина наружных стен малоэтажных жилых домов сплошной кладки из камней по теплопроводности

t°С, наиболее холодная температура	Район строительства	Материал стены и ее плотность, кг/м³			
		камень известняк $\rho_s = 1800$	кирпич $\rho_s = 1600$	туф, керамические блоки $\rho_s = 1300$	бетон $\rho_s = 800$
		Толщина стены, см			

—60	Верхоянск				70
—40	Новосибирск		90	70	45
—30	Тайшет Москва Джамбул	80	64	50	35
—20	Ереван	60	51	30	20
—10	Псков Тбилиси	45	38	25	18

|Красноводск| | | |

Таблица V.2. Примерная толщина утеплителя наружных стен жилого дома с несущим сдоем из кирпича, толщина 25 см

°С наиболее холодной 5и дневк	Район строительства	Материал утеплителя, его			
		100 пенопласт	00 минераловата	400 фибролит	Р <sub>0</sub> -800 бетон
		толщина утеплителя, см			
—60	Верхоянск	6	10	20	40
—40	Новосибирск.	4	6	12	26
—30	Тайшет Москва.	3	5	10	22
—20	Джамбул Ереван.	2	3	6	13
—10	Львов Тбилиси. Красноводск	1	2	4	9

предпочтение отдают менее плотным материалам. Такой прием позволяет достигнуть минимальной толщины стен по теплопроводности и более полно использовать несущую способность материала (табл. V. 1). Строительные материалы большой плотности выгодно использовать в сочетании с материалами малой плотности (облегченные стены). Принцип устройства облегченных стен основан на том, что несущие функции выполняет слой (слои) из материалов большой плотности ( $\rho > 1600 \text{ кг/м}^3$ ), а теплоизолятором служит материал малой плотности. Например, вместо сплошной наружной стены из глиняного кирпича толщиной 64 см можно использовать облегченную конструкцию стены из слоя того же кирпича толщиной 25 см, с утеплителем из фибролита толщиной 10 см (табл. V. 2). Такая замена приводит к снижению массы стены в 2,3 раза.

#### V.1. Основы со стенами из мелких камней, детали

На рис. V. 1 изображены примеры решения наружных стен одноэтажного дома из мелких камней

(фрагмент вертикального разреза) в сочетании с другими элементами остова. Для изготовления стен таких домов используют искусственные и естественные мелкие камни. В настоящее время в строительстве используют искусственные обжиговые камни (кирпич глиняный полнотелый, пустотелый, пористый и керамические блоки); безобжиговые камни (силикатный кирпич, пустотелые блоки из тяжелого бетона и блоки сплошные из легкого бетона); естественные мелкие камни — рваный бут, пиленные камни (туф, пемза, известняк, песчаник, ракушечник и др.). Размер и вес камней проектируют в соответствии с технологией ручной кладки и с учетом максимальной механизации работ. Стены выкладывают из камней с заполнением зазора между ними раствором. Чаще используют цементно-песчаные растворы. Для кладки внутренних стен используют обычный песок, а для наружных стен песок малой плотности (перлитовыми др.). Кладку стен ведут с обязательным соблюдением перевязки швов по рядам. Рядность кладки определяется числом рядов с продольной фасаду укладкой камней (ложковых) и рядов с поперечной фасаду укладкой камней (тычковых). При равномерном чередовании ложковых и тычковых рядов получается двухрядная (цепная) система кладки (рис. V. 2). Менее трудоемкая многорядная система кладки, при которой один тычковый ряд кирпичей перевязывает лять ложковых рядов (рис. V. 2, в). В стенах из мелких блоков, возводимых по многорядной системе, один тычковый ряд перевязывает два ложковых ряда кладки (рис. V. 2, г).

*Сплошную кладку из камней большой плотности используют только для возведения внутренних стен и наружных стен неотапливаемых помещений (рис. V. 3, а, в, г, е, и). В некоторых случаях эту кладку используют для возведения наружных стен по многорядной системе (рис. V. 3, б, д). Двухрядную систему кладки камней используют только в необходимых случаях. Например, в керамических камнях ще-*

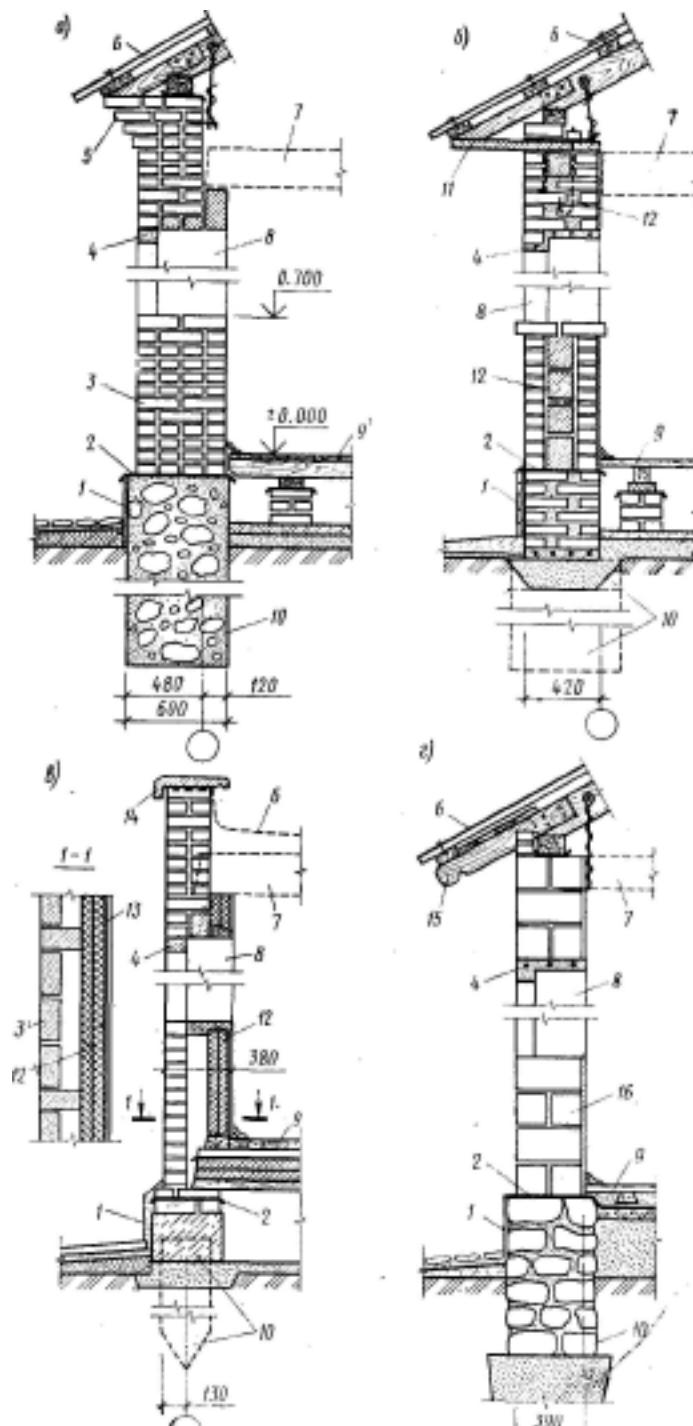


Рис. V.I. Варианты решения наружных стен одноэтажных жилых зданий из искусственных камней ручной кладки в композиции с элементами дома:

а, в — стены сплошной кладки; б, г — стены облегченной кладки; 1 — цоколь; 2 — гидроизоляция; 3 — кирпич; 4 — перемычка; 5 — карниз; 6 — кровля; 7 — перекрытие; 8 — проем; 9 — пол; 10 — фУД-мент; 11 — карнизный свес; 12 — утеплитель; 13 — пароизоляция; 14 — парапет; 15 — свес кровли; 16 — камень

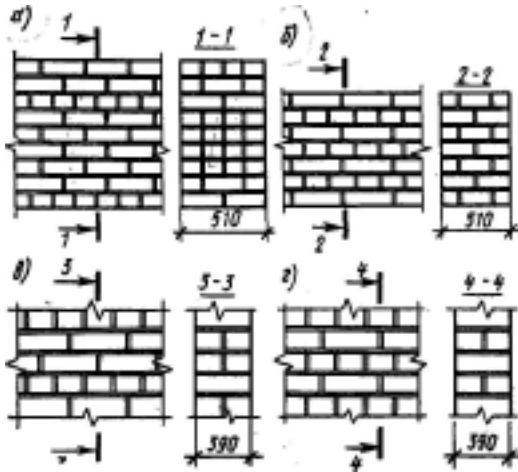


Рис. V.2. Виды ручной кладки стен:

а — многорядная кладка кирпича; б — цепная кладка кирпича; в — многорядная кладка камней; г — цепная кладка камней

ли пустот рекомендуется располагать поперек теплового потока с целью снижения теплопроводности стены. Это достигается при цепной системе кладки.

• Облегченные наружные стены проектируют двух типов — с утеплителем между двух стенок сплошной кладки или с воздушной прослойкой (рис. V. 3, и—м) и с облицовкой утеплителем стены сплошной кладки (рис. V. 3, м, о). В первом случае различают три основных конструктивных варианта стен — стены с горизонтальными выпусками анкерных камней, стены с вертикальными диафрагмами из камней (колодцевая кладка) и стены с горизонтальными диафрагмами. Первый вариант используется только в случаях применения в качестве утеплителя легкого бетона, который замоналичивает анкерные камни. Второй вариант приемлем для утеплителя в виде заливки легкого бетона и укладки термовкладышей (рис. V. 3, к). Третий вариант используют при утеплителях из сыпучих материалов (рис. V. 3, л) или из легкобетонных камней. Сплошная кладка стен с воздушной прослойкой (рис. V. 3, м) также относится к категории облегченных стен, так как замкнутая воздушная прослойка выполняет функции слоя утеплителя.

Толщину прослоек целесообразно принимать равной 2 см. Увеличение прослойки практически не дает увеличения термического ее сопротивления, а уменьшение резко снижает эффективность такой теплоизоляции. Чаще воздушную прослойку используют в сочетании с плитами утеплителя (рис. V. 3, к, о).

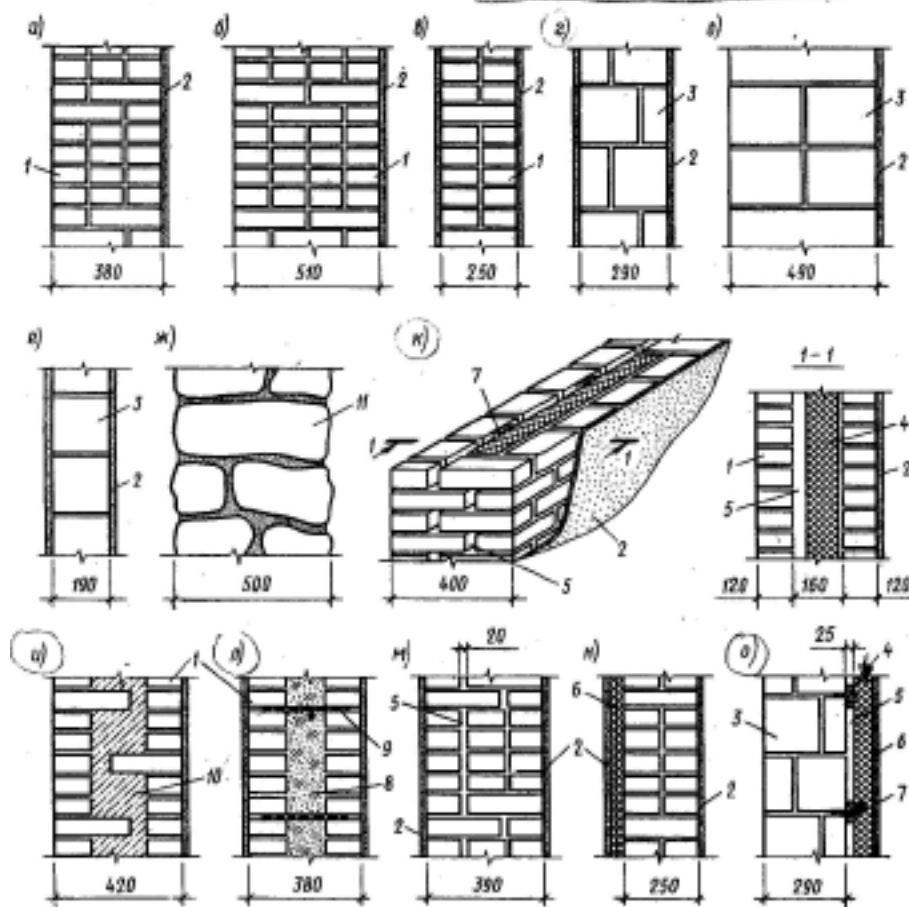
Для утепления каменных стен со стороны улицы применяют жесткий плитный утеплитель из легких бетонов, пеностекла, фибролита в сочетании с атмосферостойкой и прочной облицовкой (листы асбестоцемента, доски и др.). Вариант утепления стен снаружи эффективен только при отсутствии доступа холодного воздуха в зону контакта несущего слоя со слоем утепления. Для утепления наружных стен со стороны помещения используют полужесткий плитный утеплитель (камышит, соломит, минераловата и др.), располагающийся вплотную к поверхности первых или с образованием воздушной прослойки, толщиной 16... 25 мм — «на отnose». Плиты «на отnose» крепят к стене металлическими зигзагообразными скобами или прибивают к деревянным антисептированным рейкам. Открытую поверхность слоя утепления закрывают листами сухой штукатурки. Между ними и слоем утепления обязательно располагают слой пароизоляции из пергамина, полиэтиленовой пленки, (Металлической фольги и др.

Наружная стена дома состоит из следующих основных элементов: *цоколь, проемы, карниз* или *парапет* (рис. V. 1). Внутренняя стена включает только элементы проемов.

Цоколь устраивают в нижней части стен высотой не менее 0,5 м. Этот элемент предназначен для сохранения стен от разрушающего действия брызг, атмосферных осадков. Наружную поверхность цоколя выполняют из прочных и морозостойких материалов (хорошо обожженный красный кирпич, морозостойкий по природный камень, например, гранит, керамическая плитка, морозостойкая штукатурка}. Сущест-

вуют три конструктивных решения цоколя каменных стен — утолщение нижней части стены (рис. V. 4, а, б), облицовка стены плиткой или набетонкой (рис. V. 4, в, г) и цоколь вподрезку, т. е. тоньше стены (рис. V. 4, д, е). Первое решение применяют при выполнении этой части стены функций элемента фундамента из камней. Второе решение применяют для повышения долговечности нижней части кладки стены и третье — когда цоколь выполняют из сборных бетонных блоков или монолитного железобетона, с мо-

Проемы оконные и дверные в каменных стенах служат для крепления коробок окон и дверей. Часть стены "между проемами называют простенком. Нижнюю часть дверного проема (порог) решают в зависимости от конструкции дверей, а оконных проемов (подоконники) - в зависимости от конструкции окон. В боковых и верхних притолоках' Наружных каменных стен по возможности устраивают четверти, которые необходимы для герметизации соединения оконных и дверных коробок со стенами. В качестве четверти



розостойким      лицевым      слоём.      служит выступ кирпича у наружной

»»"

Рис. V.3. Варианты ручной кладки стен малоэтажных жилых зданий:

а, б — сплошные наружные стены из кирпича; в — сплошная внутренняя кирпичная стена; д, ж — сплошные наружные стены из камней; 1л, е — сплошные внутренние стены из камней; ил, м — облепченные стены с внутренним утеплением; и, лд — облепченные стены с наружным утеплением; / — кирпич; 2 — штукатурка или облицовка листами; 3 — камень искусственный; 4 — утеплитель плитный; 5 — воздушная прослойка; 6 — пароизоляция; 7 — деревянная антисептированная рейка; 8 — засыпка; 9 —растворная диафрагма; 10 — легкий бетон; // — камень естественный морозостойкий





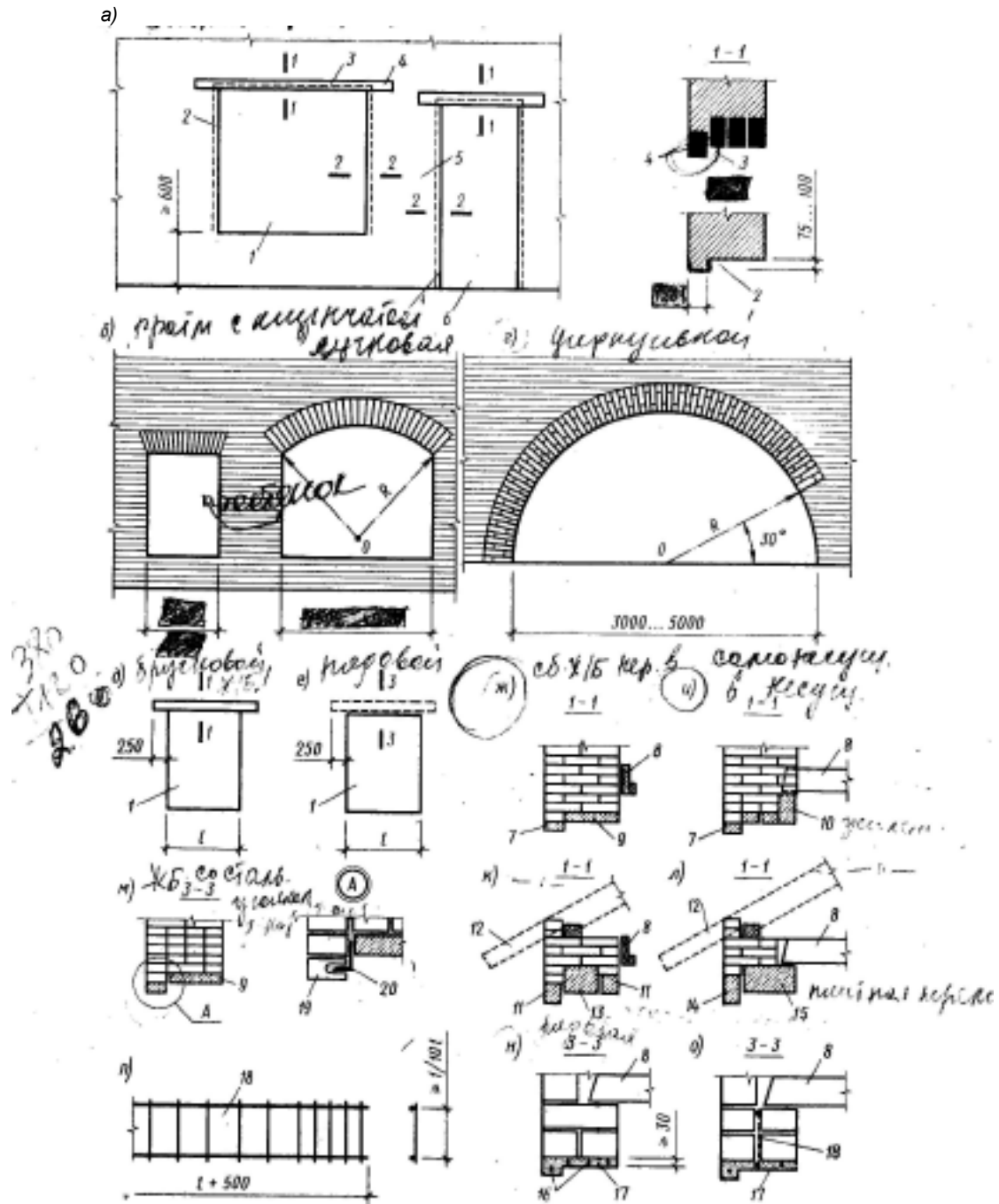


Рис. V.5. Детали проемов в стенах из камней ручной кладки:  
 а — схема проемов; б — проем с клинчатой перемычкой; в — то же, с лучковой; г — то же, с циркульной; д — то же, с брусковой или плитной железобетонной; е — то же, с рядовой армокаменной или с декоративным камнем; ж — сборные железобетонные перемычки в самонесущей стене; и, к, л — то же, в несущих стенах; м — железобетонная перемычка со стальным уголком и декоративным камнем; н — перемычка рядовая; о — перемычка армокаменная; л — арматурный каркас; 1 — оконный проем; 2 — боковая притолока; 3 — четверть; 4 — перемычка; 5 — простенок; 6 — дверной проем; 7 — брусковая перемычка (65X120 мм); 8 — элемент перекрытия; 9 — плитная перемычка (65X380 мм); 10 — брусковая усиленная перемычка (120x220 мм); 11 — брусковая перемычка (120X140 мм); 12 — крыша; 13 — брусковая усиленная перемычка (250X220 мм); 14 — то же (120X220 мм); 15 — плитная перемычка (220X380 мм); 16 — арматура 06' мм или полосовая сталь; 17 — мелкозернистый бетон; 18 — арматурный каркас; 19 — г декоративный кирпич с пазом; 20 — стальной уголок"

мычки воспринимают нагрузку собственного веса кладки, а брусковые усиленные перемычки воспринимают нагрузку от перекрытий или крыши. При необходимости удаления с фасада видимой ленты перемычки над проемом крайнюю брусковую перемычку заменяют стальным уголком. Его закрывают специальным декоративным кирпичом с продольной щелью для насадки на перо уголка. Рядовые и армокаменные перемычки на фасаде кладки стен не видны. Изготавливают их при кладке стен.

Рядовые перемычки перекрывают проемы шириной до 2 м. При их изготовлении под нижний ряд камней укладывают арматуру из круглой или полосовой стали. Арматуру (не менее одного стержня на ширину камня) ук-

ладывают в слой цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм. Концы стержней заводят в простенки не менее чем на 0,25 м.

Армокаменные перемычки используют для перекрытия проемов шириной более 2 м (рис. V. 5, о, п). Они отличаются от рядовых тем, что армируются сварными каркасами. Арматурные каркасы закладывают в вертикальные швы кладки камней. В работе на изгиб рядовых и армокаменных перемычек участвуют ряды кладки высотой в  $\frac{1}{5}$  ширины проема. Элементы перекрытий и крыши опирают на стену выше этого уровня.

Конструктивные элементы верхней части наружной стены малоэтажного дома предназначены для защиты ее наружной поверхности от смачивания

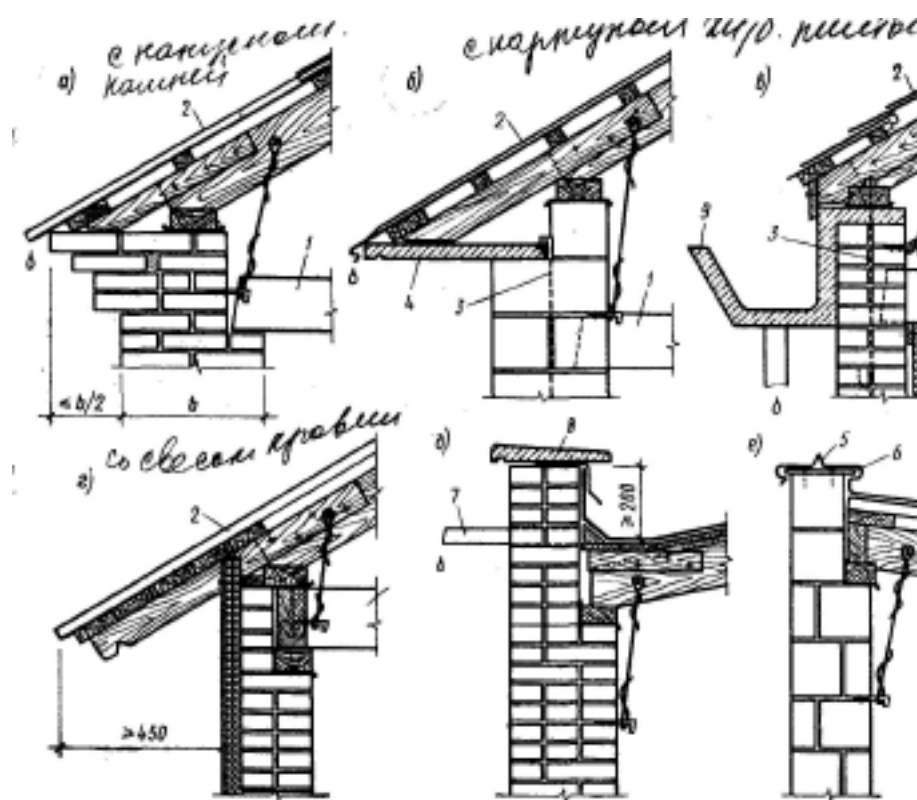


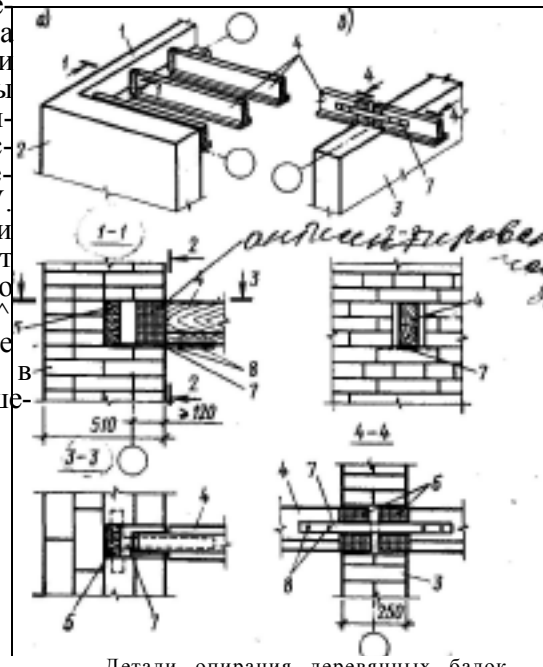
Рис. V.6. Карнизы каменных стен:

о. — с напуском камней; б.—с карнизной железобетонной плитой; в — с лотковой железобетонной леей; г — со свесом кровли; д — парапет с консольными лотками водосбора; е — парапет с обратным стоком; / — перекрытие; 2 — крыша; 3 — стальной анкер; 4 — железобетонная плита; 5 — оцинкованное железо; 6 — стальные полосы, прибитые дюбелями; 7 — лоток водосбора; 8 — бетонный парапетный камень; 9 — железобетонный лоток

влажностью атмосферных осадков. Эту часть стен проектируют по двум схемам — с выносом кровельной части за пределы плоскости стены (карниз) или с возвышением верхней зоны стены над уровнем крыши (парапет). Карнизы проектируют трех типов — напуском рядов кладки (рис. V. 6, а), свесом специального элемента (рис. V. 6, б, в) и свесом элемента крыши (рис. V. 6, г). Парапеты проектируют двух типов — с устройством обратного стока (рис. V. 6, е) и водосброса (рис. V. 6, д). Конкретное решение карнизной части стены принимают в зависимости от архитектурного решения здания.

На каменные стены опирают различные элементы перекрытий. Деревянные балки часторесбистых перекрытий опирают на наружные несущие стены в открытые гнезда (рис. V. 7, а). Между кладкой стены в гнезде и торцом балок устанавливают термовкладыши из паронепроницаемого пенопласта или минераловаты в полиэтиленовом мешке. Конец балки обязательно антисептируют или закрывают двумя слоями толя на мастике, чтобы предупредить его загнивание. Деревянную балку закрепляют в стене с помощью Т-образного стального анкера. На внутреннюю несущую стену деревянные балки опирают при одностороннем перекрытии аналогично предыдущему решению (только без установки термовкладыша). При двустороннем опирании деревянных балок на каменную стену гнездо заделывают раствором, чтобы увеличить звукоизоляцию стены, а концы балок скрепляют стальной анкерной пластиной (рис. V. 7, б).

Железобетонные балки часторесбистых перекрытий опирают на каменную стену, заделывая опорные гнезда цементно-песчаным раствором (рис. V. 8). В гнездах наружных стен устанавливают термовкладыши для предупреждения промерзания в этой зоне (образования мостика холода). При одностороннем опирании балок на внутренние и наружные стены концы ба-



Детали опирания деревянных балок перекрытий на каменную стену: а — на наружную стену; б — на внутреннюю; 1 — наружная несущая стена; 2 — наружная несущая стена; 3 — внутренняя несущая стена; 4 — деревянная балка; 5 — термовкладыш; 6 — два слоя толя на дегтевой мастике или антисептированная зона балки; 7 — анкер из полосового железа; 8 — костыли или гвозди

лок прикрепляют к стене стальным анкером (рис. V. 8, а). При двустороннем опирании на внутренние стены концы балок соединяют между собой стальным стержнем (рис. V. 8, б).

Перекрытая из монолитных или сборно-монолитных и сборных плит на основе тяжелого бетона опирают на наружные стены с установкой термовкладыша в наружной стене по аналогии с железобетонной балкой.

Отделка фасадов каменных стен предназначена для повышения эстетического уровня жилых домов и предохранения поверхности стен от разрушающего влияния погоды.

Отделку наружной поверхности стен из камней осуществляют четырьмя основными способами — расшивкой швов, оштукатуриванием, укладкой в наружном слое камней с повышенным

качеством поверхности, облицовкой листовым материалом или плитками из более красивого и долговечного материала (рис. V. 9).

Простейшей отделкой каменных стен является расшивка швов. Швы на фасадах расшивают с заглаживанием обыкновенным или цветным раствором с приданием швам различного профиля.

Оштукатуривают обычно фасады стен с облегченной кладкой. Поверхность стены, предназначенной под оштукатуривание, выкладывают в пустошовку, т. е. не заполняя швы на глубину до 15 мм. Штукатурку наносят на поверхность стены чаще набрызгом, поверхность штукатурки заглаживают или оставляют шероховатой (под «шубу»). Раствор под штукатурку готовят на обычном цементе и песке или на цветных цементах с кварцевым песком. Поверхность штукатурки на обыч-

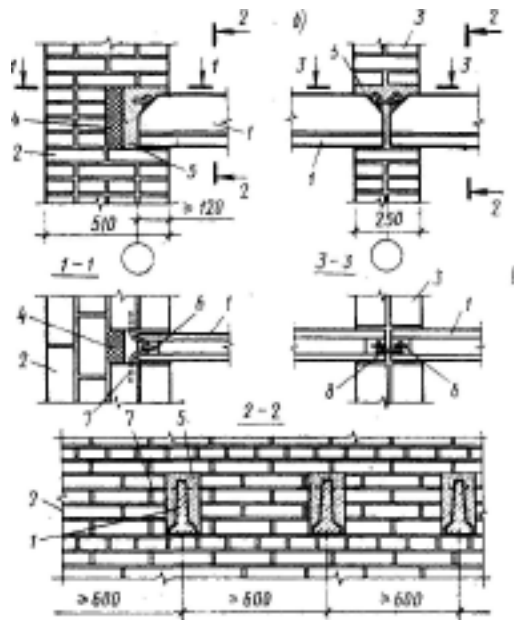


Рис. V.8. Детали опирания сборных железобетонных балок часторебристых перекрытий на каменные стены:

а-а-на наружную стену; о-о-на внутреннюю стену; 1- балка; 2- кладка наружной стены; 3- кладка внутренней стены; 4- термовкладыш; 5- мелкозернистый бетон; 6- стальная подъемная петля; 7- анкер из круглой стали; 8- соединительный стержень из круглой стали, приваривается к петле

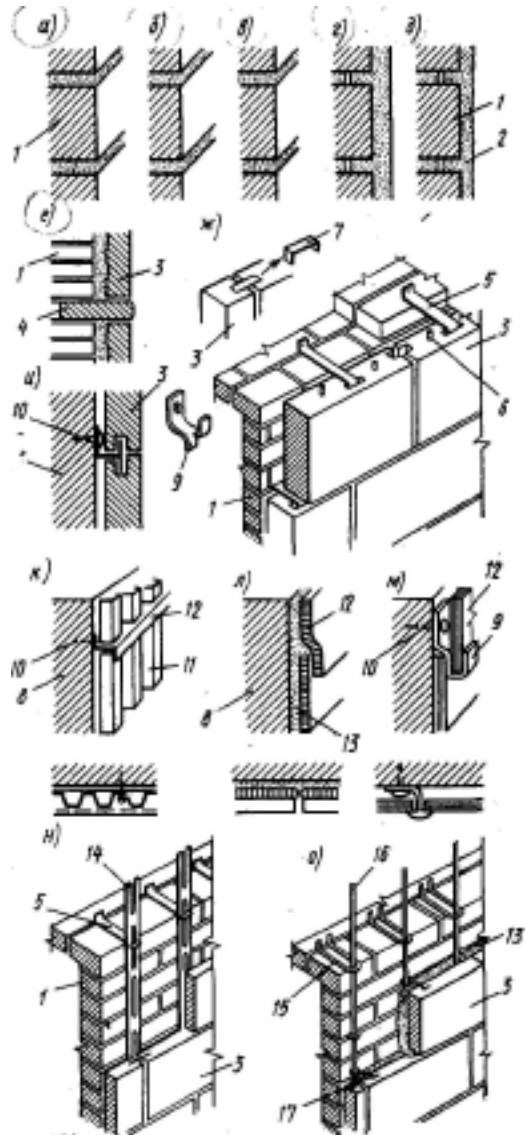


рис. V.9. Отделка фасадов каменных стен. Швы кладки:

а-в подрезку; б- расшивка валиком; в- расшивка бороздкой; г, д- пустошовку под штукатурку и набрызг; е- облицовка камней с прокладными рядами; ж- то же, с анкерами, закладываемыми одновременно с кладкой стен; и- то же, на кляммерах, пришитых дюбелями; к- облицовка профилированными листами; л- облицовка листами на растворе; м- то же, на кляммерах; н, о- облицовка камнями с независимой осадкой стен; 1- камень; 2- штукатурка; 3- облицовочный камень; 4- камень прокладного ряда; 5- анкерная скоба из полосовой стали; 6- стальная шпонка; 7- соединительная скоба из полосовой стали; 8- «кл.?» Ка стены; 9- кляммеры; 10- дюбель; 11- профилированный лист; 12- прокладной профиль; 13- раствор (мастика); 14- рейка из полосовой стали; 15- анкерная скоба из круглой стали; 16- рейка из круглой стали; 17- петля из стальной проволоки

ном цементе окрашивают фасадной краской.

Более долговечной и простой отделкой фасадов можно считать кладку стен с применением лицевых камней. С этой целью используют лицевой кирпич и лицевые керамические камни аналогичных размеров с камнями основной кладки, но отличающиеся однородностью и чистотой цвета, четкостью граней и большей морозостойкостью за счет использования высококачественных хорошо обожженных глин.

Листовым материалом облицовывают стены с наружным расположением слоя утеплителя или кладку из камней малой плотности. Для этого используют листы асбофанеры, гофрированного металла, различных атмосферостойких пластиков и др. Крепят листовую материал к поверхности стен с помощью стальных кляммер, пристреленных дюбелями, накладкой реек или по деревянным рейкам. Возможен вариант приклеивания листов к поверхности стены различными мастиками или растворами. Таким же способом прикрепляют к поверхности стены керамические плитки. Облицовочные плиты из различных пород природного камня или цветных погодостойких бетонов навешивают на стену или устанавливают с помощью металлических реек с анкерными пластинками или каркасов из арматурной стали.

Аналогичные приемы используют при отделке поверхностей внутренних стен.

## V.2. Осто́вы со стенами из крупных блоков, детали

Для проектирования малоэтажных зданий со стенами из крупных блоков за основу принимают номенклатуру элементов, предусмотренных «Общесоюзным каталогом промышленных изделий». Однако основной объем этого каталога составляют элементы многоэтажных зданий. По этой причине архитектору приходится

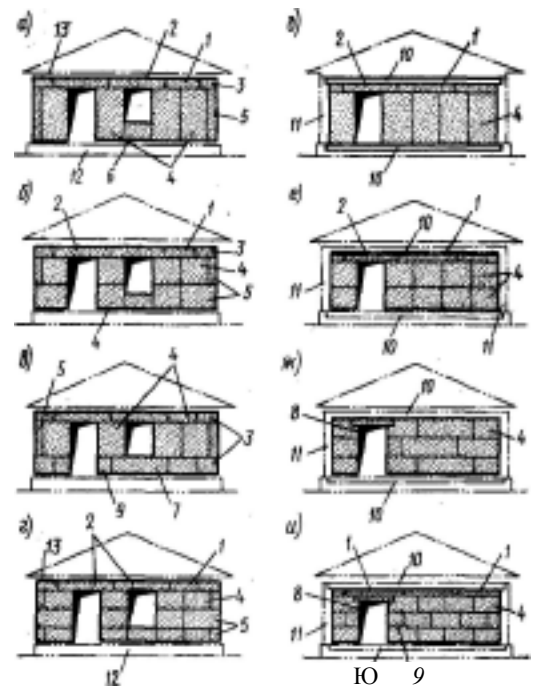


Рис. V.10.1 Схемы разрезки стен одноэтажных жилых зданий на крупные блоки:

*a — з — наружные стены; д-и — внутренние стены (a, д — двухрядная; б, е — трехрядная; в, ж — трехрядная ленточная; з, и — четырехрядная); 1 — поясной рядовой блок; 2 — перемычный наружный; 3 — поясной угловой; 4 — простеночный рядовой; 5 — простеночный угловой; 6 — подоконный; 7 — поясной нижний; 8 — перемычный внутренний; 9 — доборный простеночный; 10 — перекрытие; 11 — наружная стена; 12 — цоколь; 13 — карниз*

проектировать дополнительные элементы для крупноблочных домов малой этажности. В различных регионах страны для изготовления этих элементов используют максимум местных строительных материалов (легкие бетоны на местных заполнителях, естественный камень, кирпич, арболит и др.). Габаритные размеры блоков определяются каталогом унифицированных изделий, утвержденных для данного региона. Каталог определяет систему разрезки стен на блоки (рис. V. 10, а—г). Архитектор для своих проектов использует унифицированный набор блоков, разрабатывая к ним новые доборные элементы. Простейшим вариантом доборных элементов считают блоки, которые можно из-

готовить в стандартной оснастке, без коренной ее переделки.

Наружные стены в современном строительстве чаще расчленяют на блоки по двухрядной системе разрезки. Толщину их принимают в пределах 250...400 мм в зависимости от климатической зоны строительства и теплопроводности материала. Несущая спо-

собность стен из таких блоков для малоэтажных зданий всегда имеет запас прочности. Более тонкие стены перегреваются от действия солнечных лучей и очень быстро охлаждаются при резких похолоданиях (обладают малой тепловой инерцией), что ухудшает микроклимат жилых помещений. При большей толщине блоков увеличивается их монтажный вес и затраты на их перевозку и монтаж. Система разрезки наружных стен предусматривает обязательную перевязку швов между сборными элементами поясных и простеночных рядов.

Поясные ряды кладки состоят из поясных, перемычечных и угловых блоков. Перемычечные блоки устанавливают над проемами. Они отличаются от поясных наличием стальной арматуры. Все блоки поясных рядов имеют четверти для опирания элементов перекрытий на стены (рис. V. 11).

Простеночные ряды кладки состоят из простеночных, угловых и подоконных блоков. В ленточной системе разрезки подоконных блоков нет, а имеется нижний поясной ряд. В двухэтажных зданиях трехрядную ленточную систему разрезки заменяют двухрядной, объединяя верхний и нижний поясной ряды в один.

К группе доборных элементов относят блоки-вставки, цокольные блоки, карнизные и парапетные плиты. Фронтонную часть наружных стен при двускатной крыше обычно проектируют в виде деревянной обшивки или из мелких камней.

Под действием колебаний температуры наружного воздуха относительно крупные блоки наружных стен сжимаются или расширяются, что обуславливает раскрытие или сжатие швов на стыках этих элементов. При этом в более худших условиях находятся вертикальные швы. Их деформация не гасится силами сжатия от действия массы стены, как в горизонтальных швах. Горизонтальные стыки блоков заполняют цементным раствором. С внешней стороны их заделывают герметикой и защищают цементным раствором. Вер-

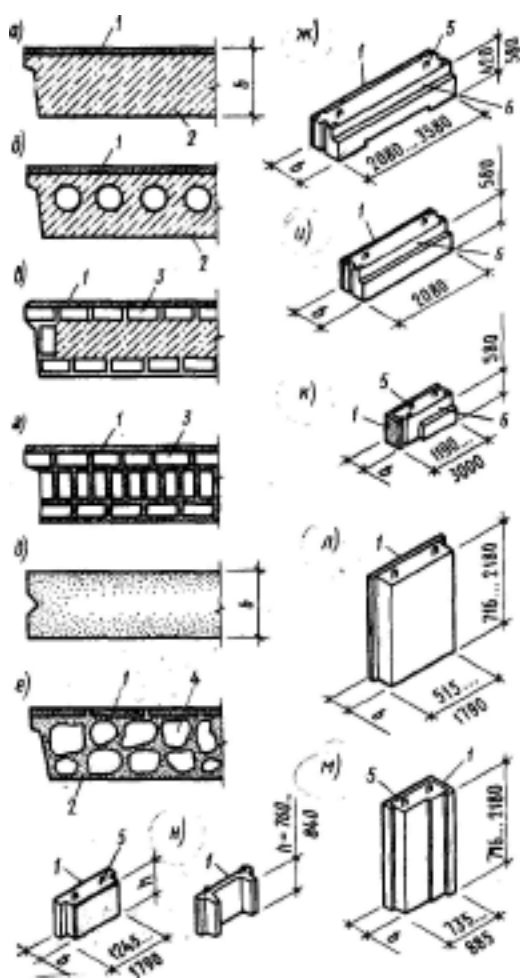


Рис. V.11. Крупные блоки наружных стен:

•в—Конструкция блоков; ж—и — габаритные схемы (а — сплошной легковесный; б — с пустотами; в — кирпичный с легковесным вкладышем; г — из эффективного кирпича; д — из природного камня или арболита; е — из природного камня на легковесной связке; ж — перемычечный; и — поясной рядовой); к — поясной угловой; л — простеночный рядовой; м — простеночный угловой; н — подоконные; / — фасадная сторона; 2 — легкий бетон; 3 — кирпич; 4 — природный камень малой плотности ( $\rho < 1600 \text{ кг/м}^3$ ); 5 — подъемная петля; б — четверть для опоры элементов перекрытия

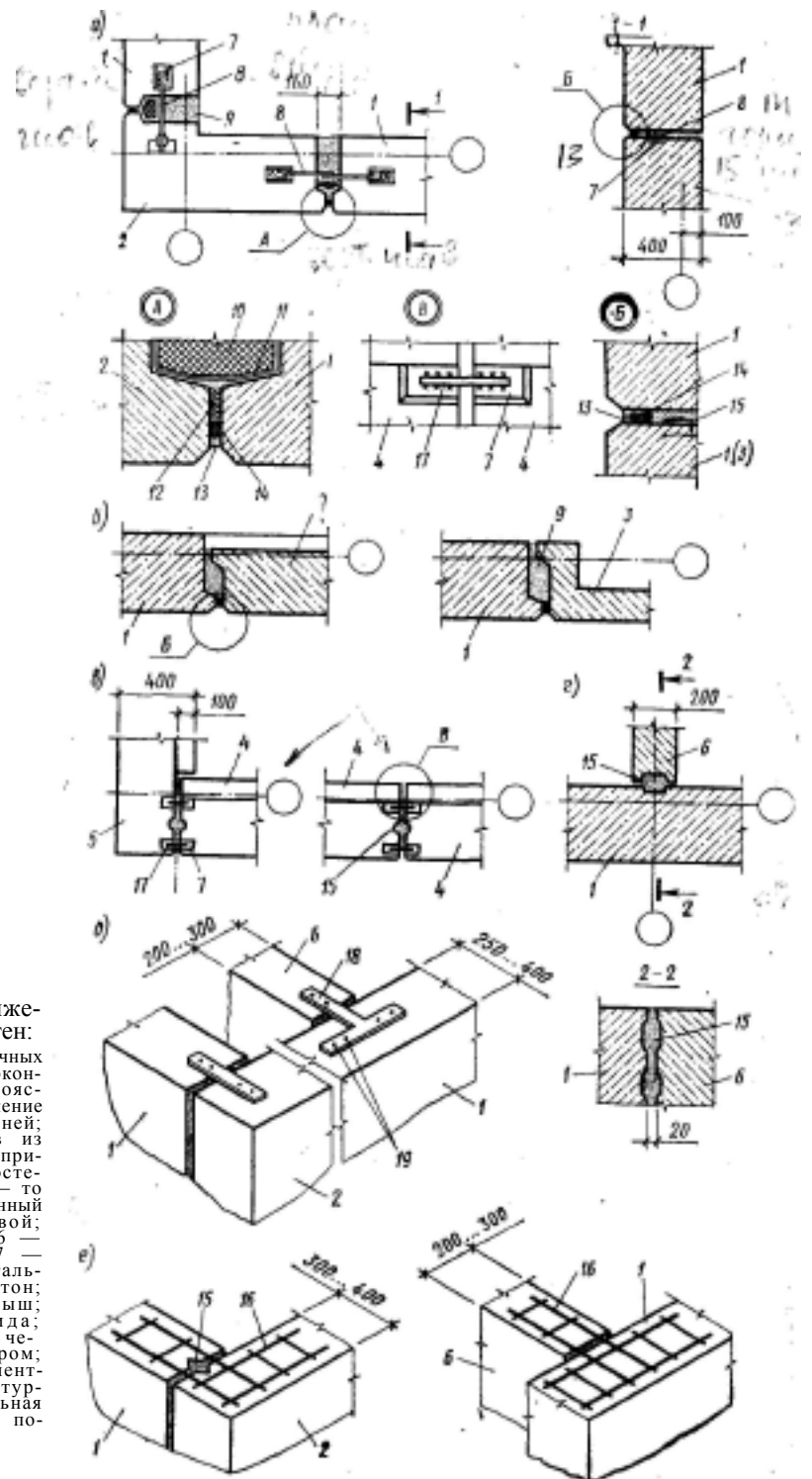


Рис. V.12. Узлы сопряжений блоквй наружных стен:

а — сопряжения простеночных блоков; б — то же, с подоконными блоками; в — сопряжения поясных блоков; г — сопряжение наружной стены с внутренней; д — сопряжения блоков из арболита; е — то же, из природного камня; 1 — простеночный рядовой блок; 2 — то же, угловой; 3 — подоконный блок; 4 — поясной рядовой; 5 — поясной угловой; 6 — блок внутренней стены; 7 — закладная деталь; 8 — стальной анкер; 9 — легкий бетон; 10 — утепляющий вкладыш; 11 — два слоя рубероида; 12 — конопатка; 13 — чеканка цементным раствором; 14 — герметик; 15 — цементный раствор; 16 — арматурный каркас; 17 — стальная накладка; 18 — анкер из полосовой стали; 19 — гвозди



тикальные стыки блоков с наружной стороны заделывают по аналогии с горизонтальными и конопатят. Затем устанавливают утепляющие вкладыши и с внутренней стороны заливают легким бетоном. Необходимую жесткость соединения элементов стен обеспечивают перевязкой вертикальных стыков ряда блоками перекрывающих рядов и стальными связями между блоками всех стен (рис. V. 12).

С наружной стороны стеновые блоки офактуривают цветным атмосферостойким бетоном или атмосферостойкой декоративной облицовкой из крош-

ки цветного стекла, керамической плитки и др.

Цоколь наружных стен крупноблочного дома проектируют в зависимости от принятого уровня пола, конструкции фундамента и наличия подвала. В домах с подвалами или высоким подпольем цокольная часть стены является продолжением ленточного фундамента из бетонных блоков. В этом случае цокольные блоки проектируют по аналогии с блоками наружной стены с облицовкой наружной поверхности атмосферостойким и морозостойким декоративным^ слоем (рис. V.

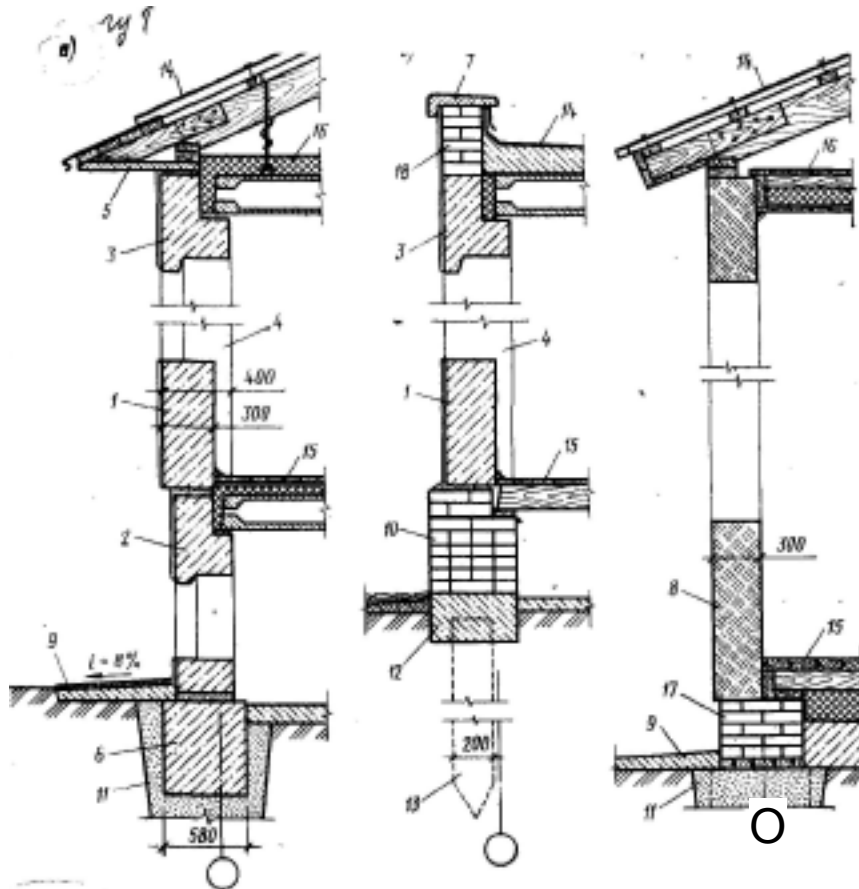


Рис. V.13. варианты решения наружных стен из крупных блоков общесоюзного каталога: У

и — стена из типовых бетонных элементов; б — использование стеновых блоков в сочетании с лиричом; в — стена из арболитовых блоков; (14) — подоконный блок; (7) — цокольный блок; (17) — перемычный блок; 4 — простеночный блок; 5 — карнизная плита; 6 — фундаментный блок; 7 — парапетная плита; 8 — блок из арболита; 9 — отмостка; 10 — цоколь; 11 — песчаная подушка; 12 — ростверк; 13 — короткая свая; 14 — крыша; 15 — пол; 16 — перекрытие; 17 — фундаментная балка; 18 — парапет

13, а). В домах с подпольем и при свайном фундаменте цокольный блок можно изготовить из монолитного железобетона, выполняющего одновременно роль ростверка с добором кирпича (рис. V. 13, б).

Карниз наружных крупноблочных стен проектируют в зависимости от принятой формы здания и конструкции крыши. Некоторые варианты решения этих элементов изображены на рис. V. 13.

Внутренние стены расчленяют на крупные блоки в зависимости от принятой схемы разрезки наружных стен (рис. V. 10, д—и). Их изготовляют из материалов, аналогичных наружным стенам, или из тяжелого бетона с внутренними пустотами. Толщину блоков принимают в пределах 200...300 мм. Внутренние стены включают простеночные, перемычечные, поясные блоки, блоки-вставки и вентиляционные блоки. Ширину простеночных блоков увязывают с конструктивным шагом здания и размерами проемов дверей. Монолитность кладки обеспечивают перевязкой швов, заполнением их раствором, а в пазух — бетоном.

### V.3. Остовы со стенами из монолитного бетона и местных материалов

При строительстве малоэтажных жилых зданий из монолитного бетона используют три основных вида опалубки: переставную, скользящую, пневматическую и их сочетания. Каждый вид опалубки позволяет проектировать определенную архитектурную форму здания. Например, с учетом применения переставной опалубки, состоящей из опалубочных модулей, проектируют дома объемно-модульной структуры (рис. V. 14, а, б). Скользящая опалубка стен в сочетании со щитовой опалубкой перекрытий используется для домов с вертикальной структурой стен любого очертания в плане (рис. V. 14, б). Пневматическая опалубка используется для возведения домов криволинейной пространствен-

ной формы (рис. V. 14, д). На примере схемы жилого дома (рис. V. 14, г) видно, что возможны варианты сочетания скользящей опалубки для стен первого этажа, щитовой опалубки для перекрытия и пневматической опалубки для второго этажа дома. Первые два вида опалубки чаще используют для возведения домов из легкого бетона на основе местных легких заполнителей (рис. V. 15).

Пневматическую опалубку используют только для возведения тонкостенных конструкций из тяжелого бетона, защищенных от промерзания и перегрева слоем эффективного утеплителя.

Рассмотренные три группы опалубки отличаются по технологии укладки бетона, на пневматическую опалубку бетон набрызгивают из специальных аппаратов, в другие опалубочные формы смесь бетона заливают.

Наряду с технологией монолитного бетонирования всего сооружения в современном строительстве часто применяют комбинированный метод возведения малоэтажных жилых домов, т. е. сочетание монолитного бетона со сборными элементами. Обычно в монолитном исполнении строят стены, а фундаменты, перекрытия и крыши выполняют из сборных элементов (рис. V. 16, а). Такое решение позволяет уменьшить сезонность строительных работ. Например, в холодный период года традиционным способом строят подземную часть зданий, затем в теплый период бетонируют монолитные стены, а с осени начинают монтаж сборных перекрытий и крыш.

Толщину стен из монолитного легкого бетона принимают в зависимости от района строительства и плотности массы легкого бетона в пределах 20...40 см. Тело бетона в зоне перекрытий армируют сварными сетками из стальной проволоки, а в зоне стен бетон армируют над проемами, в углах и у фундаментных балок. Перекрытия из монолитного легкого бетона часто используют для домов с плоской совмещенной кровлей. Толщину стенок из тяжелого монолитного бетона прини-

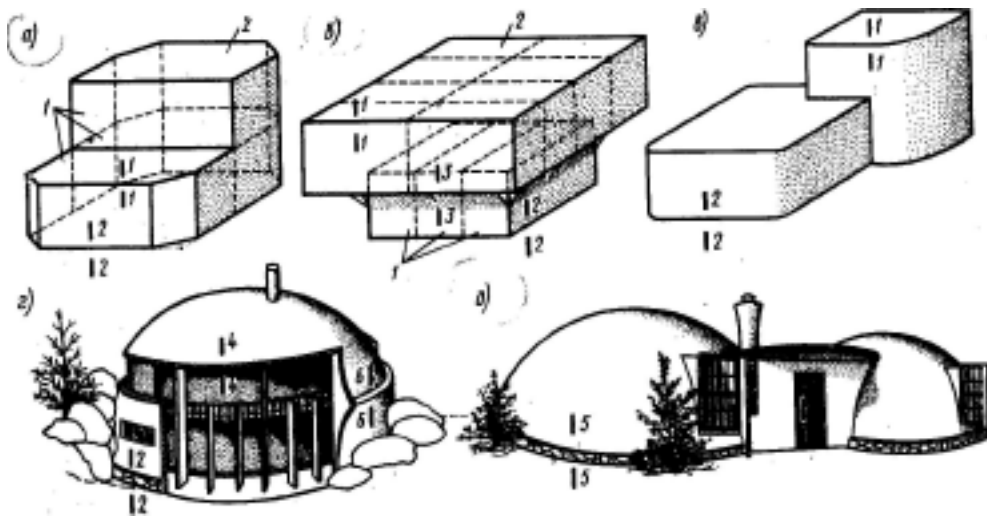


Рис. V.14. Примерные схемы нестандартных решений малоэтажных жилых домов из монолитного бетона:  
 а, б — дома, бетонируемые в переставной опалубке; в — дом, возводимый с помощью скользящей опалубки; г — то же, в сочетании с пневмоопалубкой; д — дом, построенный на пневмоопалубке; 1 — стены; 2 — покрытия

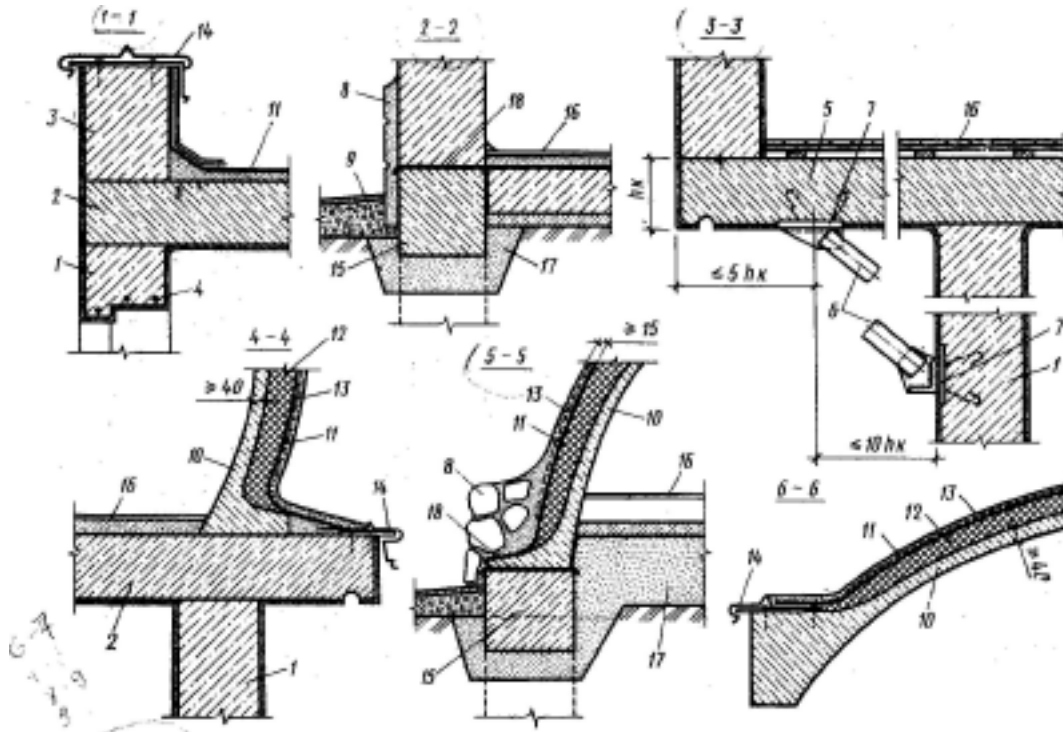


Рис. V.15. Детали элементов несущего остова из монолитного бетона (к схемам на рис. V.14)

1 — стена из легкого бетона; 2 — перекрытие из легкого бетона; 3 — парапет; 4 — перемычка; 5 — консольный вынос плиты перекрытия; 6 — подкос из стальной трубы; 7 — закладные детали; 8 — цоколь; 9 — отмостка; 10 — тяжелый армированный бетон; 11 — кровля; 12 — утеплитель; 13 — защитный слой набрызга бетона по металлической сетке; 14 — оцинкованное железо; 15 — ростверк фундамента из коротких свай; 16 — пол; 17 — песок; 18 — гидроизоляция

мают исходя из требований прочности и устойчивости тонкостенных оболочек в пределах 4...6 см. Границу между элементами стен и покрытия в таких сооружениях (рис. V. 14, д) установить трудно. В качестве утеплителя тонких железобетонных оболочек используют набрызгиваемый пенопласт или наклеиваемые на мастику плиты минераловаты и др. В качестве кровли используют многослойную рулонную конструкцию или обмазку водонепроницаемой мастикой. Снаружи кровлю защищают тонким слоем набрызга цементно-песчаной смеси по стальной сетке. Если смесь защитной корки готовить на кварцевом песке и цветных цементах, то поверхность таких сооружений получает долговечную цветную отделку. Этот же прием отделки наружной поверхности, но без стальной сетки, целесообразно использовать для всех видов монолитных стен.

Благодаря монолитному соединению всех элементов несущий остов домов отличается высокой степенью жесткости и устойчивости. Фундаменты под монолитные дома чаще проектируют ленточные из бутобетона или из коротких буронабивных свай с монолитным ростверком, технология которых включает в себя тоже элементы монолитного бетонирования. Для зимнего производства работ обычно используют сборные варианты фундаментов. Цокольную часть легкого бетона, стен проще выполнять в виде дополнительной набетонки атмосферостойкого раствора или облицовки морозостойкими плитами. Остальную поверхность наружных стен защищают атмосферостойкой штукатуркой с добавлением красителей или облицовывают отделочными плитками.

Местными строительными материалами для стен малоэтажных жилых зданий являются различные грунтовые массы на основе глиняной или известково-цементной связки. Такой материал не обладает высокой прочностью и его используют обычно для возведения стен одноэтажных домов, Грунто-

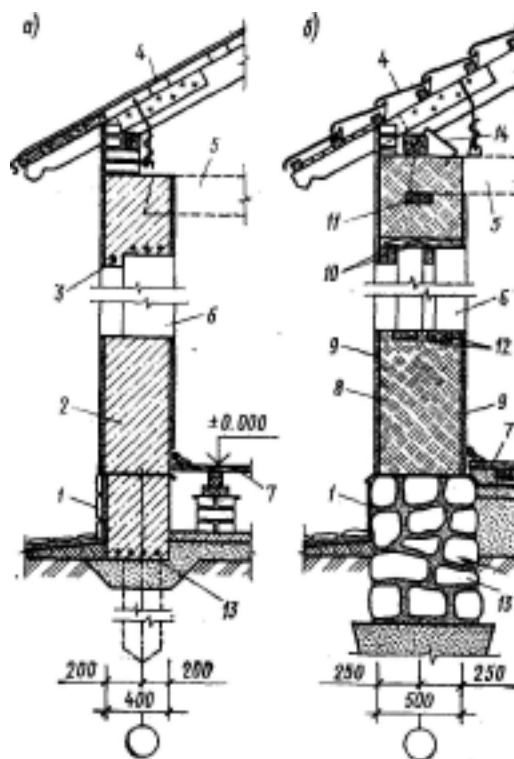


Рис. V.16. Разрезы наружных стен одноэтажных жилых домов из местных материалов:

а — дом со стеной из монолитного бетона; б — дом со стеной из самана или грунтобетона; / — цоколь; 2 — легкий бетон; 3 — арматура перемычки; 4 — кровля; 5 — перекрытие; 6 — проем окна; 7 — пол; 8 — саман; 9 — штукатурка; 10 — деревянная перемычка; // — подбалочная связь; 12 — разгрузочные доски; 13 — фундамент; 14 — стальная скоба, связывающая мауэрлат крыши с балкой перекрытия для погашения распора от стропил крыши

бетонные и глинобитные стены обладают относительно высокой теплопроводностью, поэтому их используют для строительства в южных климатических зонах.

Чтобы снизить теплопроводность и повысить прочность глинобитных стен, в массу глины добавляют сечку растительных сухих волокон. Такой материал называют саман. Монолитные стены из самана при правильной эксплуатации служат не менее 25 лет. Изготовление самана не требует применения цемента и извести. Стены из самана обеспечивают благоприятный микроклимат помещений. Для проектирования жилых домов из самана необхо-

димо знать основные конструктивные требования к стенам из этого материала. Карнизная часть саманных стен должна иметь свес кровли не менее 45 см, при этом напуск самана за пределы плоскости стены не допускается, т. е. карнизный свес можно сделать только за счет выноса карнизной доски крыши («кобылки»). Опорную часть крыши проектируют только по безраспорной схеме, т. е. рекомендуется использовать крышу с висячими стропилами. Применение крыши с наслонными стропилами возможно при условии прикрепления настенного бруса (мауэрлата) к деревянным балкам перекрытия, например, стальными скобами (рис. V. 16, б, 14). При этом крыша должна иметь скат, только совпадающий с направлением балок перекрытия. Мауэрлат делают в виде плоского деревянного бруса, утопленного в материал стены по центру ее поперечного сечения, чтобы равномерно распределять нагрузку от крыши. С этой же целью балки перекрытия опирают на

стену по ее центру; под их опорную часть ставят плоский деревянный брус. В этом случае мауэрлат можно опираться на концы балок перекрытия. Перемычки над проемами делают из досок или деревянных брусков с поперечинами. Между перемычкой и коробкой проема оставляют свободный зазор, предусматривающий возможность просадки стены до 10% от высоты проема. Зазор заполняют просмоленной паклей. Проемы делают пролетом не более 2 м. Ширину простенков в углах принимают не менее 1,5 м. В нижней части оконных проемов устанавливают разгрузочные доски, к которым крепят доски подоконника и слива. Разгрузочные доски и мауэрлат устанавливают непрерывно по всему периметру стен, жестко связывая в углах. Цоколь выполняют из атмосферостойкого камня или других подобных материалов. Поверхность саманной стены тщательно защищают от действия влаги.

## VI Глава. Несущие остовы из дерева

Малоэтажные жилые здания, возводимые из дерева, относятся к IV классу. Это значит, что степень огнестойкости конструкций таких зданий не нормируется, срок их службы — степень долговечности — определен в 20...50 лет, а этажность не должна превышать два этажа. Эти указания продиктованы основными свойствами древесины. Как правило, в строительстве используют хвойные породы; из них наибольшее применение получила сосна. Лиственные породы разделяют на ценные и малоценные. Дуб, бук и др. — ценные твердолиственные породы, обладающие хорошей стойкостью против загнивания, большой прочностью, — используются в строительстве для изготовления крепежных мелких деталей и элементов отделки. Малоценные породы (береза, осина, липа и др.) идут на возведение малоответственных деталей, находящихся в зданиях в хоро-

шо проветриваемых местах, а также на возведение временных сооружений (складов, сараев, навесов и т. п.).

### VI.1. Бревенчатые и брусчатые стены

Малоэтажные жилые здания со стенами из бревен являются традиционным типом русского национального жилища. При их возведении используется один и тот же конструктивный принцип: сруб из бревен.

Строительные бревна (длина 4,5...6,5 м, диаметр 160...260 мм) естественной конической формы имеют сбеги от нижней, более толстой, комлевой части к верхней, более тонкой. Диаметр бревна берется по наименьшему размеру его поперечного сечения — в верхнем отрубе.

Для возведения здания подбирают бревна по возможности одной толщи-

ны, без внешних признаков повреждения. Они очищаются от коры и остругиваются до заданных размеров. Конструктивной основой бревенчатого дома является сруб (клеть), собираемый из венцов, уложенных друг на друга. Венцом называется один ряд бревен, уложенных по периметру многоугольника и связанных между собой в углах врубками с разницей по высоте в полдерева. Последовательно уложенные друг на друга бревна сплачивают между собой деревянными шипами, которые вместе с врубками обеспечивают достаточную жесткость собираемой клетки. В совокупности венцы образуют сруб — систему продольных и поперечных несущих и самонесущих стен, надежно взаимосвязанных между собой, чем обеспечивается достаточная устойчивость здания. Существенную роль в надежности соединений отдельных венцов играет также устройство паза цилиндрической формы с нижней стороны каждого бревна (рис. VI. 1, а). Ширина паза в наружных стенах должна быть не меньше  $\frac{2}{3}$  толщины бревна и принимается для бревен диаметром - 200...220 мм равной 120...140 мм, а для более толстых бревен — на 20 мм больше. Верхний венец укладывают пазом на выпуклость нижнего венца, что предупреждает намокание швов: низ каждого венца с вынутым пазом образует своеобразный каплеуловитель, по которому, при косом дожде вода будет стекать вниз. Форма паза препятствует также и воздухопроницаемости. Для предотвращения продуваемости швы между бревнами заделывают конопаткой толщиной не менее 10 мм (из пакли, войлока, мха).

Деревянные шипы, соединяющие венцы между собой, следует располагать в каждом венце на расстоянии 1,5...2,0 м друг от друга и по высоте в шахматном порядке. Шипы изготавливают из сухой древесины твердых пород размером 25X60X120 мм для бревен диаметром 180...220 мм, а для более толстых бревен — 25X70X150 мм. Шипы выполняют из сухой древесины твердых пород и вставляют в специ-

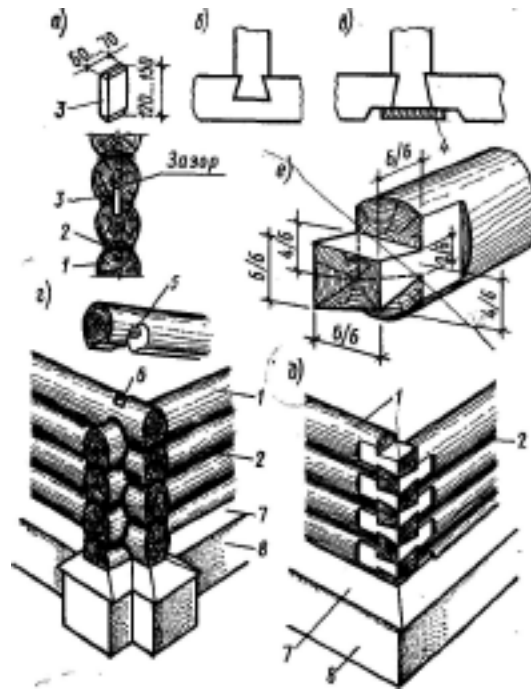


Рис. VI.1. Детали бревенчатых стен:

а — сруб из бревен; б — сопряжение бревен и балок потайным сквороднем; в — сопряжение бревен и балок сквозным сквороднем; г — рубка угла с остатком «в чашу»; д — рубка угла без остатка «в лану»; е — обработка бревен под рубку без остатка; ж — венцы сруба; з — конопатка; и — вставной шип; к — защитная доска; л — потайной шип; м — паз под потайной шип; н — отлив; о — цоколь

альные гнезда. Суммарная глубина гнезда в двух сплачиваемых бревнах должна быть на 10...20 мм больше высоты шипа, что позволяет избежать зависания верхнего венца на шипах при усадке сруба, обеспечивая постоянно плотное прилегание верхнего бревна к нижнему.

Существует достаточно много способов соединения венцов по углам. Чаще применяют два способа рубки углов: с остатком и без остатка.

Рубка угла с остатком (рубка «в чашу») — наиболее распространенный способ соединения бревен в венцы (рис. VI. 1, г). Наличие остатка в срубе делает это соединение менее теплопроводным. Величина остатка принимается не менее 150 мм, что позволяет избежать его скалывания при рубке. Такой длины остаток гарантирует, что атмосферная влага не дойдет до угла

с торца бревна вдоль его волокон. Еще одно существенное замечание. «Чаша» обязательно должна быть устроена снизу бревна, как бы опрокинутой, что также исключает удержание влаги в сопряжении. Чаша предотвращает смещение бревна вдоль своей продольной оси. В поперечном направлении каждое бревно удерживается потайным шипом.

Рубка угла без остатка (рубка «в лапу») — более трудоемкий способ сплачивания бревен, но вместе с тем и более экономный с точки зрения расхода древесины (рис. VI. 1, д). Отсутствие остатка делает угол более теплопроводным и в большей степени подверженным атмосферному увлажнению. Чтобы избежать этого, рекомендуется угол снаружи обшивать досками, образуя пилястры, которые желательно предусматривать в архитектурном проекте. Обработка концов бревен требует большой тщательности и предварительной разметки. Концы, уложенные друг на друга, как бы заклиниваются, предотвращая смещение бревен в продольном и поперечном направлениях, обеспечивая надежность соединений.

Самой распространенной конструктивной системой жилых домов с рублеными стенами является так называемая «пятистенка» — сруб, состоящий из четырех наружных и одной внутренней стены.

Внутренние стены обычно выполняют из бревен меньшего диаметра на 15...30 мм. В этом случае для получения равной высоты венцов внутренней и наружной стен уменьшают ширину паза во внутренней стене. Минимально допустимая его ширина принимается 100 мм. Примыкание внутренней рубленой стены к наружной решают с остатком или без него. Врубка с остатком принципиально не отличается от уже рассмотренной аналогичной рубки угла сруба. Сопряжение внутренней стены с наружной без остатка производят так называемым *сквозным* или *потайным сквороднем* («ласточкин хвост»). Сквозной сквородень, выхо-

дящий торцами бревен внутренней стены на улицу, во избежание быстрого загнивания закрывают снаружи доской и образуют при этом пилястру (рис. VI. 1, б, в).

Врубка потайной сквородень обычно применяется в узлах опирания деревянных балок перекрытий на наружные и внутренние несущие стены сруба. Сквозной сквородень применяют в случаях, когда предусмотрена обшивка сруба. Защемление балок перекрытий в срубе играет важную роль в обеспечении его жесткости. Конструктивная высота балок, продиктованная диаметрами бревен, обычно колеблется в пределах 180...240 мм. Такими балками можно надежно перекрывать пролеты от 3,5 до 6,0 м.

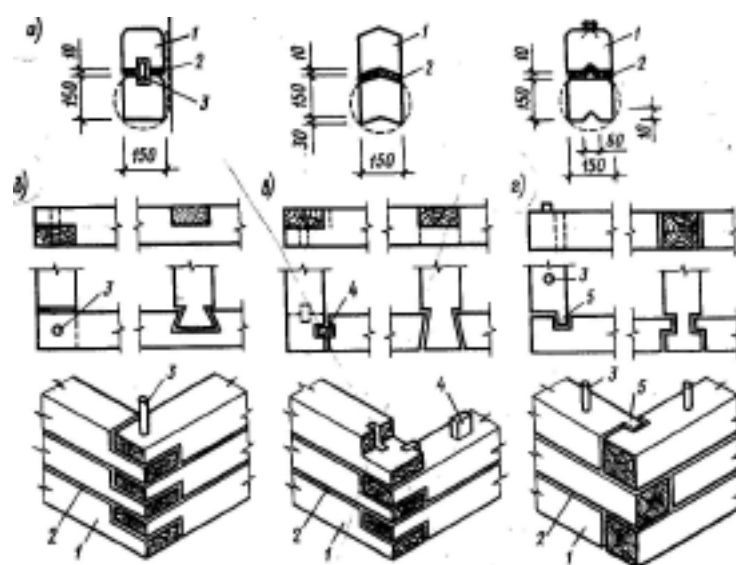
В простенках между окнами и дверными проемами части сруба не закреплены угловыми врубками. Чтобы избежать в этих местах выпучивания венцов, устраивают шипы в простенке друг над другом, а на торцах венцов устраивают вертикальный гребень, который входит в паз (30X50 мм) оконной или дверной коробок.

Усадка сруба приблизительно равна  $\frac{1}{20}$  от его высоты. Над коробками необходим соответствующий высоте проема зазор, который заполняют конопаткой.

Теплоизоляционные возможности древесины достаточно высоки. Так, сруб из бревен диаметром 200...220 мм обеспечивает комфортные условия в жилых помещениях при наружной температуре в  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  (220...240 мм для  $t = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Поэтому рубленые стены могут быть оставлены открытыми. При этом внутреннюю сторону венцов выравнивают, остругивая или опиливая. Однако чаще предпочтение отдается обшивным срубам.

Наружная обшивка предохраняет сруб от дождя и снега. Она выполняется из строганных досок толщиной 13...18 мм, располагаемых горизонтально или вертикально на прибитых к срубам брусках («прибоинах»). Внутреннюю обшивку выполняют из гипсовой сухой штукатурки, древесно-стружечных или

VI.2. Детали брусчатых  
Рис.  
тъх  
а — сечения брусчатых стен;  
б, в, г — сопряжения брусьев  
в углу и с внутренней стеной;  
1 — брус; 2 — конопатка; 3 —  
нагель; 4 — шип; 5 — коренной  
шип



древесно-волокнистых плит. Наиболее трудоемка обшивка тонкими гладкостругаными досками («вагонкой») по рейкам. Иногда производят оштукатуривание стен по деревянной дранке, прибиваемой к бревнам. В любом случае окончательную отделку фасадов и интерьеров здания целесообразно производить по истечении 1,5... 2,0 лет, когда завершится основная усадка сруба. Если обшивка производится до завершения усадки, то во всех случаях следует предусмотреть устройства и зазоры, обеспечивающие беспрепятственную усадку сруба.

Цоколь современных зданий выполняется из каменных материалов (кирпича, бетона, бутового камня и др.). Для предотвращения доступа влаги и загнивания окладных венцов, на цоколе размещают гидроизоляционные слои (рубероид, толь) и сухую антисептированную прокладку из доски толщиной 40... 50 мм. При укладке окладного венца используют просмоленную паклю. По завершении отделки сруба перед окладным венцом и подкладной доской устраивается откос из цементного раствора, который покрывается отли-

вом из доски или из полосы оцинкованной стали.



При использовании деревянных элементов заводской готовности наиболее простым является возведение малоэтажных зданий из брусьев, которые поступают на стройплощадку с заранее обработанными концами для устройства сопряжений по углам и с выбранными гнездами для нагелей и шипов. Толщина брусьев наружных стен принимается в зависимости от расчетной наружной температуры и равна 150 мм при  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$  и 180 мм при  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Брусья для внутренних стен используют толщиной не менее 100 мм при высоте, равной высоте брусьев наружной стены.

Брусчатые стены возводят венцами. Швы между брусьями, заделываемые конопаткой, выполняют простой и сложной конфигурации (рис. VI. 2, а). Устройство шпунтов и гребней уменьшает влаго- и воздухопроницаемость швов. Однако чаще всего в современных брусчатых домах отдают предпочтение простому горизонтальному шву, учитывая, что в последующем стены, как правило, обшиваются.

Для предотвращения горизонтальных смещений брусьев венцы скрепляются между собой шипами или цилиндрическими нагелями через 1,5...2,0 м,

устанавливаемых так же, как в рубленых стенах.

Концы брусков разделяют в заводских условиях в соответствии с принятыми сопряжениями упрощенных конфигураций в углах, позволяющих быстро вести сборку сруба (рис. VI. 2, б, в, г). Соединение брусков в полдерева выполняется двумя способами, установка шипов по второму из них (рис. VI. 2, в) позволяет уменьшить продуваемость в вертикальных швах.

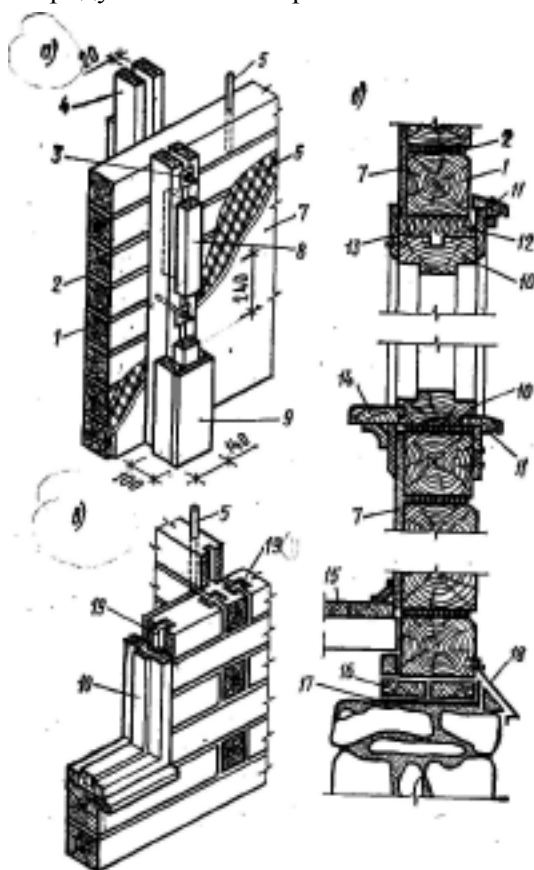


рис. VI.3. Конструктивные решения в брусчатых стенах:

о — устройство сжима в брусчатой стене; б — узлы разрезов по окну и цоколю; в — сопряжение стен и установка оконной коробки; 1 — брус; 2 — конопатка; 3 — натяжной болт-костыль М12 /—400 мм через 4 венца; 4 — сжимы 2(50X100 мм); 5 — нагель; 6 — драпка; 7 — штукатурка; 8 — бобышки 50X80X400 мм с прокладками 20x100X400 мм; 9 — наличник из досок б = 20 мм; 10 — оконная коробка; // — наличник оконный наружный; 12 — зазор 1/ж от высоты проема; 13 — наличник оконный внутренний; 14 — подоконник; 15 — чистый пол; 16 — антисептированная прокладка; 17 — гидроизоляция (два слоя рубероида); 18 — отлив из стали; 19 — шип

Этим же целям служит и коренной шип, устанавливаемый в сопряжении брусков впритык. Устанавливаемые в углах и рядом с ними шипы и нагели предохраняют брусья от возможного сдвига.

Брусья внутренних стен и деревянные балки перекрытий сопрягаются с несущими стенами одним из рассмотренных выше способов.

При возведении брусчатых и рубленых стен большой протяженности (более 6,5 м), не связанными с внутренними стенами врубкой, для предотвращения выпучивания венцов в горизонтальной плоскости устраивают так называемые «сжимы» или «коротыши» через 4...6 м в зависимости от толщины брусков или бревен. В болтовых соединениях сжимов необходим зазор для последующей усадки сруба (рис. VI. 3, а).

Требования к устройству проемов и простенков в брусчатых стенах, к спланированию стен аналогичны остовам из бревен. Над коробкой также предусматривают зазор на осадку стены в 1/20 от свободной высоты простенка (рис. VI. 3, б).

Окончательная отделка брусчатых стен — оштукатуривание, обшивка снаружи и изнутри — производится через 1,0...1,5 года по мере завершения усадки сруба. Всякая предварительная обшивка и отделка помещений должны в своем конструктивном оформлении предусматривать зазоры и устройства, обеспечивающие свободную усадку сруба.

Опираемость брусчатой стены на цоколь упрощается, поскольку брусья окладного венца находятся на одном уровне. При этом ограничиваются антисептированием нижнего венца и устройством под ним гидроизоляции или антисептированной прокладки из досок.

## VI.2. Стены с деревянным каркасом

В малоэтажных каркасных зданиях стена представляет собой легкую решетку из деревянных вертикаль-

ных брусьев и горизонтальных элементов — балок, обвязок, перемычек. пространство между стойками заполняют утеплителем оставляя места для оконных или дверных проемов. Расстояние между стойками принимается равным 600 мм (6 м). Балки перекрытий располагаются над стойками каркаса с тем же шагом. Тем самым достигается передача усилий с горизонтальных элементов перекрытий на эти стойки без значительных изгибающих моментов в точках опирания.

Стойки выполняются высотой в один или два этажа. В первом случае по верху стоек устраивают горизонтальную обвязку из двух досок 50X100 мм, на которую опирают балки перекрытия. По балкам устраивают вторую обвязку — доска 50X100 мм. В одноэтажном здании она служит опорным контуром стропильной конструкции кровли, а в двухэтажном — является нижней обвязкой каркаса стены верхнего этажа. Получают так называемый платформенный вариант каркаса (рис. VI. 4).

В двухэтажных зданиях иногда используют другой вариант опирания разрезного каркаса. В этом случае стойки второго этажа устанавливают сразу на верхнюю обвязку непосредственно над нижними стойками, а балки перекрытия размещают рядом со стойкой и раскрепляют специальной распоркой — доской 50X200 мм (рис. VI. 5).

В случае использования стоек длиной в два этажа балки междуэтажного перекрытия укладывают на специальные прогоны (доски 50x150 мм), врезанные вертикально в стойки каркаса (рис. VI. 6).

Балки в зданиях с каркасными стенами расположены часто с шагом 600 мм. Это позволяет использовать в качестве балок толстые доски 50X200 или 50x220 мм, поставленные на ребро. Такими балками можно перекрывать пролеты до 4,2...4,8 м. Поэтому расстояние между несущими стенами принимают до 4,8 м.

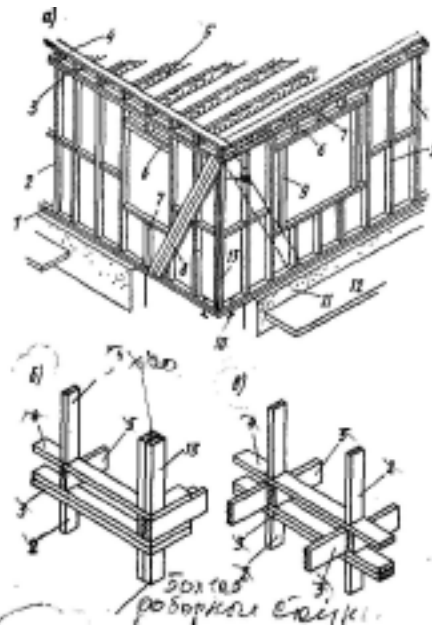


Рис. VI.4. Конструкции каркасного дома с платформенным сопряжением стоек:

а — общий вид каркаса; о — опирание балок на наружную стену в углу; • в — опирание балок на внутреннюю стену; / — нижняя обвязка 2(50X100 мм); 2 — стойка 50X100 мм; 3 — верхняя обвязка 2(50X106 мм); У — вторая обвязка 50x100 мм; 5 — балка перекрытия 50X200 мм; 6 — балка-перемычка; 7 — укороченная стойка; 8 — раскосы жесткости; 9 — дополнительная стойка проема; W — анкерные болты; 11 — козель; 12 — отмостка; 13 — доборные стойки в углах 50X100 мм

Жесткость каркасам придают специальные раскосы, устанавливаемые между стойками по углам здания как в продольном, так и в поперечном направлениях. Ту же функцию выполняют диагональные доски, которые врезают в стойки каркаса с двух сторон угла. Кроме того, значительную пространственную жесткость всему несущему остову придает обшивка.

Шаг стоек каркаса не позволяет в большинстве случаев строить оконные и дверные проемы в пределах 600 мм. Тогда вместо стоек используют укороченные стойки, которые устанавливают на горизонтальные балки-перемычки. При устройстве проемов целесообразно реже производить такие замены и не нарушать системы каркаса в несущих стенах.

Утеплитель, размещаемый между стойками каркаса наружной стены, ис-

пользуется в виде жестких плит (фибrolит, камышит и др.) > мягких или полужестких матов (минеральная вата, минеральный войлок и др.) или засыпок (шлак, опока, керамзит и др.). Вид утеплителя учитывается при установлении размеров элементов каркаса здания (рис. VI. 7). Так, в случае использования жестких плит стойки каркаса делают минимальных размеров, определяемых их несущей способ-

ностью. Жесткий плитный наполнитель может" размещаться с двух сторон стойки, образуя достаточно толстую стену с воздушной прослойкой. Такая замкнутая прослойка заметно улучшает термическое сопротивление стены, особенно при последующем оштукатуривании стен с двух сторон. При необходимости отделки интерьеров здания

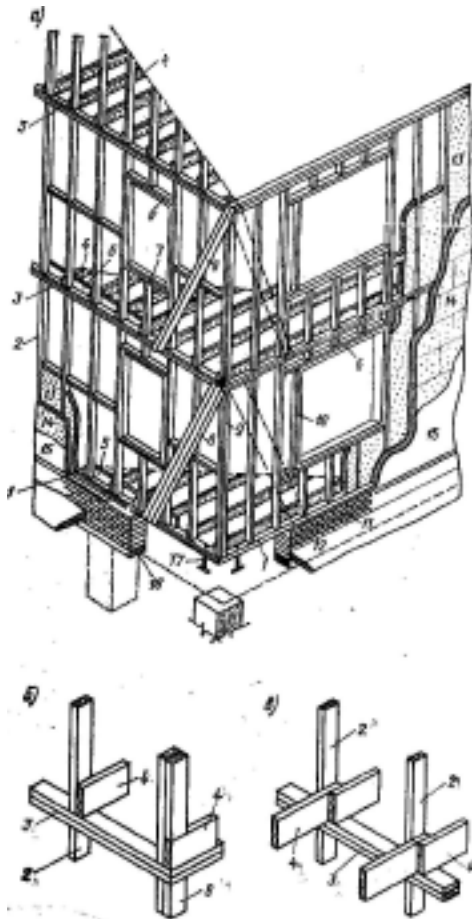


Рис. VI.5. Конструкции каркасного дома с контактным сопряжением стоек:

*a* — общий вид каркаса; *б* — опирание балок на наружную стену в углу; *в* — опирание балок на внутреннюю стену; *г* — нижняя обвязка 2(50X100 мм); 2 — стойка каркаса 50X100 мм; 3 — верхняя обвязка 2(50X100 мм); 4 — балки перекрытий 50X200 мм; 5 — распорка 50X200 мм; 6 — балка-перемычка; 7 — укороченная стойка; *в* — раскосы жесткости; 9 — доборные стойки в углах 50X100 мм; 10 — дополнительная стойка проема; // — цоколь; 12 — отмостка; 13 — утеплитель между стойками; 14 — утеплитель снаружи; 15 — штукатурка; 16 — фундаментная балка; 17 — анкерные болты

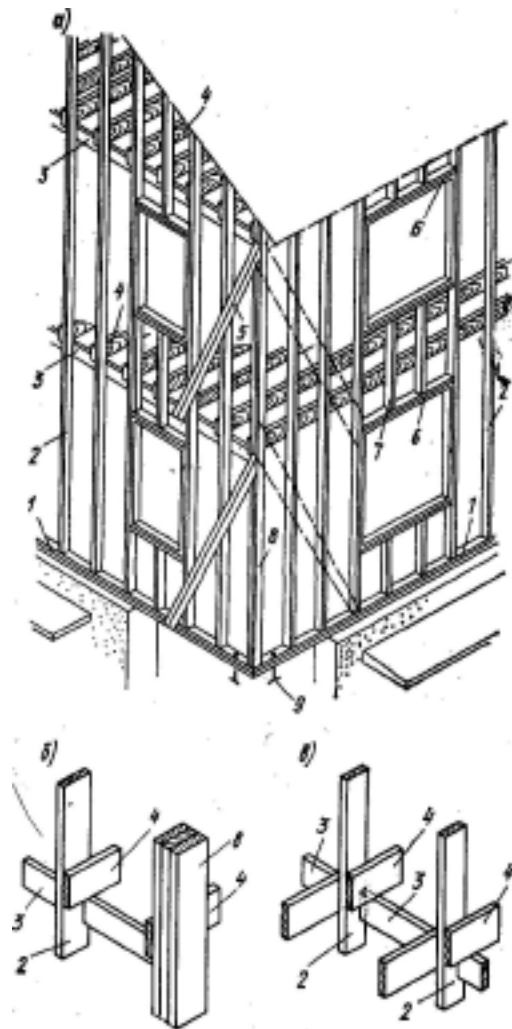


Рис. VI.6. Конструкции дома с засыпным каркасом:

*a* — общий вид каркаса; *б* — опирание балок на наружную стену в углу; *в* — опирание балок на внутреннюю стену; *г* — нижняя обвязка 2 (50X150 мм); 2 — стойка каркаса 50X150 мм; 3 — опорная доска на ребро 50X150 мм; 4 — балки перекрытий 50X200 мм; 5 — раскосы жесткости; 6 — балка-перемычка; 7 — укороченная стойка; 8 — доборные стойки в углах 50X150 мм; 9 — анкерные болты

плитными или реечными материалами целесообразно размещать один слой плитного утеплителя между стойками, не закрывая стойки каркаса, которые используют для крепления обшивочного материала. Размер стоек каркаса стены, заполняемой полужесткими (мягкими) типами утеплителя, устанавливаются исходя не только из условий прочности каркаса, но и с учетом толщины утепляющего слоя, определяемого теплотехническим расчетом; размер стойки каркаса принимается равным толщине стены. Этому же правилу следуют при назначении размеров стоек в зданиях с засыпным утеплителем: они не должны быть меньше толщины утепляющего слоя.

При шаге стоек в 600 мм для устройства каркаса в несущих стенах в районах средней полосы рекомендуются следующие размеры: ЮОхХ50 мм — при использовании плитного, мягкого и полужесткого утеплителей и 150х50 мм — при использовании засыпного утеплителя. В одноэтажных зданиях могут быть установлены стойки 80х50 мм, что должно быть подтверждено расчетом. В целях экономии древесины иногда в каркасах с плитным утеплителем в ненесущих стенах применяют стойки меньшего сечения — 75х50 мм.

Наружная каркасная стена представляет собой слоеную конструкцию. Ее среднюю часть занимает утеплитель. Для уменьшения продувания стены и исключения попадания случайной влаги с наружной стороны утеплитель закрывают строительной бумагой. Далее устраивают по рейкам наружную обшивку из досок типа «вагонки», волнистых или плоских асбестоцементных листов, листов из стеклопластика или профилированных листов из легких сплавов или оштукатуривают фасад с последующей окраской.

С внутренней стороны утеплитель изолируют от попадания водяной конденсационной влаги пергамином или паронепроницаемой битуминизированной бумагой. Внутренняя обшивка может быть выполнена рейками или

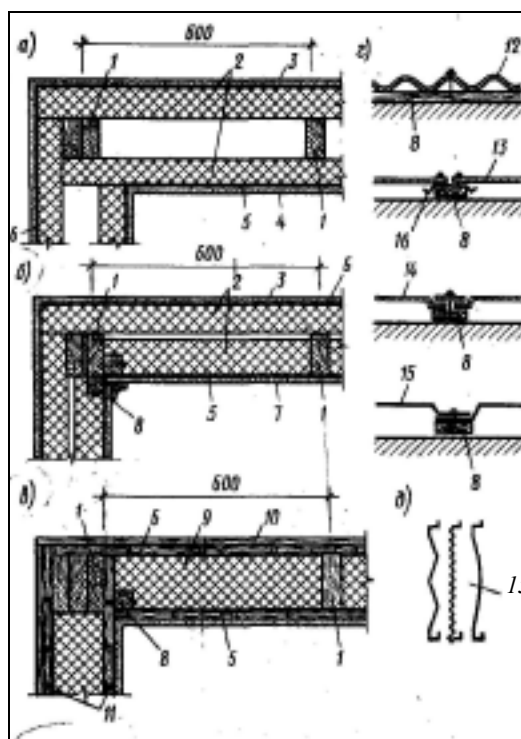


Рис. VI.7. Приемы заполнения каркасных стен:

а — жестким утеплителем с образованием пустот; б — с жестким утеплителем между стойками каркаса; в — стены с засыпным утеплителем; г — приемы устройства наружных обшивок по рейкам; д — примеры облицовки из легких сплавов и стеклопласта; 1 — стойки каркаса; 2 — жесткий утеплитель; 3 — наружная штукатурка по драни; 4 — внутренняя штукатурка по драни; 5 — пароизоляция; 6 — ветровая бумага; 7 — сухая штукатурка; « — рейка; 9 — засыпной утеплитель; 10 — наружная обшивка; // — обшивка диагональными досками; 12 — волнистые листы из асбестоцемента; 13 — плоские листы из асбестоцемента; 14 — листы слоистого пластика; 15 — листы из легких сплавов; 16 — полоска из оцинкованной стали

плитными материалами (сухая штукатурка, твердые древесно-волоконные плиты и др.). Помещения могут быть оштукатурены под окраску.

Общая толщина каркасных наружных стен колеблется в пределах от 150 до 230 мм. При использовании в них засыпных утеплителей необходимо применять один из способов, препятствующих усадке засыпки и образованию пустот в плоскостях стены. Первый способ предусматривает устройство горизонтальных диафрагм, расчленяющих засыпку на пояса. Тогда усадка происходит в пределах высоты каждого пояса и может быть незначи-

тельной по размерам. Второй используют, если между стойками каркаса нет горизонтальных диафрагм. Тогда усадка засыпки происходит по всей высоте здания и пустоты локализуются в верхней части стены последнего этажа. Пустот не образуется, если полость между обшивными слоями оставлена открытой на чердак и засыпана с избытком утепляющим материалом. По мере усадки происходит перераспределение утеплителя, который сразу же ликвидирует пустоты.

Устройство каркаса во внутренних несущих стенах не отличается от каркаса несущих наружных стен. Основными требованиями, предъявляемыми к внутренним стенам, будут их несущая способность, звукоизоляция, качество отделки. Несущая способность обеспечивается устройством каркаса. Функции звукоизолирующего заполнения выполняет обычно тот же материал, который используют в качестве утеплителя в наружных стенах. Отделка внутренних стен выполняется аналогично вышесказанному для наружных стен.

На верхнюю обвязку внутренней несущей стены опираются балки перекрытий с двух сторон. По верху балок устраивается, так же как и в наружных несущих стенах, вторая обвязка из доски 50x100 мм (рис. VI. 4, в). Если стойки каркаса верхнего этажа непосредственно опираются на верхнюю обвязку, то балки размещают у стойки со смещением продольных осей. Они, как и в наружных стенах, закрепляются распорками — досками 50x200 мм (рис. VI. 5, б).

При использовании в доме стоек на два этажа опирание балок перекрытий на внутреннюю несущую стену производят так же, как и в наружной стене на специальный прогон (доска 50x150 мм), вертикально врезанный в стойки. Балки устанавливаются по обе стороны стойки каркаса со смещением продольных осей (рис. VI. 6, в).

В зданиях со стенами с встроенным несущим каркасом устраивают перегородки каркасного типа.

Срок службы здания в значительной степени зависит от правильного устройства цоколя, исключающего проникновение влаги к нижней обвязке каркаса стены. Этим целям служит укладка обвязки каркаса, пропитанной антисептиком, на гидроизоляцию из двух слоев толя. Для отвода от узла атмосферной влаги устраивают отлив из доски или откос из цементного раствора, покрытого оцинкованной сталью. Нижнюю обвязку внутренних стен, опирающихся на фундамент, пропитывают антисептиком.

Для закрепления обвязок каркасных стен на цоколе и фундаментах под внутренними стенами используют специальные анкерные болты, размещаемые по углам здания с двух сторон, в местах пересечения стен и далее через 1,8...2,4 м.

При проектировании несущего остова с каркасными стенами оказывается целесообразным вести разработку структуры плана здания по модульной сетке с ячейками, равными принятому расстоянию между стойками каркаса в осях — обычно 600x600 мм. Координатные оси в каркасных зданиях размещаются по геометрической оси в несущих внутренних стенах. В наружных несущих стенах они размещаются по наружной грани стоек каркаса.

### VI.3. Стены из деревянных/панелей-

Для возведения малоэтажных зданий из деревянных панелей и щитов на заводах изготавливают плоскостные элементы панелей или щитов наружных и внутренних стен, перекрытий чердачных, междуэтажных и первого этажа. На строительной площадке по готовому нулевому циклу производят монтаж панелей глухих наружных стен, стен с заполненными на заводе оконными и дверными проемами, панелей внутренних стен с элементами инженерного оборудования и т. д. (рис. VI. 8, с).

Конструктивной основой шита является рама из брусков, образующая обвязку по его периметру. Щиты

устанавливаются высотой в этаж и длиной до 1200 мм (рис. VI. 8, б). Чаще всего щиты имеют дощатую обшивку, реже—фанерную. Обшивка обеспечивает жесткость щита и его сохранность при транспортировке и монтаже. Внутреннюю полость заполняют утеплителем (по аналогии со стенами с деревянным каркасом); под обшивкой укладывают противветровую бумагу и пароизоляцию. Размеры стеновых щитов в 1200 мм позволяют заполнять оконные и дверные проемы в заводских условиях. Для этого в щитах устраивают внутри дополнительные горизонтальные бруски-перемычки. Недостатком конструкций из щитов является значительное количество соединений. Вертикальные торцы щитов имеют сложную конфигурацию, позволяющую устанавливать рейки-шпонки и раскладки-нащельники соответствующих профилей с целью уменьшения воздухопроницаемости (рис. VI. 8, в).

Новейшие приемы заводской обработки и использование качественных материалов позволяют улучшить конструктивные свойства, увеличить размеры изготавливаемых щитов и уменьшить расход древесины. Такие усовершенствованные щиты называют деревянными панелями по аналогии с панелями из искусственных каменных материалов (рис. VI. 9).

В практике распространение получили: однорядные малые стеновые панели с размером по высоте, равным высоте этажа (2,5 или 2,7 м) и длиной в 1200 мм; крупные стеновые панели высотой в этаж и длиной, кратной 1200 мм, на комнату или две комнаты

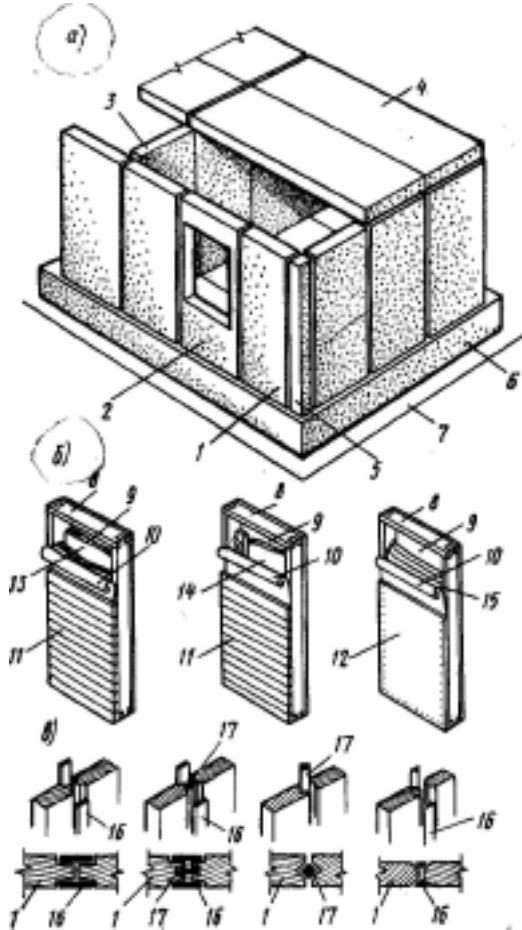
размером до 6000 мм.

Малые панели рассчитаны на монтаж жилого дома с использованием простейших приспособлений и ручную. Крупные панели монтируют мобильными подъемными механизмами (автокраны).

Все наружные стены здания должны отвечать требованиям прочности, непромерзания, непродуваемости, устойчивости от воздействия атмосферной влаги и воздуха. Комплекс этих

требований определяет в итоге толщину панели наружной стены. Обычно толщина колеблется в незначительных пределах от 120 до 200 мм и в значительной степени зависит от типа используемого утеплителя.

Деревянные панели внутренних несущих стен, на которые опираются перекрытия, должны прежде всего отвечать требованиям несущей способно-



**Рис. VI.8. Щитовой дом и его детали:**

*a* — разрезка дома на сборные элементы; *б* — конструкции щитов наружных стен с различными типами утеплителя; *в* — варианты вертикальных соединений щитовых стен; 1 — щит наружной стены; 2 — щит наружной стены с оконным проемом; 3 — щит внутренней стены; 4 — перекрытие; 5 — угловой элемент; 6 — пополь; 7 — отмостка; 8 — обвязка щита; 9 — ветровая бумага; 10 — паронизация у внутренней обшивки; 11 — внутренняя обшивка; 12 — древесно-стружечная плита; 13 — плитный утеплитель (фибролит); 14 — слои рулонного утеплителя (шевелин), прикрепленные рейками на гвоздях; 15 — три слоя оргалита с воздушными прослойками; 16 — раскладка; 17 — рейка щпонка



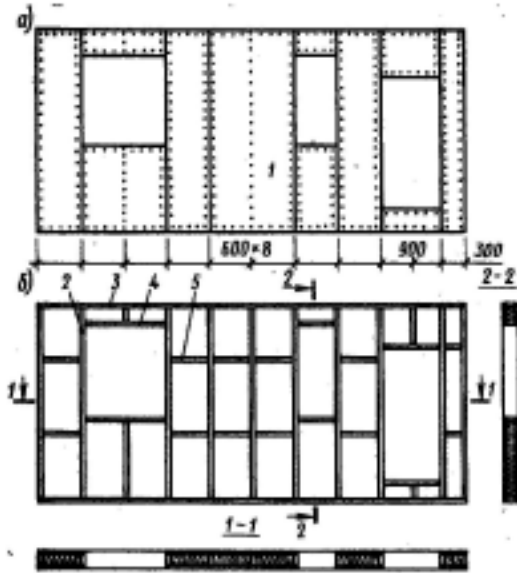


Рис. VI.9. Клефанерная укрупненная панель наружной стены:

*a* — внешний вид с раскладкой облицовки из асбестоцементных плоских листов; *b* — схема каркаса панели из древесины; / — асбестоцементные листы на шурупах; 2 — стойки каркаса; 3 — обвязка; 4 — ригель-перемычка; 5 — распорки

сти, прочности. Их габаритные размеры по высоте и длине одинаковы с панелями наружных стен, а вот толщина обычно бывает меньше (от 120 до 160 мм), поскольку и требуемый слой звукоизоляции бывает тоньше утепляющего слоя.

Обшивка панели, выполняемая из фанеры, приклеивается к рамочному каркасу как с наружной, так и с внутренней сторон панели, образуя пространственно жесткую конструкцию, работающую как одно целое. Аналогичная конструкция клефанерных перекрытий позволяет включить в работу на растяжение фанеру нижней обшивки, в то время как верхняя обшивка из фанеры работает на сжатие вместе с брусками каркаса. Рационально решенная конструкция деревянных панелей-стен и перекрытий позволяет значительно снизить удельные затраты строительной древесины.

Панели изготовляют на рамочном каркасе из древесины хвойных пород.

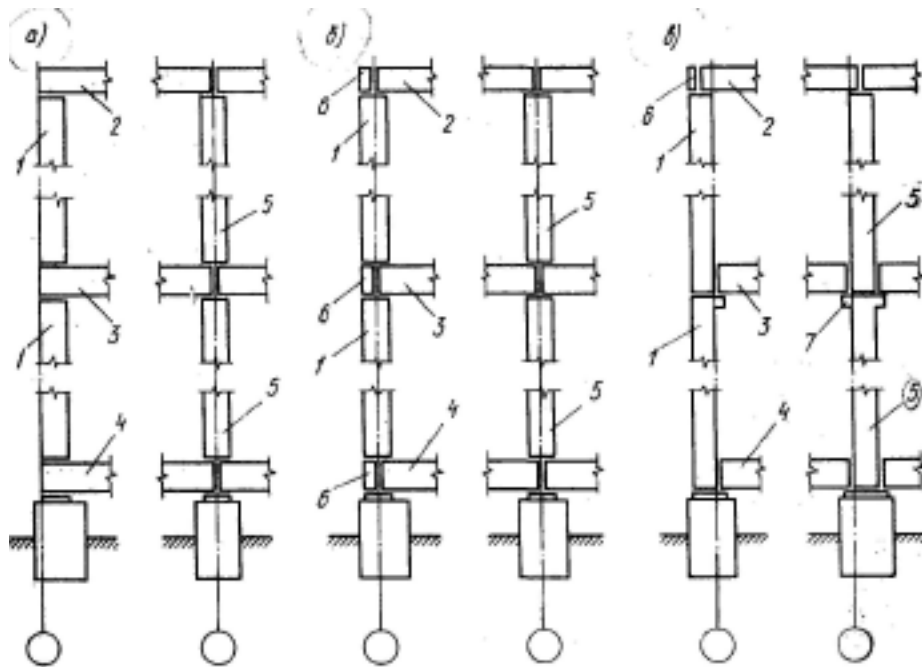


Рис. VI. 10. Варианты привязки наружных и внутренних несущих панельных стен к координационным осям:

*a, б* — платформенный вариант опирания; *в* — контактный стык панелей; / — наружная панель; 2 — чердачное перекрытие; 3 — междуэтажное перекрытие; 4 — цокольное перекрытие; 5 — внутренняя панель; 6 — доборная обвязка; 7 — опорный брус

Для панелей наружных и внутренних стен используют бруски сечением 50 x 130 мм, для перекрытий — бруски 50 x 180 мм, а для панелей внутренних ненесущих стен (перегородок) — бруски 50 x 100 мм. С двух сторон рамочный каркас обшивают водостойкой фанерой толщиной 4 и 8 мм, а цокольные перекрытия обшивают снизу водостойкой фанерой - 10 мм. Обшивка крепится к каркасу на водостойком клею и пришивается оцинкованными гвоздями 3x40 мм. Использование в качестве пароизоляции клеевой или полиэтиленовой пленки вместо традиционного толя также заметно влияет на снижение массы каждой панели. Клефанерные панели, обладающие большой жесткостью и относительно меньшей массой, могут быть изготовлены больших абсолютных размеров. Существуют проектные и конструкторские решения, где длина панелей доходит до 10800 мм (10,8 м).

Каждая комплексная серия малоэтажных зданий из деревянных панелей обязательно должна иметь один и тот же способ привязки к координационным осям; должен быть использован один и тот же принцип конструктивного решения несущего стенового остова; должны быть использованы одни и те же панели стен и перекрытий.

Существует три способа привязки к координационным осям несущих стен здания, выполняемых из деревянных панелей.

Первый — координационная ось проходит по наружной кромке несущей панели наружной стены. В этом случае получается платформенный стык с опиранием перекрытий на наружную стену по центру (рис. VI. 10, а).

Второй — координационная ось проходит внутри наружной несущей стены от ее кромки на расстоянии, равном половине толщины внутренних несущих стен, — внецентренное опирание. Во внутренних несущих стенах координационная ось проходит, как и в первом случае, через их геометрическую ось (рис. VI. 10, б).

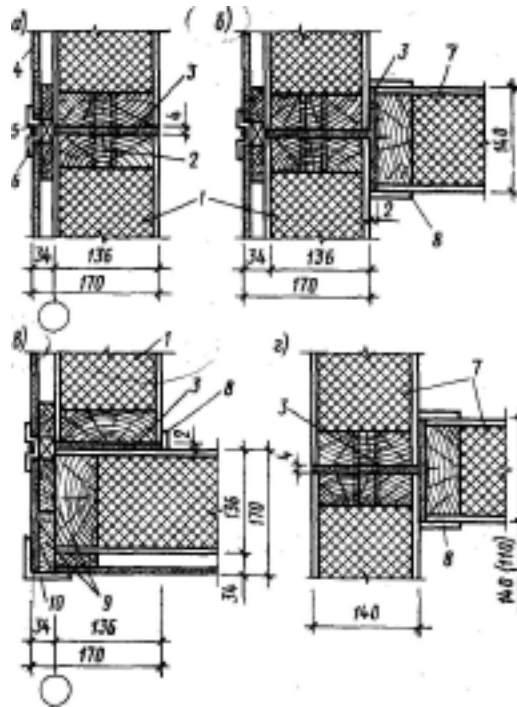


Рис. VI.11. Конструкция вертикальных швов в клефанерных панелях наружных и внутренних стен:

а — рядовой стык наружных панелей; б — рядовой стык наружных и внутренних панелей; в — угловой стык наружных панелей; г — пересечение панелей внутренних стен; 1 — панели наружных стен; 2 — шпонка из клееной фанеры; 3 — пенополиуретан; 4 — обшивка из асбестоцементного листа; 5 — рейка 24x24 мм; 6 — алюминиевый нащелмшк; 7 — панели внутренних стен; 8 — рейка из фанеры 8x50 мм; 9 — доски 2 (24x74 мм); 10 — алюминиевый уголок 50x50 мм

И третий способ — координационные оси совпадают с внутренними границами наружной и внутренней несущих стен. В этом случае длина перекрытия равна расстоянию в свету между двумя несущими стенами, и для опирания перекрытий устраивают специальные полочки из брусков (рис. VI. 10, в). Высота панелей стен при таком способе опирания может быть равной высоте этажа, а при двухэтажном строительстве — и в два этажа. Стык панелей несущих стен называют ко'тактным, поскольку панель верхнего этажа передает нагрузку непосредственно на панель стены нижнего этажа.

Указанными способами привязки к координационным осям руководству-

ются при назначении габаритов не только панелей стен, но и перекрытий. Вертикальный стык панелей — наиболее уязвимое место в полносборном строительстве. От его герметичности (воздухе- и влагонепроницаемое™) в значительной степени зависят комфорт внутренних помещений и долговечность конструкции. На рис. VI. 11, а

показано, как осуществляется вертикальный стык рядовых панелей наружных стен, открытый в помещении. В пазы вставляют шпонку, шов уплотняют пенополиуретаном, а снаружи стык закрывают специальным алюминиевым профилем, который крепят шурупами к рейке. Герметизация стыка улучшается в местах пересечения наружных

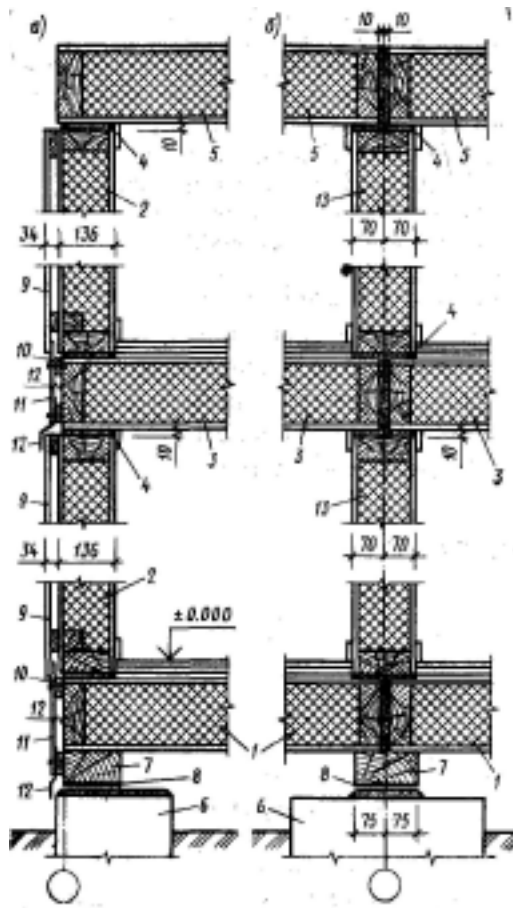


Рис. VI.12. Конструкция горизонтального шва клефанерных панелей наружных и внутренних стен:

а — узлы разрезов по наружной несущей стене при привязке и координационной оси по наружной грани панели; б — узлы разрезов по внутренней несущей стене при привязке к координационной оси по ее геометрическому центру; / — цокольное перекрытие; 2 — панель наружной стены; 3 — междуэтажное перекрытие; 4 — пенополиуретан; 5 — чердачное перекрытие; 6 — ленточный фундамент; 7 — обгонный брус 150X100 мм; 8 — гидроизоляция (два слоя рубероида); 9 — обшивка из асбестоцементного листа; W — рейка 12X47 мм; // — полоска из асбестоцементного листа; 12 — кровельная сталь; 13 — панель внутренней стены

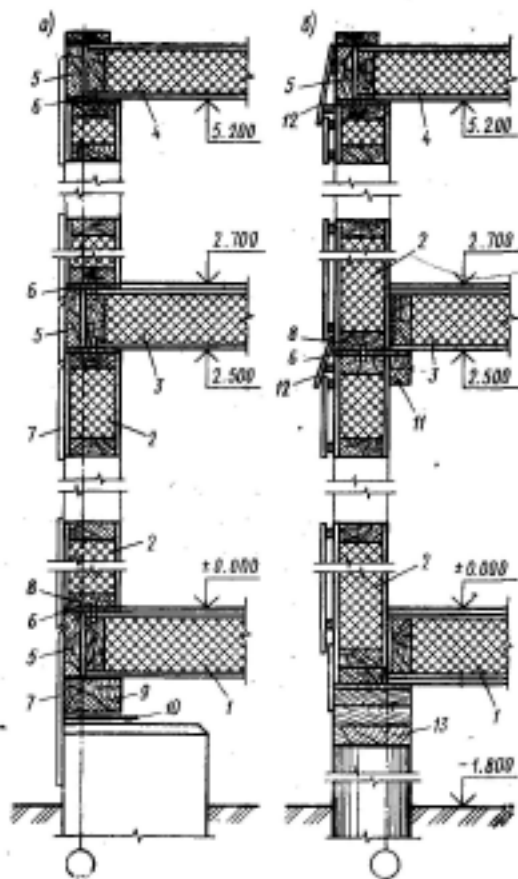


Рис. VI. 13. Конструктивные схемы разрезов по наружной стене деревянных панельных домов при различных вариантах привязки к координационным осям:

а — привязка по середине наружной несущей панели; б — привязка по внутренней грани наружной несущей панели (дом на свайном фундаменте для районов Крайнего Севера); / — цокольное перекрытие; г — панель наружной стены; 3 — междуэтажное перекрытие; 4 — чердачное перекрытие; 5 — доборная доска; 6 — пенополиуретан; 7 — обшивка; в — шпонка; 9 — обгонный брус 150x100 мм; 10 — гидроизоляция (два слоя рубероида); // — опорный брус; И — нашельник; 13 — ростверк из брусев

панелей стен с внутренними (рис. VI. 11, б). Разделка наружного вертикального шва остается прежней, а вертикальную щель внутри помещений заполняют пенополиуретаном и закрывают в углах рейкой из фанеры на всю высоту этажа. Эти меры обязательны для улучшения воздухопроницаемости стыка наружных панелей, с одной стороны, и обеспечения звукоизоляции между соседними помещениями — с другой. Стык панелей наружных стен по углам здания (рис. VI. 11, в) устраивается с заделкой торцов панелей брусками и обшивкой узкой полоской плоского асбестоцементного листа. Угол здания обрамляют алюминиевым уголком на шурупах. Вертикальный стык панелей внутренних стен заделывают пенополиуретаном и закрывают рейкой из фанеры в углах помещения (рис. VI. 11, г).

Конструктивное оформление горизонтальных стыков панелей стен и перекрытий определяется способом их привязки к координационным осям. Наиболее часто встречается в практи-

ке строительства случай, когда оси проходят по внешней грани наружных стен и по геометрической оси внутренних несущих панелей (рис. VI. 12, а). На выровненную ленту цоколя укладывают горизонтальную гидроизоляцию (два слоя рубероида) и брус 150X100 мм, пропитанный антисептиком, на который опирают цокольное перекрытие. В зоне установки стеновых панелей в горизонтальный стык помещают теплоизоляцию и вставляют нагели. Торцы цокольного перекрытия закрывают плоским асбестоцементным листом, который прибивают гвоздями к дополнительной обрешетке.

На рис. VI. 13, а изображен схематичный конструктивный разрез по наружной стене, когда координационные оси проходят через середину наружных стеновых панелей и геометрическую ось панелей внутренней несущей стены. На рис. VI. 13, б привязка осуществлена по внутренним граням наружной и внутренней несущих стен при устройстве контактного стыка.

## **VII Глава. Остовы с применением металла и пластмасс**

Малоэтажные здания с применением металла и пластмасс используются в нашей стране ограниченно — преимущественно в мобильных сооружениях. Для таких сооружений размеры укрупненных элементов блок-контейнеров определяются максимально допустимыми габаритами большегрузных грузов, принятых на транспорте. Они колеблются по ширине от 2,5 до 3,2 м, по длине — 6,0, 9,0 и 12,0 м, а в высоту — от 2,2 до 3,0 м. Для перемещений на местах погрузки и выгрузки и установки в проектное положение учитывается масса блок-контейнера, которая должна соответствовать грузоподъемности подъемного механизма, используемого на месте. ^ Разработаны десятки конструктивных систем блок-контейнеров. Особенности конструктивных решений позво-

ляют объединить их в следующие группы: панельные, каркасно-панельные и объемные блоки.

### *VII.1. Малоэтажные здания из облегченных панелей*

Панели, используемые в малоэтажном здании, по конструктивному оформлению их несущей части подразделяют на бескаркасные и с встроенным рамочным обрамлением. Панели имеют многослойную конструкцию типа «сэндвич». Наименьшее число слоев равно трем: две верхние защитные обшивки из листового материала и средний — утепляющий слой.

Обшивка выполняется из алюминия, стали, асбестоцемента, стеклопластика, водостойкой фанеры, цемент-

но-стружечных, древесно-волокнистых или древесно-стружечных плит.

Наружная обшивка должна быть достаточно атмосферостойкой. Технический алюминий, асбестоцемент и стеклопластик, не требующие специальных дополнительных защитных покрытий, являются предпочтительными. Основными недостатками асбестоцемента и цементно-стружечных плит можно считать хрупкость и относительно большую массу. Обшивка из стальных листов тяжелее алюминиевой, но имеет более высокую прочность. Для защиты стали от коррозии применяют водостойкие краски, цинкование и другие способы обработки поверхности. Обшивки из водостойкой фанеры, твердых древесно-волокнистых и древесно-стружечных плит покрывают водостойкими эмалями. Для устройства внутренней обшивки чаще всего используют эти же материалы; находят применение и гшгсокартонные листы.

Утепляющим слоем служат заливочные или плитные пенопласты. Компоненты заливочного пенопласта вспениваются в конструкции, заполняя все внутреннее пространство. Плитные пенопласты размещают между обшивками панели специально нарезанными кусками.

При загрузке трехслойных панелей большую часть нагрузок и напряжений воспринимают листы наружных слоев. Средний слой (пенопласт) обеспечивает устойчивость листов обшивки, воспринимает сдвигающие усилия и гасит концентрацию местных напряжений. При необходимости его усиливают обрамляющими элементами, располагаемыми обычно по контуру панели. Обрамление среднего слоя чаще всего выполняется из того же материала, что и обшивка, или из пенопласта более прочного и огнестойкого по сравнению с материалом среднего слоя. Для стеновых панелей, подвергающихся одноосному сжатию, часто обшивки делают не из гладких листов, а из волнистых. Такие панели имеют повышенную устойчивость и жесткость в направлении сжимающих уси-

лий, если гребни волн располагать параллельно действию сжимающих сил.

В зависимости от назначения конструкций толщину их рекомендуется принимать следующим образом: для панелей стен пролетом до 3 м — 80 мм, 6 м — 120...150 мм; плит покрытий менее 3 м — 100 мм; до 6 м — 160...200 мм.

Практика проектирования и эксплуатации показала, что при использовании трехслойных панелей в качестве плит покрытия пролет целесообразно принимать не более 6,0 м. В связи с требованиями жесткости дальнейшее увеличение пролета вызывает утолщение конструкции и перерасход материалов. Нижняя обшивка покрытия, работающая на растяжение, чаще всего делается из водостойкой фанеры или твердой древесно-волокнистой плиты. Для наружной нижней обшивки плиты пола, подверженной атмосферному и возможным механическим воздействиям, используют, как правило, стальной лист.

Плиты пола, как и панели несущих стен, монтируют на специальной раме из стали, которая является основанием всего блок-контейнера. Обычно в ней предусмотрены специальные гнезда для установки блок-контейнера на фундамент, а иногда и монтажные петли для подъема.

Размещение и размеры оконных и дверных проемов измеряют со стеновыми панелями и ребрами жесткости, размещаемыми в них. В месте устройства проема в панель в процессе ее изготовления закладывают по периметру проема деревянные рейки высотой в толщину утепляющего слоя, образуя обвязку проема. Это позволяет, с одной стороны, надежно и чисто крепить обшивку к этой обвязке, а с другой, — использовать ее в качестве дверной или оконной коробки.

Требованиям сборно-разборности отвечают болтовые соединения блок-контейнеров между собой. По периметрам всех проходов и дверных проемов зазоры между соседними блок-контейнерами герметизируют упругими прокладками из эластичных пенопластов

или резин, утепляют и закрывают специальными щитами.

Соединение в блок-контейнер бескаркасных панелей показано на рис. VII. 1. Здесь представлены конструктивные узлы системы «Мелиоратор», где панели лишь частично усилены деревянными брусками в местах опирания покрытия и сопряжения их с полом. Тонкостенные гнутые профили по наружному контуру блок-контейнера служат для крепления наружной обшивки из профилированного стального листа. Сопряжения между панелями блок-контейнера жесткие, обеспечивающие неизменяемость узлов, рассчитаны на герметизацию стыков с помощью упругих прокладок или заливаемых композиций пенопластов.

#### VII.2. Каркасно-панельные малоэтажные здания

Каркасно-панельные блок-контейнеры имеют несущий остов в виде жесткого металлического рамного каркаса с заполнением легкими панелями слоистой конструкции. По углам блока (при его длине до 6 м) размещаются стойки из профилированной стали круглого, квадратного или прямоугольного сечений. Они связаны в жесткий прямоугольный параллелепипед ригелями из уголков, швеллеров или двутавров. При увеличении длины блок-контейнера устанавливают промежуточные стойки каркаса, уменьшая тем самым пролеты для ригелей и соответственно их сечения. Для каркасов обычно используют строительную сталь различных марок и лишь в крайних случаях, когда требуется значительно снизить массу монтируемых конструкций, используют для этих целей алюминий. Заполнение коробов каркаса пенопластом, вспучивающимся в элементах, придает им жесткость, увеличивает несущую способность и улучшает теплозащиту помещений.

Ограждающие панели стен, несущие только собственную массу, имеют, так же как и при панельном несущем остове блок-контейнера, многослойную

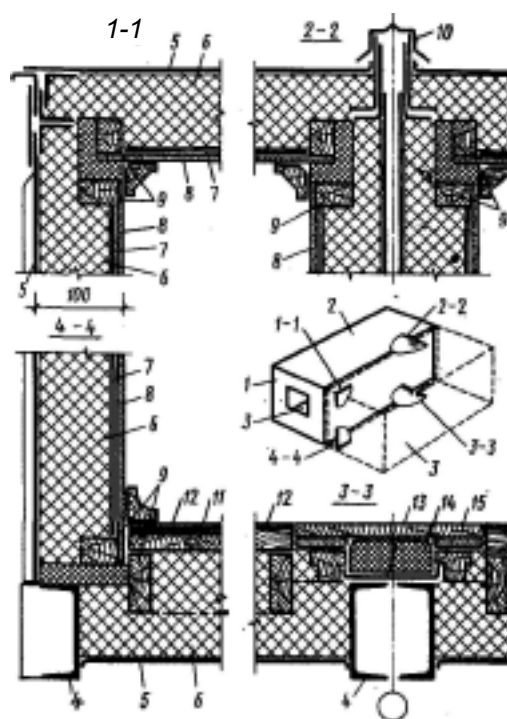


Рис. VII. 1. Панельный блок-контейнер системы «Мелиоратор» (Минводхоз СССР). Конструктивные узлы:

1 — стеновая панель; 2 — плита покрытия; 3 — плита пола; 4 — стальная опорная рама основания блок-контейнера; 5 — стальной лист  $\delta=0,8$  мм; 6 — утеплитель (пенопласт ФРП-1); 7 — парозащита (полиэтиленовая пленка  $\delta=0,15$  мм); 8 — водостойкая фанера  $\delta=6$  мм; 9 — деревянные бруски; 10 — нащельник; 11 — доска половая; 12 — линолеум; 13 — стальная пластина; 14 — утепляющая прокладка; 15 — доборный щит пола

конструкцию. Отличие состоит в снижении к ним требований прочности и жесткости. Для наружной обшивки панелей используют тонкие стальные или алюминиевые листы, стеклопластик, водостойкую фанеру или древесноволокнистые плиты с пленочным водоотталкивающим покрытием. Внутренняя обшивка панелей чаще всего выполняется из древесноволокнистой или древесно-стружечной плиты; находят применение и гипсокартонные листы. Утеплителями служат пенопласты различных марок, а также минеральная вата, шерсть или войлок.

Наличие несущего каркаса в блок-контейнерах определяет ряд существенных особенностей в проектировании

и назначении размеров проемов. Конструкция позволяет устраивать проемы по длине, равные в плане расстоянию между стойками каркаса, а по высоте они могут быть приняты от уровня пола до низа ригеля. Можно представить себе блок-контейнер, закрытый панелями только с коротких торцов. Поставленные в ряд несколько таких блоков своими длинными сторонами образуют залное помещение шириной до 6 м. Устройство же обычных оконных и дверных проемов, так же как и в блок-контейнерах с несущими панельными стенами, требует установки обрамления по периметру проема, которое выполняется чаще всего из деревянного бруска, бакелизированной фанеры или путем загиба обшивки панели.

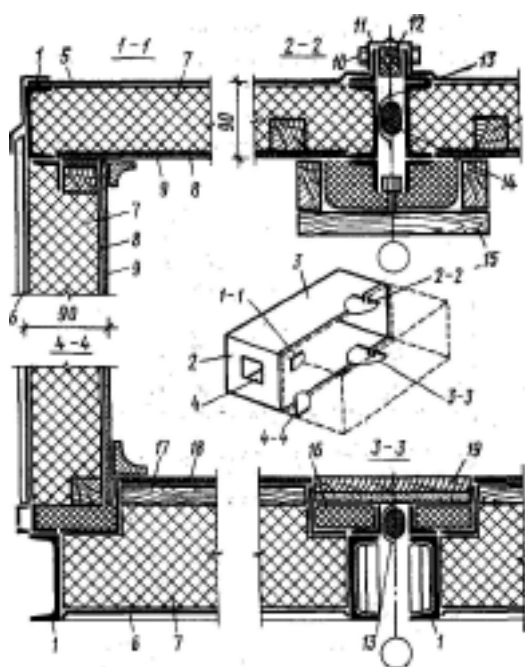


Рис. VI 1.2. Каркасно-панельный блок-контейнер системы «Комфорт» (Госагропром СССР). Конструктивные узлы:

1 — несущий каркас блок-контейнера из стальных прокатных швеллеров; 2 — стеновая панель; 3 — плита покрытия; 4 — плита пола; 5 — стальной лист  $6 = 0,8$  мм; 6 — гофрированный стальной лист  $6 = 0,8$  мм; 7 — утеплитель (пенопласт ФПП-1 или ПСБ-С); 8 — пароизоляция (полиэтиленовая пленка  $6 = 0,15$  мм); 9 — древесно-волоконная плита; 10 — болты; 11 — нащельник; 12 — брусок-вкладыш; 13 — скоба; 14 — гернит; 15 — деревянный короб; 16 — утепляющая прокладка; 17 — дощатый пол; 18 — линолеум; 19 — доборный щит пола

В отличие от вертикальных ограждающих панелей стен плиты покрытия и пола являются элементами, несущими и временную нагрузку. Их конструкция усиливается размещением дополнительных прогонов — балок из швеллеров или деревянных брусков. Плиты имеют слоистую конструкцию с наружной и внутренней обшивками и утепляющим слоем.

Ненесущие панели ограждающих поверхностей устанавливаются в пространственном каркасе одним из двух способов: в плоскости каркаса или внутри него. В последнем случае стоечные и ригельные части выступают из плоскости стен и образуют обрамление блок-контейнера.

Первый способ является самым выгодным с точки зрения выхода полезной площади, чем, видимо, и объясняется его широкое использование. Размещение утепляющих панелей в плоскости каркаса создаёт дополнительные теплотехнические трудности ликвидации «мостиков холода» через сами стойки и ригели. Значительно уменьшить промерзание удастся заполнением полостей трубчатых каркасов эффективными утеплителями и тщательной заделкой стыка обшивок панелей утепляющими и герметизирующими прокладками. Установка панелей в плоскости несущего каркаса иногда позволяет частично включать их в статическую работу. Тогда несущие элементы каркаса могут быть приняты несколько меньших сечений.

Блок-контейнеры системы «Комфорт» (рис. VII. 2) имеют рамный каркас, выполненный из стальных швеллеров. В их плоскости размещены и ограждающие панели. Технология заводского производства предусматривает конвейерную сборку блок-контейнеров с использованием панелей максимальной готовности (огрунтованных, с гидротеплоизоляцией и облицовкой внутренних поверхностей). Блокирование по длинной стороне осуществляется четырьмя винтовыми стяжками с прокладкой утеплителя и гернита.

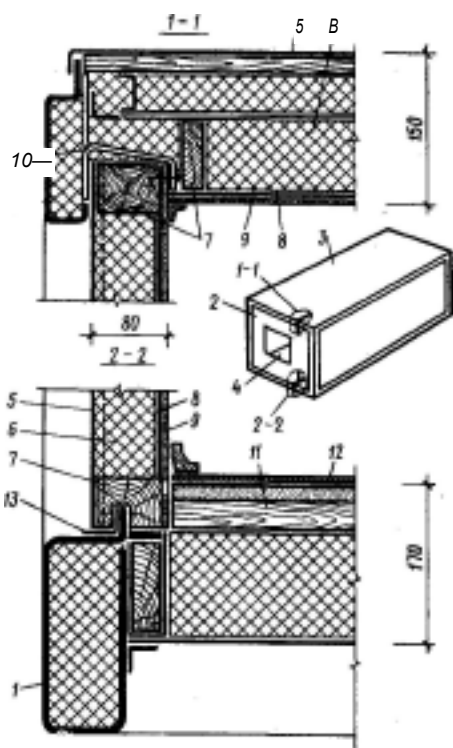


Рис. VII.3. Каркасно-панельный блок-контейнер системы «Универсал» (Главмосмонтажспецстрой). Конструктивные узлы:

1 — несущий каркас блок-контейнера из тонкостенных гнутых стальных профилей; 2 — стенная панель с обрамляющим каркасом из деревянных брусков; 3 — плита покрытия с элементами жесткости из деревянных брусков и гнутых стальных профилей; 4 — плита пола, усиленная ребрами из деревянных брусков; 5 — стальной лист; 6 — утеплитель (пенопласт, вспенивающийся в конструкции); 7 — деревянные бруски; 8 — пароизоляция (полиэтиленовая пленка  $\delta=0,15$  мм); 9 — древесно-волокнистая плита; 10 — стальная скоба для крепления панели; 11 — дощатый пол; 12 — линолеум; 13 — прокладка из резины

Установка панелей внутри каркаса является самой невыгодной с точки зрения выхода полезной площади. Однако отсутствие «мостиков холода», возможность легкого соединения нескольких блок-контейнеров в одно целое могут стать определяющими при выборе конструктивного решения. В системе «Универсал» (рис. VII. 3) панели стен расположены внутри каркаса. Сам каркас выполнен из тонкостенных гнутых стальных профилей коробчатого типа. Заполненные пенопластом, они становятся не только жесткими и прочными, но и улучшают теплоизоля-

цию углов помещений. Соединение блок-контейнеров между собой осуществляется болтовыми стяжками. При этом зазор герметизируется прокладкой гернита и закрывается снаружи нательниками.

### VII.3. Малоэтажные здания из объемных блоков

Под объемными блоками подразумеваются в отличие от уже рассмотренных блок-контейнеров такие элементы, выполняемые в металле или пластмассе, которые работают под нагрузкой как оболочковые системы. Они представляют собой пространственно жесткие скорлупы.

Серийно выпускаемые объемные блоки системы ЦУБ (рис. VII. 4, о) выполнены в виде сварной круговой цилиндрической оболочки из листовой стали толщиной 2,0 мм. Диаметр цилиндра — 3,2 м, длина — 9,6 м. Жесткость оболочки обеспечивает стальной

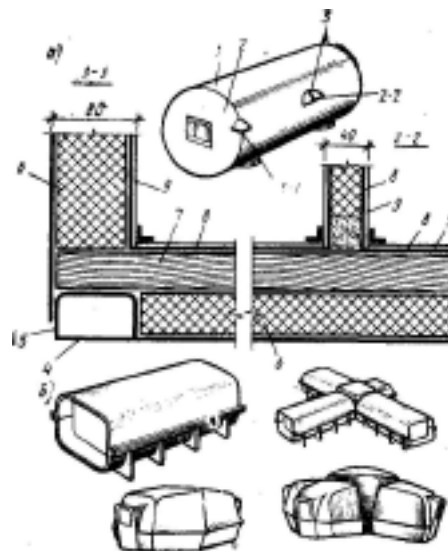


Рис. VII.4. Объемные блоки из металла и пластмасс;

а — объемный блок из стали системы «ЦУБ» (Миннефтегазстрой СССР); б — примеры объемных блоков из стеклопластиковых скорлуп; 1 — сварной цилиндрический корпус блока из стали; 2 — торцевая стенная панель; 3 — внутренняя перегородка; 4 — стальной лист  $\delta=2$  мм; 5 — ребра жесткости из гнутого стального профиля; 6 — утеплитель (пенополистирольный пенопласт); 7 — деревянные бруски  $30 \times 60$  мм; 8 — водостойкая фанера  $\delta=4$  мм; ? — декоративный пластик



каркас, выполненный из гнутых тонкостенных профилей. Утеплителем служат плиты из полистирольного пенопласта. Торцовые стены представляют собой трехслойные панели типа «сэндвич» с наружной обшивкой из стального листа. Внутренняя обшивка выполнена из водостойкой фанеры и склеена пластиком.

При формовке разнообразных форм из стеклоткани, пропитанной различными синтетическими смолами, получают различные по внешнему виду объемные блоки из стеклопластика (рис. VII. 4, б). Их пространственная жесткость достигается формовкой скорлуп блока на большеразмерной сборно-разборной матрице или при склеивании в заводских условиях отдельных монтажных частей блока в единое целое.

Готовый объемный блок представляет собой единую монолитную трехслойную конструкцию. Это два защитных слоя скорлуп из стеклопластика и средний слой из пенопласта, вспученного между ними. Пенопласт прочно связывает в одно целое обе скорлупы.

Форма блока в значительной степени предопределяет распределение и концентрацию напряжений в ограждающих конструкциях. Так, углы в объемном блоке целесообразно проектировать скругленными, в местах концентрации напряжений размещают ребра жесткости, которые целесообразно совмещать с архитектурными профилями. Заводской стык отдельных элементов блока рационально предусматривать в зонах наименьших моментов.

При конструировании необходимо предусмотреть усиление конструкций пола блока. Для этого между наружной и внутренней скорлупами размещают деревянные бруски во вспениваемом пенопласте. Специальные ребра жесткости, отформованные в процессе получения стеклопластиковых скорлуп, образуют обвязки для оконных и дверных проемов. Во избежание концентрации напряжений в углах проемов целесообразно проектировать их скругленными.

Объемный блок не требует специальной влагозащиты, так как его наружный слой диффузно герметичен.

## VIII Глава. Перекрытия и полы

### VIII 1.1. Требования к перекрытиям междуэтажным, чердачным, над подпольем, над подвалом

Малозэтажные жилые здания массового строительства по капитальности относятся к III—IV классам, соответственно долговечность конструкций перекрытий должна быть не ниже III степени, а их огнестойкость не ограничивается: перекрытия могут быть и неогораемыми, и трудногораемыми, и гораемыми. Перекрытия ограждают (изолируют) внутренние помещения от внешних воздействий (см. § II.4 и рис. VII 1.1). Технические решения, обеспечивающие хорошие звуко- и теплоизоляционные качества перекрытия, различны, хотя в некоторых случаях средства, их обеспечивающие, могут

совпадать. В качестве звуко- и тепло- и теплоизоляционных материалов в малозэтажном строительстве применяют плитные и рыхлые материалы, такие, как легкие или ячеистые бетоны, минеральная вата и др.; хорошими звукоизоляционными материалами благодаря «вязкости» структуры, в которой гаснут звуковые волны, являются засыпки из песка или шлака. Для заделок неплотностей в конструкциях перекрытий применяют гипсовые, глиняные, известковые растворы. Для погашения звуков от ударов и трения (ходьба, передвижение мебели) применяют прокладки из упругих материалов — древесно-волоконистых плит толщиной 25 мм, древесно-стружечных и других ленточных или штучных материалов. Прокладки укладывают на

деревянные или железобетонные балки в местах опирания лаг или настила (рис. VIII.2—VIII.4) или на плиту перекрытия. Ударный шум поглощается также непосредственно упругими материалами пола, такими, как линолеум иа тепло- и звукоизолирующей (упругой) подоснове (тапифлекс), поливинилхлоридные плитки.

Для защиты утеплителя от проникновения в него паров из помещения устраивают пароизоляционные слои из

рулонных материалов, таких, как пергамин, рубероид, толь, а также из алюминиевой фольги, пленки, битумной обмазки или глиняной смазки. В чердачном перекрытии пароизоляционный слой располагают под утеплителем, а в перекрытиях над подпольем, над подвалом, под полом эркеров — над утеплителем (см. рис. VIII.1). Если полы этих перекрытий выполнены из гидроизоляционных материалов, например из плиток керамических, поливинил-

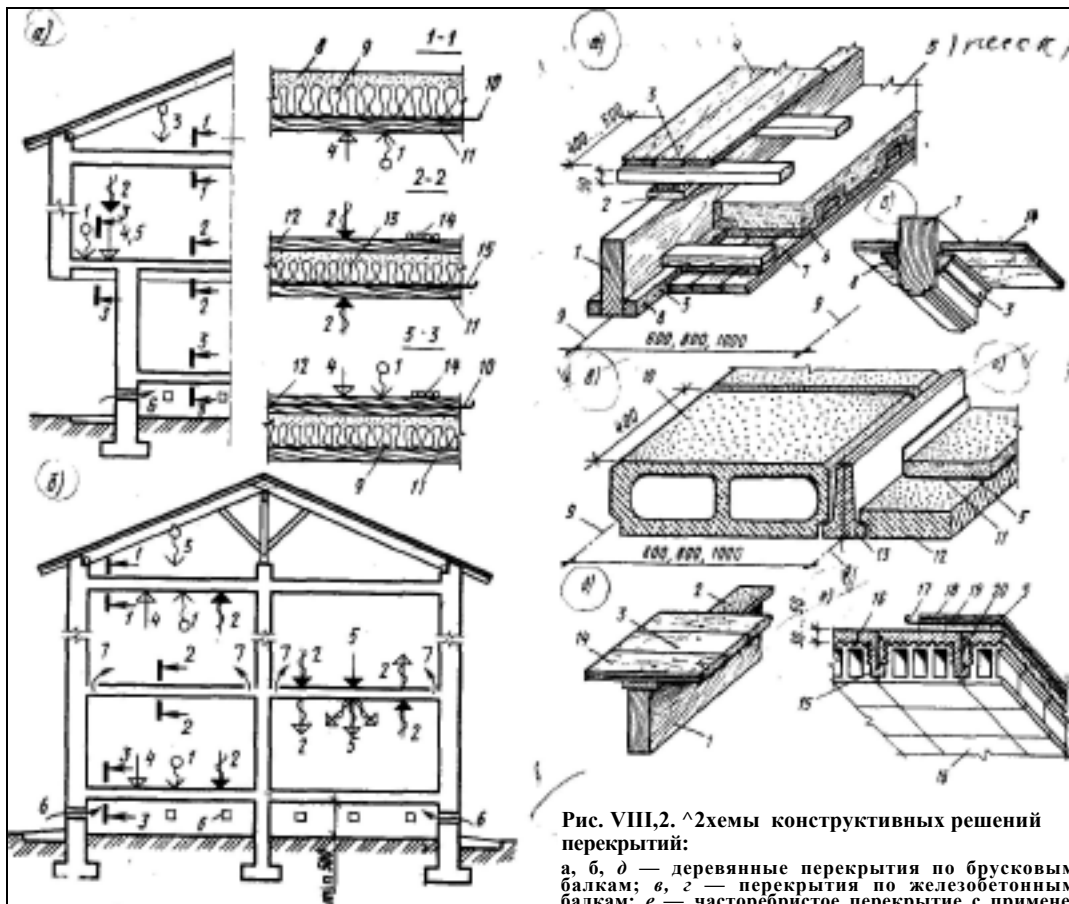


Рис. VIII.2. ^2хемы конструктивных решений перекрытий:

а, б, д — деревянные перекрытия по брусковым балкам; в, г — перекрытия по железобетонным балкам; е — часторбистое перекрытие с применением пустотелых керамических блоков (а — с квадратными черепными брусками; б — с черепными брусками, расположенными в середине высоты балки; и — с накатом поверху балки); / — деревянная брусковая балка одинарная из цельной древесины; 2 — упругая прокладка; 3 — гвоздь; 4 — дощатый пол по лагам; 5 — песок; 6 — смазка глиной; 7 — деревянный щитовой накат; 8 — черепной брусок; 9 — оси балок; 10 — двухпустотный железобетонный вкладыш; // — толь; 12 — плита гипсовая или железобетонная; 13 — железобетонная балка таврового сечения; 14 — дощатый настил (накат); 15 — железобетонные ребра-балки; 16 — пустотелый блок-вкладыш; 17 — рубероид; 18 — паркет; 19 — асфальт; 20 — арматура

"Рис. VIII.1. Перекрытия и основные воздействия на них' (вертикальные нагрузки и горизонтальные силовые воздействия не показаны):

а, б — разрезы. Перекрытия (1-1 — чердачное; 2-2 — междуэтажное; 3-3 — над подпольем или консольно выступающего элемента здания); / — диффузия водяного пара; 2 — воздушный шум; 3 — капель с крыши; 4 — тепловой поток; 5 — ударный шум; 6 — вентиляция подполья; 7 — вентиляция перекрытия; 8 — стяжка; 9 — утеплитель; 10 — пароизоляция; // — щитовой накат; /2 — покрытие; 13 — звукоизоляция; 14 — вода при мытье полов; 15 — гидроизоляция

хлоридных и других на прослойке из битумной или дегтевой мастики, из раствора на жидком стекле и т. п., то слой пароизоляции устраивать не надо, так как полы являются пароизоляционной защитой. Деревянные перекры-

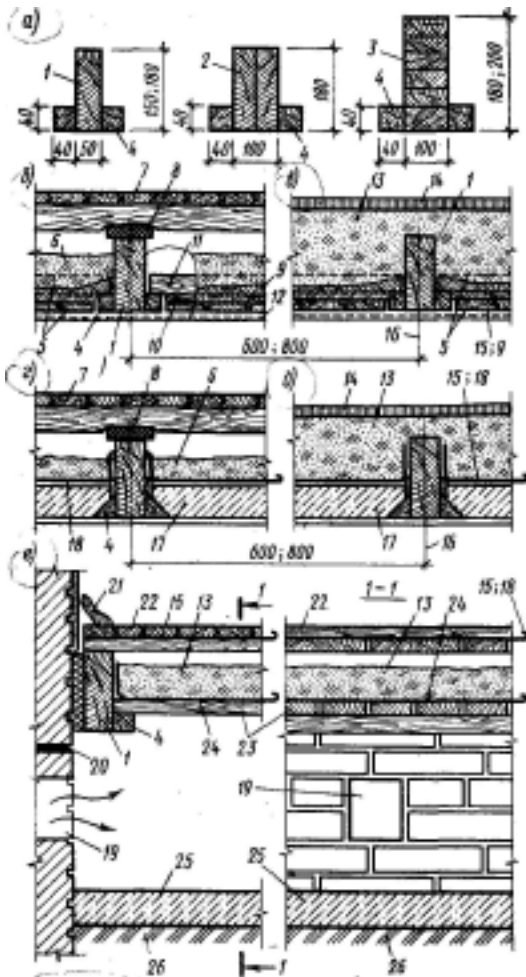


Рис. VIII.3. Перекрытия по деревянным балкам:

а — сечения балок; б—д — перекрытия по брусковым балкам; е — теплый пол первого этажа по балкам; 1—балка брусковая одинарная из цельной древесины; 2 — балка составная из цельной древесины; 3 — балка клееная; 4 — черепной брусок; 5 — деревянный щитовой накат; 6—песок; 7 — дощатый пол по лагам; 8 — упругая прокладка; 9 — подкладка под планку сечением 80X25 мм; 10 — поперечная планка сечением 80X32 мм; 12 — мокрая штукатурка по дранке; 13 — насыпной утеплитель (шлак, керамзит и др.); 14 — стяжка; 15 — пароизоляция; 16 — ось балки; 17 — накат из гипсовых или легкобетонных плит; 18 — толь; 19 — продух; 20 — гидронизоляционный слой; 21 — плинтус; 22 — дощатый пол по настилу; 23 — дощатый настил; 24 — пергамент; 25 — подстилающий слой; 26 — угрбованный грунт

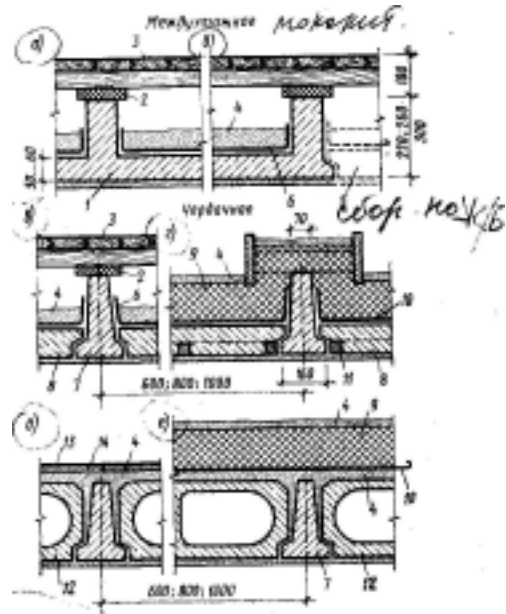


Рис. VIII.4. Перекрытия монолитные и сборные по железобетонным балкам:

а, б — монолитные; в, г — сборные на железобетонном балке с гипсовыми плитами; д — то же, с легкобетонными вкладышами (б — узел сопряжения монолитного участка со сборным перекрытием по железобетонным балкам; е — пример устройства пола из линолеума); 1 — монолитный железобетон; 2 — упругая прокладка; 3 — дощатый пол по лагам; 4 — песок не менее 20 мм; 5 — условно показано сборное перекрытие; 6 — толь; 7 — железобетонная тавровая балка; 8 — плита гипсовая или легкобетонная; 9 — утеплитель (минеральная вата и др.); 10 — пароизоляция; 11 — деревянный каркас; 12 — двухпустотный легкобетонный вкладыш; 13 — линолеум по прослойке из холодной мастики на водостойких вяжущих; 14 — стяжка из легкого бетона 20 мм

тия малоэтажных зданий должны удовлетворять требованию по биостойкости, т. е. не должны подвергаться загниванию, особенно в местах заделок балок в гнезда при примыкании перекрытий к стенам. Повышение долговечности деревянных конструкций достигается применением воздушно-сухого леса и антисептированием древесины. Однако только одних этих мероприятий против загнивания древесины деревянных конструкций недостаточно, необходимо предусмотреть и ряд конструктивных мероприятий, способствующих высыханию древесины, а именно: конструировать перекрытия без образования мостиков холода и предусматривать вентиляцию перекрытий.

### VIII.2. Типы перекрытий из мелкогазонагруженных элементов

Перекрытия из мелкогазонагруженных элементов, применяемые в малоэтажных жилых и общественных зданиях, различаются: по конструктивным признакам — балочные и плитные (последние рассматриваются в разделе V); по материалам — деревянные, железобетонные и железобетонные с керамическими вкладышами; по способу производства работ — сборные, сборно-монолитные и монолитные. Перекрытия подразделяются также на перекрытия с гладким потолком и ребристые. Основной тип балочных перекрытий малоэтажных зданий — по деревянным балкам. Для того чтобы по междуэтажному перекрытию можно было ходить и ставить мебель, необходимо устроить пол из досок, которые укладывают по латам, — по дощатому настилу или непосредственно по балкам. Для обеспечения хорошей звуко- или теплоизоляции применяют засыпку или плитные материалы, которые укладывают на накат, располагаемый между балками и опираемый на черепные бруски, прибиваемые к балкам. Простейшая конструкция междуэтажного перекрытия состоит из деревянных стандартных брусовых балок прямоугольного сечения, черепных брусков квадратного сечения, стандартного щитового наката, слоев толя и звукоизоляции, а также дощатого пола, укладываемого по лагам (рис. VIII.2, а; VIII.3, б). Все остальные конструктивные решения перекрытий являются разновидностью данной основной схемы. Так, при замене деревянных балок на железобетонные эта принципиальная схема не изменяется: балки имеют тавровое сечение, т. е. сечение, аналогичное сечению деревянной балки с черепными брусками. По железобетонным балкам укладывают гипсовые или легкогобетонные накаты из плит (рис. VIII.4, в, г). Применение таких накатов экономит лесоматериалы, снижает стоимость перекрытия и уменьшает тру-

довые затраты; к недостаткам рыхлых накатов следует отнести их большой вес по сравнению с деревянными накатами. Разновидностями накатов по железобетонным балкам являются легкогобетонные или гипсбетонные пустотелые вкладыши высотой, одинаковой с высотой балки (рис. VIII.2 и VIII.4). Применение данных вкладышей в конструкции перекрытия позволяет располагать непосредственно на них пол из рулонных материалов, например из линолеума, предварительно устроив подготовку основания под такой пол. При применении гипсовых или легкогобетонных накатов в перекрытиях по деревянным балкам форму черепных брусков делают треугольной (рис. VIII.3, г, д) — во избежание скалывания концов облегченных плит. Разновидностью основной конструктивной схемы деревянного перекрытия является расположение черепных брусков в средней части балки по высоте (рис. VIII.2, б). Это делают при увеличении высоты балок или при устройстве ребристого потолка в интерьере помещения: при применении фасонных черепных брусков и фигурной нижней части самой балки используют приемы народного творчества (рис. VIII.2, б). Расположение дощатого настила поверх балок позволяет получать перекрытия с открытыми балками — ребристый потолок (рис. VIII.2, д). Применение такой конструкции оправдало себя в чердачных перекрытиях и в перекрытиях санузлов, где желательны балки оставлять открытыми для проветривания.

Деревянные и железобетонные балки укладывают в перекрытиях на расстоянии друг от друга (в осях) 0,6; 0,8; 1,0 м. Деревянные балки изготавливают из хвойных пород (сосна, ель, лиственница). Для массового малоэтажного строительства балки рекомендованы двух типов — из цельной и из клееной древесины (рис. VIII.3, а). Размеры сечения балок и максимальную длину их определяют расчетом. Длина деревянных балок обычно не превышает 6 м. Так, балки из цельной древесины сечением 50x150 и

50X180 мм применяют для пролетов 2,4...3,6 м. Балки из клееной древесины сечением 100X180 и 100X200 мм применяют для пролетов 4,2...6,0 м. Допускается изготовление балок и с большими размерами сечений. Щитовой накат изготавливают типовых размеров с расстоянием между осями балок равным 600 мм. При изготовлении наката обычно используют отходы древесины (горбыли, обрезки досок).

Железобетонные балки таврового сечения изготавливают для пролетов 4,8 и 6,0 м высотой 220..260-мм, а для пролета 6,6 м — 300 мм. Для предохранения деревянных балок и лаг от загнивания и для просыхания звуко- и теплоизоляционного слоя необходимо предусматривать вентиляцию перекрытий, низкого подполья при полах на лагах и высокого подполья, перекрытие над которым выполнено по балкам. Вентиляция междуэтажных перекрытий и низкого подполья при полах на лагах выполняется через решетки, устанавливаемые в углах комнат или через щелевые плинтусы (рис. VIII.1, 7). С той же целью все деревянные части перекрытия (за исключением балок) не доходят до стен (лаги, щитовой накат, доски пола, паркет), оставляя зазор 5...10 мм. Для вентиляции подполья в стенах цоколя устраивают продухи размером не менее 250x250 мм. Эти продухи на лето открывают для просушки подполья, а на зиму закрывают утепленными деревянными заглушками. Для проветривания деревянных балок перекрытий в санитарных узлах не рекомендуется их снизу закрывать подшивкой; кроме того, в помещении санитарного узла необходима хорошо действующая вентиляция. Перекрытия в санитарных узлах желательно выполнять из железобетонных плит или по железобетонным балкам.

Сборно-монолитная часторебристая конструкция перекрытия с пустотелыми керамическими блоками (вкладышами) применяется в районах, располагающих запасами высококачественных керамических глин. В данной кон-

струкций керамические блоки являются опалубкой и одновременно улучшают звуко- или теплоизоляционные качества перекрытия; забетоненные участки между блоками, в которых расположены арматурные каркасы, являются несущими ребрами-балками, расстояние между которыми определяется шириной блоков-вкладышей. В случае необходимости придания большей прочности и жесткости перекрытию поверх вкладышей устраивают железобетонный слой толщиной 30...50 мм, монолитно связанный с железобетонными ребрами-балками, поверх которого располагается пол. Недостатками таких перекрытий являются: сложность бетонирования промежутков между блоками, в которых уложены арматурные каркасы (необходимо применение «литого» бетона с мелкой фракцией заполнителя), и необходимость устройства опалубки по лесам. При проектировании малоэтажных зданий иногда приходится производить замоноличивание нетиповых участков перекрытий. Такие участки обычно выполняют из железобетона ребристыми — ребрами вверх или гаиз (см. рис. VII 1.4, а, б).

В чердачных перекрытиях возможно увлажнение деревянных балок сверху (капель с крыши). Для защиты балок от увлажнения сверху поверхность теплоизоляции покрывают слоем известкового или шлакоизвесткового раствора толщиной 20...30 мм (см. рис. VIII.3, в, д). Этот слой раствора (стяжка) достаточно паропроницаем и, следовательно, не препятствует выделению водяного пара из перекрытия, попавшего в него из помещения. При конструировании чердачных перекрытий по железобетонным балкам необходимо заботиться о том, чтобы не создавались мостики холода, вызывающие отсыревание внутренних поверхностей потолка. Железобетонные балки, выступающие в зону чердака, необходимо утеплять минераловатным войлоком или обсыпкой из материала, примененного в качестве утеплителя чердака (см. рис. VIII.4, г).

### VIII.3. Полы

Конструкция пола состоит из ряда последовательно лежащих слоев. *Покрытием пола* (чистым) называется верхний слой пола, непосредственно подвергающийся износу и другим эксплуатационным воздействиям. Покрытия полов подразделяются на полы из штучных материалов (досок, паркетная доска, линолеума и др.) и сплошные (бетонные, асфальтовые и др.). Наименование пола устанавливается по наименованию его покрытия. *Прослойка* — промежуточный соединительный (клеевой) слой, связывающий покрытие с нижележащим элементом пола (стяжкой) или перекрытием или же служащий для покрытия упругой постелью. *Стяжка* — слой, служащий для выравнивания поверхности подстилающего слоя или основания и для придания покрытию требуемого уклона. Кроме того, стяжку применяют для устройства жесткой или плотной корки по нежесткому или пористому тепло- или звукоизоляционному слою. Стяжка по сплошному тепло- или звукоизоляционному слою перекрытия допускается при сосредоточенных нагрузках на пол не более 0,2 кН. Материалом для стяжки служат цементно-песчаный раствор, бетон, легкий бетон, асфальт, древесноволокнистые плиты. *Основанием для пола* являются перекрытие «ли слой грунта (в полах на грунте), воспринимающие все нагрузки, действующие на пол. *Подстилающий слой* (подготовка) применяется для распределения нагрузки на основание.

В малоэтажных зданиях особого внимания заслуживают конструктивные схемы решения полов первых этажей. Их выполняют по трем схемам: полы по балкам, полы по лагам и полы на грунте. Полы по балкам устраивают над холодными подпольями, если уровень чистых полов первых этажей выше уровня земли на 0,8...1,0 м (см. рис. VIII.3, e). Несущая конструкция пола первого этажа по балкам аналогична конструкции пола междуэтажного перекрытия. Отличием является

место расположения пароизоляционного слоя, который располагается между дощатым полом и настилом. Для защиты перекрытия от увлажнения капиллярной влагой в стенах ниже уровня заделки балок в стены устраивают слой гидроизоляции. Полы по лагам применяются в малоэтажных зданиях первых этажей при высоте подполья не более 250 мм (рис. VIII.5). Лаги опирают на кирпичные или бетонные столбики высотой 200...250 мм, которые ставят на известково-щебеночную, известково-песчаную или глиняную подготовку толщиной 100...120 мм, укладываемую на утрамбованный грунт. Лаги опирают на деревянные антисептированные прокладки шириной 100...150 мм, длиной 200...250 мм и толщиной не менее 25 мм. На столбики для изоляции лаг от капиллярной влаги под деревянные прокладки укладывают два слоя толя или слой рубероида. Если уровень чистого пола первого этажа выше уровня земли на 0,1 м, то для устройства полов на лагах требуется подсыпка из утрамбованного грунта высотой 0,5...0,7 м. Во избежание осадки пола эту подсыпку укладывают слоями по 120...200 мм с доливкой водой и тщательным трамбованием. Расстояние между лагами (пролет покрытия), толщина и пролет лаг/зависят от принятого покрытия пола и нормативных полезных нагрузок, допускаемых на этот пол. Обычно в малоэтажных зданиях в качестве полов по лагам принимают дощатые полы, паркетные доски, щиты. В помещениях с такими полами нормативные нагрузки на пол не превышают 4 кН/м<sup>2</sup>. Для таких нагрузок лаги выполняют прямоугольного сечения шириной 80...100 мм. При толщине лаг 40 мм пролет лаг принимается не более 0,8...0,9 м, а при толщине лаг 50 мм — 1...1,1 м. Расстояние между лагами (пролет конструкции пола) принимают равным 400...500 мм (рис. VIII.5, a). При размещении лаг, по которым уложен дощатый пол, необходимо учитывать направление потока света из окон в помещение. Желательно, чтобы про-

дольные стыки досок были бы параллельны потокам света, что делает эти стыки менее заметными в интерьере. Можно располагать лаги под углом  $45^\circ$  к наружной фасадной стене здания, что позволяет укладывать доски пола в нужном для каждой комнаты направлении.

Полы на грунте применяют в первых этажах некоторых гражданских малоэтажных зданий. Основанием для пола служит слой грунта (рис. VIII.5, в, з). По нему укладывается подстилающий слой (подготовка), служащий для распределения нагрузки от пола на основание. Выбор типа подстилающего слоя зависит от нагрузки на пол, применяемых материалов и свойств грунта. Толщину известково-песчаного и асфальтобетонного подстилающего слоя принимают не менее 60 мм; шлакового, гравийного, известково-щебе-

ночного и глинобитного — не менее 80 мм; бетонного в жилых и общественных зданиях — не менее 80 мм. Если необходима защита пола от грунтовых вод, устраивают гидроизоляцию (рис. VIII.5, г), которую располагают под подстилающим слоем.

Полы из штучных материалов включают паркетные, дощатые и др. В малоэтажных зданиях наибольшее применение получили полы дощатые (рис. VIII.2, а; VIII.3, б, з, е; VIII.4, а, в), из паркетных досок и щитов (рис. VIII.5, б), из линолеума (рис. VIII.4, д), из керамических плиток. Полы дощатые, из паркетных досок устраивают главным образом в жилых помещениях, где пол не подвергается сильному изнашивающему воздействию. Пол из досок толщиной 29...37 мм укладывают по лагам, по настилу или непосредственно по балкам. Стыки до-

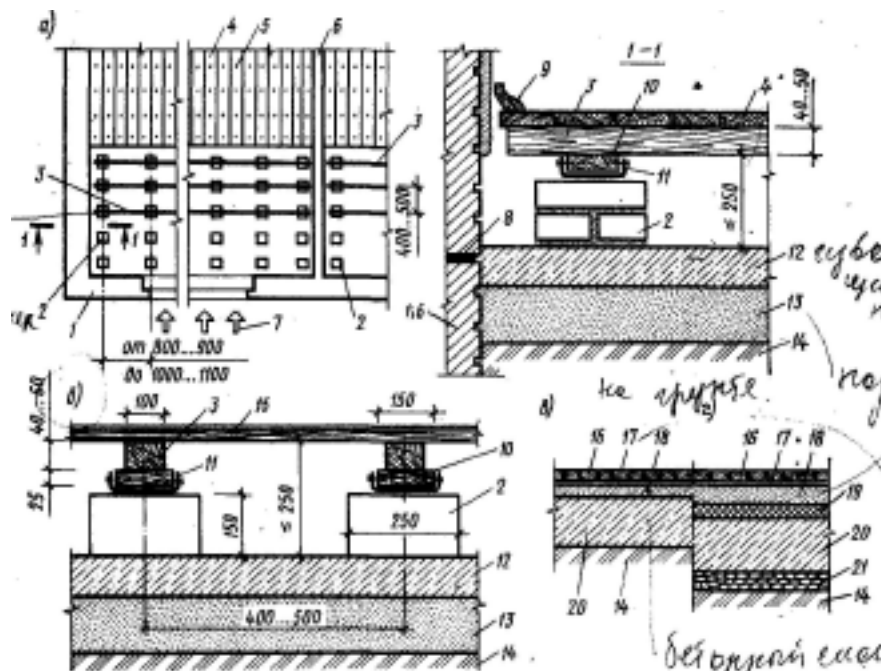


Рис. VIII.5. Конструкции полов первых этажей по лагам и на грунте: а — дощатый пол по лагам (схема плана и разрез 1-1); б — пол из паркетных досок или щитов; в, з — пол на грунте; 1 — Наружная стена; 2 — кирпичный или бетонный столбик; 3 — лага; 4 — дощатый пол по лагам; 5 — гвозди; 6 — внутренняя стена; 7 — направление света в помещение; 8 — гидроизоляционный слой; 9 — галтель; 10 — антисептированная прокладка; // — два слоя толя; 12 — известково-щебеночная подготовка; 13 — подсыпка; 14 — утрамбованный грунт; 15 — пол из паркетных досок или щитов; 16 — покрытие пола (паркет); 17 — прослойка из холодной мастики на водостойких вяжущих; 18 — стяжка из цементно-песчаного раствора; 19 — теплоизоляция; 20 — бетонный подстилающий слой; 21 — гидроизоляция

сок пола по длине должны находиться на лагах или балках. Полы из *паркетных досок* толщиной 25...27 мм устраивают только в помещениях с сухим режимом эксплуатации, так как частое и обильное увлажнение пола приводит к короблению досок и отклеиванию планок лицевого покрытия. К балкам и лагам паркетные доски прибиваются гвоздями. Укладка *щитового паркета* толщиной 30 мм аналогична укладке полов из паркетных досок. *Штучные паркетные полы* набирают из паркетной клепки (планок) толщиной 16 мм, изготавливаемой из твердых пород дерева: дуба, бука, клена, реже из хвойных пород (например, лиственницы толщиной 19 мм). Кромки клепок имеют пазы и гребни. Клепки соединяются между собой в шпунт. Штучный паркет в малоэтажных зданиях устраивают по балочным междуэтажным перекрытиям, а также при устройстве полов на грунте. В междуэтажных перекрытиях паркетную клепку укладывают по сплошному дощатому настилу, уложенному на балки через упругие проклад-

ки. При укладке паркетного пола по дощатому основанию предварительно настилают слой картона или несколько слоев тонкой бумаги для предупреждения скрипа при ходьбе. Паркет к доскам крепят гвоздями, прибиваемыми в пазы каждой клепки; такой паркетный пол дорог и трудоемок. Штучный паркет иногда настилают также и по цементно-песчаной стяжке или по стяжке из литого асфальтобетона. В перекрытиях малоэтажных жилых зданий данная конструкция пола применяется редко; чаще — в пол>х на грунте.

Устройство полов из линолеума, из" керамических (метлахских) плиток и т. д. см. в разделе IV.

Сплошные полы (цементные, бетонные, асфальтовые, мастичные и др.) в малоэтажных жилых зданиях применяются в подвальных помещениях; большое применение эти полы получили при строительстве промышленных зданий и в подвальных помещениях гражданских зданий (см. раздел IV).

## IX Глава. Крыши и кровли зданий малой и средней этажности

### IX.1. Скатные крыши и чердаки. Общие сведения

Скатные крыши являются одной из разновидностей покрытий зданий, ограждающих их сверху от различных атмосферных воздействий. Скатными крыши названы потому, что геометрически выполняются в виде одной или нескольких наклонных плоскостей — *скатов*, способствующих быстрому стеканию дождевых и талых вод. Обычно эти скаты, наклон которых достаточно велик, устраиваются над чердаком, вследствие чего их называют чердачными скатными крышами в отличие от бесчердачных (совмещенных) покрытий.

"Конструктивно скаты состоят из верхнего водонепроницаемого ограждающего слоя — *кровли* и поддержи-

вающей ее системы несущих элементов крыши — *стропил* и *обрешетки* (рис. 1X.2,к). Эти несущие элементы крыши должны обеспечивать надежность ее работы в течение всего срока эксплуатации при восприятии всех видов силовых воздействий, из которых важнейшими являются: временные снеговые нагрузки (их нормативные значения различны для районов СССР — от 0,5 до 2,5 кН/м<sup>2</sup>); временные горизонтальные ветровые нагрузки (давления скоростных напоров ветра также различны для районов СССР — от 0,27 до 1,0 кН/м<sup>2</sup>); собственная масса конструкции; нагрузки, возникающие при эксплуатации покрытия (ремонт и т. д.).

Требования к материалам кровли вытекают из ее назначения: водонепроницаемость, морозостойкость, стой-



кость против воздействия солнечной радиации, стойкость к химической агрессии веществ, осаждающихся из атмосферы, и т. д. Область применения чердачных скатных крыш ограничивается в основном гражданскими зданиями малой и средней этажности. Применение таких крыш в зданиях свыше пяти этажей не рекомендуется. Это связано с трудностями уборки снега, необходимостью отвода воды через внутренние водостоки (СНиП 2.08.01—85) и т. п.

Форма крыш и материал кровли играют весьма важную роль в архитектуре зданий небольшой этажности. При установлении формы крыши существенное значение имеет уклон ее скатов или, что то же, *уклон покрытия*. Он определяется плоским углом наклона ската к условной горизонтальной плоскости и выражается в градусах, процентах, через тангенс этого угла в виде простой дроби ( $C/4$ ,  $V/10$ ) или десятичной (0,25; 0,1 и т. д.).

Уклон покрытий тесно связан с кровельным материалом: каждому материалу присущи допустимые пределы этого уклона (см. табл. IX. 1). Вместе с тем, устанавливая уклон, архитектор должен принимать во внимание и климатические условия места строительства. Так, в районах со значительными снегопадами желательно, избегать отложений снега, имея в виду, что при уклоне ската  $60^\circ$  снег не держится на кровлях, а при гладких поверхностях кровель и при углах  $45^\circ$  в районах со значительной величиной ветрового напора нерациональны высокие крыши; в южных районах, где значительна солнечная радиация, не рекомендуется пологая кровля темных тонов и т. п.

Для скатов чердачных крыш чаще всего принимают уклоны от  $1 : 5$  до  $1 : 1$ . При меньших уклонах применяются другие кровельные материалы, и, как правило, другие конструктивные решения — совмещенные (бесчердачные) покрытия (более подробно рассмотрены в гл. XIII).

Такие покрытия с уклонами порядка  $1 : 20$ ,  $1 : 10$  (5 и 10%) называют *пологими*. покрытия с уклоном кровель до 2,5% называют *плоскими*. Обычно их используют для устройства террас, открытых площадок на крышах и т. д., т. е. как эксплуатируемые плоские покрытия.

По количеству скатов чердачные крыши бывают одно-, двух-, четырех- и многоскатными (рис. IX.1). Архитектуру крыши формируют также такие ее элементы, как полувальмы, слуховые окна, наличие мансард и т. п.

Ребро двугранного угла, образуемого в вершине крыши двумя скатами, называется *коньком*. Треугольный скат крыши, расположенный в торце вытянутого в плане здания, называется *вальмой*; неполный торцовый скат — *полувальмой*. Если же крыша заканчивается в торце вертикальной стеной, то могут быть два решения: торцевая стена поднимается выше поверхностей ската крыши, образуя *щипец*; скаты крыши перекрывают торцевую стену и выступают перед ней, образуя крытый сверху треугольный участок стены — *фронтон*. При устройстве на этой стене горизонтального карниза, отделяющего треугольный участок, образуется *тимапан* фронтона.

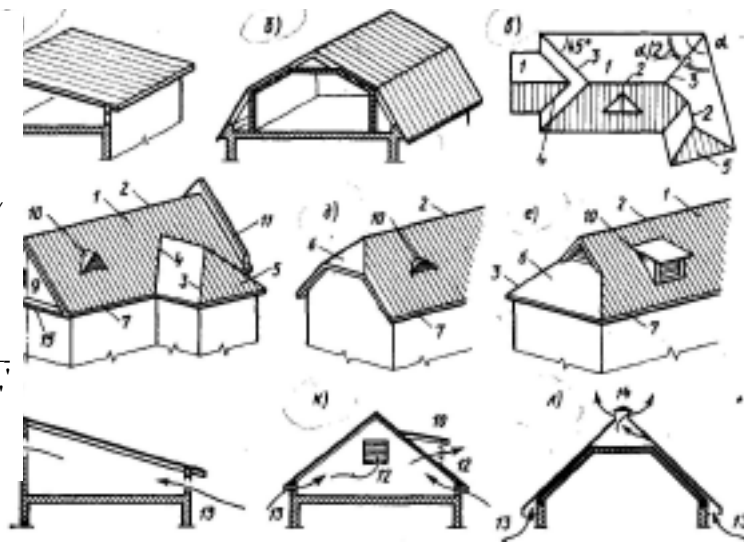
Выступ крыши перед фасадом, заканчивающийся капельником, препятствующим стеканию и смачиванию водой поверхностей стены, называется *свесом*. Вынос (расстояние от стены) этого свеса обычно  $50 \dots 60$  см.

В местах пересечения — соседних скатов образуется двугранный угол, который может быть выступающим и западающим. Линия пересечения выступающего угла называется *накосным ребром*; западающего — *ендовой*. Как правило, скаты кровли имеют одинаковый уклон. В этом случае положения линий накосного угла и ендовы в плане совпадают с биссектрисами углов здания (рис. IX.1).

Чердачные скатные крыши, как правило, не утеплены. Теплозащитные

Рис. Ч IX. 1. Основные формы чердачных скатных крыш:

а — односкатная; б — двухскатная ломаного профиля, с мансардой; в — пример построения плана скатов крыши; г, д, е — общий вид двускатных крыш с фронтоном, вальмой и полувальмой; и, к, л — схема проветривания чердаков, а также воздушных прослоек совмещенной крыши; 1 — скат; 2 — конек; 3 — наклонное ребро; 4 — ендова; 5 — вальма; 6 — полувальма; 7 — свес крыши; 8 — фронтон; 9 — тимпан фронтона; 10 — слуховое окно; 11 — щипец; 12 — решетка жалюзи; 13 — приточное отверстие; 14 — вытяжное отверстие; 15 — карниз фронтона



ограждающие функции присущи только чердачному перекрытию. Исключение составляют участки крыш, расположенные над мансардными этажами (наклонные участки); в таких случаях устраиваются скатные бесчердачные совмещенные покрытия.

Неутепленный чердак должен обязательно проветриваться. Естественная вентиляция предохраняет его летом от перегрева, зимой от образования инея и конденсата из переувлажненного воздуха чердака. Переувлажняется воздух вследствие проникновения паров влаги снизу через неплотности чердачных перекрытий. Температура же воздуха в пределах чердака зимой существенно различна: она подогревается поступающим снизу теплом и охлаждается под кровлей с выделением конденсата (если эта температура выше  $0^{\circ}\text{C}$ ) или инея (менее  $0^{\circ}\text{C}$ ). Конденсат или оттаявший иней капает на чердачное перекрытие и увлажняет его, ухудшая его теплоизоляционные свойства. Для борьбы с этим необходимы меры по защите утеплителя и в том числе интенсивное проветривание чердака. Для этого применяются: *слуховые окна*, равномерно размещенные вдоль здания так, чтобы обеспечить сквозное проветривание (низ слухового ок-

на располагают на 1...1,2 м выше; верх чердачного перекрытия); вентиляционные отверстия под карнизом; вытяжные трубы (если это требуется), размещаемые по коньку крыши. В зоне, прилегающей к карнизу, утеплитель покрывается водозащитной коркой, предохраняющей его от намочания стекающими каплями конденсата.

Конструкции чердака проектируются так, чтобы был обеспечен свободный проход высотой не менее 1,6 м и шириной не менее 1,2 м (на отдельных участках протяженностью до 2 м допускается высота 1,2 м) вдоль чердака; в самых низких местах у наружных стен высота должна быть не менее 0,4 м, для обеспечения периодического осмотра и при необходимости ремонта конструкции."

## IX.2. Стропильные конструкции

Стропильными конструкциями (или просто стропилами) называют, совместно с обрешеткой, несущий остов крыши. Эти термины происходят от деревянных конструкций плотницкой работы. Нынче они же распространяются и на несущие конструкции крыши из металла и из железобетона. Конструкции подразделяются

на две основные группы: *насланные* и *висячие* стропила.

Основным элементом наслонных стропил являются наклонные одно-, двух- и многопролетные балки, располагаемые вдоль скатов (*стропильные ноги*), работающие на изгиб по балочной схеме. Помимо этих элементов наслонные стропила включают также систему прогонов, стоек, подкосов, лежней, поддерживающих стропильные ноги и передающих нагрузку на нижерасположенные стены или столбы.

Наслонные стропила (рис. IX.2) применяют в тех случаях, когда в здании имеются два или несколько рядов вертикальных опор (стен или столбов) расстояния между которыми ( $L$ ) не превышают 7,5... 8 м; такие пролеты легко перекрыть наклонными балками (стропильными ногами) из досок, брусьев или бревен, располагаемыми вдоль скатов на расстояниях друг от друга в осях (шаге стропил) порядка 0,8... 1,2 м и более. Величина шага устанавливается расчетом. Внутренние стены и столбы доводят обычно только до уровня, превышающего верх чердачного перекрытия на 15... 20 см: нет смысла загромождать конструкциями пространство чердака. Их заменяет система *стоек* (шаг 4... 6 м), покоящихся на *лежнях* и поддерживающих верхний продольный брус — *прогон*. Стropильные ноги укладываются на прогоны, а нижние концы этих ног на подстропильные брусья — *мауэрлаты*. Для жесткости и устойчивости стропил между стойками и прогонами вводят подкосы, разгружающие прогоны и образующие с ними подстропильную раму. Подкосы применяют также и для разгрузки стропильных ног. Расстояние между опорами  $L$  (пролет балки стропил без подкоса) обычно не превышает 5... 5,5 м (рис. IX.2, а); при введении же подкоса стропильная балка превращается в двухпролетную ( $l_1$  и  $l_2$ ) и расстояние  $L$  можно увеличить до 8 м (б и в). Если при этом

стандартную длину лесоматериалов, ее проектируют составной. Стропила для других значений  $L$  см. на рис. IX.2 г, и. На внутренних опорах подкосы нужно устанавливать с двух сторон — для погашения распора у основания стойки; угол между подкосом и стойкой не должен превышать 40... 45°.

У наружных стен во избежание срыва кровли ветром стропильные ноги через одну крепят проволочной скруткой (4... 6 мм) к костылю или ершу, заделанным либо в стену, либо к балочным элементам чердачного перекрытия.

Диагональные (или *накосные*) стропильные балки, укладываемые в местах *накосных* ребер крыши, опираются в коньке либо на коньковый прогон, либо на *прибоины* стропильных ног (детали «В» и «Г» на рис. IX.3). Стropильные ноги, устанавливаемые в углах, врубаются в диагональные балки, располагаясь с ними в одной плоскости. Эти диагональные балки имеют большую длину и большие нагрузки и потому поддерживаются дополнительными опорами в пролете в виде подкосов, стоек, шпренгелей (рис. IX.3, <3>). Стropильные ноги и *накосные* стропильные балки не должны соприкасаться с каменной кладкой карнизов стен во избежание загнивания. Для устройства обрешетки на карнизных свесах применяются деревянные антисептированные доски шириной 25... 40 мм, прикрепленные гвоздями сбоку к стропильным ногам и как бы продолжающие их вдоль ската в сторону свеса, такие *прибоины* называются *кобылками*. На диагональных стропильных балках эти *кобылки* прибиваются с двух сторон — вдоль двух скатов (рис. IX.3, а).

Все размеры стропильных ног, обрешетки, подкосов и других определяются расчетом. Ширина досок, применяемых для стропил, обычно равна 40... 50 мм, брусьев — 60... 140 мм. Мауэрлаты выполняют из брусьев 140X160 или 160X180 мм либо из

бревен 180...200 мм, отесанных на два канта. Лежни имеют те же сечения при установке их на стены и расчетные сечения при установке на столбы. И мауэрлаты, и лежни антисептируются и укладываются на ка-

менные стены с подкладкой толя. Сопряжения стропильных элементов между собой выполняются: для элементов из брусьев и бревен — на врубках, шипах, скобах; для элементов из досок — на гвоздях.

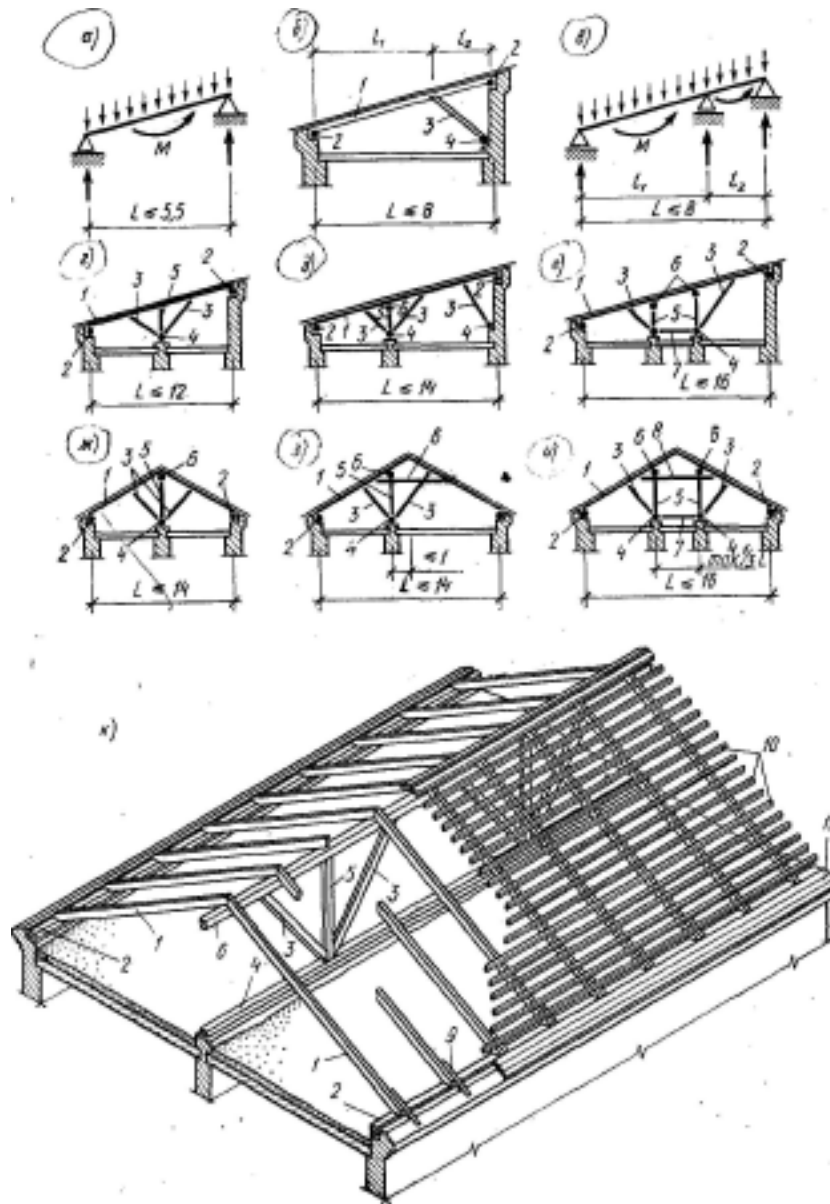


Рис. IX.2. Наслонные стропила скатных крыш:

*a-i* — схемы стропил (размеры в м) (*s-e* — односкатных, *-ж-ц* — двускатных); *k* — общий вид; (*a, в* — схемы работы одно- и двухпролетных стропильных ног); *1* — стропильная нога; *2* — мауэрлат; *3* — подкос; *4* — лежень; *5* — стойка; *6* — прогон; *7* — распорка; *8* — схватка; *9* — кобылка; *10* — обрешетка; *//* — свес крыши

Из деревянных стропил в настоящее время в массовом строительстве чаще применяют дощатые главным образом из сборных укрупненных элементов заводского изготовления — в

виде готовых к монтажу щитов. Стропильный щит состоит из стропильных ног, брусковой обрешетки и диагональных раскосов, придающих щитам жесткость. В простейшем случае щит

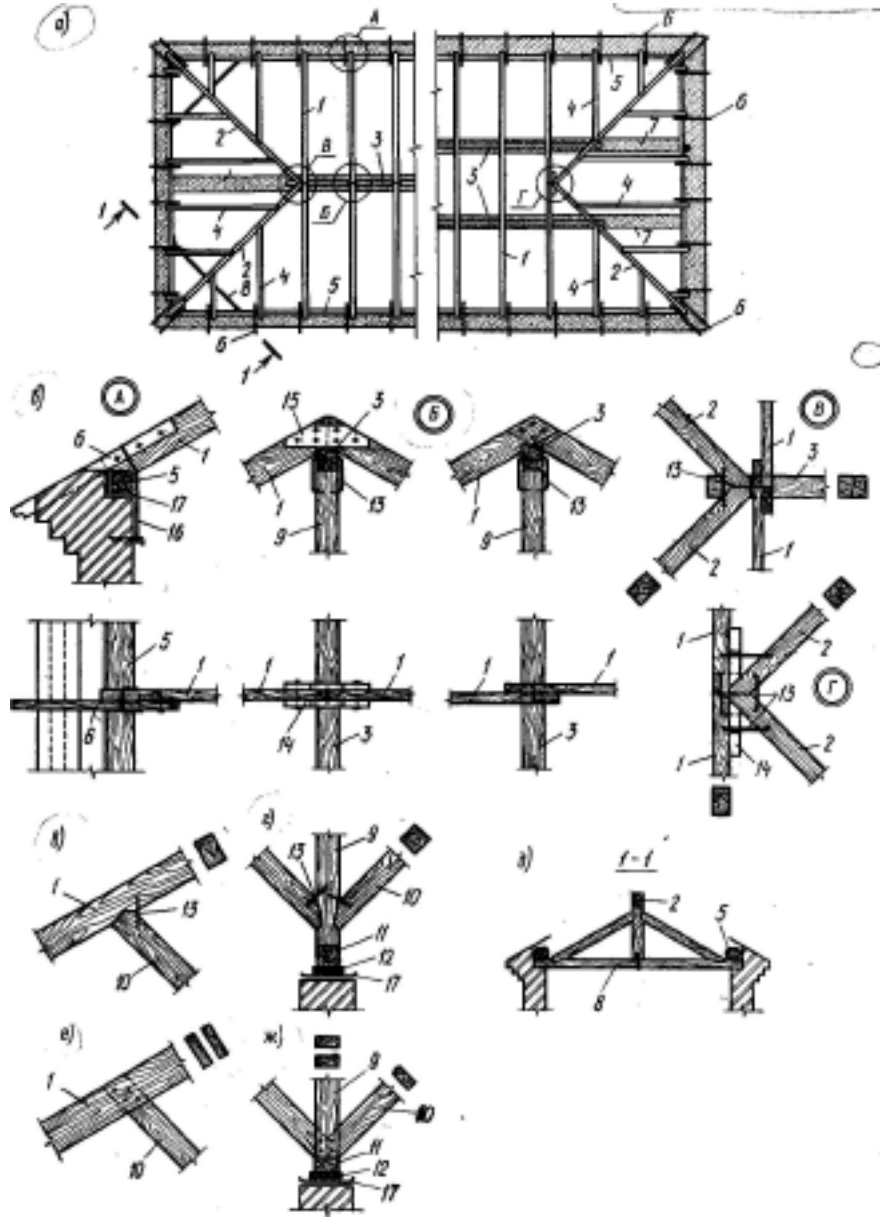


Рис. IX.3. План и детали наслонных стропил:

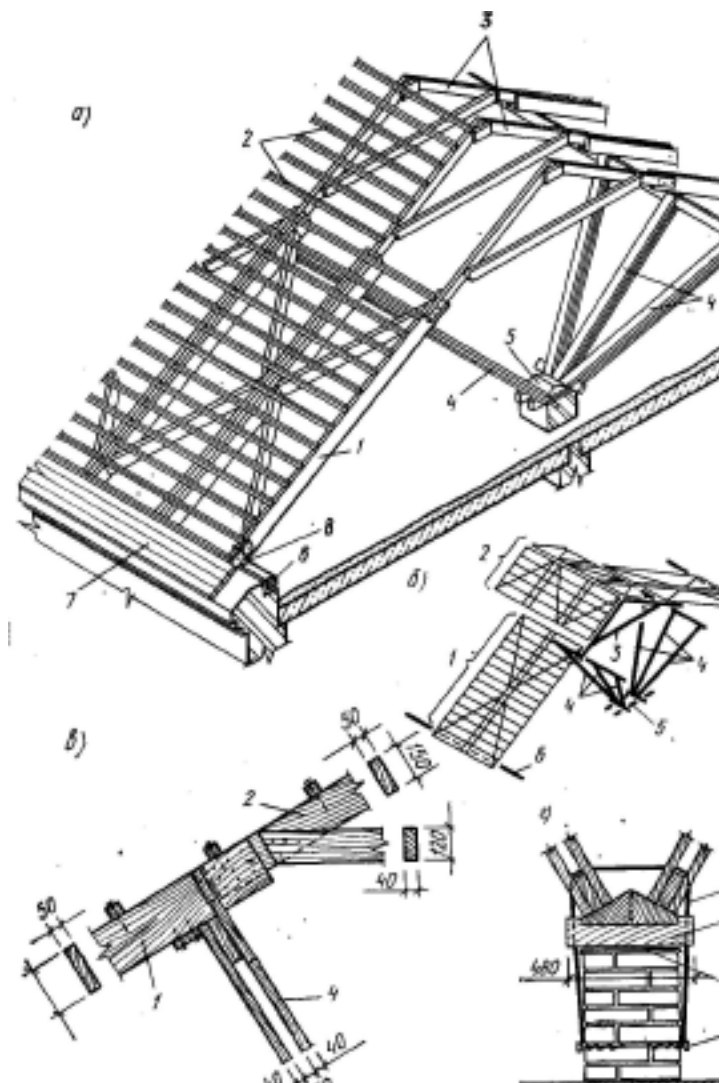
*a* — план стропил; *б* — узлы; *в, г, е, ж* — узлы сопряжений элементов; *д* — шпренгель под наносную ногу; *1* — стропильная нога; *2* — наносная (диагональная) стропильная нога; *3* — прогон; *4* — нарожник; *5* — мауэрлат; *6* — кобылка; *7* — внутренние стены; *8* — шпренгель; *9* — стойка; *10* — подкос; *11* — лежень; *12* — антисептированная подкладка; *13* — скоба; *14* — прибоина; *15* — двусторонняя накладка на гвоздях; *16* — скрутка из проволоки; *17* — ТОЛЬ

Рис. IX.4. Сборные дощатые щитовые стропила:

*a* — фрагмент общего вида; *b* — схема и маркировка; *в* — узел сопряжения щитов 7, 2- и коньковой фермы; *г* — опорный узел; *д* — стропильный щит; *е* — коньковый щит; *ж* — коньковые фермочки; *з* — подстропильная рама; *и* — подкладной элемент; *к* — мауэрлат; *л* — карнизный щит; *м* — крепежная скрутка из проволоки; *н* — прокладка из толя; *о* — костыль или ерш

ты укладывают непосредственно на мауэрлаты и коньковые прогоны. Интересно, что конструкция рис. IX.4. Здесь, наклонные подстропильные рамы *ж* и прогоны одновременно играют роль прогонов и роль подкосов стропильных ног, обеспечивая пространственную жесткость всей стропильной конструкции. В среднем пролете они перекрываются стропильными фермочками *з*, входящими в состав коньковых щитов *е*. Сборным выполняется и карнизный щит *л*, включающий кобылки,

4\*



Не получили широкого распространения сборные надлонные железобетонные стропила несмотря на то, что они долговечны, экономичны, негоряемы (рис. IX.5,а). Стропильные ноги / этих стропил выполняются в виде железобетонных балок прямоугольного или таврового сечения. По стропильным ногам можно применять обрешетки из дерева, металла, железобетонных брусков. В двух последних случаях шаг стропильных ног можно увеличить до 2... 3 м и целесообраз-

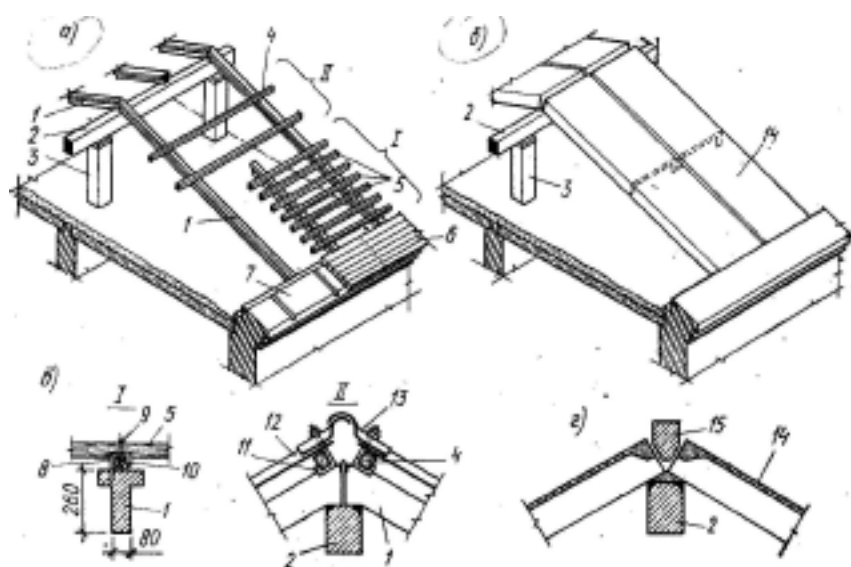


Рис. IX,5. Сборные железобетонные стропила:

*а* — с железобетонными стропильными ногами и обрешеткой; *б* — из железобетонных ребристых плит; *в* — детали обрешетки; / — обрешетка из деревянных брусков под обычную кровлю; // — обрешетка из железобетонных или металлических балочек под кровлю усиленного профиля; г — опирание плит на прогон; / — стропильная нога; 2 — железобетонный прогон; 3 — кирпичный столб; 4 — железобетонные бруски обрешетки; 5 — обрешетка; 6 — дощатый настил над карнизом; 7 — кобылки; 8 — выпуск арматуры  $\varnothing 4 \dots 6$  мм; 9 — гвозди; 10 — антисептированный брус; // — кляммеры; 12 — волнистая асбестовая фанера усиленного профиля; 13 — фасонный коньковый элемент кровли; 14 — ребристая железобетонная плита; 15 — коньковый элемент

нее применять типы кровли, которые по долговечности соответствовали бы несущим элементам крыши — например, волнистые асбестоцементные листы усиленного профиля с креплением на металлических кляммерах. При деревянных обрешётках 5 к стропильным ногам крепятся на скобах или болтах деревянные бруски, к которым прибивается обрешетка.

При применении сборных железобетонных плит (рис. IX.5, б, в) ребра играют роль стропильных ног, а тонкостенные плиты являются элементом кровли.

**Висячие стропила** применяют в тех случаях, когда в здании внутренние опоры стены или столбы отсутствуют и вследствие значительного расстояния между наружными стенами устройство наслонных стропил с образованием скатов невозможно. В этих случаях пролет между наружными стенами перекрывают стропильными фермами. Применение в чердачных

крышах этих ферм имеет целью решить одновременно два вопроса: при отсутствии внутренних вертикальных опор образовать одно-, двускатную крышу и при тех же условиях подвесить несущие конструкции чердачного перекрытия.

*Стропильной фермой* называют такую несущую конструкцию, которая состоит из системы стержней, шарниросоединенных своими концами. Места соединения называют узлами ферм. Стержни наружного контура образуют верхние и нижние пояса ферм. Расположенные внутри контура вертикальные стержни называются стойками (или подвесками), наклонные стержни — подкосами (или раскосами). Все стержни совместно образуют решетку, вследствие чего фермы называют решетчатой конструкцией.

Наиболее целесообразный способ загрузки такой конструкции — приложение нагрузок в узлах (рис. IX.6). В этом случае стержни работают толь-



ко на сжатие или растяжение (а, в,/) в отличие от стропильных ног-балок, работающих на изгиб. Так, при приложении нагрузки к верхнему узлу треугольной фермы наклонные элементы верхнего пояса работают на сжатие и в местах их опирания на наружные стены может возникнуть распор, если для его восприятия не сде-

лать горизонтальный нижний стержень (затяжку), работающий на растяжение. Шарнирно соединенная в узлах треугольная система — простейшая ферма — укладывается через прокладки на стену с передачей стене только вертикальных опорных реакций.

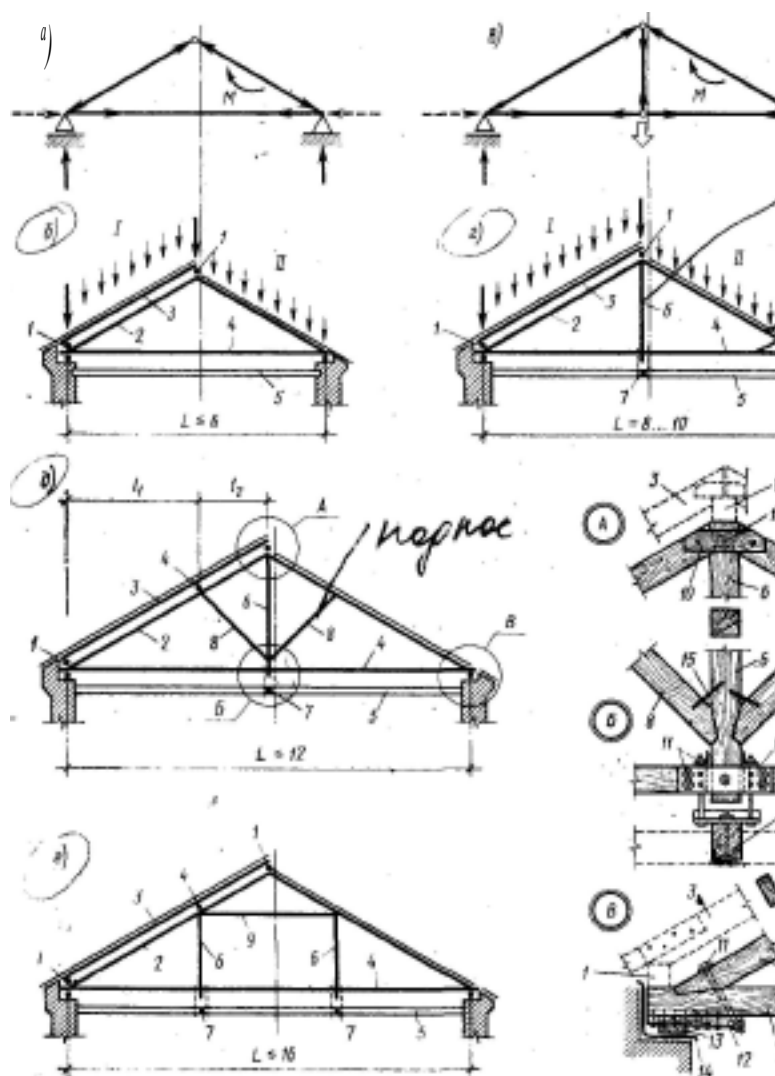


Рис. IX.6. Висячие стропила скатных крыш:

а—е — схемы стропил (а, в — схемы распределения усилий; б, г — варианты нагружений); / — со стропильными ногами и прогонами; // — обрешетка опирается непосредственно на висячие стропила; / — прогон; 2, 4 — черхний и нижний пояса ферм; 3 — стропильная нога; 5 — балки чердачного перекрытия; 6 — стойка (подвеска); 7 — прогон чердачного перекрытия; 8 — подкос; 9 — ригель; 10 — накладки из досок или стали с двух сторон; // \* — болт; 12 — прибоина; 13 — антисептированная подкладка; Ц — толь; 15 — скоба

Описанный характер работы этой фермы возможен в том случае, если на верхние узлы таких ферм укладывается продольный прогон, поддерживающий обычные наслонные стропильные ноги, укладываемые другим концом на мауэрлат (узел *A*). В этих случаях фермы ставятся на расстоянии не менее 3... 4 м друг от друга. При другом способе загрузки висячих стропил (/) на стержни верхнего пояса непосредственно опирается обрешетка, т. е. эти стержни становятся стропильными ногами и они работают не только на сжатие (как элемент ферм), но и на изгиб (как стропильная балка). Шаг таких ферм должен соответствовать шагу стропильных ног. Такой способ загрузки целесообразен при расстояниях между опорами *L* более 6 м. При таких значениях *L* балки 5 чердачного перекрытия укладываются автономно непосредственно на наружные стены, т. е. вне всякой связи с вышележащей конструкцией крыш (рис. IX.6, б).

При пролетах порядка 8... 10 м балки чердачных перекрытий во избежание неоправданного увеличения их размеров нуждаются в промежуточной опоре — продольном брусе 7. Этот прогон можно подвесить к висячим стропилам. Для этого в состав треугольной фермы нужно ввести подвеску 6; ее также называют «висячая бабка». В месте пересечения подвески с затяжкой образуется новый узел фермы, сокращающий размер затяжки и предотвращающий ее провисание (см. деталь Б на рис. IX.6 — один из вариантов решения этого узла). Последующие увеличения пролетов *L* требуют уменьшения расчетной длины стержней верхнего пояса (вводятся подкосы) и уменьшения расчетной длины балок чердачных перекрытий 5. Для этого вводятся дополнительные подвески с прогонами и т. д. При пролетах свыше 8 м экономически и технически целесообразнее висячие стропильные фермы ставить реже (через 3... 5 м), в узлах ферм располагать прогоны, по которым укладываются

обычные наслонные стропила (первая схема загрузки из вышерассмотренных).

Материал висячих стропил скатных крыш — в основном дерево в виде досок, брусьев, бревен. Растянутые элементы иногда выполняются из стальных стержней (фермы называют металлодеревянными). Редко применяются и металлические фермы.

### IX.3. Кровли

Основное назначение кровли — изоляция чердачного помещения от атмосферных осадков и ветра. Для устройства кровли применяются различные материалы, при выборе которых учитывается допустимый уклон кровли (см. табл. IX.1), а также стропильные и экономические характеристики.

Металлическая кровля выполняется из оцинкованных или черных листов кровельной стали стандартных размеров: шириной 510... 710 мм, длиной 710... 3000 мм, толщиной от 0,25 до 2 мм (рис. IX.7).

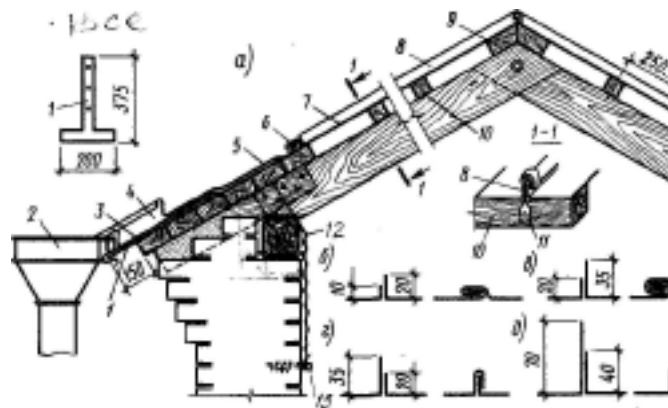
Листы соединяют между собой с помощью фальцев, которые бывают двух типов — стоячие и лежачие. Стоячие располагают вдоль скатов крыши, лежачие — поперек и в ендовах. Лежачие фальцы загибают в направлении стока воды; при небольших уклонах и в ендовах их делают для надежности двойными. Листы кровель-

Таблица IX.1. Допускаемые уклоны кровель  
Наименование материала

Наименование материала	Уклон, град
Кровельная сталь	>30...40
Черепица	
Плоские асбестоцементные плитки, шифер	<50
Волнистые асбестоцементные обыкновенного профиля	
То же, усиленного профиля	
Двухслойный рулонный ковер	
Трехслойный рулонный ковер	
Тесовая кровля	

Рис. IX.7. Стальная кровля:

а — разрез по кровле; б — фалец лежащий одинарный; в — то же, двойной; г — стоячий одинарный; д — то же, двойной; 1 — Т-образный стальной костыль через 700 мм; 2 — воронки водосточной трубы; 3 — картина свеса кровли; 4 — настенный желоб; 5 — картина настенного желоба; 6 — лежащий фалец; 7 — кровельная сталь; 8 — стоячий фалец; 9 — доска коньковая; 10 — бруски и доски обрешетки; // — кляммеры; 12 — скрутка или проволока; 13 — костыль



ной стали с заранее отогнутыми краями (так называемые «картины») укладывают на обрешетку крыши следующим образом. На расстоянии, равном длине картины, укладывают доски 50X200 мм, на которых картины скрепляются с помощью лежащего фальца. Между досками устанавливают обрешетку из брусков с шагом 250... 300 мм. В ендовых и у карнизного свеса на всей его длине обрешетку выполняют из досок без зазоров. Это делается для предотвращения срыва кровли ветром (на карнизном свесе) и для тщательной заделки кровли в ендове. Точно так же выполняют обрешетки при многих других типах кровель. Кровлю крепят к обрешетке *кляммерами*. Это узкая полоска кровельной стали, один конец которой прибивается под кровлей к обрешетке, другой запускается в стоячий фалец. Таким образом, никаких отверстий для крепежных изделий в листах кровли не делается. Для образования и закрепления свеса кровли к обрешетке через 700 мм прибивается Т-образный костыль из полосовой стали. Он имеет вынос на 100 мм от обрешетки, под который подгибают кровельную сталь с образованием *капельника*.

Удобство использования кровельной стали в том, что ей можно придать разные формы, что она имеет небольшую массу, и в том, что обеспечивает надежную гидроизоляцию даже при уклонах 12... 15%. Не слу-

чайно при многих других видах кровли ответственные места (ендовы и т. п.) выполняют из кровельной стали.

Недостатки — большой расход металла, необходимость периодической окраски через 3...4 года (в том числе и оцинкованной, которую первый раз надо красить уже через 8... Шлет).

В массовом жилом строительстве наибольшее распространение получили кровли из **асбестоцементных волнистых листов** (рис. IX.8). Листы бывают нескольких типов, отличающихся размерами: обыкновенного профиля (высота волны 30 мм, толщина 5,5 мм, длина 1200, ширина 686 мм), усиленного (соответственно 50; 8; 2800 и 1000 мм), среднего и унифицированного профилей (соответственно размеры: 45... 54; 6... 7,5; длина 1750, 2000 и 2500 мм; ширина 980, 1125, 1300 мм). В малоэтажном строительстве в основном применяют листы обыкновенного, среднего и унифицированного профилей. Усиленный профиль также изредка применяется в случаях устройства железобетонных стропил при большом шаге обрешетки (до 1360 мм).

Листы укладывают по обрешетке из брусков 50X50 мм (с шагом 370... 525 мм и более) с напусками: внахлестку поперек ската на 0,5 волны и вдоль ската. Величина нахлестки вдоль ската зависит от уклона кровли: при уклоне 33% — не менее

100... 120 мм, а при меньшем уклоне — не менее 200 мм. Крепление плит осуществляется оцинкованными шурупами или гвоздями с антикоррозионной шляпкой через отверстия, расверленные в гребне волны. Под шляпкой эластичные шайбы из резины или рубероида предохраняют кровлю от протечек. Конек покрывают специальными фасонными элементами или досками. Свес кровли при организованном наружном водоотводе выполняют из кровельной стали, подводимой под асбестоцементные листы с устройством желоба. Существуют специальные профильные элементы из асбестоцемента для обрамления дымовых труб, ребер, ендов и т. п. Чаще же эти места выполняют из кровельной стали.

Кровлю из **плоских асбестоцементных листов** устраивают по сплошной или разреженной (с зазором 10... 20 мм) обрешетке из досок толщиной 25 мм. Рядовые плитки имеют размеры 400X400 и 300X300 мм. Кроме того, применяют одновременно краевые, фризовые и коньковые плитки (рис. IX.9). Плитки крепят к настилу гвоздями, а между собой с помощью специальных противовеерных кно-

пок и скоб. Кровля имеет ряд преимуществ — долговечность, небольшую массу, негорючесть; однако она трудоемка и не применима при уклонах менее 30°.

**Черепичные кровли** наиболее долговечны. Благодаря большому разнообразию они позволяют получать богатую цветовую гамму и выразительность форм. Их недостаток — большой вес. Область применения этих кровель ограничена допустимым уклоном — не менее 30... 45° в зависимости от вида черепицы. В нашей стране наиболее распространены три вида: пазовая (штампованная и ленточная), плоская ленточная (рис. IX. 10). Штампованная имеет пазы и гребни по краям, обеспечивающие водонепроницаемость сопряжений, при напуске черепицы на черепицу вдоль одной из боковых сторон и верхней на нижнюю. Обрешетку выполняют из брусков сечением 50X50 или 50X60 мм с шагом, соответствующим размеру черепицы, с учетом ее напуска (330, 260 мм и т. п.). Черепица имеет уступ с внутренней стороны, которым она «цепляется» за обрешетку. В другом уступе предусмотрено отверстие («серьга») через которое черепица до-

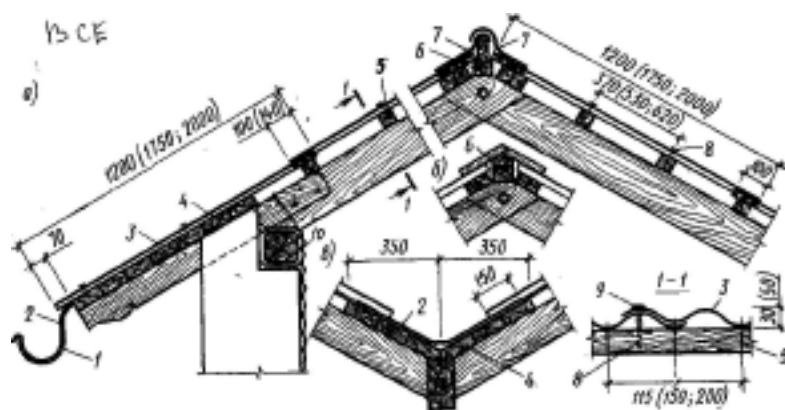


Рис. IX.8. Кровля из волнистых асбестоцементных листов обыкновенного профиля (в скобках — размеры листов среднего и унифицированного профилей):

а — разрез по кровле; б — вариант устройства конька; в — устройство ендовы; /-крюк для подвесного желоба; 2 — кровельная сталь; / ( — волнистый асбестоцементный лист обыкновенного профиля; 4 — сплошные участки обрешетки у карниза и в ендовах; 5 — бруски обрешетки; 6 — коньковые брусья; 7 — фасонная коньковая деталь; # — гвоздь или шуруп; 9 — упругая прокладка; 10 — скрутка



полнительно привязывается вязальной проволокой к обрешетке, чтобы ее не снесло ветром. Конец и ребра покрывают коньковой черепицей. Неплотности заделываются сложным или глиняным раствором. Для перемещения по кровле, для доступа к трубам и т. п. крыши оборудуют стремянками, крепящимися к металлическим скобам, выпущенным из конькового прогона.

Пазовая ленточная черепица имеет пазы только по краям, которые перекрывают только боковые швы. Это позволяет иметь кроющую длину в два ряда больше, чем у плоской ленточной (333 мм против 160 мм).

Плоская ленточная черепица проще по своей конструкции, чем пазовая. С нижней стороны она имеет только один выступ — шип, которым цепляется за бруски обрешетки. При укладке плоской черепицы особое внимание следует обратить на то, чтобы каждый шов между двумя черепицами находился над серединой плоскости нижележащей черепицы. Черепицу вдоль ската укладывают в два слоя с полным перекрытием швов, в том числе с небольшим напуском через слой. Недостаток ленточной черепицы — ее вес (60... 80 кг/м<sup>2</sup> кровли).

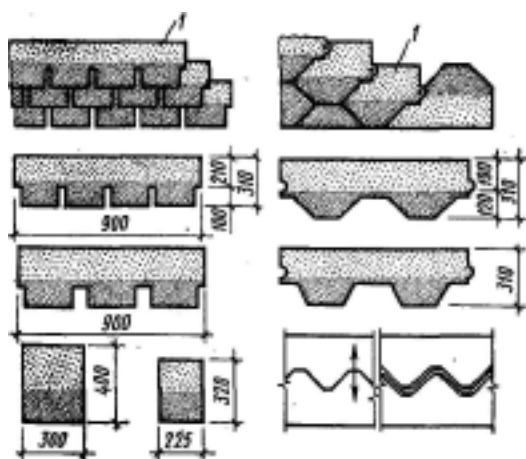


Рис. IX.11. Кровля из бронированных рубероидных битумных плиток. Формы плиток:  
/ — зона наклейки верхнего слоя на нижний (крошка отсутствует)

Кровлю из **естественного шифера** выполняют так же, как кровлю из плоских асбестоцементных плит, прибивая гвоздями к обрешетке. Размеры натурального шифера достаточно разнообразны.

Кровли из **рулонных материалов** в скатных крышах применяют в основном для хозяйственных построек. Их делают из толя, рубероида. При уклоне более 15° — в два слоя, при меньшем уклоне — в три. Обрешетку выполняют в виде двойного дощатого настила. Нижние слои рулонных материалов (только-кожа, пергамин) крепят к настилу специальными широкошляпочными гвоздями, верхние слои (только с бронирующей насыпкой, бронированный рубероид) наклеивают на мастики. Швы перекрывают при этом на 60 мм (трехслойные наклеивают перпендикулярно скату). В зависимости от уклона и материала кровель применяют мастики с разными свойствами по тугоплавкости и морозостойкости.

Весьма декоративны кровли из **бронированных рубероидных плиток**, покрытых цветной минеральной крошкой, впрессованной в покровный битумный слой. Плитки пришивают широкошляпочными гвоздями к сплошной обрешетке, к которой предварительно пришит слой пергамин. Плитки пришиваются с напуском в два-три слоя (рис. IX. 11).

В районах, богатых лесом, применяют (в малоэтажном строительстве) деревянные кровли — тесовые; гонтовые и т. п. Уклон таких кровель не ниже 50°.

Организованный **наружный водосток** обязателен для зданий в 3\ .. 5 этажей. При большей этажности применяют внутренний водосток. При неорганизованном водостоке (до двух этажей включительно) вынос карниза должен быть не менее 0,6 м, а над входами и балконами обязательно устраивают козырьки.

Организованный наружный водосток осуществляется *желобами*, рас-

положенными в нижней части кровли, и навесными водосточными трубами (рис. IX. 12). Желоба бывают накладными, навесными и в виде карнизов из железобетона. Накладные желоба состоят из изогнутой полосы кровельной стали, которая с помощью крюков из полосовой стали крепится к металлической кровле. Уклон таких желобов достигается за счет постепенного уменьшения расстояния желоба от кромки крыши, причем у места слива дождевой воды в воронку водосточной трубы оно минимально. Лоток в этом месте направляет в воронку дождевую воду, откуда она поступает в водосточную трубу, далее в городскую ливневую канализацию.

Навесные желоба из кровельной стали подвешиваются на металлических крюках, которые крепятся к стропильным ногам или к кобылкам кровельной конструкции. Уклон желоба 1...2% достигается за счет увеличения провисания крюков, причем дождевая вода поступает в воронку водосточной трубы сразу с двух сторон. В отличие от накладных желобов, которые применяются чаще на металлических кровлях, навесные желоба можно применять при любых кровельных покрытиях.

Карнизные желоба, как правило, выполняются из железобетона и имеют специальный профиль. Уклон в таких желобах создаётся дополнительным слоем бетона на дне желоба. Закрепляется карнизный железобетонный желоб в стене дома с применением анкера, заделанного в стену.

Водосточные трубы крепят к стенкам стальными ухватами или хомутами, расположенными по вертикали с шагом 1,5 м. Расстояние между водосточными трубами и их диаметр назначают в зависимости от площади крыши: ориентировочно 1 см<sup>2</sup> сечения водосточной трубы на 1 м<sup>2</sup> площади ската крыши; при этом расстояние между трубами не должно превышать 15 м. Для I... III климатических районов ориентировочно принимается: на

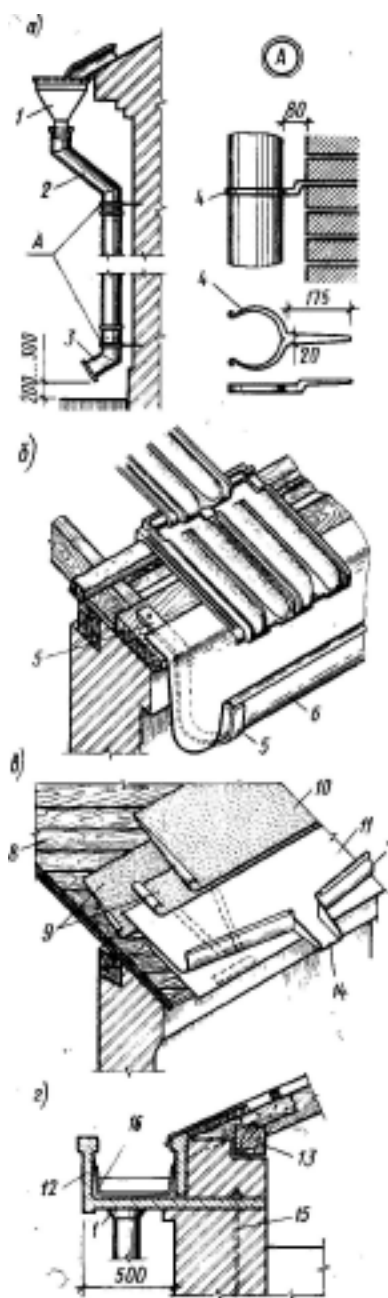


Рис. IX. 12. Устройство наружных водостоков со скатных крыш:

*a* — водосточная труба; *б* — навесной желоб; *в* — накладной желоб; *г* — железобетонный карнизный желоб; *1* — воронка; *2* — колено водосточной трубы; *3* — отвод; *4* — ухват; *5* — держатель; *6* — металлический желоб; *7* — накладной желоб; *8* — деревянная обрешетка; *9, 10* — рулонная кровля из пергамина (*9*) и рубероида (*10*); *11* — кровельная сталь; *12* — железобетонный желоб; *13* — мауэрлат; *14* — слив; *15* — анкер; *16* — гидроизоляционный ковер.

одну трубу диаметром 100 мм площадью водосбора не должна превышать 80 м<sup>2</sup>; диаметром 180 мм — 130 м<sup>2</sup>. Эти цифры для южных районов принимают с коэффициентом Л,5.

## Глава. Элементы малоэтажного строительства

### X.1. Веранды, террасы, тамбуры

*Верандой* называется застекленное, неотопливаемое крытое помещение, пристроенное к зданию или встроенное в него (рис. X.1, а, б, в). Веранды устраивают в малоэтажных жилых домах, в зданиях пионерских лагерей, клубов, санаториев и т. п. По условиям эксплуатации веранды относят к летним помещениям, так же как и *террасы*, отличающиеся от веранд отсутствием остекления, а в остальном конструктивно схожих с ними (рис. X.1, г, д).

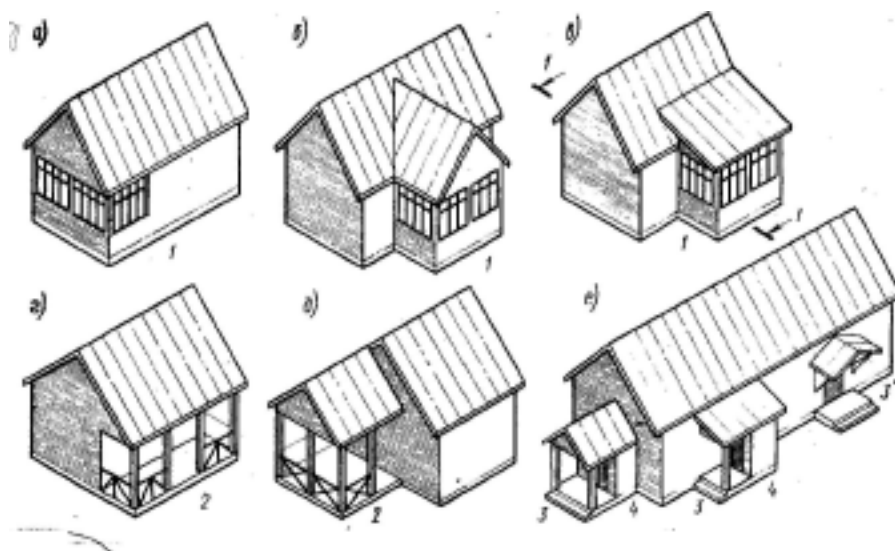
Веранды и террасы в малоэтажных жилых домах выполняют в виде легких каркасных пристроек балочно-стоечного типа: расположенных по периметру стоек (с шагом 2 м и более), соединяемых поверху обвязками, на которые опираются балки перекрытий и стропила крыши. Понизу стойки также опираются на обвязку

(лежень), располагаемую на столбах или каменном цоколе.

Стойки и верхние обвязки обычно выполняют деревянными из брусьев. При этом часто используют приемы сопряжений и традиционные элементы декора парадного творчества (рис. X.2). Фундаменты под несущие конструкции (столбчатые или ленточные) выполняются из материалов и с глубиной заложения, принятыми для фундаментов здания.

Остекление веранд — одинарное с открывающимися или раздвижными створками. Остекление располагают как между стойками, так и за ними; последнее удобнее при раздвижных створках больших размеров. Детали остекления те же, что в § XXIX.

В верандах обычно устраивают чердачные перекрытия (рис. X.3, сеч. I—I по рис. X.1): небольшой слой утеплителя предохраняет веранды от перегрева. При устройстве перекры-



с. X.1. Летние приквартирные помещения малоэтажных жилых зданий:

а, б, в — веранды; г, д — террасы; е — тамбуры и крыльца; 1 — веранды; 2 — террасы; 3 — крыльца; 4 — тамбуры. Сечение I—I см. на рис. X.4



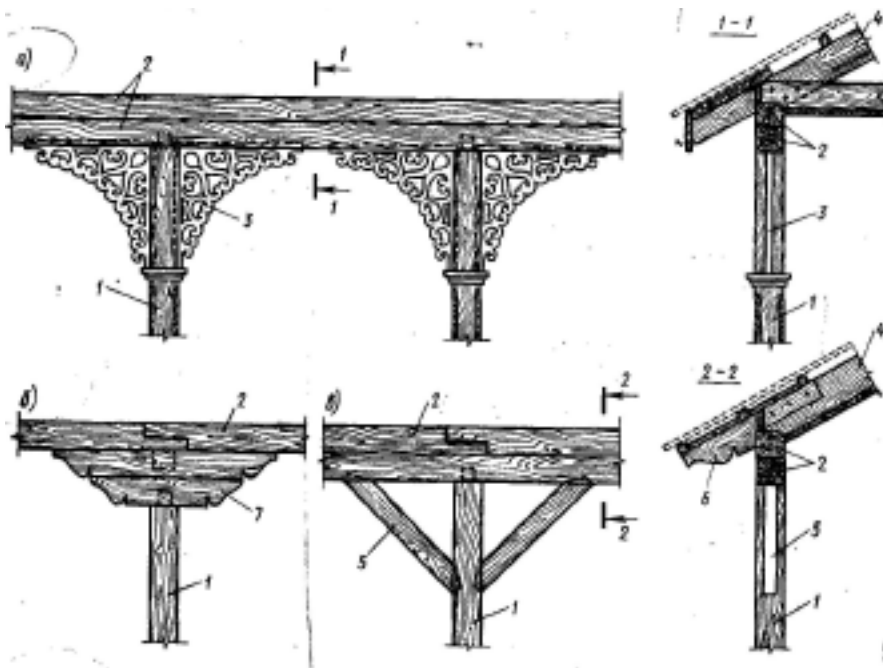


Рис. X.2. Приемы сопряжений деревянных балок и стоек:

*a* — с врезкой треугольных резных пластин; *б* — с подбавкой; *в* — с подкосами; 1 — стойка; 2 — обвязка (балка); 3 — врезная пластина; 4 — стропильная нога; 5 — подкос; 6' — кобылка; 7 — промежуточный брус («подбавка»)

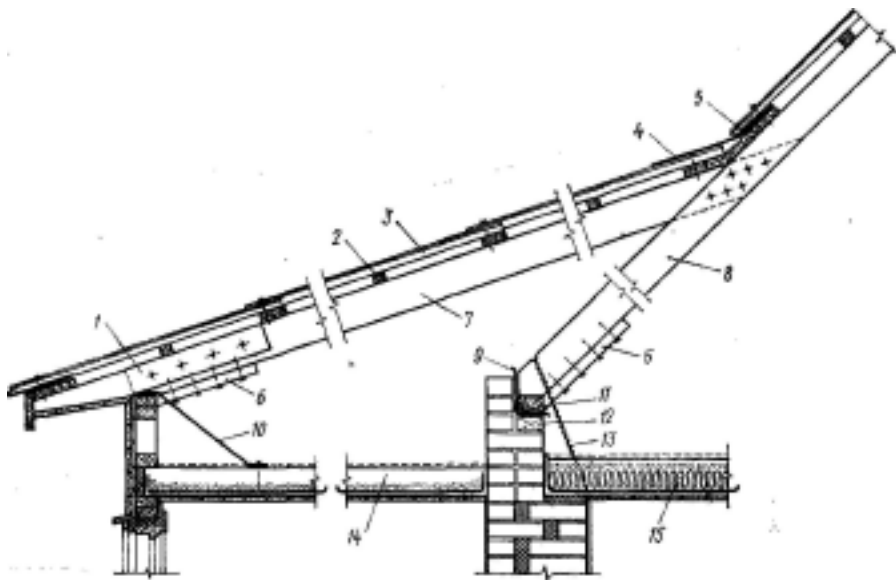


Рис. X.3. Крыша и чердачное перекрытие над верандой (сечение /—/ на I рис. X.1, в):

1 — кобылка; 2 — обрешетка; 3 — волнистые асбестоцементные листы; 4 — металлический фартук; 5 — цементный раствор; 6 — прибойна; 7 — стропильная нога крыши веранды; 8 — стропильная нога крыши дома; 9 — толь; 10 — металлическая скоба; 11 — мауэрлат; 12 — деревянная пробка; 13 — скрутка; 14 — перекрытие над верандой; 15 — чердачное перекрытие дома