

Ю.К. Осипов, О.В. Матехина, А.П. Семин

# АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

Учебное пособие

Рекомендовано Новосибирским региональным отделением  
УМО вузов РФ по образованию в области строительства  
в качестве учебного пособия для студентов, обучающихся  
по направлению 270100.62 «Строительство»



НОВОСИБИРСК  
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
2014

УДК 728 + 69.07 (075.8)

ББК 38.4+38.5

О-74

Рецензенты:

зав. кафедрой архитектуры и градостроительства Новосибирского  
государственного архитектурно-строительного университета,  
декан архитектурно-градостроительного  
факультета, к. арх. С.В. Литвинов  
генеральный директор научно-производственного предприятия  
«Баскей», г. Новосибирск, д. т. н. Г.И. Стороженко

**Осипов Ю.К**

О-74 Архитектурно-строительные конструкции и детали жилых зда-  
ний : учеб. пособие / Ю.К. Осипов, О.В. Матехина,  
А.П. Семин ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новосибирск, Изд-во  
СО РАН, 2014. – 406 с.

ISBN 978-5-7692-1377-9

Приводятся сведения о конструктивной структуре жилых до-  
мов. Излагаемый материал знакомит будущих архитекторов и строи-  
телей с отдельными деталями и конструктивными элементами, со-  
ставляющими здания или их части, с назначением и взаимосвязью  
конструктивных элементов и их ролью в архитектурных решениях.

Предназначено для студентов, обучающихся по направлениям  
270800.62 Строительство и 270100.62 Архитектура.

ISBN 978-5-7692-1377-9

© Сибирский государственный  
индустриальный университет, 2014  
© Осипов Ю.К., Матехина О.В.,  
Семин А.П., 2014

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ.....                                                                               | 6   |
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                  | 9   |
| ГЛАВА 1. ЗДАНИЯ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ.<br>ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ .....                         | 11  |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                  | 18  |
| ГЛАВА 2. ТРЕБОВАНИЯ К ЖИЛЫМ ЗДАНИЯМ .....                                                      | 19  |
| 2.1. Функциональные требования к зданиям.....                                                  | 19  |
| 2.2. Требования технической целесообразности.....                                              | 20  |
| 2.3. Требования архитектурно-художественной выразительности .....                              | 23  |
| 2.4. Требования экономической целесообразности .....                                           | 23  |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                  | 24  |
| ГЛАВА 3. КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ЗДАНИЙ .....                                           | 25  |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                  | 35  |
| ГЛАВА 4. ОСНОВАНИЯ .....                                                                       | 36  |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                  | 45  |
| ГЛАВА 5. ФУНДАМЕНТЫ.....                                                                       | 46  |
| 5.1. Классификация фундаментов .....                                                           | 46  |
| 5.2. Конструкции фундаментов .....                                                             | 52  |
| 5.3. Фундаменты зданий на подрабатываемых территориях.....                                     | 80  |
| 5.4. Сейсмоизолирующие фундаменты.....                                                         | 94  |
| 5.5. Детали фундаментов и элементы зданий<br>ниже нулевой отметки .....                        | 105 |
| 5.6. Материалы для устройства гидроизоляции фундаментов .....                                  | 123 |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                  | 130 |
| ГЛАВА 6. СТЕНЫ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ .....                                                              | 131 |
| 6.1. Классификация стен.....                                                                   | 131 |
| 6.2. Зависимость конструкций стен от физико-механических<br>свойств материалов и изделий ..... | 131 |

|                                                                                 |     |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 6.3. Архитектурно-конструктивные детали стен .....                              | 133 |
| 6.4. Несущий остов деревянных зданий .....                                      | 143 |
| 6.5. Несущий остов зданий со стенами ручной кладки .....                        | 158 |
| 6.6. Крупноблочная стеновая система .....                                       | 177 |
| 6.7. Стены крупнопанельных зданий .....                                         | 182 |
| 6.8. Конструкции стен из крупных бетонных панелей .....                         | 192 |
| 6.9. Несущий остов каркасных зданий.....                                        | 201 |
| 6.9. Монолитная и сборно-монолитная строительные системы.....                   | 203 |
| 6.10. Перегородки .....                                                         | 204 |
| 6.11. Тепловая защита стеновых ограждающих конструкций.....                     | 210 |
| 6.12. Материалы и способы отделки наружных стен.....                            | 223 |
| Вопросы для самопроверки .....                                                  | 229 |
| ГЛАВА 7. ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛЫ.....                                                 | 230 |
| 7.1. Балочные перекрытия.....                                                   | 231 |
| 7.2. Крупнопанельные перекрытия.....                                            | 244 |
| 7.3. Полы .....                                                                 | 249 |
| Вопросы для самопроверки .....                                                  | 260 |
| ГЛАВА 8. ЛЕСТНИЦЫ И ЛИФТЫ.....                                                  | 261 |
| 8.1. Основные и вспомогательные лестницы.....                                   | 261 |
| 8.2. Устройство лестниц .....                                                   | 268 |
| 8.3. Лифты.....                                                                 | 278 |
| 8.4. Основные элементы лифтов.....                                              | 279 |
| Вопросы для самопроверки .....                                                  | 283 |
| ГЛАВА 9. КРЫША И КРОВЛЯ.....                                                    | 283 |
| 9.1. Несущий остов крыши.....                                                   | 286 |
| 9.2. Кровли чердачных крыш.....                                                 | 293 |
| 9.3. Устройство мансарды .....                                                  | 302 |
| 9.4. Железобетонные крыши.....                                                  | 311 |
| Вопросы для самопроверки .....                                                  | 321 |
| ГЛАВА 10. ОКНА И ДВЕРИ.....                                                     | 321 |
| 10.1. Листовое стекло в светопрозрачных ограждениях<br>жилых зданий .....       | 323 |
| 10.2. Строительно-физические характеристики светопрозрачных<br>ограждений ..... | 328 |

|                                                                                                         |            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.3. Устройство окон и балконных дверей .....                                                          | 331        |
| 10.4. Элементы деревянных окон и балконных дверей.....                                                  | 338        |
| 10.5. Окна из искусственных материалов .....                                                            | 346        |
| 10.6. Мансардные окна .....                                                                             | 349        |
| 10.7. Двери .....                                                                                       | 359        |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                           | 370        |
| <b>ГЛАВА 11. БАЛКОНЫ, ЛОДЖИИ, ЭРКЕРЫ.....</b>                                                           | <b>371</b> |
| 11.1. Устройство балконов, лоджий, эркеров.....                                                         | 372        |
| 11.2. Остекление балконов и лоджий.....                                                                 | 375        |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                           | 381        |
| <b>ГЛАВА 12. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ<br/>ЗДАНИЙ ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ .....</b>             | <b>381</b> |
| 12.1. Сейсмичность местности и сейсмостойкость зданий.....                                              | 381        |
| 12.2. Планировочно-конструктивные мероприятия<br>по уменьшению сейсмических воздействий на здание ..... | 382        |
| Вопросы для самопроверки.....                                                                           | 387        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>                                                                                  | <b>388</b> |
| <b>КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ .....</b>                                                          | <b>389</b> |
| <b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>                                                                   | <b>402</b> |

*Учитесь и читайте. Читайте книги  
серьезные. Жизнь сделает остальное.*

*Ф.М. Достоевский*

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Настоящее учебное пособие написано в соответствии с учебными программами дисциплин «Основы архитектуры и строительных конструкций» и «Архитектура гражданских и промышленных зданий» для студентов архитектурно-строительных факультетов и институтов по направлению 270800 «Строительство», а также дисциплины «Архитектурное проектирование» для студентов, обучающихся по направлению подготовки 270100 «Архитектура» (для укрупненных групп специальностей «Архитектура и строительство»).

В системе подготовки специалистов архитектурные дисциплины являются ведущими, определяющими профиль будущих специалистов. Задачами студентов при их изучении являются:

- изучение основных архитектурно-конструктивных схем зданий, их элементов и предъявляемых к ним требований;
- ознакомление с теоретическими основами проектирования зданий и их элементов, получения первых практических навыков в составлении проектов;
- получение основных понятий об архитектуре.

Жилое здание – самый массовый объект строительства, проектирование жилых зданий наряду с другими типами домов занимает значительную часть подготовки архитекторов и строителей (курсо-

вые, специальные виды проектов, дипломирование), методология проектирования жилища имеет определенную специфику из-за многих ограничений – функций, выбора архитектурных форм, композиционных средств, набора конструкций, стоимости жилого здания.

Архитектура – это искусство создавать материально организованную среду обитания человека; с одной стороны, она основывается на требованиях удобства, прочности, экономичности, с другой – призвана создавать эстетически совершенные здания, достойные современного российского общества. Поэтому цель учебного пособия – дать специалистам архитекторам и строителям систему сведений в области архитектурного проектирования, конструирования и строительства жилых зданий от понимания ее сложной сущности до знания функционально-технических конструктивных и художественных основ архитектурного проектирования.

Методической особенностью книги является большое количество рисунков и насыщенность контрольными вопросами, что делает ее удобной для самостоятельного изучения студентами, в том числе обучающимися по заочной форме.

Сейсмическое событие, которое произошло в июне 2013 г., повлекшее повреждение сотен мало- и многоэтажных жилых домов в Беловском и Гурьевском районах Кемеровской области, предопределило включение в структуру учебного пособия главы с рекомендациями по сейсмической защите зданий и сооружений на стадии проектирования.

Методической основой учебного пособия является обобщение многолетнего опыта преподавания дисциплин архитектурного цикла в Сибирском государственном индустриальном университете, включая лекционные курсы, практические занятия, руководство курсовым и дипломным проектированием. На примере архитектурных курсовых и дипломных проектов студенты решают и разрабатывают конкретные задачи, в том числе с привлечением смежных дисциплин. Этот комплексный метод работы над проектом моделирует проектирование, принятое в проектно-строительных организациях.

Учебное пособие состоит из 12 глав. Главы написаны авторами: Ю.К. Осиповым – главы 1, 3–12, заключение, глоссарий; О.В. Матехиной – гл. 2, раздел 6.11, вопросы для самопроверки во всех главах, глоссарий; А.П. Семиным – предисловие, введение, раздел 5.2. Авторы выражают признательность коллективу кафедры архитектуры и строительных материалов СибГИУ за помощь в подготовке материалов рукописи учебного пособия. Авторы выражают благодарность рецензентам за ценные замечания.

## ВВЕДЕНИЕ

Появление строительных конструкций связано с началом разумной деятельности человека. На протяжении веков мастера-строители создавали новые и совершенствовали старые конструктивные решения. В результате этого исторического процесса накоплен опыт и определенные традиции.

Под влиянием новых социальных условий и материальных возможностей людей, под воздействием развития техники изменяются представления человека о своем жилище, его оценки с точки зрения комфортности, степени удовлетворенности тем или иным решением. Влияют на жилище и его оценку и образ жизни человека, и его социальное положение, и место жительства, и природно-климатические условия, и национально-бытовые традиции.

Приступая к изучению дисциплин, связанных с проектированием и конструированием жилых зданий, будущие архитекторы и строители должны иметь в виду, что их творческие замыслы могут быть реализованы только в материальной форме – конструкциях (частях здания), выполненных из конкретных строительных материалов. От того, в каком материале выполнено здание, зависит и архитектурный облик, и конструктивное решение, и стоимость, и условия и сроки эксплуатации этого здания.

Архитектурно-конструктивное проектирование – необходимый этап строительства жилого дома, поэтому архитектурная подготовка дипломированных специалистов направлений 270100 «Архитектура» и 270800 «Строительство» требует расширения знаний в области домостроения. Жилой дом – сложное и дорогостоящее сооружение, проектирование и возведение которого требует специальных знаний в области архитектуры, конструкций, благоустройства прилегающей территории и инженерного оборудования. Знание основ проектного дела позволит вкладывать средства с максимальной выгодой и избегать непредвиденных расходов.

Целью настоящего учебного пособия является предоставить студентам строительных специальностей знания о теоретических

основах архитектурного проектирования жилых зданий и комплексов, а практикующим специалистам-разработчикам проектной документации глубже разобраться и определиться в выборе основных архитектурных параметров жилого дома: планировочной структуре, объемного и конструктивного решения, стиля будущего дома.

Организационная и научно-методическая работа по составлению пособия выполнена на кафедре архитектуры и строительных материалов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский государственный индустриальный университет» и соответствует требованиям Федерального государственного образовательного стандарта для студентов, обучающихся по направлениям подготовки 270100 «Архитектура» и 270800 «Строительство».

Данная книга рассчитана не только на помощь студентам в учебном проектировании, но может быть полезна и практикующим специалистам проектных и строительных организаций, поскольку содержит обширные сведения о конструктивной структуре жилого дома.

## Глава 1. ЗДАНИЯ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

**Здания** – это наземные сооружения, имеющие внутреннее пространство, предназначенное для удовлетворения тех или иных потребностей человека (жилые дома, школы, театры, стадионы, больницы и др.). Наземные сооружения, не имеющие внутреннего пространства, а также все подземные и подводные сооружения носят название **инженерных сооружений** (мосты, эстакады, резервуары, градирни, набережные, водонапорные башни и другие подобные сооружения).

По своему назначению здания делят на гражданские, промышленные и сельскохозяйственные. Гражданские здания подразделяют на жилые (жилые дома, гостиницы, общежития) и общественные (школы, магазины, театры, административные здания и др.). В зависимости от места расположения гражданские здания могут быть городские, загородные или сельского типа. Гражданские здания и их виды резко отличаются друг от друга по архитектурно-конструктивной структуре и по внешнему виду. Промышленные здания подразделяются по характеру выполняемых в них производственных процессов (химия, металлургия, машиностроение, транспорт и пр.) Сельскохозяйственные здания предназначены для обслуживания различных отраслей сельскохозяйственного производства.

Внутреннее пространство зданий состоит из отдельных помещений. **Помещение** – это огражденное со всех сторон единое пространство внутри здания. Помещения, полы которых находятся на одном уровне, образуют этаж. Отдельные этажи имеют определенные названия (рис. 1).

По этажности здания условно делят на: малоэтажные (1–2 этажа), средней этажности (3–5 этажей), многоэтажные (6–12 этажей), повышенной этажности (до 25 этажей) и высотные (более 25 этажей).

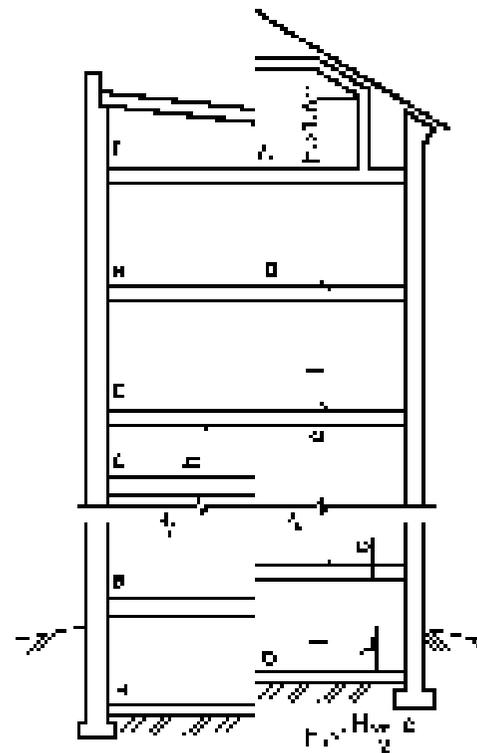


Рис. 1. Этажи зданий

- а – подвальный,
- б – полуподвальный или цокольный,
- в – надземный,
- г – чердачный,
- д – мансардный,
- е – технический

В зависимости от расположения, этажи бывают подвальные, цокольные, надземные, технические и мансардные. Если заглубление менее половины высоты помещения, то этаж называется цокольным, если более – подвальным. Надземные этажи – это все этажи, уровень пола которых выше уровня земли вокруг здания. Мансардный этаж расположен в пределах чердака. При определении этажности здания принимают во внимание только надземные этажи. Заглубленные этажи учитывают только в том случае, если уровень пола первого этажа превышает уровень земли на 2 м и более. Технический – этаж, предназначенный для размещения инженерного оборудования и прокладки коммуникаций (что определяет его высоту). Он может быть расположен в нижней (техническое подполье), верхней (технический этаж) или в средней части здания.

Все эти и другие помещения являются элементами объемно-планировочной структуры здания. Материальную же оболочку составляют взаимосвязанные части здания (конструктивные элементы) – самостоятельные части или элементы, каждый из которых имеет свое определенное значение (фундаменты, стены, перекрытия, крыши и т. д.) (рис. 2).

По назначению части здания подразделяют на несущие (фундаменты, стены, перекрытия, некоторые виды перегородок, отдельные опоры и столбы) и ограждающие (стены, перегородки, покрытия, крыши, окна, двери). Некоторые части зданий выполняют несущие и ограждающие функции (стены, покрытия и др.). 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 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, снега, давления ветра и т. п. Воздействия несилового характера: атмосферные осадки, потоки тепла и влаги, шумы и вибрация, инфильтрация воздуха через неплотности, солнечная радиация и т. п.

Назначение несущих конструкций – воспринимать все виды нагрузок и воздействий силового характера, которые могут возникать в здании, и передавать их через фундамент на грунт. Назначение ограждающих конструкций – изолировать внутреннее 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.

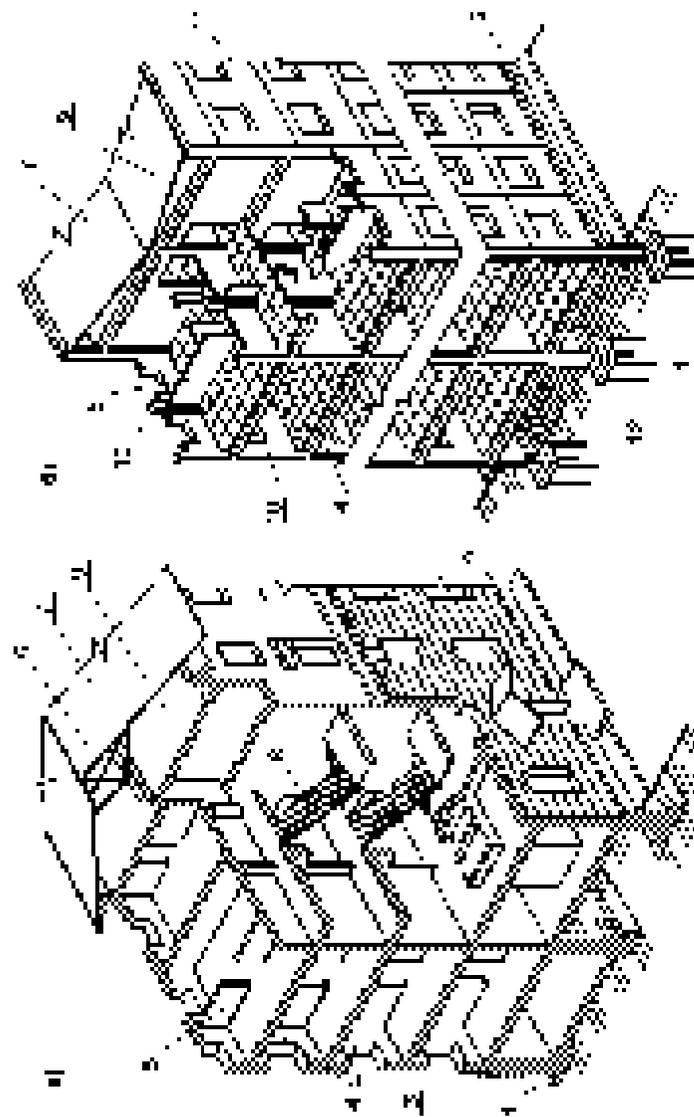


Рис. 2. Основные элементы гражданских зданий.  
а – со стенами ручной кладки, б – каркасно-панельные. 1 – фундамент, 2 – цоколь, 3 – несущие продольные стены, 4 – междуэтажные перекрытия, 5 – перегородки, 6 – несущий остов крыши, 7 – кровля, 8 – лестницы, 9 – чердачные перекрытия, 10 – ригели и колонны каркаса, 11 – навесные стеновые панели, 12 – сваи

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** (рис. 3).

К первым относятся 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.

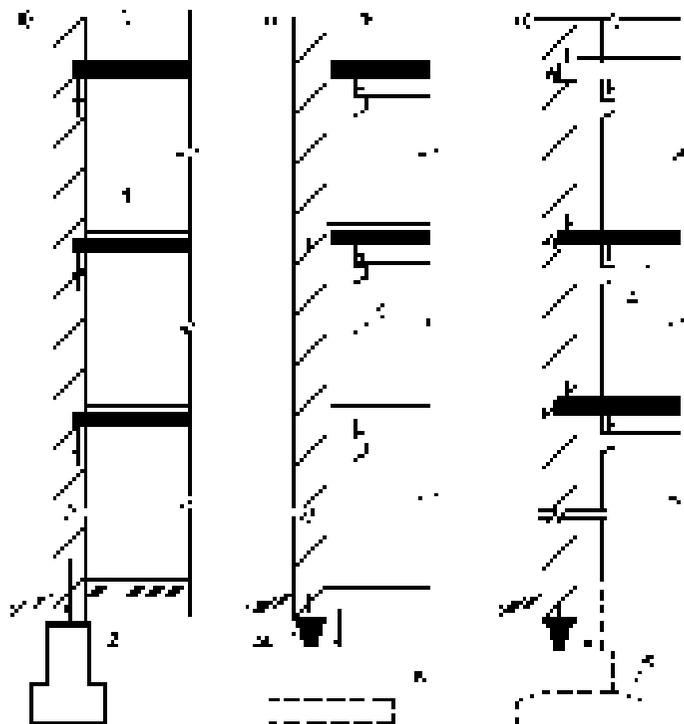


Рис. 3. Виды наружных стен.

**а** – несущие, **б** – самонесущие, **в** – самонесущие и навесные.

**1** – плита перекрытия, **2** – ленточный фундамент, **3** – колонна, **4** – ригель, **5** – фундаментная балка, **6** – столбчатый фундамент

Другой тип вертикальных несущих конструкций – отдельно стоящие вертикальные опоры – **колонны** или **стойки**.

**Фундаменты** – подземные конструктивные элементы зданий, воспринимающие все нагрузки от вышерасположенных 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.).

**Перекрытия** – горизонтальные конструкции, разделяющие здания 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**. Нижняя поверхность перекрытий называется **потолком**.

**Крыша** – верхняя конструкция, отделяющая помещения здания от внешней среды и защищающая их от атмосферных осадков и других внешних воздействий. Состоит из несущей части 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 покрытие). **Перегородки** – вертикальные ограждающие конструкции, устанавливаемые на перекрытия в целях разделения пространства в пределах этажа на помещения.

**Лестницы** – наклонные ступенчатые конструктивные элементы, предназначенные для вертикальных коммуникаций в зданиях и сооружениях. Иными словами, лестницы являются путями сообщения между этажами и эвакуации при аварийных обстоятельствах. Часто в целях их защиты от огня и задымления лестницы отгораживаются от остальных помещений несгораемыми вертикальными стенами. Эти стены, пространство, выгороженное ими, и расположенные в нем лестницы и площадки называют лестничной клеткой. Лестницы должны освещаться естественным светом через окна в наружных стенах. Лестничная клетка, в силу малой протяженности образующих ее стен, представляет собой жесткую коробку и, будучи связанной с другими элементами здания, существенно повышает его пространственную жесткость. Объемно-планировочный элемент здания, включающий лестничную клетку, примыкающие к ней шахты лифтов 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 зданий относятся также ряд дополнительных, 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 (покрытия, перекрытия), вертикальные (стены, колонны) и фундаменты – взятые вместе, составляют единую пространственную систему – **несущий остов здания** – надежно обеспечивающую восприятие и передачу на основание всех видов нагрузок и механических (силовых) воздействий, возникающих в процессе эксплуатации здания.



## Вопросы для самопроверки

1. Что такое «здание»?
2. Чем отличается «инженерное сооружение» от «здания»?
3. Что такое «этаж»? Какие виды этажей Вы знаете?
4. Что такое «помещение»?
5. Какие виды конструкций по назначению Вы можете назвать?
6. Могут ли в одной конструкции совмещаться несущие и ограждающие функции?
7. Какие подземные конструктивные элементы Вы знаете?
8. Какие несущие конструкции Вы можете назвать?
9. Чем отличаются несущие, самонесущие и ненесущие стены?
10. Какие виды вертикальных несущих конструкций Вы знаете?
11. Назовите несколько видов перекрытий. Чем они отличаются друг от друга?
12. Какие виды крыш Вы знаете?
13. Назовите отличие крыши от кровли?
14. Какие конструкции в здании не являются несущими?
15. Какие конструкции обеспечивают вертикальные коммуникации в здании?
16. Что такое «лестнично-лифтовой узел»?
17. Какие виды светопрозрачных ограждений используются в жилых зданиях?
18. Что такое «несущий остов здания»? Какие функции он выполняет?

## Глава 2. ТРЕБОВАНИЯ К ЖИЛЫМ ЗДАНИЯМ

Одним из первых требования, предъявляемые к зданиям, сформулировал архитектор Древнего Рима Витрувий (середина первого века до н.э. – «Десять книг об архитектуре»): «Полезность, прочность, красота». В современном варианте эти требования формулируются следующим образом:

1) функциональная целесообразность – здание должно быть удобно для жизни, отдыха или другого процесса, для которого оно предназначено;

2) техническая целесообразность – здание должно быть прочным, долговечным, надежно защищать человека от всех воздействий окружающей среды;

3) архитектурно-художественная выразительность – привлекательность внешнего вида, благоприятное воздействие на психологическое состояние человека;

4) экономическая целесообразность – получение максимально целесообразного результата при минимальных затратах с учетом не только затрат на возведение здания, но и на его эксплуатацию.

Отдельно каждое из этих требований не может ни рассматриваться, ни решаться. Любой строительный объект – результат взаимосвязки всех этих составляющих. Только при такой постановке вопроса возможно получение хорошего результата.

### 2.1. Функциональные требования к зданиям

Требование функциональной целесообразности здания является главным при его проектировании и подразумевает максимальное соответствие помещений здания протекающим в нем функциональным процессам. Различают главные и второстепенные функции как для здания в целом, так и для каждого помещения.

Проект здания должен обеспечивать оптимальную среду для протекания всех функциональных процессов, для которых это здание предназначено. Параметры среды определяются функциональными факторами и предопределяют параметры помещений. К функциональным факторам можно отнести:

1) *пространство*, необходимо для деятельности человека, размещения мебели и передвижения людей (планировочные параметры – длина, ширина помещения, высотные параметры) – обуславливает объемно-планировочное решение помещений и здания в целом;

2) *состояние воздушной среды*, т. е. микроклимат помещения: температурные параметры, влажность, воздухообмен, количество вредных примесей в составе воздуха – обуславливает тепловую защиту, вентилирование, кондиционирование воздуха;

3) *звуковой режим*, для жилых зданий – звукоизоляция от посторонних шумов (между помещениями, от уличного, производственного шума и т. д.);

4) *световой режим*, условия освещенности по необходимости наличия естественного света (в комнатах, кухнях – да, в санузлах, прихожих, кладовых – нет), а также цветовые характеристики (искусственный свет).

Большинство вышеперечисленных факторов влияет на определение размеров помещений, а также на выбор типа конструкций (несущих и ограждающих).

Качество среды должно обеспечивать, в первую очередь, *главную* функцию помещений. Однако, при проектировании обязательно учитываются и *вспомогательные* функциональные процессы. Все помещения – главные и вспомогательные объединяются дополнительными помещениями, основное функциональное назначение которых – движение людей, их размеры определяются интенсивностью людских потоков в нормальных условиях и обеспечением безопасной эвакуации людей в аварийных ситуациях.

### 2.2. Требования технической целесообразности

Техническая целесообразность здания определяется решением его конструкций в соответствии с законами физики и химии. Для этого необходимо знать и учитывать все виды воздействий на здания в целом и на каждую конструкцию в отдельности.

Воздействия делятся на силовые и несиловые.

**Силовые** воздействия это: *постоянные* нагрузки – от собственного веса (массы) здания, давления грунта; *временные длитель-*

*ные* – от веса (массы) стационарного оборудования, собственного веса (массы) некоторых конструкций (например, перегородок); *кратковременные* – от веса (массы) людей, снега, ветра; *особые* – сейсмические, аварийные, динамические.

**Несиловые** воздействия это: *температурные* – вызывают изменение размеров строительных материалов (удлинение и уменьшение), которые могут привести к значительным деформациям и силовым воздействиям, а также влияют на температурный режим помещений; *влажностные* – атмосферная, грунтовая влага, а также влажность пара, находящегося в воздухе атмосферы и помещений, вызывающие изменение свойств материалов конструкций; *химическая агрессия* – от веществ, находящихся в грунте, атмосфере помещений и окружающей среды, при взаимодействии с водяными парами или влагой атмосферной и грунтовой вызывает коррозию материалов конструкций; *биологическая агрессия* – от воздействия микроорганизмов и насекомых на материалы органического происхождения; *солнечная радиация* – вызывает перегрев помещений, конструкций, а также изменение физико-технических поверхностных слоев свойств материалов ограждающих конструкций; *воздействие шумов* – звуковые колебания и ударные шумы, нарушающие нормальный звуковой режим помещений.

Комплекс технических требований включает:

1. *Прочность* – способность воспринимать внешние воздействия без разрушений и существенных остаточных деформаций – обеспечивается правильным выбором строительных материалов и конструкций и их расчетом.

2. *Устойчивость (жесткость)* – способность сохранять равновесие и конструктивную форму в процессе эксплуатации – обеспечивается целесообразным взаимным размещением конструкций, использованием дополнительных конструктивных элементов и расчетом.

3. *Долговечность* – сохранение эксплуатационных качеств здания и его элементов весь период эксплуатации – зависит от:

– *ползучести* материалов – накопления малых непрерывных деформаций от длительного действия нагрузок;

- *морозостойкости* материалов – способности материала сопротивляться многократному замораживанию и оттаиванию;
- *влажностойкости* материалов – способности противостоять длительному воздействию влаги (размягчению, короблению, набуханию, расслоению, растрескиванию и т. д.);
- *коррозиестойкости* – способности сопротивляться разрушению вследствие химических и электрохимических воздействий;
- *биостойкости* – способности органических строительных материалов противостоять действию бактерий и насекомых.

Долговечность определяется предельным проектным сроком службы здания. По степеням долговечности здания делятся:

1 степень – срок службы > 100 лет – все основные конструкции здания обладают высокой стойкостью к перечисленным выше воздействиям;

2 степень – срок службы от 50 до 100 лет;

3 степень – срок службы от 20 до 50 лет.

Здания, срок службы которых менее 20 лет, считаются **временными**.

4. *Пожарная безопасность* – обеспечивается системой мероприятий, уменьшающих вероятность пожара, гарантирующих безопасную эвакуацию людей и ценного оборудования и наличием средств пожаротушения.

Строительные материалы делятся на три группы. **Несгораемые** материалы под воздействием огня не загораются, не тлеют, не обугливаются. **Трудногораемые** материалы под воздействием огня с трудом загораются, или тлеют, или обугливаются, но после удаления источника огня этот процесс прекращается. **Сгораемые** материалы под воздействием огня загораются и продолжают гореть, тлеть или обугливаться и после удаления источника огня.

Конструкции характеризуются **пределом огнестойкости** – измеряется в часах – время сопротивления конструкции действию огня до потери несущей способности или до прогрева конструкции на противоположной от источника огня стороне до температуры 140 °С. Здания по огнестойкости имеют 5 степеней – в зависимости от возгораемости и пределов огнестойкости конструкций.

5. *Инженерное благоустройство зданий* – обеспечение водоснабжением, отоплением, бытовым оборудованием и т. п.

### 2.3. Требования архитектурно-художественной выразительности

Необходимым условием проектирования здания является соблюдение функциональных и технических требований, архитектура призвана эстетически формировать среду. Это достигается средствами архитектурной выразительности.

В зависимости от назначения здания, его места в застройке используются различные выразительные средства. Архитектурная значимость здания рассматривается, в зависимости от его назначения, на уровне *градостроительном, комплекса, отдельного здания*.

Важным элементом архитектурной выразительности является формирование *интерьера* здания. В частности, использование той или иной цветовой гаммы позволяет формировать деловую, активную или расслабляющую, способствующую отдыху среду.

### 2.4. Требования экономической целесообразности

Экономическая целесообразность выступает в качестве обязательного компонента на всех стадиях архитектурно-конструктивного проектирования и строительства зданий. При решении функциональных задач – назначении параметров помещений, уровня благоустройства здания и пр. – выбирается наиболее экономически оправданный вариант, учитывающий необходимый минимум требований и возможность дальнейшего минимально необходимого развития строительного объекта.

При разработке *технического* решения проводится технико-экономическое сравнение вариантов проектируемых конструкций с учетом стоимости возведения и эксплуатации здания.

При формировании *архитектурно-художественного* облика здания учитывается его значение и в соответствии с этим выбираются средства, придающие зданию эстетические качества.

Для выбора экономически целесообразных решений здания по капитальности делятся на четыре класса. Для каждого класса устанавливаются эксплуатационные требования, отражающие состав и

размеры помещений, степень их благоустройства, отделки, долговечность и огнестойкость.

**1 класс:** крупные общественные здания, правительственные учреждения, жилые дома высотой более 9 этажей, крупные промышленные объекты государственного значения (гидроэлектростанции, например);

**2 класс:** общественные здания массового строительства – школы, больницы, административные здания..., жилые дома высотой 6 – 9 этажей включительно, крупные промышленные здания;

**3 класс:** общественные здания небольшой вместимости (например, в сельской местности), жилые дома не более 5 этажей;

**4 класс:** малоэтажные жилые дома (до 2 этажей), временные общественные и промышленные здания, рассчитанные на период эксплуатации не более 20 лет.

Вопросы обеспечения максимальной экономической целесообразности при строительстве зданий решаются методами индустриализации строительства.



### Вопросы для самопроверки

1. Какие требования к зданиям Вы можете назвать?
2. К какому виду требований относится наличие или отсутствие естественной освещенности в помещении?
3. Какие функциональные требования к зданиям Вам известны?
4. Назовите силовые воздействия на здания. Какими требованиями к зданиям обеспечивается восприятие силовых воздействий?
5. Какие требования соответствуют несилowym воздействиям?
6. Какие степени долговечности зданий Вы знаете? Что такое «временные здания»?
7. Что такое «предел огнестойкости»?
8. Какими средствами формируется эстетика здания?
9. Как реализуются требования экономической целесообразности при выполнении других требований к зданиям?
10. Какие классы капитальности зданий Вам известны?

### Глава 3. КОНСТРУКТИВНЫЕ СИСТЕМЫ И СХЕМЫ ЗДАНИЙ

Возникающие в здании и вне его нагрузки воспринимают ограждающие и несущие конструкции. Пространственная структура несущих элементов, каждый из которых выполняет специфические функции и входит в единую систему, образует несущий остов здания. Чтобы остов здания был устойчив, он должен обладать необходимой жесткостью, что достигается устройством продольных и поперечных стен. Кроме того, жесткость обеспечивается перекрытиями, которые, являясь жесткими горизонтальными диафрагмами, расчленяют остов на ярусы. Диафрагмы, будучи прочно сопряженными со стенами, повышают их устойчивость.

Несущий остов здания составляют вертикальные несущие элементы (стены, стойки, столбы, несущие перегородки и т. д.) и опирающиеся на них горизонтальные или наклонные несущие элементы: перекрытия и покрытия, прогоны, ригели, балки. Все нагрузки, воспринимаемые несущими конструкциями, фундаменты передают на основание. Несущий остов здания может быть выполнен в монолитных и сборных, плоскостных и пространственных конструкциях в виде колонн, стен, столбов, балок и т. п., связанных между собой в горизонтальном и вертикальном направлениях. Сочетание отдельных опор и балок образует каркас здания.

В зависимости от конструктивного выполнения элементов и частей несущего остова определяется конструктивная система здания (пространственная структура несущего остова, состоящего из горизонтальных и вертикальных элементов, обеспечивающих его статическую работу и устойчивость). Сущность каждой системы заключается в том или ином расположении несущих и ненесущих наружных и внутренних стен здания, опирания перекрытий, расположении опор и т. п. Конструктивная система здания может иметь несколько конструктивных схем в зависимости от расположения несущих стен (опор), воспринимающих нагрузки от перекрытий: с поперечными несущими, продольными и поперечно-продольными вертикальными элементами.

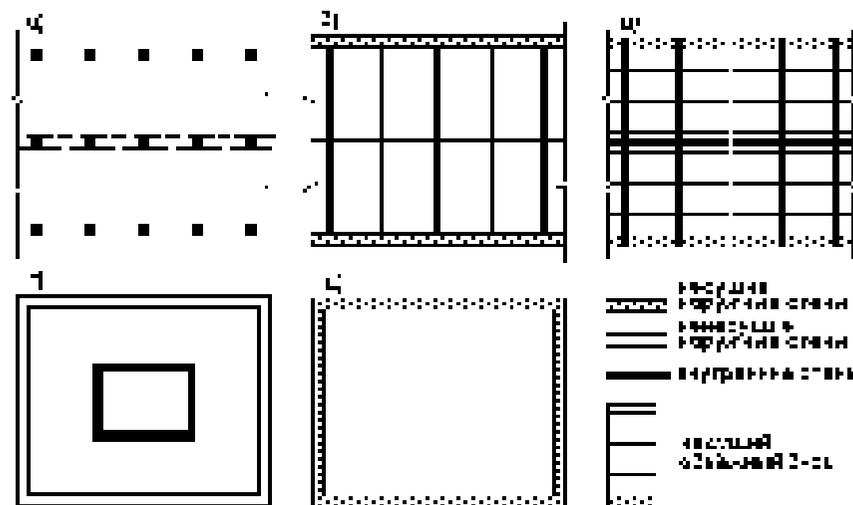


Рис. 4. Основные конструктивные системы.

а – каркасная, б – бескаркасная, в – объемно-блочная, г – ствольная, д – оболочковая

Соответственно видам вертикальных несущих конструкций различают пять основных конструктивных систем зданий: каркасную, бескаркасную (стеновую), объемно-блочную, ствольную и оболочковую (рисунок 4).

Выбор вертикальных несущих конструкций, характера распределения нагрузок и воздействий между ними – один из основных вопросов при компоновке конструктивной системы. Он также оказывает влияние на планировочное решение, архитектурную композицию и экономичность проекта. Кроме того на выбор системы оказывают влияние типологические особенности проектируемого здания, его этажность и инженерно-геологические условия строительства.

Область применения основных конструктивных систем весьма обширна. **Каркасная система** с пространственным рамным каркасом применяется, в основном, в строительстве многоэтажных сейсмостойких зданий, а также в обычных условиях строительства. **Бескаркасная**

**система** – самая распространенная в жилищном строительстве, ее используют в зданиях различных планировочных типов. **Объемно-блочная система** зданий в виде группы отдельных несущих столбов из установленных друг на друга объемных блоков применяется для жилых домов высотой до 12 этажей в обычных и сложных грунтовых условиях. **Ствольную систему** применяют в зданиях высотой более 16 этажей. Наиболее целесообразно применение ствольной системы для компактных в плане многоэтажных зданий, особенно в сейсмостойком строительстве, а также в условиях неравномерных деформаций оснований. **Оболочковая система** присуща уникальным высотным зданиям жилого, общественного или многофункционального назначения.

Наряду с основными конструктивными системами широко применяют **комбинированные**, в которых вертикальные несущие конструкции komponуют из различных элементов – стержневых и плоскостных, стержневых и ствольных и т. п. Наиболее распространены следующие комбинированные системы (рис. 5):

– **система с неполным каркасом**, основанная на сочетании несущих стен и каркаса, воспринимающих все вертикальные и горизонтальные нагрузки. Систему применяют в двух вариантах: с несущими наружными стенами и внутренним каркасом либо с наружным каркасом и внутренними стенами. Систему применяют при проектировании зданий средней и повышенной этажности;

– **система каркасно-диафрагмовая** основана на разделении статических функций между стеновыми (связевыми) и стержневыми элементами несущих конструкций. Система получила наиболее широкое применение в строительстве каркасно-панельных общественных зданий разной этажности и многоэтажных жилых зданий в обычных условиях и в сейсмических районах;

– **система каркасно-ствольная** основана на разделении статических функций между каркасом, воспринимающим вертикальные нагрузки, и стволом, воспринимающим горизонтальные нагрузки и воздействия. Ее применяют при проектировании многоэтажных и высотных зданий;

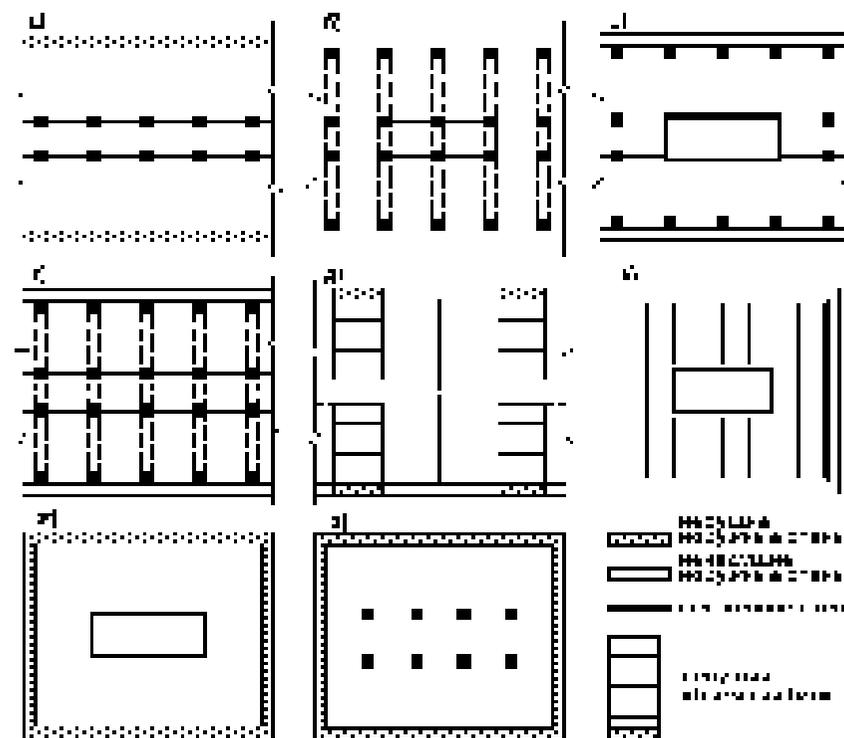


Рис. 5. Комбинированные конструктивные системы.

**а** – с неполным каркасом, **б** – каркасно-диафрагмовая, **в** – каркасно-ствольная, **г** – каркасно-блочная, **д** – блочно-стеновая, **е** – ствольно-стеновая, **ж** – оболочково-ствольная, **з** – каркасно-оболочковая

– **каркасно-блочная система** основана на сочетании каркаса и объемных блоков, причем последние могут получать применение в системе в качестве ненесущих или несущих конструкций. Ненесущие объемные блоки используют для поэтажного заполнения несущей решетки каркаса. Несущие – устанавливают друг на друга в три–пять ярусов на расположенные с шагом три–пять этажей горизонтальных несущих платформах (перекрытиях) каркаса. Система применяется в зданиях выше 12 этажей;

– **блочно-стенная (блочно-панельная) система** основана на сочетании несущих столбов, их объемных блоков и несущих стен, поэтажно связанных друг с другом дисками перекрытий. Применяют в жилых зданиях высотой до 9 этажей в обычных грунтовых условиях.

– **каркасно-оболочковая система** основана на сочетании наружной несущей оболочки здания с внутренним каркасом при работе оболочки на все виды нагрузок и воздействий, а каркаса – преимущественно на вертикальные нагрузки. Применяются при проектировании высотных зданий.

Понятие «конструктивная система» – обобщенная конструктивно-статическая характеристика здания, не зависящая от материала, из которого оно возводится и способа возведения. Например, на основе бескаркасной конструктивной системы может быть запроектировано здание со стенами деревянными рублеными, кирпичными, бетонными. В свою очередь, каркасная система может быть осуществлена в деревянных, стальных и железобетонных конструкциях. Области применения в строительстве отдельных конструктивных систем различны и определяются назначением здания и его этажностью.

Конструктивная схема представляет собой вариант конструктивной системы по признакам состава и размещения в пространстве основных несущих конструкций – продольному, поперечному или другому. Конструктивную схему, как и систему, выбирают на начальном этапе проектирования с учетом объемно-планировочных, конструктивных и технологических требований.

В каркасных зданиях применяют три конструктивные схемы: **с поперечными ригелями, продольными и безригельную** (рис. 6).

При проектировании зданий наиболее распространенной бескаркасной системы используют следующие пять конструктивных схем (рис. 7):

– **схема 1** – с перекрестным расположением внутренних несущих стен при малом шаге поперечных стен;

– **схема 2** – с чередующимися размерами (большими и малыми) шага поперечных несущих стен и отдельными продольными стенами жесткости (схема со смешанным шагом стен);

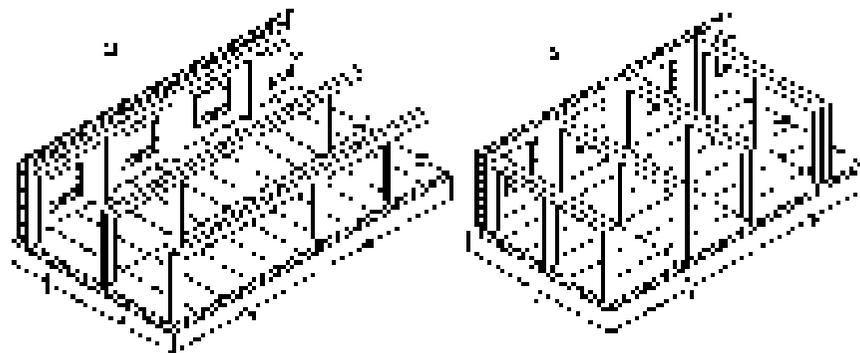
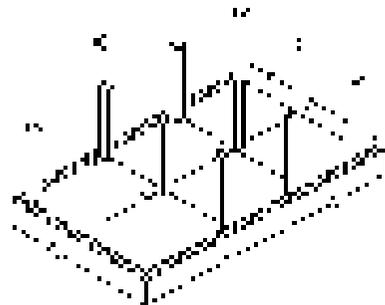


Рис. 6. Конструктивные схемы каркасных зданий.

**а** – с продольным расположением ригелей,  
**б** – с поперечным расположением ригелей,  
**в** – безригельная



– **схема 3** – с редко расположенными поперечными несущими стенами и отдельными продольными стенами жесткости;

– **схема 4** – с продольными наружными и внутренними несущими стенами и редко расположенными поперечными стенами – диафрагмами жесткости;

– **схема 5** – с продольными наружными несущими стенами и редко расположенными поперечными диафрагмами жесткости.

На рис. 8 представлены в общем виде все основные конструктивные схемы бескаркасных зданий.

**Конструктивные схемы высотных зданий повышенной этажности.** Для таких зданий значение имеют не только вертикальные силы, как для каждого здания, но также и горизонтальные, и в первую очередь, давление ветра.

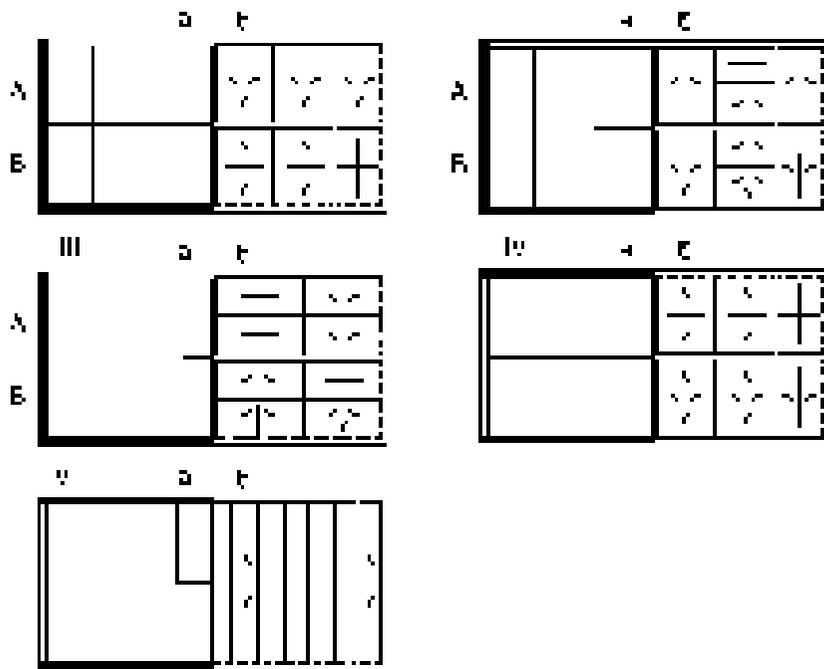


Рис. 7. Конструктивные схемы бескаркасных зданий.

I – перекрестно-стенная, II, III – поперечно-стенная, IV и V – продольно-стенная; А – варианты с несущими или самонесущими наружными стенами, Б – то же, с несущими; а – план стен, б – план перекрытий

Поэтому с самого начала проектирования необходимо заботиться о том, чтобы несущие конструкции зданий включали в себя строительные элементы, достаточно жесткие в горизонтальном направлении, с целью исключить нежелательные деформации, например, от порывов ветра.

Элементами, обеспечивающими пространственную жесткость здания, являются: плоские системы – диски; связевые системы – решетчатые диафрагмы, связанные с колоннами и ригелями; ядра жесткости, включающие несколько диафрагм или связевых систем, соединенных между собой под прямыми или косыми углами; плоские рамы – жестко соединенные между собой колонны и ригели; системы жестко соединенных между собой несущих стен (рис. 9).

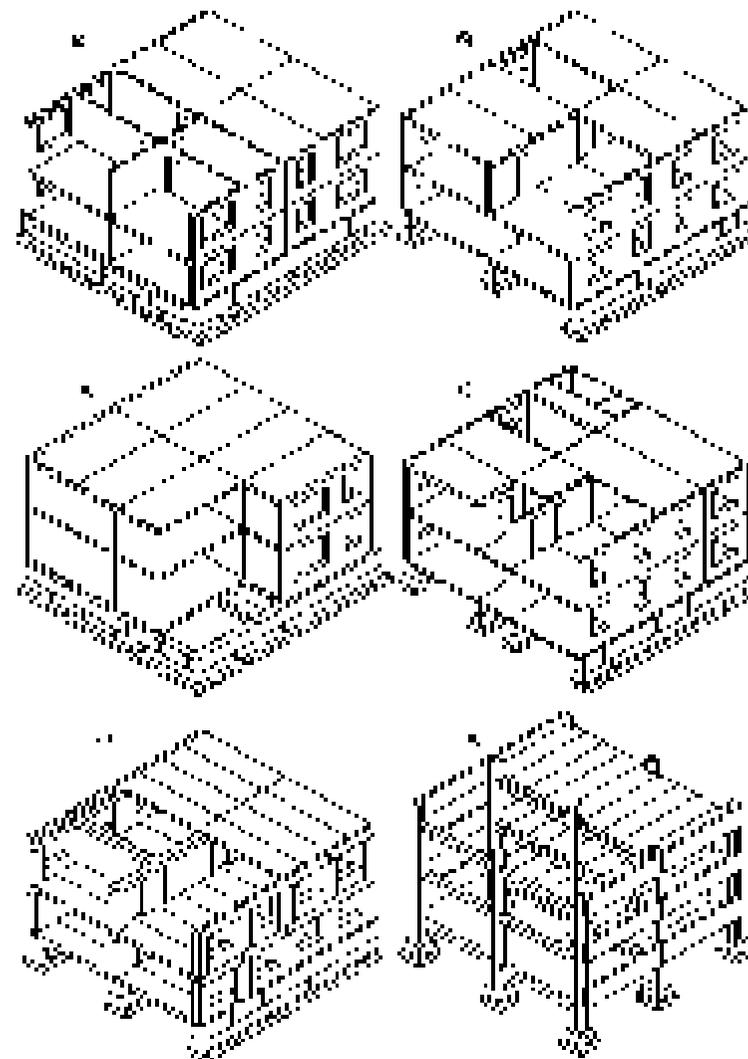


Рис. 8. Конструктивные схемы бескаркасных зданий.

а – продольно-поперечная с малым шагом поперечных стен, б – продольная, в – поперечная с широким шагом несущих стен, г – с перекрестно-расположенными несущими стенами, д – бескаркасная с несущими наружными и внутренними стенами, е – каркасная, ж – объемно-блочная, з – комбинированная.

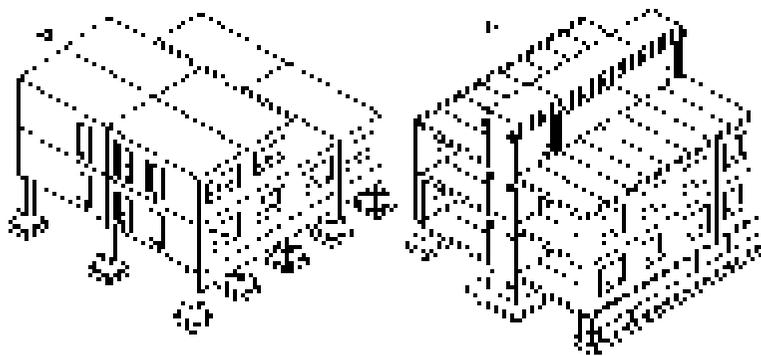


Рис. 8. Окончание.

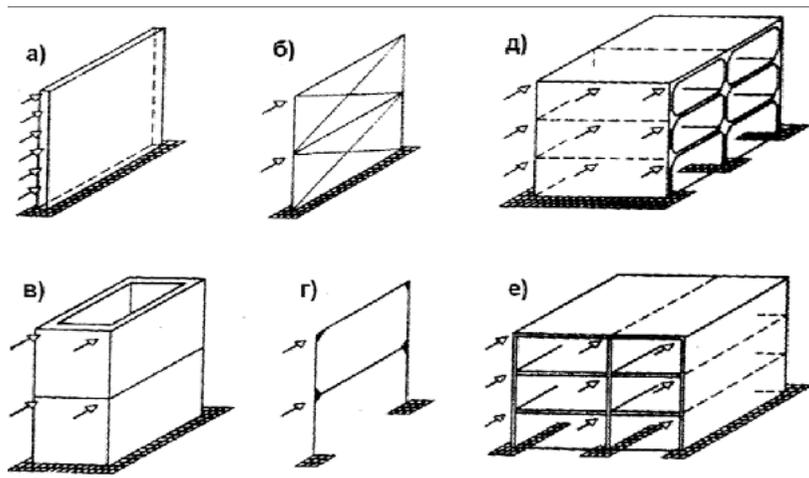


Рис. 9. Конструктивные схемы элементов, обеспечивающих пространственную жесткость зданий

**а** – плоские системы – диски; **б** – связевые системы – решетчатые диафрагмы, связанные с колоннами и ригелями; **в** – ядра жесткости, включающие несколько диафрагм или связевых систем, соединенных между собой под прямыми или косыми углами; **г** – плоские рамы – жестко соединенные между собой колонны и ригели; **д** – пространственные рамы – жестко связанные стены и перекрытия; **е** – системы жестко соединенных между собой несущих стен

Наиболее часто для придания зданиям жесткости применяются плоские диафрагмы, связевые и пространственные ядра жесткости, так как они мало деформируются под действием горизонтальной нагрузки, а также потому что почти в каждом здании при компоновке объемно-планировочного решения, для обеспечения необходимой звукоизоляции и проведения противопожарных мероприятий функционально требуются стены, которые могут быть одновременно и несущими. К ним, в первую очередь, относятся стены лестничных клеток, шахт лифтов и инженерных коммуникаций. Если они, из соображений безопасности и транспорта, сосредотачиваются в одном месте, то одного такого ядра почти всегда бывает достаточно для обеспечения устойчивости. Поскольку подобные транспортные узлы (лифты, лестницы, инженерные коммуникации) согласно функциональным и нормативным требованиям должны устраиваться через каждые 30–40 метров по длине, то с их помощью может быть обеспечена требуемая устойчивость протяженных в плане зданий.

Габариты этих несущих конструкций в плане в большинстве случаев малы, по сравнению с их высотой, поэтому их можно сравнить с башней, жестко заделанной фундаментом в грунт основания. Для восприятия вертикальных нагрузок в этом случае достаточно системы, состоящей из колонн и перекрытий, причем последние могут состоять из балок и плит. Решенный таким образом, несущий каркас состоит из плит перекрытий (дисков), стоек и одной или нескольких «башен» в форме ядер, обеспечивающих устойчивость здания (рис. 10).

Наиболее экономичной несущей системой является система, в которой все, или, по крайней мере, большинство перегородок – диафрагмы, образующие жесткую коробчатую конструкцию. Жилые дома повышенной этажности, границы между квартирами в которых определены заранее, особенно хорошо соответствуют этой конструктивной системе.

Перед началом проектирования несущих конструкций здания повышенной этажности следует определить характеристики и несущую способность грунта основания на основе гидрогеологического заключения, а также выяснить, подвергается ли участок строительства особым воздействиям (сейсмические воздействия, подработки территории и т. п.).

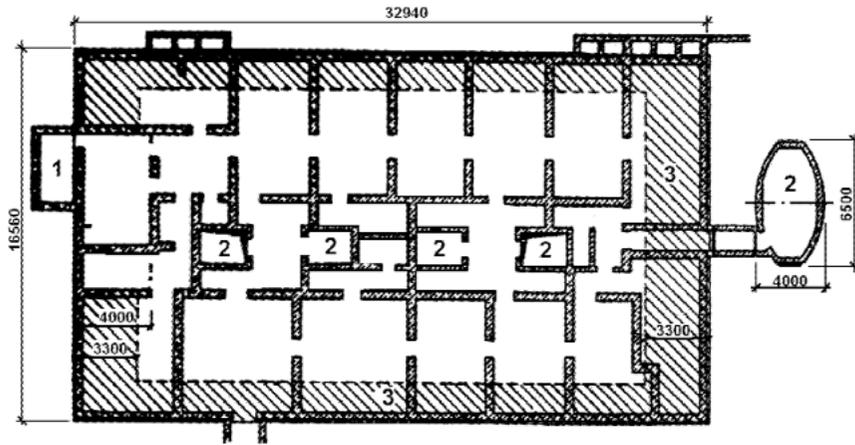


Рис. 10. Высотные дома «Геркулес». План башни и сечения.  
1 – лестница, 2 – ядра жесткости (лифты и коммуникации), 3 – краевая зона



### Вопросы для самопроверки

1. Чем определяется конструктивная система здания?
2. Какие пять основных конструктивных систем?
3. Чем отличаются комбинированные конструктивные системы от основных? Какие комбинированные системы Вы знаете?
4. Что такое «конструктивная схема» и в чем ее отличие от конструктивной системы?
5. Сколько существует конструктивных систем бескаркасных зданий? Каркасных зданий?
6. Какие элементы обеспечивают конструктивную жесткость зданий?
7. Что такое «ядро жесткости»? Из каких конструкций оно может состоять?
8. Чем обеспечиваются жесткость и устойчивость высотных зданий?

Основанием называют массив грунта, расположенный под фундаментами и воспринимающий через них нагрузки от здания или сооружения. Эти нагрузки вызывают в основании напряженное состояние (рис. 11), которое при достижении определенного уровня может привести к деформациям как самого основания, так и фундаментов. Образующаяся в результате совместной работы основания и фундамента ниже подошвы фундамента зона деформаций – рабочая зона основания.

Величина деформаций зависит от нагрузки, конструкции и формы фундамента в плане. Незначительные и равномерные деформации для зданий не опасны. Большие же и особенно неравномерные деформации – **осадки** (см. рис. 11) опасны и ведут к образованию трещин, разрушению конструкций, авариям зданий и сооружений.

Поскольку от состояния оснований во многом зависят долговечность и эксплуатационные свойства зданий и сооружений, к ним при проектировании и строительстве предъявляют жесткие требования. Основания должны иметь достаточную несущую способность, небольшую и равномерную сжимаемость, быть неподвижными. Основание должно быть однородным, не пучинистым, стойким к воздействию текучих и агрессивных вод, неблагоприятных биологических факторов.

Выбор и проектирование оснований следует производить исходя из результатов инженерно-геологических, гидрогеологических и климатических изысканий, опыта строительства аналогичных объектов, характеристик возводимого здания или сооружения, местных условий в результате технико-экономического сравнения возможных вариантов решения.

Поверхностный слой (20–50 см) грунта обычно не может быть основанием, так как ослаблен органическими примесями, разрыхлением, воздействием атмосферной влаги и переменных температур. Не разрешается устанавливать фундаменты на промороженный грунт основания.

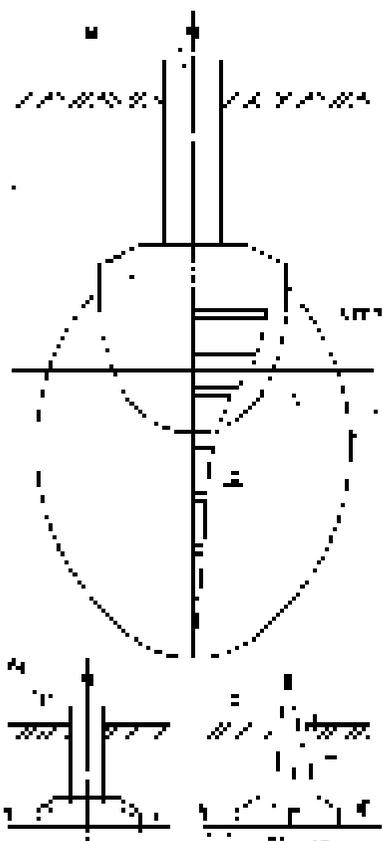


Рис. 11. Основания зданий и сооружений.

- а – схема действующих сил при расчете фундамента:  
 1 – подошва фундамента,  
 2 – эпюра распределения вертикальных напряжений в грунте от внешнего давления,  
 3 – зона наибольших напряжений,  
 4 – граница области напряжений,  
 5 – горизонт грунтовых вод (ГГВ);  
 б – деформации:  
 1 – осадка фундамента,  
 2 – крен фундамента,  
 $\Delta h$ ,  $\Delta h_1$ ,  $\Delta h_2$  – деформации.

Грунты в качестве основания могут быть использованы в естественном состоянии или с искусственным усилением. Соответственно различают естественные и искусственные основания.

**Естественные основания** – это грунты, которые в природном состоянии имеют достаточную несущую способность для восприятия нагрузки от здания. Качество естественного основания зависит от вида грунта, его влажности, уровня грунтовых вод и условий промерзания.

**Грунты** – геологические породы, образующие верхнюю часть земной коры, состоят из скелета, который составляют частицы породы, и пространства между ними – пор, заполненных в сухом грунте

воздухом. Во влажном грунте воздух частично или полностью замещен водой. Грунт называют маловлажным, когда водой заполнено до 50 % объема пор, влажным – до 80 % и насыщенным, когда заполнено водой свыше 80 % пор.

Влажность существенно влияет на несущую способность большинства грунтов. Чем выше влажность, тем меньше несущая способность грунта. Избыток влаги влечет за собой необходимость принятия мер по осушению грунтов для повышения их надежности и несущей способности.

Большое влияние на качество основания оказывает промерзание грунтов. Влажный грунт при замерзании увеличивается в объеме, что приводит к пучению, а значит, неравномерным деформациям и разрушению фундаментов.

Строительные нормы и правила подразделяют грунты оснований зданий и сооружений на **скальные** и **нескальные**.

**Скальные грунты** залегают в виде сплошного или трещиноватого массива и имеют жесткие связи между зернами. Это изверженные, метаморфические и осадочные породы. В зависимости от временного сопротивления сжатию различают очень прочные скальные грунты, прочные, средней прочности, малопрочные и полускальные. По коэффициенту размягчаемости при увлажнении скальные грунты могут быть неразмягчаемые ( $K_{рз} > 75$ ) и размягчаемые ( $K_{рз} < 75$ ), а по степени выветрелости неветрелые, слабовыветрелые, выветрелые и сильноветрелые (рухляки).

Скальные грунты, практически не сжимаемые при нагрузках от гражданских зданий, являются для них надежным основанием. В отличие от скальных, нескальные грунты (крупнообломочные, песчаные, глинистые) более слабые и сжимаемые.

**Крупнообломочные грунты** – это грунты, содержащие по массе более 50 % обломков кристаллических или осадочных пород с размерами более 2 мм. В зависимости от крупности частиц различают валунные, галечниковые (щебенистые) и гравийные (дресвяные) грунты (с преобладанием частиц соответственно более 200 мм, более 10 мм и более 2 мм).

В зависимости от гранулометрического состава изменяются несущая способность основания и другие его качества. При большом содержании песчаных или глинистых частиц характеристики основания можно определять по этим заполнителям.

**Песчаные грунты**, в сухом состоянии сыпучие, содержат в своем составе по массе более 50 % частиц более 2 мм и не обладают свойствами пластичности. В зависимости от крупности зерен пески могут быть гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые; по плотности сложения – плотные, средней плотности и рыхлые. Как и для крупнообломочных, для песчаных грунтов важной характеристикой является показатель неоднородности.

Гравелистые, крупные и средней крупности песчаные грунты достаточно прочны и устойчивы. Увлажнение снижает их прочность, а мелкие и пылеватые пески во влажном состоянии становятся ненадежными. В водонасыщенном состоянии они текучи, образуют «пывуны».

**Глинистые грунты** связные. В зависимости от показателя числа пластичности глинистые грунты подразделяют на супеси, суглинки и глины. При различной плотности и влажности, глинистые грунты могут находиться в различных состояниях, характеризующихся показателями текучести  $I_L$ , колеблющимися в пределах от величины менее нуля для твердых и более единицы для текучих грунтов. В промежутках различают: для супесей – пластичное, для суглинков и глин – полутвердое тугопластичное, мягкопластичное и текучепластичное состояние.

В маловлажном состоянии глинистые грунты являются хорошим основанием. Увлажнение и промерзание ведут к пучинообразованию, и глинистые основания при увлажнении и отрицательных температурах становятся ненадежными.

Среди глинистых грунтов особые группы составляют илы, просадочные и набухающие грунты. Илы малопригодны в качестве основания. Просадочные лессовые и лессовидные грунты при замачивании водой дают под действием внешней нагрузки дополнительные просадки, что может привести к разрушению сооружений. Некото-

рые глинистые грунты при замачивании водой увеличиваются в объеме – набухают, что создает угрозу разрушения конструкций зданий.

Проектирование оснований на илистых, просадочных и набухающих грунтах следует вести в соответствии со специальными нормами (СНиП 2.01.09-91 «Здания и сооружения на подрабатываемых территориях и просадочных грунтах»).

Качество основания в значительной мере зависит от однородности слагающих его грунтов и горизонтальных напластований. Неоднородность грунтов особенно опасна при насыпных основаниях, которые могут иметь различные состав, плотность и сложение. Возможность применения насыпных грунтов в качестве оснований должна решаться в каждом случае конкретно. Наклонные напластования могут привести к оползням при загрузке пластом дополнительной массой здания или сооружения.

Особым случаем проектирования оснований является устройство его над подрабатываемыми территориями – над шахтами, рудниками или естественными пещерами, когда при нагружении возможны просадки пластов, лежащих над выработками.

Грунтовые воды, заполняющие поры грунтов основания, влияют на выбор типов фундаментов, их размеры, глубину заложения, гидроизоляцию и другие водозащитные мероприятия. Для проектирования основания необходимо иметь данные об уровне грунтовых вод, его возможном изменении: сезонном, многолетнем, в результате строительства и эксплуатации зданий и сооружений; о характере этих вод – их подвижности, химическом составе, напоре и т. д.

Изменение уровня грунтовых вод может иметь своим последствием изменение структуры грунта, его набухание, пучение, размывание и т. д. Следует помнить, что увлажнение основания может быть не только в пределах уровня грунтовых вод, но и значительно выше – в результате капиллярного поднятия воды. При диаметре капилляров 0,005 мм высота поднятия воды может составить: для мелких песков – 0,1–0,5 м, пылеватых – 0,5–2 м, суглинков – 5–15 м, для глин – 5–50 м.

Подвижные воды при соответствующих скоростях перемещения могут размывать грунт основания или материал фундамента. Агрессивные примеси в воде могут разрушительно действовать и на грунт, и на фундамент. Напорные грунтовые воды затрудняют выполнение гидроизоляции фундаментов, осложняют эксплуатацию подвалов.

**Промерзание грунтов.** На обширных территориях нашей страны верхние слои грунта значительную часть года имеют отрицательную температуру. Грунты, хотя бы часть воды в которых находится в замерзшем состоянии, называют мерзлыми. Различают сезонно-мерзлые и вечномерзлые грунты. Сезонно-мерзлые промерзают на определенную глубину только в зимний период. Вечномерзлые оттаивают на определенную глубину в летний период. Глубина сезонного промерзания зависит от климатических условий и вида грунта. СНиП 23-01-99 «Строительная климатология» дает карты величин сезонного промерзания. СНиП дает нормативные глубины промерзания для глинистых грунтов. Чтобы получить значения для супесей, песков мелких и пылеватых, эти глубины следует принимать с поправочным коэффициентом (глинистые грунты промерзают при температуре  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; супеси, пески и пылеватые – при  $-0,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; остальные же грунты – при  $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).

Необходимо тщательное изучение условий промерзания грунтов и, при необходимости, применение специальных мер, защищающих фундаменты от пучения.

При вечномерзлых грунтах опасность представляет их неконтролируемое оттаивание под зданиями. При оттаивании мерзлый грунт теряет несущую способность, и неравномерные деформации приводят к разрушениям фундаментов и зданий. Поэтому при проектировании оснований зданий и сооружений на территории распространения вечномерзлых грунтов должны быть учтены требования специальных норм.

Чтобы исключить деформации оснований и фундаментов при использовании вечномерзлых грунтов в качестве основания, возможно применение двух принципиальных решений. При первом

вечномерзлые грунты основания сохраняют в мерзлом состоянии в течение всего срока эксплуатации здания. При втором производят оттаивание вечномерзлых грунтов до начала возведения и допускают их последующее оттаивание. И первый, и второй принципы весьма сложны в практическом применении и требуют от проектировщиков и строителей особого внимания. Выбор того или иного принципа зависит от конкретных условий.

**Искусственные основания.** Если грунты в природном состоянии на глубине заложения фундаментов не обладают достаточной несущей способностью, имеют повышенные сжимаемость и фильтрационную способность, необходимо их искусственное укрепление. Технические приемы, с помощью которых повышают несущую способность слабых грунтов, устраивая искусственные основания, делятся на три основных группы: механическое уплотнение грунтов; замена грунта более прочным; закрепление грунтов различными физико-химическими воздействиями.

**Механическое уплотнение грунта.** Его производят с помощью трамбования, укатки, трамбования с досыпкой щебня, применения поверхностных и глубинных вибраторов. Трамбованием уплотняют рыхлые песчаные и слабые глинистые грунты на глубину 1,5–2,5 м. Глубинная вибрация заключается в том, что вибробулаву погружают в грунт, затем извлекают, в образованную скважину подсыпают песок и снова приводят в действие булаву.

**Замена слабого грунта более прочным.** Процесс заключается в устройстве песчаных и грунтовых подушек. Для устройства подушек применяют пески и крупнообломочные грунты (гравий, щебень и др.), песчаные подушки не применяют, если отмечены большие колебания уровня грунтовых вод, так как грунтовые воды могут вымывать песок из подушки. Присутствие воды в пределах песчаной подушки при заложении подошвы фундамента выше глубины промерзания может привести в пучению подушки при замерзании грунта.

**Закрепление грунтов оснований.** Применяют различные способы закрепления грунтов, так как в одних случаях необходимо об-

щее окаменение массива искусственного основания, в других – достаточно обеспечить его водонепроницаемость.

**Цементация** – один из самых давних способов закрепления грунтов, заключается в том, что в закрепленный рыхлый крупнообломочный или крупнопесчаный грунт подается под давлением через специальные трубы цементное молоко. Цементный раствор постепенно образует с грунтом прочное, неразмываемое основание.

**Силикатизацию** применяют в средних, мелких и даже пылеватых песках. При силикатизации нагнетают в грунт раствор жидкого стекла и выделяющийся в результате химической реакции гель кремниевой кислоты связывает между собой частицы грунта подобно цементу.

**Битумизацию** осуществляют чаще всего при обеспечении водонепроницаемости трещиноватых скальных грунтов (нагнетание битума при температуре около 200 °С и давлении до 3 МПа).

**Электроосмотическое закрепление** применяют в основном для глинистых грунтов, оно заключается в осушении и уплотнении грунта при воздействии постоянного тока напряжением до 100 В, пропускаемого между электродами (анод и катод), забитыми в грунт на расстоянии до 1 м. Излишняя вода из грунта удаляется через катоды, выполненные в виде труб. Электрохимическое закрепление грунтов аналогично электроосмотическому с тем различием, что аноды выполняются из труб, через которые вводят в грунт раствор хлористого кальция, усиливая эффект закрепления основания.

**Глубина заложения** фундаментов зависит от многих факторов: назначения здания, его объемно-планировочного и конструктивного решения, величины и характера нагрузок; качества основания; окружающей застройки и рельефа; принятых конструкций фундаментов и методов производства работ по их возведению. Однако, в первую очередь заглублиение будет определять качество грунтов основания, уровень грунтовых вод и промерзание грунта.

Минимальную глубину заложения фундаментов для отапливаемых зданий обычно принимают под наружные стены – 0,7 м, под внутренние – 0,5 м. Строительные нормы и правила определяют поря-

док назначения глубины заложения фундаментов отапливаемых зданий по условиям недопущения возникновения сил морозного пучения грунтов под подошвой фундаментов в зависимости от вида грунтов и соотношения уровней грунтовых вод и глубины промерзания.

При скальных, крупнообломочных грунтах, песках гравелистых, крупных и средней крупности глубина заложения фундаментов **не зависит** от расчетной глубины промерзания. Для песков мелких и пылеватых при разнице между уровнем грунтовых вод и уровнем промерзания не меньше 2 м, можно тоже не считаться с расчетной глубиной промерзания. При условии, что расстояние между уровнем грунтовых вод и глубиной промерзания менее 2 м, для упомянутых выше песков фундаменты закладывают с учетом глубины промерзания. Для всех остальных грунтов глубина заложения должна быть не менее расчетной глубины промерзания.

Для внутренних стен и колонн отапливаемых зданий глубину заложения фундаментов назначают независимо от расчетной глубины промерзания, если в период строительства грунты основания будут защищены от увлажнения и промерзания. Для неотапливаемых зданий глубина заложения должна быть не менее расчетной глубины промерзания. Расчетная глубина сезонного промерзания  $H$  будет отличаться от нормативной глубины промерзания на величину коэффициента влияния теплового режима здания на промерзание грунта. Расчетная глубина промерзания грунта определяется по формуле

$$H = m_t H^n, \quad (1)$$

где  $H^n$  – нормативная глубина промерзания, определяемая для данного района по СНиП 23-01-99 «Строительная климатология»;

$m_t$  – коэффициент влияния теплового режима зданий на промерзание грунта (у наружных стен зависит от конструкции пола), колеблется в пределах от 0,4 до 0,8.

В период эксплуатации здания вышеприведенное условие исключает возможность промерзания пучинистого грунта под подошвой фундамента. При наличии в здании холодных подвалов, техни-

ческих подполий (имеющих отрицательную температуру в зимний период), глубину заложения фундаментов, располагающихся в пучинистых грунтах, следует принимать равной 50 % расчетной глубины промерзания, считая ее от пола подвала или подполья.



### Вопросы для самопроверки

1. Что такое «основание»?
2. Чем опасны осадки основания?
3. Какие требования предъявляют к основаниям?
4. Какие виды естественных оснований Вы знаете?
5. Какими особенностями характеризуются глинистые грунты оснований?
6. Что такое «просадочные лессовые» и «лессовидные» грунты? Какие они имеют особенности?
7. Влияет ли на выбор конструктивного решения фундамента высокий уровень грунтовых вод?
8. Как учитывается при проектировании глубина промерзания грунтов?
9. Каковы особенности проектирования зданий на вечномерзлых грунтах?
10. Что такое «искусственные основания»?
11. Какие виды упрочнения грунтов Вы знаете?
12. От чего зависит глубина заложения фундаментов?
13. Может ли различаться глубина заложения фундаментов наружных и внутренних несущих конструкций?

## Глава 5. ФУНДАМЕНТЫ

### 5.1. Классификация фундаментов

Само слово «фундамент» пришло к нам из Древнего Рима и в переводе с латинского «fundamentum» означает основание, опору. Применительно же к строительству – это «подземная» или подводная часть сооружения, передающая нагрузку от него на основание.

Фундаменты – это часть здания, расположенная ниже отметки дневной поверхности грунта. Их назначение – передать все нагрузки от здания на грунт основания. В случае, когда под зданием устраивают подвалы, фундаменты выполняют роль ограждающих конструкций подвальных помещений. Долговечность, надежность, прочность и устойчивость здания во многом зависят от качества фундаментов. Значительна их роль и в экономике строительства. В общих затратах на возведение здания доля фундаментов составляет по стоимости 8–10 % и по трудоемкости 10–15 %.

Работа фундаментов протекает в сложных условиях. Они подвергаются влиянию разнообразных внешних воздействий, как силовых, так и несиловых (рис. 12). Такие силовые воздействия, как нагрузки от массы здания и грунта, отпор грунта, силы пучения, сейсмические удары, вибрация, вызывают появление различного вида сжимающих, сдвигающих и изгибающих напряжений, результатом которых могут быть недопустимые деформации и разрушения.

Несиловые воздействия: переменные температура и влажность, избыточное увлажнение, воздействие химических веществ, деятельность насекомых, грибов и бактерий – могут привести как к появлению напряжений и разрушений в фундаментах, так и к нарушению эксплуатационного режима помещений зданий.

Чтобы противостоять различного рода воздействиям и обеспечить необходимые условия эксплуатации здания, фундаменты должны отвечать ряду требований. Основные из них: прочность, долговечность, устойчивость на опрокидывание и на скольжение, стойкость к воздействию грунтовых вод, химической и биологической агрессии.



Рис. 12. Схема воздействий на фундаменты.

**силовые воздействия:**

- 1 – нагрузка от здания;
- 2 – боковое давление грунта;
- 3 – сейсмические нагрузки;
- 4 – силы пучения грунта;
- 5 – отпор грунта;
- 6 – вибрация;

**несиловые воздействия:**

- 7 – температура грунта;
- 8 – температура помещения подвала;
- 9 – влага грунта;
- 10 – влага воздуха;
- 11 – агрессивные примеси в воздухе и воде;
- 12 – биологические факторы

Наряду с эксплуатационными, фундаменты должны удовлетворять экономическим требованиям минимума затрат труда, средств и времени на возведение, что может быть достигнуто при индустриальных методах строительства. Разнообразие материалов и конструктивных решений зданий, климатических и грунтовых условий определило множество различных видов фундаментов, используемых в современном строительстве.

Прочность конструкций **надземной** части здания обеспечивается прочностью и долговечностью фундамента, его устойчивостью, наличием конструктивных мероприятий, ограничивающих осадки основания, экономичной и целесообразной формой и конструкцией фундаментов. Проектирование фундаментов заключается в выборе его типа, размеров и способов устройства. Для этого необходимо определить материал и конструкцию фундамента, глубину его зало-

жения, давление под подошвой фундамента и экономичный способ выполнения работ по подземной части здания.

По способу заложения фундаменты подразделяются на глубокого и мелкого заложения. В гражданских зданиях применяют преимущественно фундаменты мелкого заложения. По способу опирания на грунт различают фундаменты: непосредственно опирающиеся на грунт (на естественном основании), на искусственном основании (свайные). По способу изготовления фундаменты могут быть монолитными и сборными. Монолитные – бутовые, бутобетонные или бетонные – применяют для малоэтажных зданий со стенами из кирпича или мелкого штучного материала, при незначительных нагрузках на стены. Выбор типа фундамента определяется особенностями его работы. На фундаменты концентрируются нагрузки со всей высоты здания, поэтому они, как правило, большего размера, чем наружные стены. Если нагрузки невелики, фундамент выполняется как подземная стена увеличенной ширины или столб с уширением (рис. 13).

Теоретической формой фундамента является трапеция с углом  $\alpha = 26\div 30^\circ$  к вертикальной оси. Жесткие фундаменты (бутовые, бутобетонные) выполняются с уширениями, моделирующими этот угол (см. рис. 13), и предназначены они для малонагруженных зданий, если бут является местным материалом. Бетонные фундаменты применяются в тех же случаях, что бутовые или бутобетонные, они имеют регламентированные расчетом уступы подошвы. Сборные фундаменты – наиболее распространенные для различных конструктивных систем.

Фундаменты являются элементами конструктивной схемы здания, и их конструктивный тип характеризуется особенностями конструктивной схемы, с одной стороны, и характеристиками и требованиями грунтовых условий, с другой. В зависимости от конструктивной схемы здания различают фундаменты: **ленточные**, расположенные в виде непрерывной ленты под несущими стенами зданий, выполняются под зданиями с кирпичными, блочными или панельными стенами (рис. 14); **отдельностоящие** (столбчатые), в виде стоек или столбов, соединенных между собой чаще всего фундаментными балками (рис. 15).

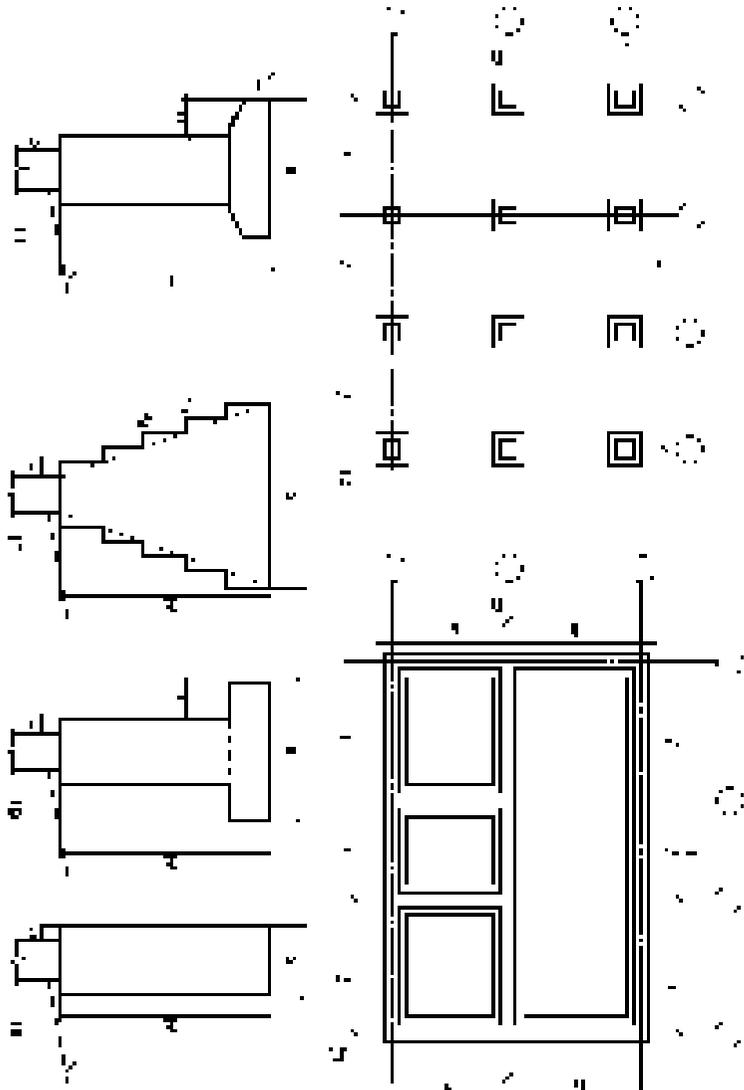


Рис. 13. Схема формирования типов фундаментов.

**а** – уширение под несущую стену; **б** – уширение с выступом в виде подушки; **в** – ступенчатый фундамент; **г** – сборный фундамент; **д** и **е** – планы фундаментов зданий, бескаркасного и каркасного соответственно.

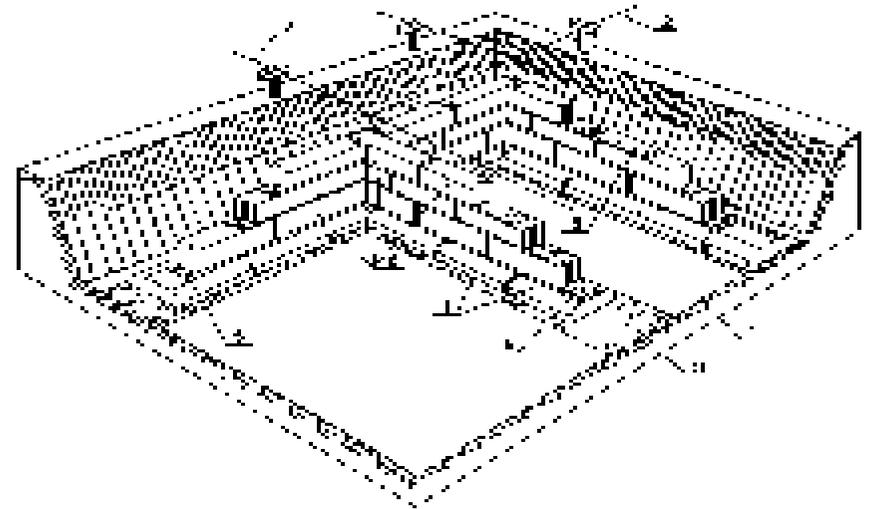


Рис. 14. Ленточный фундамент из сборных элементов.

1 – дно котлована; 2 – разбивочные оси; 3 – песчаная подготовка; 4 – блоки-подушки; 5 – цементно-песчаный раствор; 6 – фундаментные блоки

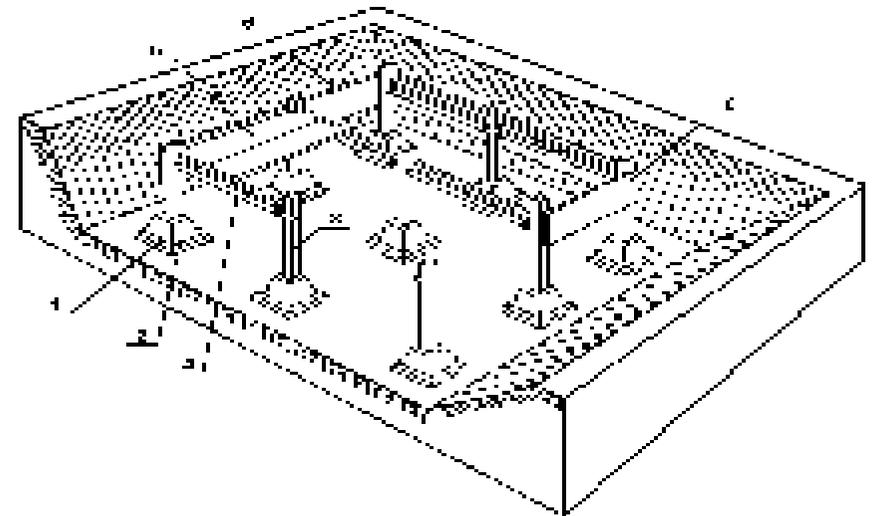


Рис. 15. Отдельностоящие фундаменты под каркас здания.

1 – плита, 2 – подколонник, 3 – колонна; 4 – ригель; 5 – плита перекрытия; 6 – стеновая панель

Фундаменты могут выполняться в виде отдельностоящих столбов под непрерывные стены, тогда промежутки между фундаментными столбами заполняются балками (рис. 16). Применяются также смешанные конструкции фундаментов, представляющие собой сочетание ленточных, отдельностоящих и плитных. Фундаменты в виде самостоятельной плиты под всем планом сооружения выполняются при значительных нагрузках на стены здания (рис. 17). В зависимости от необходимой площади подошвы фундамента и вида применяемого материала форма поперечного сечения ленточных и столбчатых фундаментов может быть различной (рис. 18).

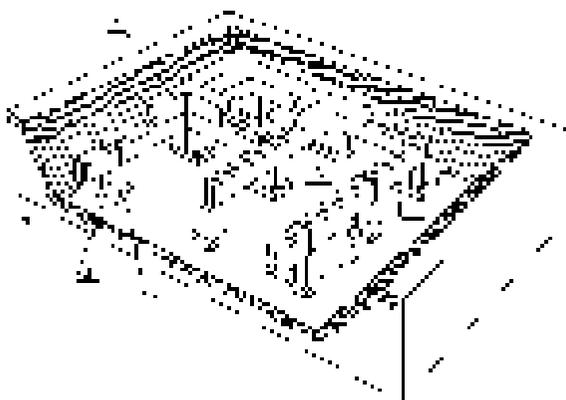
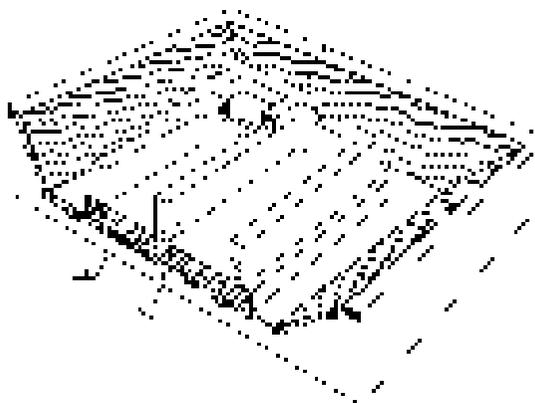


Рис. 16.  
Отдельностоящие фундаменты под здание стеновой конструктивной системы.

- 1 – подушка,
- 2 – столб,
- 3 – фундаментная балка;
- 4 – капитальная стена

Рис. 17. Сплошные фундаменты под здание стеновой конструктивной системы.



- 1 – плита; 2 – ребро;
- 3 – капитальная стена

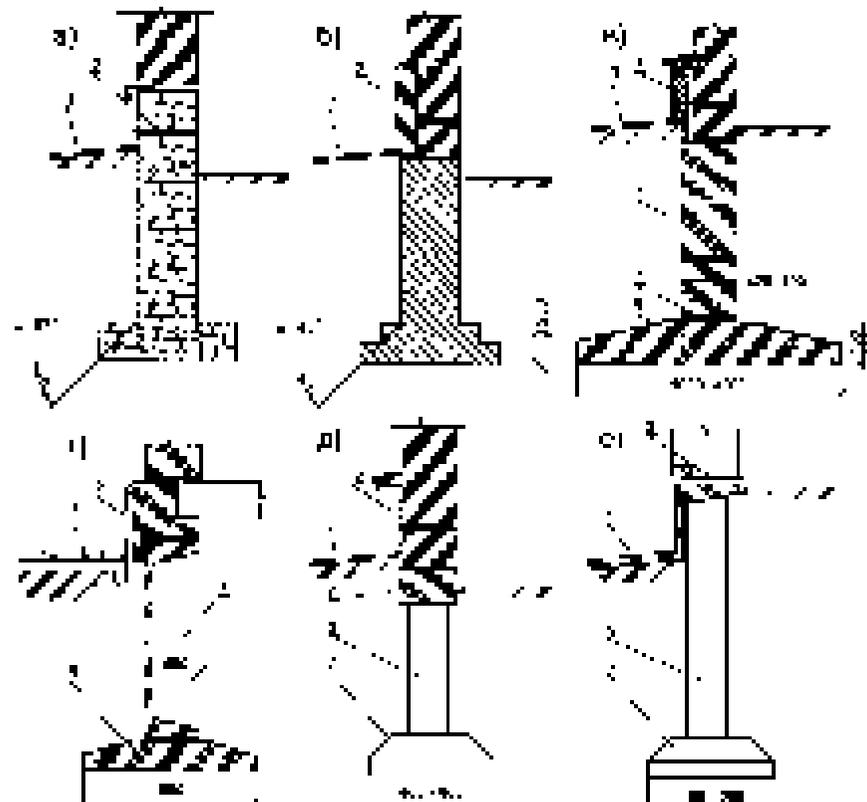


Рис. 18. Поперечные сечения ленточных и столбчатых фундаментов  
а – бутовый; б – бетонный; в – из сборных сплошных и пустотелых блоков; г – с панельной сборной стеной д – из сборных столбов и рандбалок; е – то же, с рандбалкой z-образного сечения; 1 – отмостка; 2 – гидроизоляция; 3 – сборные бетонные стеновые блоки; 4 – армированный пояс жесткости; 5 – фундаментная ленточная подушка; 6 – стеновая ребристая панель; 7 – подушка под столб; 8 – столб; 9 – сборная рандбалка

## 5.2. Конструкции фундаментов

Наибольшее распространение в гражданских зданиях получили ленточные фундаменты. Ленточный фундамент (рис. 19) может служить не только несущей конструкцией, передающей постоянные и

временные нагрузки от здания на основание, но и ограждающей конструкции помещений подвала.

Форму в плане и разрезе, а также размеры ленточного фундамента устанавливают так, чтобы было обеспечено возможно более равномерное распределение нагрузки на основание. И форма, и размеры зависят от материала фундамента, нагрузок от здания, качества грунтов, глубины промерзания, местных условий и т. д.

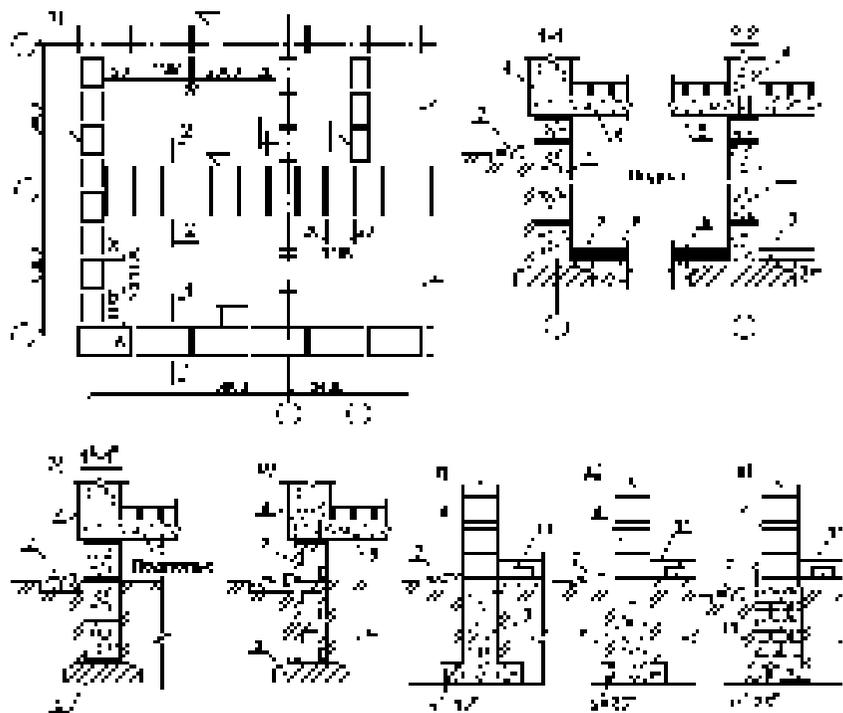


Рис. 19. Ленточные фундаменты.

**а** – план и разрез ленточного фундамента из сборных бетонных блоков здания с подвалом; **б, в** – варианты без подвала из сплошных и пустотелых блоков; **г, д, е** – варианты ленточных фундаментов из монолитного бетона, бутобетона и бута; **1** – стеновые блоки подвалов; **2** – то же, пустотные; **3** – фундаментные подушки; **4** – стены; **5** – перекрытия; **6** – полы подвала; **7** – отмостка; **8** – бетонный фундамент; **9** – бутобетонный фундамент; **10** – бутовый фундамент; **11** – пол первого этажа

Форма фундамента в плане повторяет очертания капитальных стен здания – несущих и самонесущих. Ширину по верху у бутовых фундаментов принимают на 8–10 см шире стены. Минимальную ширину бутового фундамента принимают 30–50 см. Для бутобетонных фундаментов ширина по верху может быть равна толщине стены, а минимальной является ширина 35 см. Ширину железобетонных фундаментов определяют расчетом. Она может быть меньше толщины стены. В зависимости от величины и направления расчетных нагрузок, ленточные фундаменты могут быть симметричными и несимметричными.

В условиях массового строительства ленточные фундаменты, как правило, возводят из сборных элементов – фундаментных блоков (плит) и стеновых блоков подвалов (см. рис. 19). Стоимость сборных ленточных фундаментов в зависимости от инженерно-геологических, климатических условий и этажности составляет примерно 10–15 % общей стоимости здания. Причина высокой стоимости нулевого цикла заключается в том, что элементы ленточных фундаментов – сборные бетонные блоки – неэкономичны по расходу бетона. Бетонные блоки способны выдержать нагрузку от стен зданий высотой 16 этажей и более, чего не требуется для малоэтажных зданий, объем строительства которых резко возрастает.

Переход от ширины обреза к ширине подошвы фундамента при значительной разнице в их величинах обычно выполняют уступами. Размеры уступов должны быть такими, чтобы в теле фундамента не появились растягивающие усилия. Нормами предусмотрены оптимальные соотношения высоты и ширины уступов. Для бута  $H:A = 1,5:2$ , для бетона  $H:A = 1,37:1,75$  (рис. 20). Практически тело фундамента может иметь уширения в пределах  $\alpha = 26\text{--}30^\circ$  к вертикальной оси.

По данным многочисленных исследований сборные ленточные фундаменты по всем технико-экономическим показателям уступают монолитным. Приведенные затраты и сметная стоимость сборных ленточных фундаментов кирпичных и блочных зданий на 50–70 % выше, чем монолитных.

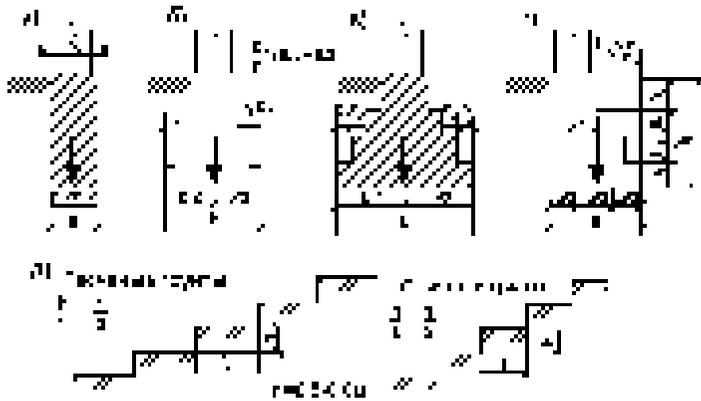


Рис. 20. Ленточные фундаменты с уширением в нижней части.

**а-в** – конструкция жесткого фундамента с минимальной, обычной и максимально уширенной подошвой; **г** – несимметричный фундамент; **д** – переход от одной глубины заложения фундамента к другой

Экономическую эффективность сборных ленточных фундаментов можно повысить, если выполнить их прерывистыми и сборно-монолитными. Применение фундаментов такой конструкции дает возможность сократить количество плит-подушек на 20–30 %, а общую стоимость на 40–50 % за счет замены более 50 % сборных блоков монолитным бетоном, который почти вдвое дешевле.

К положительным качествам ленточных прерывистых сборно-монолитных фундаментов следует также отнести возможность их применения при самых разнообразных грунтовых условиях, в том числе на просадочных, насыпных или относительно слабых грунтах.

**Эффективные фундаменты малоэтажных зданий.** Ленточные фундаменты из сборных блоков считаются наиболее распространенными, так как они чаще всего применяются для жилых зданий с несущими стенами и подвалом. При ленточных фундаментах устройство подвала оправдано не только конструктивно, но и экономически, так как дополнительные затраты, связанные в этом случае с выполнением цокольного утепленного перекрытия, в 3–5 раз меньше тех затрат, которые требуются для того, чтобы получить такую же полезную площадь специально построенных для этих целей поме-

щений. Высота подвала в этом случае принимается минимальной: 1,8–2,0 м. Анализ опыта строительства малоэтажных городских домов и домов усадебного типа показал, что стоимость устройства сборных фундаментов в зависимости от климатических условий составляет 25–45 % общих затрат. Причина высокой стоимости фундаментов малоэтажных домов заключается в том, что они выполняются из тех же сборных блоков, которые применяются для фундаментов многоэтажных зданий. Несущая способность бетонных блоков при этом используется на 10 %, вследствие чего неоправданно возрастают расход бетона, стоимость фундаментов и 1 м<sup>2</sup> жилой площади. Поэтому снижение стоимости фундаментов малоэтажного жилья представляется весьма актуальным при общем значительном увеличении объемов индивидуального строительства.

Сократить трудоемкость и стоимость нулевого цикла можно лишь в случае устройства вместо сборных ленточных фундаментов сплошной железобетонной плиты, выполняющей одновременно функции фундамента и пола подвала.

Для кирпичных брусчатых стен в домах с подвалом целесообразно устройство фундаментов переменного сечения (рис. 21). Расход бетона на стены подвала можно сократить, выполняя их ленточно-столбчатой конструкции. Шаг столбов принимают равным 3,6–4,2 м и более, в зависимости от нагрузки. Толщину стен подвала выбирают в зависимости от климатических условий, но не менее 20 см. Обвязочная балка выполняет роль цоколя, предохраняя подвальное помещение от промерзания (рис. 22). Такое конструктивное решение фундаментов малоэтажных домов с подвалом дает возможность сократить расход бетона до 25 % по сравнению с традиционным решением. При этом сокращается объем земляных работ на 20–25 % за счет исключения уширенной части фундаментов.

Фундаменты предлагаемой конструкции необходимо выполнять, начиная с устройства железобетонной плиты пола подвала. Стены подвала лучше всего делать монолитными, так как почти водонепроницаемы и значительно дешевле сборных.

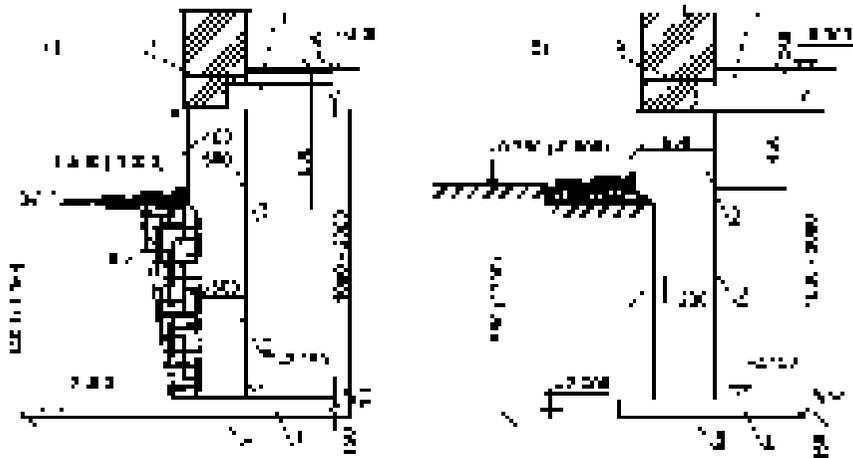


Рис. 21. Бетонные фундаменты переменного сечения.

а – для средней полосы; б – для других климатических районов; 1 – железобетонная плита – пол подвала; 2 – бетонные (бутобетонные) стены; 3 – цоколь; 4 – перекрытие утепленное; 5 – гидроизоляция; 6 – глиняный замок

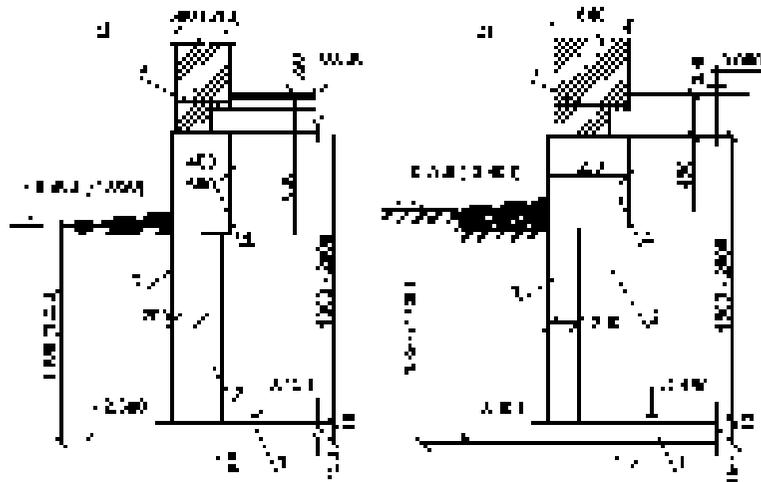


Рис. 22. Ленточно-столбчатые монолитные фундаменты.

а – для средней полосы; б – для других климатических районов; 1 – железобетонная плита – пол подвала; 2 – стена подвала; 3 – столбы (300×400); 4 – цоколь-балка; 5 – гидроизоляция.

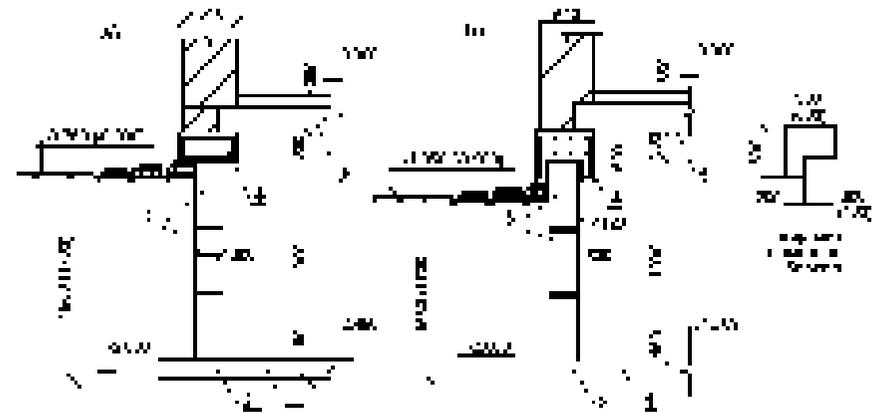


Рис. 23. Сборно-монолитный фундамент.

а – с монолитной обвязкой (ростверком); б – с обвязкой из цокольных керамзитобетонных блоков; 1 – гидроизоляция (2 слоя толя или бетонная подготовка 100 мм); 2 – железобетонная плита; 3 – фундаментные блоки; 4 – монолитная обвязка (ростверк) или цокольные керамзитобетонные блоки; 5 – утепленное перекрытие

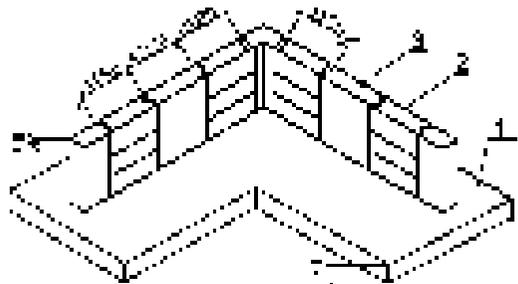
Плита основания выполняется толщиной 15–20 см и армируется сеткой с ячейкой 10×10 или 15×15 см и арматурой А-11 диаметром 6–8 мм. Бетонирование плиты производится по бетонной подготовке (100 мм) или гидроизоляции из двух слоев рубероида.

Сокращение расхода материалов и трудозатрат нулевого цикла малоэтажных домов достигается при выполнении ленточных фундаментов сборно-монолитными из блоков толщиной 30 см. Для опирания стен толщиной 51 и 64 см устраивают монолитный пояс (ростверк) сечением 30×60 см (рис. 23). Для стен толщиной 38 см монолитный пояс (30×40 см) армировать не требуется.

При рассредоточенном характере строительства, когда устройство монолитных железобетонных конструкций затрудняется удаленностью производителей товарного бетона, пояс-обвязку можно выполнять из сборных элементов – цокольных блоков П-образного сечения (см. рис. 23). Цокольные блоки изготавливают керамзитобе-

Рис. 24. Сборно-монолитные фундаменты домов с подвалом.

1 – железобетонная плита – пол подвала; 2 – фундаментные блоки; 3 – монолитные шпонки



тонными во избежание промерзания подвального помещения. Цокольные блоки предусматривают двух типоразмеров по сечению: 550×500 мм для стен толщиной 38 и 51 см и 650×500 мм для стен толщиной 64 см блоки изготавливают длиной 2,4 и 1,2 м. Предусматриваются также угловые блоки Г-образной формы в плане. Предлагаемая номенклатура цокольных блоков обеспечивает устройство только наиболее эффективных фундаментов толщиной 30 см.

Утоненные сборно-монолитные стены выполняются по сплошной железобетонной плите, которая одновременно является и фундаментом, и полом подвала (рис. 24). Совмещение функций конструкции пола подвала и плиты-фундамента экономически целесообразно, так как при этом не требуется уширения подошвы фундамента при минимальной толщине стен подвала.

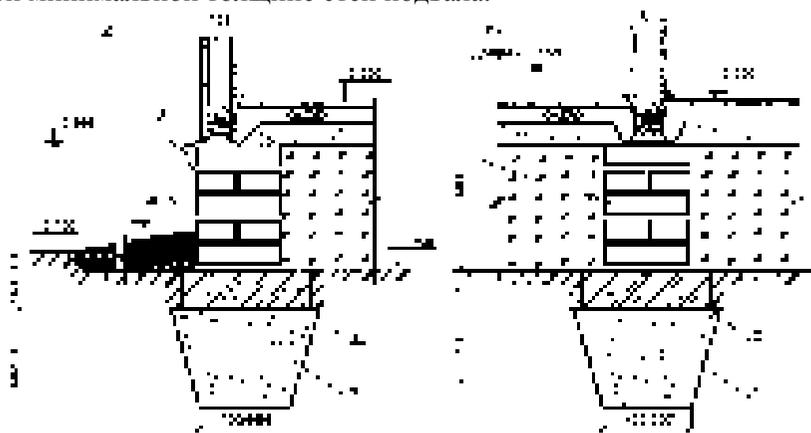


Рис. 25. Ленточные фундаменты на песчаной подушке.

а – под наружную стену; б – под внутреннюю стену; 1 – песчаная подушка; 2 – железобетонная лента; 3 – цоколь (кирпич или бетонные блоки)

На глинистых и пучинистых грунтах при глубине заложения более 1 м ленточный фундамент проще и дешевле выполнять по песчаной подушке (рис. 25).

#### Малозаглубленные фундаменты на пучинистых грунтах.

Пучинистыми называются грунты, которые при замерзании увеличивают свой объем. До последнего времени одним из основных мероприятий при строительстве на пучинистых грунтах являлось заложение фундаментов ниже расчетной глубины сезонного промерзания. Однако для малонагруженных фундаментов малоэтажных домов это приводит к существенному (до 50 %) удорожанию.

При этом действие нормальных усилий на подошву прекращается, а касательные усилия пучения по боковым поверхностям значительно возрастают. В малоэтажных зданиях эти усилия обычно превосходят нагрузку, действующую на фундаменты, вследствие чего последние подвергаются пучению – деформируются. В конечном итоге это приводит здание в аварийное состояние.

В соответствии с нормами СНиП 3.02.01-87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» глубину заложения фундамента допускается назначать независимо от расчетной глубины промерзания, если «специальными исследованиями и расчетами установлено, что деформация грунтов основания при их промерзании и оттаивании не нарушают эксплуатационную пригодность сооружения». Поэтому при строительстве на пучинистых грунтах следует применять малозаглубленные фундаменты, обеспечивающие:

- достаточно полное использование несущей способности материалов, из которых они изготовлены и грунтов;
- сокращение объема опалубочных, арматурных, земляных работ;
- возможность их выполнения с практически одинаковой эффективностью в различных погодных и грунтовых условиях.

Для зданий, строящихся на пучинистых грунтах, существует три типа фундаментов: малозаглубленные, мелкозаглубленные и незаглубленные. Малозаглубленными называют фундаменты с глубиной заложения 0,5–0,7 нормативной глубины промерзания. К фундаментам мелкого заложения относятся такие, отношение высоты которых к

ширине подошвы не превышает 4. Незаглубленные фундаменты из монолитных и сборно-монолитных плит применяют для зданий с отношением длины их к высоте менее 4.

Малозаглубленные фундаменты выполняют монолитными или сборно-монолитными из сборных железобетонных элементов (плит) сечением 200×400 или 200×500 мм и длиной 2,4; 2,7; 3,2 и 5,3 м. Плиты изготавливают с выпусками арматуры, которые после сварки замоноличиваются, в результате чего получается замкнутая железобетонная рама, способная воспринимать неравномерные деформации при морозном пучении грунтов.

Основной принцип конструирования мелкозаглубленных фундаментов зданий с несущими стенами на пучинистых грунтах заключается в том, что ленточные фундаменты всех стен здания объединяются в единую систему железобетонных лент с двойным армированием (по верху и по низу) на песчаной подушке и образуют достаточно жесткую горизонтальную раму, перераспределяющую неравномерные деформации основания (рис. 26). При насыпных пучинистых грунтах необходимо предусматривать противодеформационный пояс во избежание деформаций стен зданий (рис. 27).

При мелкозаглубленных столбчатых фундаментах рама формируется из фундаментных балок, которые жестко соединяются между собой на опорах.



Рис. 26. Мелкозаглубленный ленточный фундамент.

1 – песчаная подушка; 2 – монолитная плита; 3 – бетонная подготовка; 4 – уплотненный грунт; 5 – гидроизоляция; 6 – бетонный блок

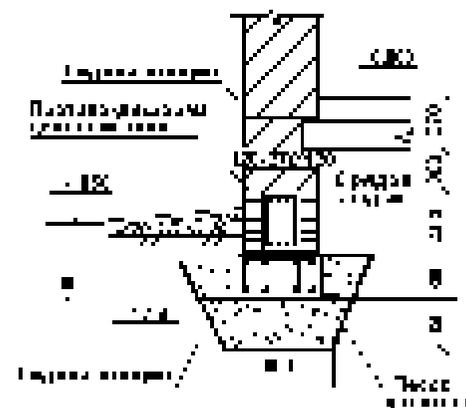


Рис. 27. Мелкозаглубленный фундамент на насыпных пучинистых грунтах

Одной из мер по уменьшению или полной ликвидации пучинистых свойств грунта является повышение его плотности и создание глинистого водозащитного экрана,

который существенно уменьшает подсос воды в зону промерзания из нижележащих слоев грунта и проникновение поверхностных вод в зону контакта фундамента с грунтом. Это достигается, если при устройстве фундаментов применять способы вытрамбовывания и выштамповывания, и дополнительного утепления основания фундаментов. Указанный эффект достигается и при погружении в грунт забивных блоков. Для малоэтажных зданий такие фундаменты могут устраиваться в сезоннопромерзающем слое грунта, т. е. они также являются мелкозаглубленными.

Секции зданий, имеющие разную высоту, следует устраивать на отдельных фундаментах.

При проектировании фундаментов на пучинистых грунтах необходимо предусматривать конструкции, направленные на снижение как деформаций пучения грунта, так и их влияния на конструкции фундаментов и надземной части зданий, например, подушку из непучинистого материала (песок, щебень, котельный шлак и др.), которая может быть как врезной, так и устраиваемой по поверхности грунта, и мероприятия, в том числе водозащитные, обеспечивающие уменьшение влажности грунта, понижение уровня подземных вод, отвод поверхностных вод от здания посредством устройства вертикальной планировки, дренажных сооружений, водосборных канав, лотков, траншей, дренажных прослоев и т. п.



Рис. 28. Устройство фундамента на непучинистых грунтах. 1 – монолитный фундамент, 2 – подсыпка из керамзита (грунта), 3 – подсыпка, 4 – замок из перемятой глины,  $h$ ,  $b$  – по расчету

При строительстве на практически не пучинистых грунтах мелкозаглубленные фундаменты устраиваются на выравнивающей подсыпке из песка (рис. 28).

Еще одной разновидностью мелкозаглубленного фундамента является утепленная фундаментная плита, такие фундаменты еще могут называться «утепленными шведскими плитами» (УШП). «Шведская плита» – утепленный монолитный фундамент мелкого заглубления (рис. 29). Этот фундамент является одним из самых распространенных в Европе. Его надежность подтверждена многими годами эксплуатации в таких «зимних» странах, как Швеция и Финляндия. Главная его особенность в том, что фундаментная плита заключена в толстый слой утеплителя и сбоку, и снизу. Таким образом, исключается промерзание грунта под домом, его морозное пучение и связанные с этим подвижки грунта. Такой фундамент пригоден для любых грунтов и при любом уровне грунтовых вод. При высоком уровне грунтовых вод обязательно устройство дренажа. Кроме того в теле бетонной плиты можно проложить трубы для отопления пола (теплый пол).

Плита выполняется «ребрами вниз», ребра устраиваются по периметру 400 мм шириной (под наружные несущие стены) и под внутренние несущие стены 200 мм шириной, шаг ребер по расчету, но не

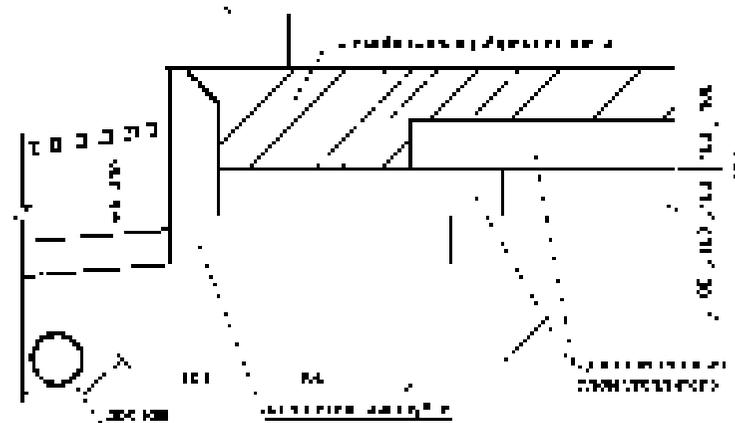


Рис. 29. Устройство «Шведской плиты».

реже чем через 4000 мм. По периметру утеплитель укладывается в виде Г-образного элемента и служит несъемной опалубкой для фундаментной плиты. Толщина плиты – 100 мм, ребер – 200 мм. Утеплитель под плиту укладывается толщиной 300 мм (под ребрами 200) по слою выровненного и уплотненного песка, песок в свою очередь укладывается по уплотненному слою щебня. Под щебнем выполняется гидроизоляция из геотекстиля. Для предотвращения деформации отмокания под нее тоже может быть уложен слой утеплителя. Утепление фундамента выполняет роль теплового аккумулятора дома, предотвращает теплопотери через фундамент в грунт и атмосферу, также исключаются мостики холода в углах, в стыках стен и пола. Для утепления используется экструдированный пенополистирол (ЭППС) специальных марок для фундаментов и полов с высокими нагрузками.

**Отдельностоящие (столбчатые) фундаменты.** Отдельностоящие фундаменты возводят под колонны и столбы. В период массового строительства нашли широкое применение сборные бетонные и железобетонные отдельностоящие фундаменты. Сборные бетонные отдельностоящие фундаменты проектируют из элементов заводского изготовления: плит фундаментов под колонны или фунда-

ментных блоков, подколонников, башмаков под колонны, траверс и фундаментных балок (рис. 30). Элементы монтируют на цементном растворе.

В зависимости от нагрузки под колонну устанавливают фундаментную плиту расчетной площади. На плиту устанавливают подколонник или башмак стаканного типа. Для устройства самонесущих стен устанавливают фундаментные балки, передающие нагрузку от стен на отдельностоящие фундаменты (рис. 31). Применение столбчатых фундаментов для малоэтажных зданий целесообразно в том

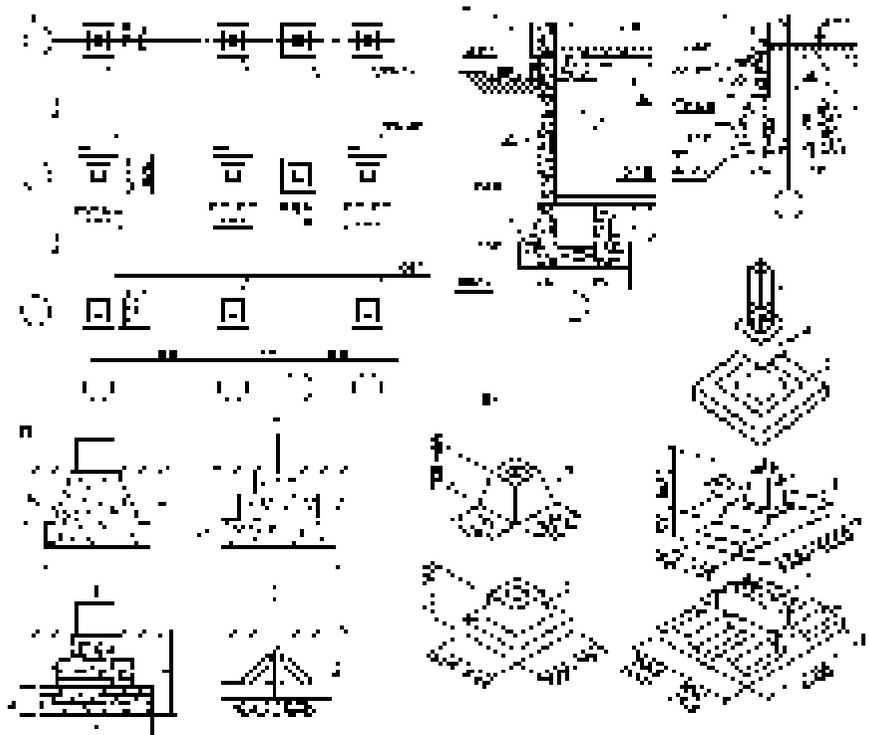


Рис. 30. Отдельностоящие фундаменты.

**а** – план; **б** – разрезы: 1 – фундамент; 2 – цокольная панель; 3 – ригель; 4 – панель стены; 5 – колонна; 6 – настил; **в** – сборные бетонные элементы фундаментов: 1 – колонна; 2 – стакан; 3 – подколонник; 4 – траверса; 5 – фундаментная подушка; **г** – варианты отдельностоящих фундаментов: 1 – бетонный; 2 – бутобетонный; 3 – бутовый; 4 – деревянный

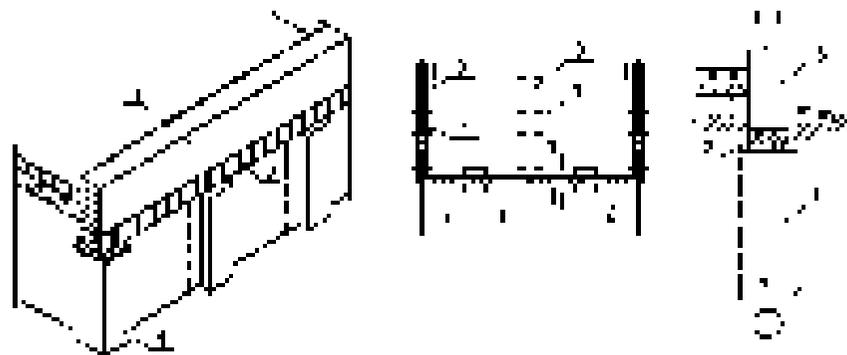


Рис. 31. Столбчатые фундаменты под несущие и самонесущие стены (общий вид, план, разрез).

1 – столб; 2 – рандбалка; 3 – стена

случае, если прочные грунты, которые могут служить основанием, залегают на глубине 2,4–3,0 м. При необходимости более глубокого заложения фундаменты выполняют свайными.

Сборные столбчатые фундаменты имеют следующие преимущества перед ленточными:

- в зависимости от шага опор при одинаковой глубине заложения они примерно в 1,5–2 раза более экономичны по расходу материалов и стоимости;
- их применение значительно сокращает построечную трудоемкость, дает возможность использовать малую механизацию, вследствие чего сокращаются объем ручного труда и продолжительность работ нулевого цикла примерно вдвое;
- стоимость их можно сократить еще примерно в 1,5–2 раза, если столбы выполнить монолитными в инвентарной опалубке, уменьшив их сечение вдвое по сравнению со сборными.

Столбчатые фундаменты имеют еще одно положительное качество, которое заключается в том, что грунты основания под отдельностоящими опорами работают лучше, чем под ленточными, вследствие чего и осадки под ними при равных давлениях на грунт значительно меньше, чем у ленточных. Надежность устройства сборных столбчатых фундаментов, не обладающих достаточной жесткостью в про-

дольном направлении, гарантируется тем, что при строительстве на однородных грунтах неравномерные осадки и деформации сооружения весьма незначительны. Применение таких фундаментов на площадках с неоднородными, сжимаемыми или пучинистыми грунтами без специальных конструктивных мероприятий не рекомендуется.

**Малозаглубленные столбчатые фундаменты.** Наиболее простыми и экономичными в условиях пучинистых грунтов считаются столбчатые фундаменты из уплотненного песка, заключенного в тонкостенную железобетонную оболочку. Для этой цели используют кольца сборных типовых колодцев. Глубина заложения фундаментов в этом случае принимается равной высоте типового кольца – 90 мм. Технология устройства таких фундаментов проста и нетрудоемка: в открытые или пробуренные ямы диаметром 1,2–1,5 м и глубиной 900 мм устанавливают железобетонные кольца диаметром 500–700 мм и засыпают их до самого верха песком с послойным его уплотнением. По верху засыпки укладывают железобетонную плиту толщиной 10–12 см, на которую опираются цокольные (фундаментные) балки или несущие перемычки (рис. 32, 33). Длина перемычек принимается равной 3,0; 3,6 и 6,0 м в зависимости от шага столбов. Таким образом, получается столбчатый фундамент круглой формы мелкого заложения.

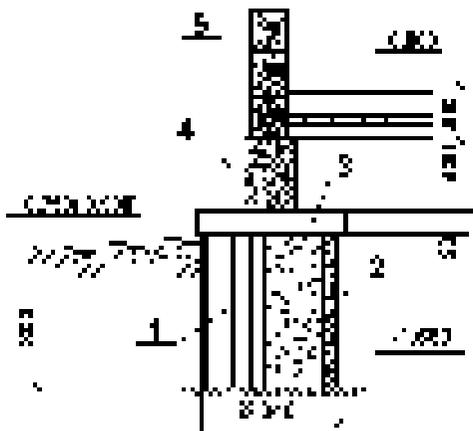


Рис. 32 – Малозаглубленный столбчатый (оболочковый) фундамент. 1 – железобетонное кольцо; 2 – песчано-щебеночная смесь; 3 – железобетонная плита; 4 – цокольная балка; 5 – стены из бруса или кирпича

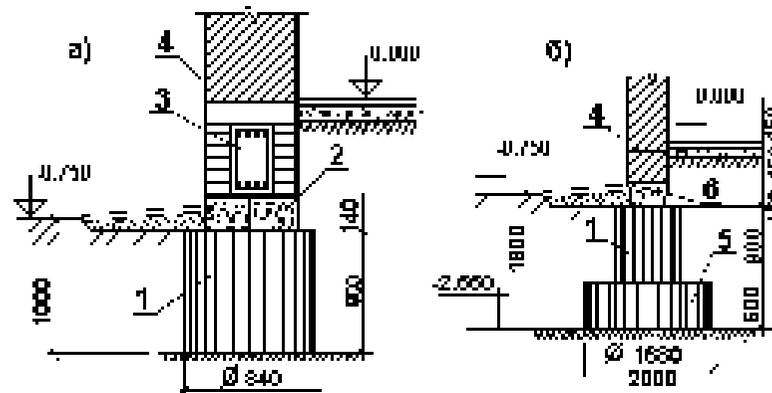


Рис. 33. Столбчатые фундаменты на песчаной подушке в оболочке для малоэтажных зданий.

**а** – малозаглубленные на пучинистых грунтах; **б** – обычные – под стены и колонны каркаса; 1 – железобетонное кольцо; 2 – несущие перемычки; 3 – пояс комплексной конструкции; 4 – гидроизоляция; 5 – железобетонное кольцо; 6 – фундаментная балка

Фундаменты на деревянных столбах применяют преимущественно для деревянных каркасов с различными заполнителями и рубленых стен. Устройство деревянных столбов-опор целесообразно лишь при отсутствии других материалов.

Деревянные столбчатые фундаменты из опор-столбов (стульев) диаметром 18–24 см, закопанных в землю на глубину 0,75–1,25 м для наружных стен и 0,5 м для внутренних, опираются на лежни, постелистые камни или крестовину (рис. 34). Для стульев используют осмоленные бревна хвойных пород или дуба. Между стульями устанавливается деревянная забирка.

Большое внимание при сооружении деревянных фундаментов необходимо уделять защите древесины от гниения (антисептированию). Особенно интенсивно происходит гниение в тех случаях, когда древесина неоднократно насыщается водой, а затем просыхает. Дерево достаточно хорошо сохраняется лишь тогда, когда оно нахо-

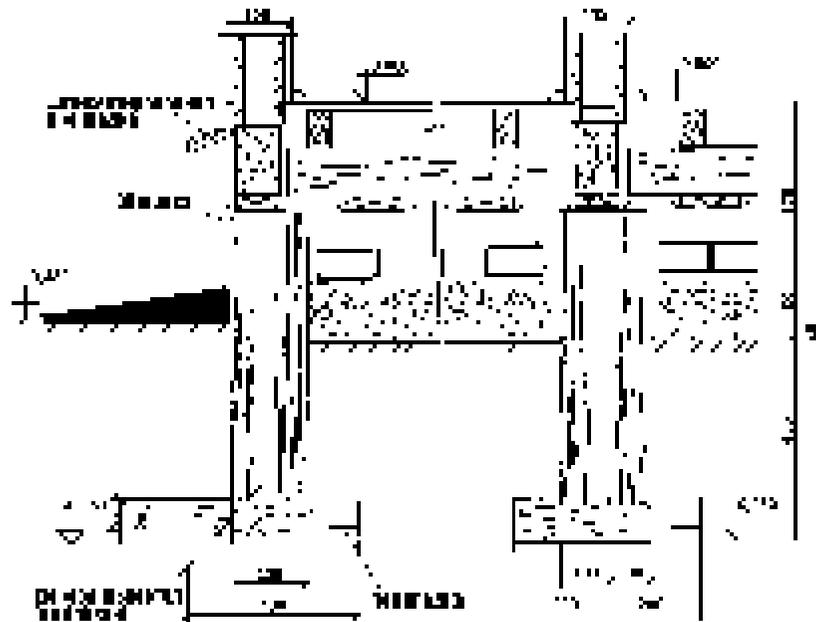


Рис. 34. Столбчатый фундамент на деревянных стульях

дится все время во влажном или сухом состоянии. Наиболее доступным средством, предохраняющим дерево от гниения и удлиняющим срок его службы, является обжиг его на горячих углях. Таким образом обрабатывается часть столба, которая находится под землей и на 20 см выше уровня земли. Перед обжигом эта часть столба должна быть смазана слоем глины толщиной в 1 см. Обжигать древесину следует медленно, чтобы она обуглилась на глубину не более 1,5 см, после этого обработанная часть столба смазывается слоем битума.

**Сплошные фундаменты** (рис. 35). Сплошные фундаменты проектируют в виде балочных или безбалочных бетонных или железобетонных плит. Ребра балочных плит могут быть обращены вверх и вниз. Места пересечения ребер служат для установки колонн каркаса. Пространство между ребрами в плитах с ребрами вверх заполняют песком или гравием, а поверх устраивают бетонную подготовку. При большом заглублении сплошных фундаментов и необходимости

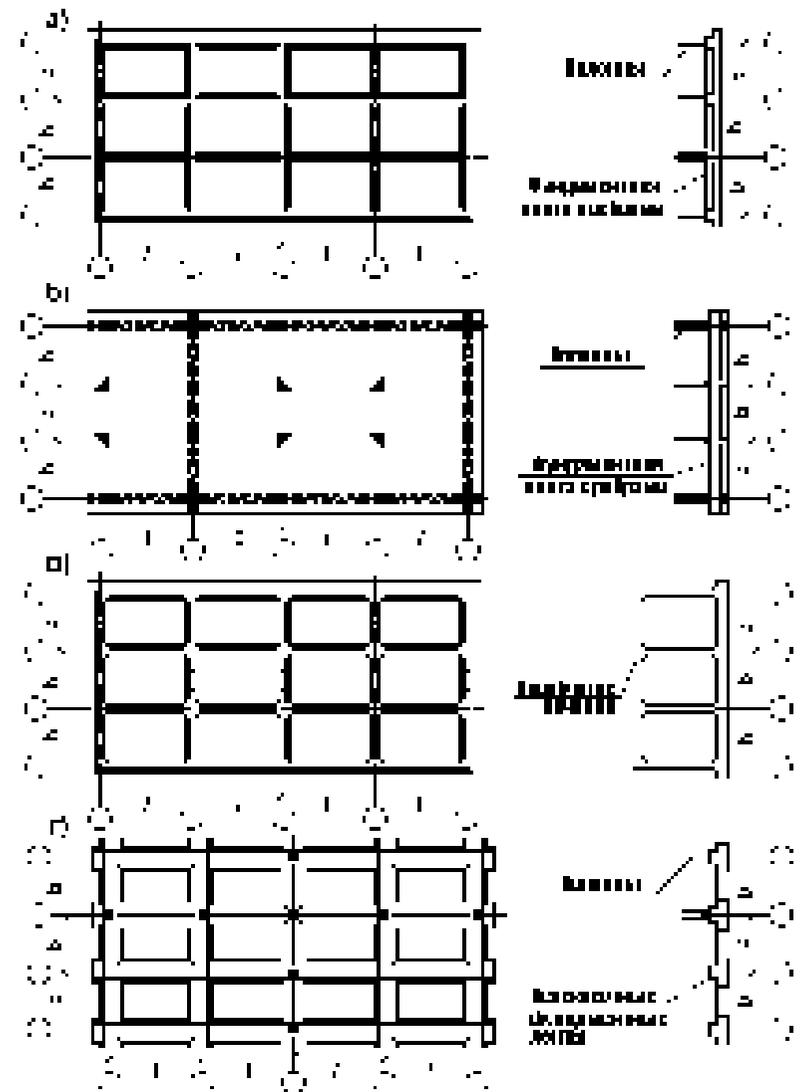


Рис. 35. Сплошные плитные фундаменты.

а – ребрами вверх; б – ребрами вниз; в – коробчатый; г – из перекрестных стен-лент

обеспечить большую их жесткость фундаментные плиты можно проектировать коробчатого сечения с размещением между ребрами и перекрытиями коробок подземных этажей и помещений подвалов.

**Свайные фундаменты.** В грунтах с невысокой несущей способностью часто применяют свайные фундаменты. Основными элементами свайных фундаментов являются собственно сваи, оголовки и ростверки (рис. 36).

Сваи (рис. 37) представляют собой железобетонные, бетонные и реже деревянные или металлические стержни, погруженные в грунт ударным или вибрационным способом, ввинчиванием или бетонируемые на месте в заранее пробуренных скважинах.

В зависимости от способа погружения в грунт различают забивные, набивные, сваи-оболочки, буронабивные и винтовые сваи.

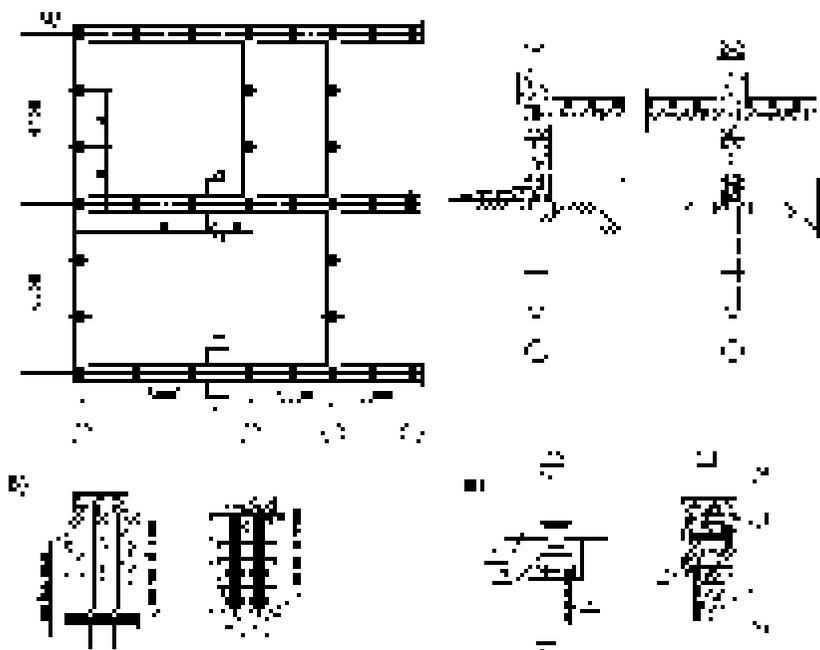


Рис. 36. Свайные фундаменты.

**а** – план и разрезы; **б** – виды свай в зависимости от грунта: сваи-стойки, опирающиеся на прочный грунт, и висячие сваи, работающие на трении; **в** – элементы свайного фундамента: 1 – ростверк; 2 – оголовок; 3 – свая

**Забивные** – железобетонные и деревянные сваи погружают с помощью копров, вибропогружателей и вибровдавляющих механизмов. Эти сваи получили наибольшее распространение в строительстве. Железобетонные забивные сваи и сваи-оболочки могут иметь обычную и предварительно напряженную арматуру и изготавливаться цельными и составными, из отдельных секций.

В поперечном сечении они могут быть квадратными, прямоугольными, квадратными с круглой полостью и полыми круглыми: обычные сваи диаметром до 800 мм, а сваи-оболочки – свыше 800 мм. По продольному сечению сваи могут быть призматическими и с наклонными боковыми гранями – пирамидальными, трапецеидальными и ромбовидными. Нижние концы свай могут быть заостренными или плоскими, с уширением или без него, а полые сваи – с закрытым или открытым концом и с камуфлетной пятой (см. рис. 37).

Деревянные забивные сваи устраивают там, где существуют постоянные температурно-влажностные условия. Деревянные сваи могут быть цельными или сращенными по длине из одиночных бревен или пакетные.

**Набивные** сваи устраивают методом заполнения бетонной или иной смесью предварительно пробуренных, пробитых или выштампованных скважин. Нижняя часть скважин может быть уширена с помощью взрыва (сваи с камуфлетной пятой).

**Буро-опускные** сваи отличаются от набивных тем, что в скважину устанавливают готовые железобетонные сваи с заполнением зазора между свайей и скважиной цементно-песчаным раствором.

В зависимости от свойств грунта все сваи могут или передавать нагрузку от здания на практически несжимаемые грунты, опираясь на них своими нижними концами (так называемые **сваи-стойки**), или при сжимаемых грунтах передавать нагрузку на грунт боковыми поверхностями и нижним концом за счет сил трения (**висячие сваи**).

Для равномерного распределения нагрузки на сваи по их верхним концам непосредственно на сваи или на специально устраиваемые уширения верхних концов – **оголовки** – укладывают балки или

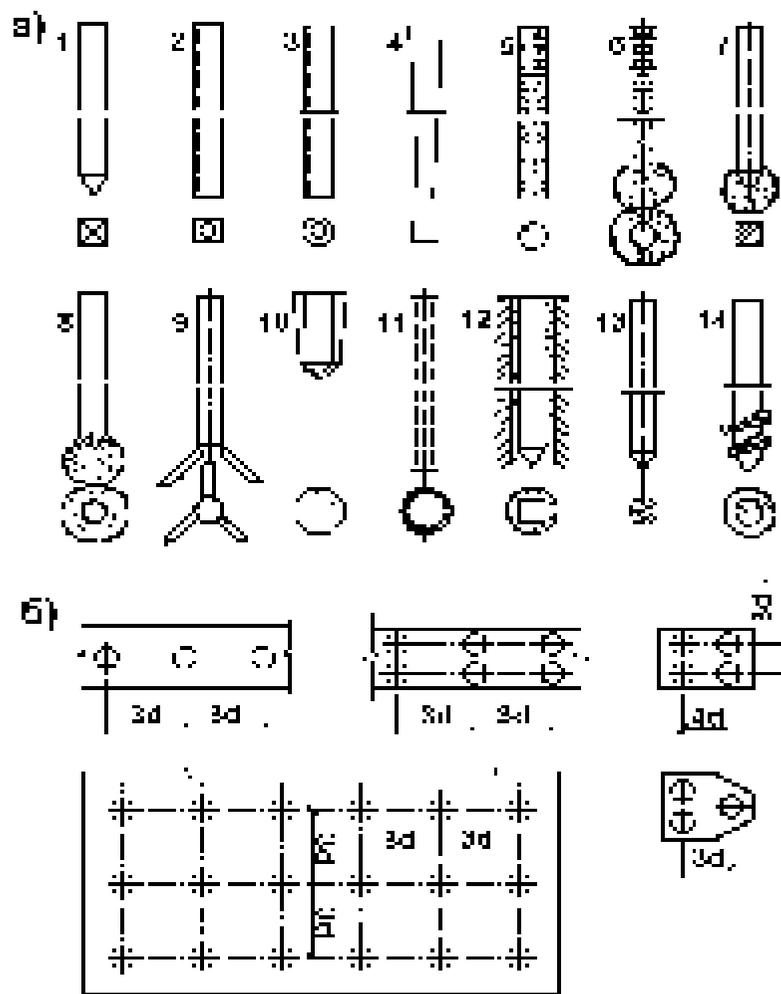


Рис. 37. Виды и расстановка свай.

а – виды свай: 1–4 – забивные бетонные и железобетонные сваи – квадратные, круглые, сплошные и пустотелые; 5, 6 – набивные обычные и с уширенной пятой; 7, 8 – камуфлетные; 9 – с шарнирно раскрывающимися упорами; 10 – призматическая свая; 11 – свая-оболочка; 12 – свая в лидерной скважине; 13 – деревянная свая; 14 – винтовая свая; б – расстановка свай: свайные ряды, свайные кусты, свайное поле

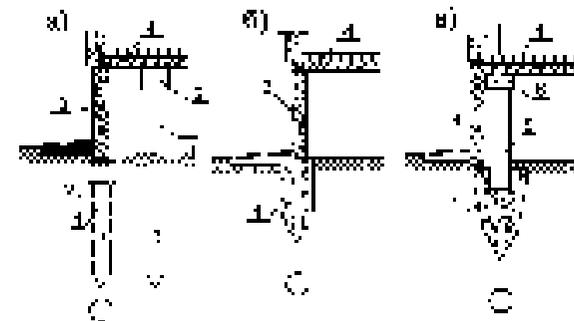


Рис. 38. Свайные фундаменты без ростверков.

а – свайный безростверковый фундамент; б, в – свайные фундаменты без ростверков и оголовков: 1 – свая; 2 – оголовок; 3 – цокольная панель; 4 – перекрытия; 5 – колонна; 6 – ригель

плиты, называемые **ростверками**. Железобетонные ростверки могут быть сборными и монолитными. Разработаны конструктивные решения свайных фундаментов без ростверков (рис. 38). Плиты перекрытия в этих случаях опирают на сборные оголовки свай.

Проектирование свайных фундаментов ведут в соответствии со специальными нормами на основе результатов инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий.

Свайные фундаменты в плане могут состоять из одиночных свай – под опоры; лент свай – под стены зданий, с расположением свай в один, два и более рядов; кустов свай – под тяжело нагруженные опоры; сплошного свайного поля – под тяжелые сооружения с равномерно распределенными по плану здания нагрузками.

Расстояния между сваями и их число определяют расчетом. Минимальное расстояние между сваями принимают равным  $3d$  (где  $d$  – диаметр круглой или сторона квадратной сваи). Расстояние в свету между сваями-оболочками должно быть не менее 1 м (рис. 39).

В последнее время получил распространение метод устройства фундаментов в вытрамбованных котлованах. По этому методу котлованы разрабатывают не экскаватором, а вытрамбовывают на необходимую глубину специальным снарядом – трамбовкой. В результате происходит одновременное уплотнение грунта и образование котлована с устойчивыми стенками, который заполняется бетонной смесью. Фундаменты в вытрамбованных котлованах, по существу,

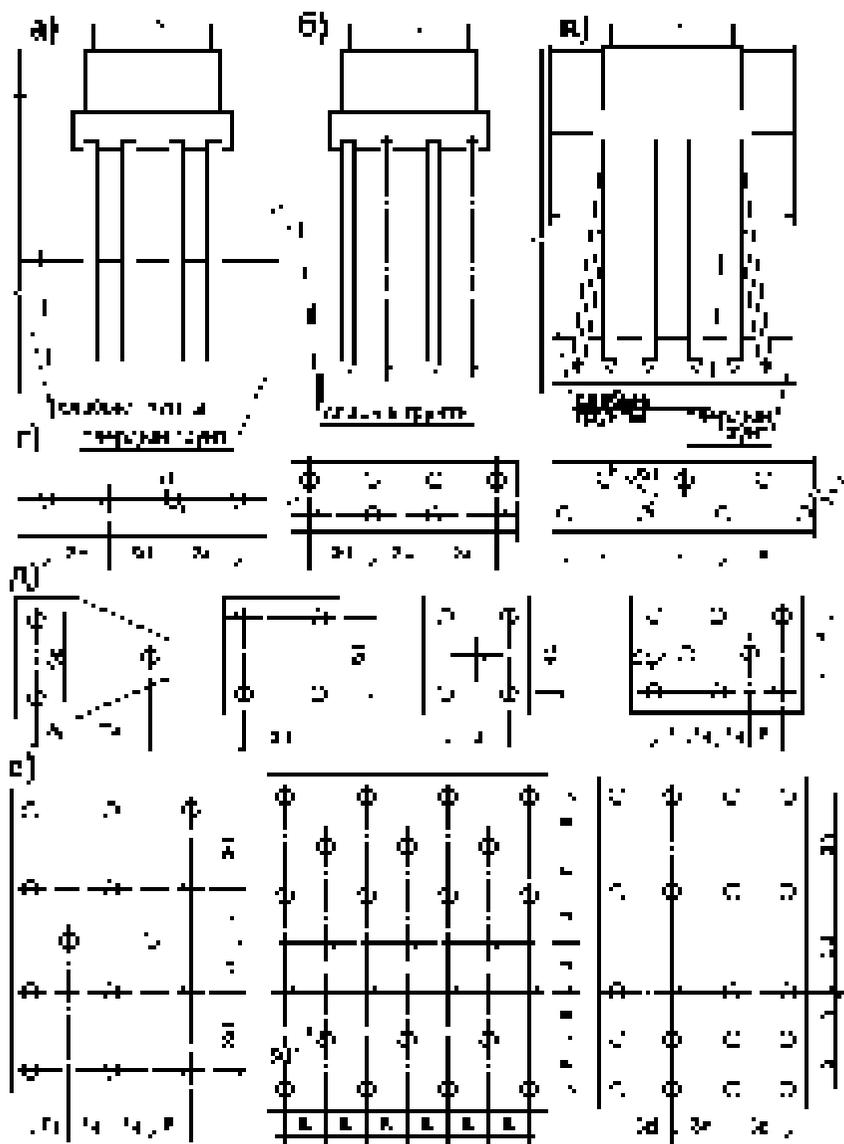


Рис. 39. Расстановка свай.  
 а-в – свайный фундамент соответственно со сваями-стойками, висячими и наклонными сваями; г-е – расстановка свай под фундаменты соответственно ленточные, отдельностоящие, плитные

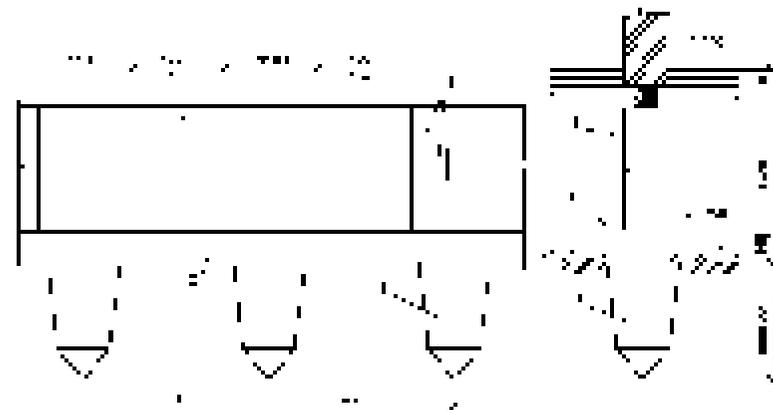


Рис. 40. Фундаменты в вытрамбованных котлованах.  
 1 – сваи-опоры; 2 – монолитный пояс (рандбалка); 3 – бетонные блоки; 4 – монолитные участки

представляют собой разновидность свай-опор, выполняемых в предварительно уплотненном грунте (рис. 40).

**Фундаменты зданий повышенной этажности.** Фундаменты мелкого заложения являются наиболее экономичным типом фундаментов, поэтому их применение всегда желательно. Предпосылкой их применения служит наличие на предполагаемой отметке подошвы хорошего несущего грунта. Нагрузки от стен и стоек (колонн) передаются в этих случаях через плиты, ленты или отдельные фундаменты непосредственно на грунт. Изгибающие моменты в заделке ядер, стен или стоек вызывают, кроме напряжения от центрально расположенной нагрузки, дополнительные напряжения, при этом допускается увеличение напряжения на грунт под краем фундамента (краевые напряжения) до 30 %.

Когда возникает необходимость комбинировать различные типы фундаментов, например, фундаментную плиту под ядром жесткости, отдельные фундаменты под стойками фасада и ленточный фундамент под средним рядом колонн, во избежание нежелательной разницы в осадках между различными типами фундаментов целесообразно, а часто и необходимо согласовывать давление на грунт и

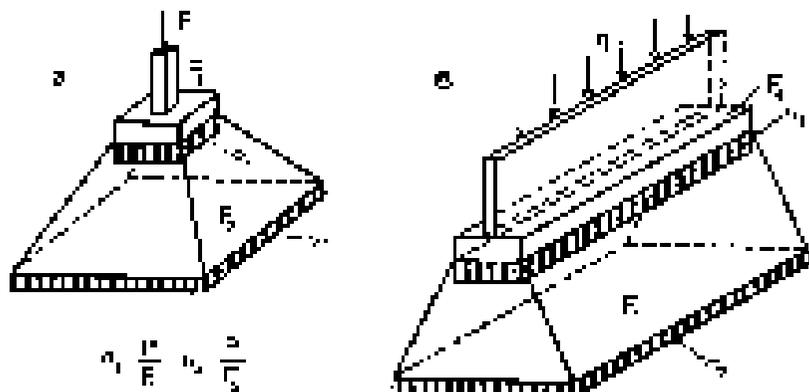


Рис. 41. Распределение давления на отдельный (а) и ленточный (б) фундамент

форму фундаментов, поскольку величина осадки зависит от последней. Это утверждение основано на том, что давление на отдельные фундаменты и плиту распределяется по четырем сторонам, давление же на фундаментную ленту – в основном по двум (рис. 41).

Поскольку часто возникает необходимость в устройстве многоэтажных подвалов для размещения в них служебных помещений (автостоянок, складов, архивов, узлов управления инженерными сетями и т. п.), нередко подвалы располагаются ниже уровня грунтовых вод. При этом ограждающие конструкции подвальных помещений, находящихся ниже уровня грунтовых вод, следует выполнять водонепроницаемыми. Речь идет об устройстве так называемой «ванной изоляции» и о «черной ванне», если напорная изоляция выполняется снаружи с помощью битуминозных рулонных материалов или металлической фольги. Возможно также выполнять ванну из водонепроницаемого бетона. Также следует провести все необходимые мероприятия с тем, чтобы сообщить бетону свойства, позволяющие воспринимать упругие и пластические деформации без образования трещин. При хорошем несущем грунте и соответствующем водонепроницаемом решении швов удастся шарнирно или жестко прикрепить к фундаментам плиту основания, имеющую напорную гидроизоляцию. При этом плиты должны бетонироваться на слое мягкого

материала, например, плитках пенопласта или аналогичных, соответствующей толщины в зависимости от величины осадки (рис. 42).

Если вследствие недостаточной несущей способности нельзя воспользоваться решением, описанным выше, целесообразно применить неразрезную фундаментную плиту. В этом случае, однако, требуется ужесточить все или часть подземных этажей с помощью продольных и поперечных стен таким образом, чтобы была создана жесткая фундаментная коробка (рис. 43).

Для гидроизоляции таких фундаментов почти всегда рекомендуется «ванна». Она целесообразна и тогда, когда вода агрессивна и с течением времени может вызвать коррозию бетона. Против грунтовых вод слабой и средней агрессивности бетон может быть защищен на длительный период соответствующим подбором его состава.

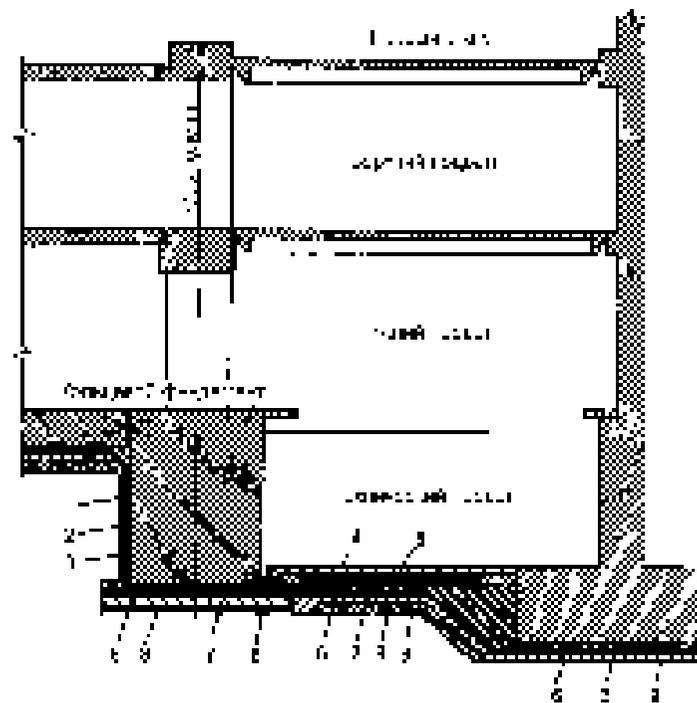


Рис. 42. Конструкция фундаментов ядра (справа) и колонн здания. 1 – защитная стенка, 2 – бетон на мелком заполнителе, 3 – изоляция, 4 – армированная стяжка, 5 – щебеночная подушка, 6 – защитный бетон, 7 – монолитный бетон, 8 – бетонная подготовка, 9 – жесткая волокнистая плита.

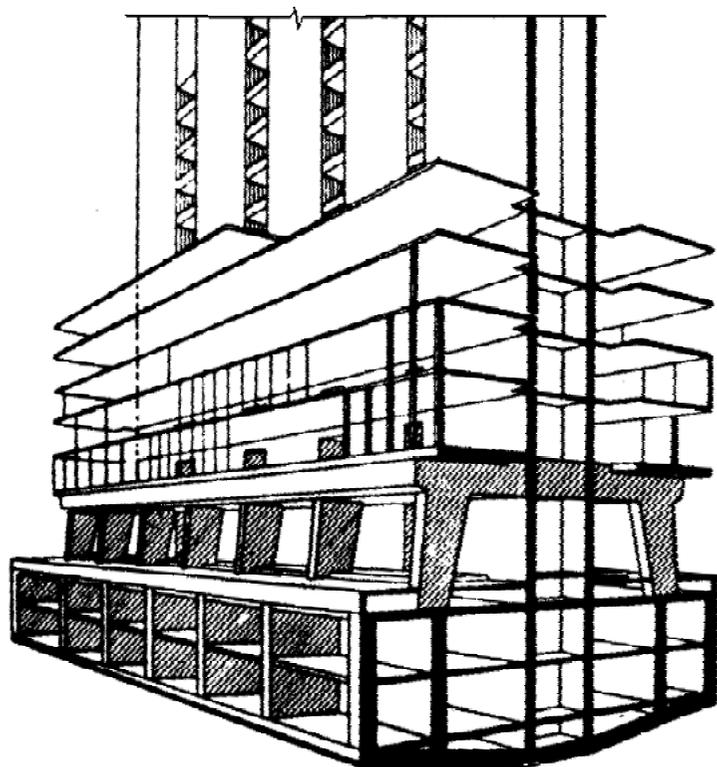


Рис. 43. Высотное здание с жестким коробчатым фундаментом.

Если нижний подвальный этаж погружен в грунтовую воду на незначительную глубину, от описанной выше гидроизоляции можно отказаться, заменив ее устройством снаружи стен дренажа (щебеночного фильтра) толщиной 30–50 см и плоского фильтра (пластового дренажа) под подошвой фундамента толщиной 20–30 см также из щебня или другого подходящего материала. Вода из этих фильтров должна постоянно отводиться сетью дренажных труб, для чего обязательно устраивают специальный водоприемник. Фундаментная плита здесь решается так же, как и в случае отсутствия грунтовых вод.

При устройстве «черной ванны» в случае одностороннего давления грунта следует принимать меры, гарантирующие от скольже-

ния сооружения. Если несущий грунт расположен на большой глубине, т. е. глубже одного – двух подвальных этажей, то может быть рекомендовано устройство фундаментов глубокого заложения с применением свай или опускных колодцев.

### 5.3. Фундаменты зданий на подрабатываемых территориях

Подрабатываемые территории занимают значительные пространства над выработками различного вида шахт. В земной коре образуются свободные полости (выработки), над которыми возможно оседание грунтов, ведущее к деформациям в фундаментах и стенах зданий, характер которых зависит от формы выемки, а также состава и механических свойств пород и формы их залегания.

Для проектирования сооружения над горными выработками необходимо задаться величиной максимальных деформаций земной поверхности в продольном и поперечном направлениях к оси здания. В зависимости от относительной горизонтальной деформации здания и наклона определяется минимальный радиус кривизны основания. При проектировании на площадке с крутопадающими пластами в расчете учитывают величины уступов между пластами и наклона уступов.

В качестве основного мероприятия для защиты зданий от возникающих горизонтальных и вертикальных деформаций может быть предусмотрена разрезка здания деформационными швами на прямоугольные отсеки. Условия строительства на подрабатываемых территориях подразделяются согласно ожидаемым деформациям земной поверхности (табл. 1).

Наиболее характерными для строительства являются II, III, IV условия. При показателях деформаций оснований, меньших чем при условии IV, строительство подземной части здания ведут как для обычных условий. Для деформаций, соответствующих группе I и более тяжелых, строительство подземной части возможно лишь при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Таблица 1. Условия строительства на подрабатываемых территориях

| Условия строительства | Ожидаемые деформации земной поверхности |                                                               |                                                              | Длина отсеков здания, м, при количестве этажей |       |
|-----------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|
|                       | радиус кривизны, км                     | относительные горизонтальные деформации $E \cdot 10^3$ , мм/м | наклоны земной поверхности в пределах просадочной зоны, мм/м | 5                                              | 10    |
|                       |                                         |                                                               |                                                              |                                                |       |
| Тяжелые I             | 1–3                                     | 12–8                                                          | 20–10                                                        | 14–20                                          | 18–25 |
| Средние II            | 3–7                                     | 8–5                                                           | 10–7                                                         | 23–40                                          | 36–45 |
| Средние III           | 7–12                                    | 5–3                                                           | 7–5                                                          | 23–40                                          | 36–45 |
| Легкие IV             | 12–20                                   | 3–1                                                           | 5–3                                                          | 45–60                                          | 55–70 |

Изломы и выступы в плане здания допускаются только при строительстве в легких условиях (IV), если размер выступа не превышает 1,5 м, фундаменты проектируют на одном уровне.

Глубина заложения фундаментов назначается согласно требованиям СНиП 2.02.01.83 «Основания зданий и сооружений».

Неблагоприятные воздействия деформации земной поверхности в результате горных выработок могут быть уменьшены благодаря следующим мероприятиям: уменьшению поверхности фундаментов, контактирующих с грунтом; уменьшению глубины заложения фундаментов до пределов, допустимых по условиям деформаций и прочности грунта основания; заложению фундаментов на одном уровне; засыпке грунтом пазух котлованов и выполнению фундаментных подушек из материалов, обладающих малым сцеплением и трением при контакте с поверхностью фундаментов; выполнению грунтовых подушек на основаниях, которые сложены из практически несжимаемых грунтов; размещению подвалов, а также технического подполья под всей площадью проектируемого здания; устройству (перед выработкой) временных компенсационных траншей по периметру здания.

Фундаменты зданий и сооружений, возводимых на подрабатываемых территориях, выполняют по жесткой, податливой или ком-

бинированной конструктивной схеме в зависимости от величины деформаций земной поверхности при подработке, жесткости надфундаментных конструкций и деформативности грунтов основания.

К фундаментам жесткой конструктивной схемы относят: плитные, ленточные с железобетонными поясами, отдельностоящие со связями-распорками между ними. Жесткая конструктивная схема должна объединять несущие элементы в цельную систему. Несущие элементы здания и их соединения в этом случае испытывают дополнительные усилия, связанные с неравномерными осадками и горизонтальными перемещениями подрабатываемых территорий. Для восприятия их при жесткой конструктивной схеме осуществляется сборно-монолитное соединение элементов фундаментно-подвальной части между собой.

К фундаментам податливой конструктивной схемы относят фундаменты с горизонтальным швом скольжения между отдельными элементами, обеспечивающим возможность их взаимного перемещения, а также фундаменты с вертикальными элементами, шарнирно перемещающимися и наклоняющимися при горизонтальном перемещении грунта. Введение горизонтального шва скольжения между подземной и надземной частью здания способствует уменьшению дополнительных усилий от горизонтальных деформаций. По верху шва скольжения необходимо устраивать непрерывный железобетонный пояс.

Существуют также комбинированные конструктивные схемы.

При проектировании подземной части зданий из кирпича и крупных блоков применяют фундаменты чаще всего монолитные либо из блоков. Наиболее характерным для подземной части зданий является решение, когда фундаментные подушки приняты сборными и цокольные блоки устанавливают по шву скольжения.

Для подрабатываемых территорий с легкими условиями строительства (IV группы) для зданий высотой до 5 этажей в наружных и внутренних несущих стенах зданий с подвальным помещением устраивают армированный шов в уровне низа перекрытия над подвалом и в уровне верха отмостки. Цокольную часть устанавливают на фун-

даментные подушки по шву скольжения, над которым выполняется сборно-монолитный фундаментный пояс. Шов скольжения обеспечивает возможность горизонтальных перемещений цокольной части относительно подушек. Плоскость, предусматриваемая для устройства шва скольжения, предварительно тщательно выравнивается. Конструкции швов скольжения представлены на рисунках 44, 45.

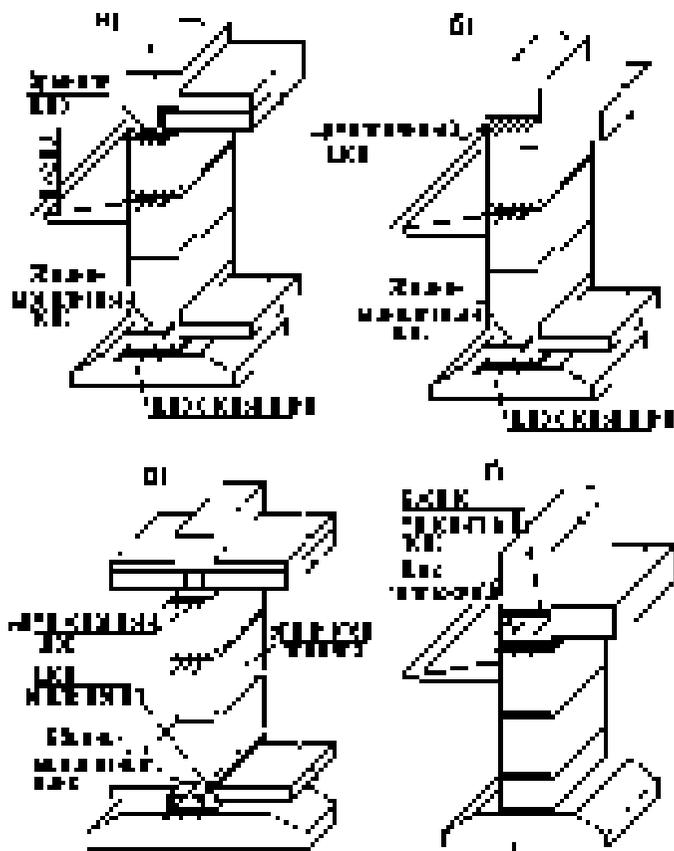


Рис. 44. Конструкции швов скольжения в блочных фундаментах.  
 а, б – под наружную стену соответственно при армированном шве и с цокольным блоком; в, г – с цокольным блоком под стену соответственно внутреннюю при армированных швах и наружную в помещении без подвала

Фундаментные сборно-монолитные пояса выполняют из бетона марки не менее 150. Пояс армируют пространственным каркасом из шести стержней диаметром не менее 8 мм класса АI, АII, АIII. Класс арматуры выбирается в зависимости от конкретных условий проектирования. Выпуски арматуры поясов сваривают в местах стыковки при помощи накладок и дополнительных стержней.

Стены подвала выполняются из бетонных блоков с перевязкой не менее 30 см. Сопряжение стен в углах примыкания и пересечения цокольных стен усиливается еще укладкой угловых сеток с заделкой в каждую сторону на 1,2–1,5 м. Блоки стен подвала кладут на цементном растворе марки не ниже 50, растворный шов между блоками не менее 20 мм.

Для зданий без подполья выполняется сборно-монолитный цокольный пояс в уровне верха отмостки, в этом же уровне устраивают шов скольжения. В этом случае всю часть фундамента ниже шва скольжения выполняют по податливой схеме. Конструкция цокольного пояса аналогична конструкции фундаментного сборно-монолитного пояса (рис. 45).

Для зданий с кирпичными стенами, а также из блоков, возводимых на подрабатываемых территориях со средними условиями строительства (II и III) и для легких условий строительства (IV), предусматривают ряд конструктивных мероприятий.

Для несущих наружных стен кирпичных домов в зданиях с подвалом в уровне перекрытия подвала устраивают сборно-монолитный цокольный пояс, а для блочных – сборно-монолитный цокольный пояс из стандартных цокольных блоков с замоноличенными стыками. В уровне низа стены подвала выполняют сборно-монолитный цокольный фундаментный пояс. Цоколь соединяют с фундаментными плитами по шву скольжения (рис. 44). Для внутренних стен на уровне перекрытий над подвалом устраивают монолитный железобетонный пояс, соединяющий сборные плиты в наружных стенах.

Для внутренних стен зданий на подрабатываемых территориях без подвалов сборно-монолитный пояс и шов скольжения устраивают

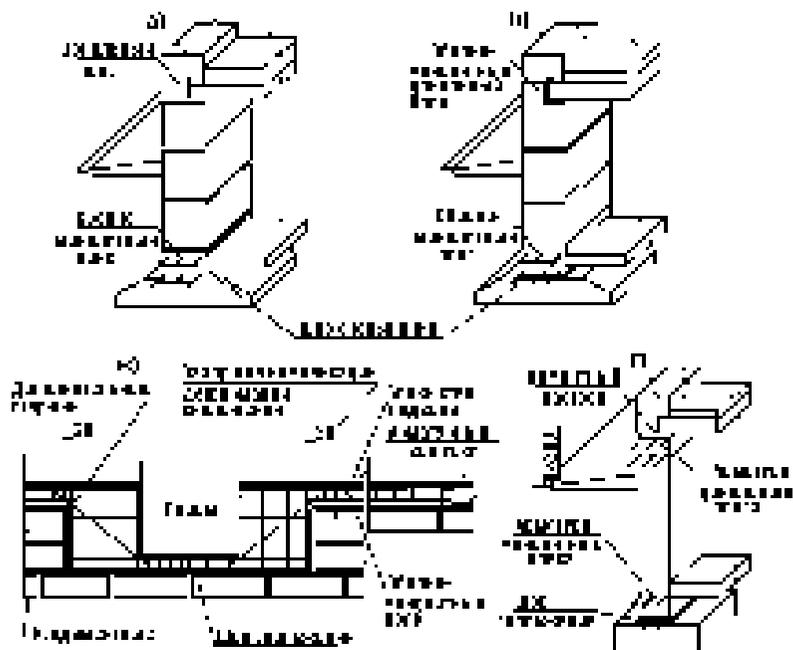


Рис. 45. Блочные фундаменты на подрабатываемых территориях.  
 а, б – в помещении без подвала под наружную стену соответственно при сборно-монолитном цокольном поясе и сборно-монолитном цоколе; в – решение пониженной части; г – решение для бутобетонного фундамента

ниже отметки пола. В кирпичных и блочных зданиях фундаменты могут выполняться монолитными бетонными или бутобетонными.

Для 9-этажных зданий, возводимых на подрабатываемых территориях со средними условиями строительства (II и III) и легкими (IV), фундаменты выполняют из бетона марки не менее 100 и бутового камня марки не ниже 200.

Бутобетонный фундамент проектируют с уступами, минимальная высота которых 30 см, ширину подошвы и уступа принимают по расчету, на уровне низа перекрытия подвала устраивают цокольный железобетонный пояс. На уровне верха подошвы фундамента предусматривается фундаментный железобетонный пояс. Цокольные панели устанавливают на шов скольжения, выполняемый на выровненной поверхности фундаментных уступов. При отсутствии подвала устраи-

вают цокольный железобетонный пояс и шов скольжения на уровне низа цокольного железобетонного пояса (рис. 45). В месте излома сборно-монолитного пояса устраивают монолитный участок. Поясную арматуру сборных элементов сваривают с арматурой монолитного пояса. Марка бетона монолитного участка не менее 150.

Для крупнопанельных зданий на подрабатываемых территориях жесткая конструктивная схема выполняется аналогично схеме подземной части зданий, строящихся на просадочных грунтах. Наиболее рациональной является комбинированная конструктивная схема, где жесткая конструкция подвальной части выполняется путем равнопрочного соединения сборных элементов стен подвала, а податливость фундаментов достигается путем применения сборных фундаментных плит, отделенных от сборно-монолитного пояса швом скольжения.

Цокольная часть крупнопанельных зданий, выполняемая из сборных элементов, должна представлять собой сборно-монолитную конструкцию, работающую как единое целое. Для этого необходимо, чтобы конструкция подземной части была завязана по периметру путем устройства непрерывных армированных поясов. Конструктивные особенности решений зданий, возводимых над горными выработками, связаны с типом грунтовых условий и этажностью здания. Особенностью проектирования конструкций крупнопанельных зданий является возможность выполнения армированных поясов в теле цокольных железобетонных панелей. Наиболее рациональной для панельных зданий, возводимых на подрабатываемых территориях и на просадочных грунтах, является схема, при которой наиболее полно может быть использована сборность конструкций и при этом полностью исключены деформации, вызванные подработкой или просадкой. Фундаментные подушки принимают сборными без монолитного соединения. Для компенсации возможных деформаций между цоколем и фундаментными подушками устраивают шов скольжения.

Фундаменты рекомендуется закладывать на одном уровне, ширину подошвы фундамента и глубину его заложения определяют расчетом. При необходимости выполнения уступов в цокольной час-

ти здания соотношение их высоты к ширине не должно превышать 1:2 и быть не более 60 см.

Для исключения деформаций, вызванных подработками, необходимо устройство цокольных поясов, соединяющих сборные элементы на уровне верха и низа цоколя. Арматура поясов проходит по всей длине панелей и заканчивается выпусками в количестве не менее двух, которые сваривают между собой (рис. 46). Цокольные панели соединяют между собой еще посредством шпонок в местах замоноличивания. Комбинация шпонок и связей обеспечивает работу конструкции как неразрезной. Арматурные пояса устраивают под несущими наружными и внутренними стенами на уровне низа перекрытий над подвалом и в уровне верха фундаментных плит. Шов скольжения расположен на уровне верха фундаментных плит. В здании, не имеющем подвала, устраивается сборно-монолитный цокольный пояс, проходящий на уровне верха отмостки.

При устройстве деформационного шва необходима сквозная разрезка шва по фундаментным подушкам, размер деформационного шва определяют расчетом.

Для зданий высотой до 9 этажей на подрабатываемых территориях со средними условиями строительства (II и III), а также для легких условий строительства (IV) для наружных и внутренних несущих стен выполняется непрерывный арматурный пояс в теле цокольной панели на уровнях ее верха и низа. На уровне верха фундаментных плит устраивается сборно-монолитный фундаментный пояс, который устанавливается на фундаментные подушки по шву скольжения. В зданиях без подвалов сборно-монолитный пояс и шов скольжения выполняют на уровне пола помещений первого этажа. Конструкция осадочного шва требует разрезки фундаментной ленты. Зазор между стенами является величиной расчетной.

Узлы соединения панелей стен подвальной части здания выполняют путем сварки арматурных выпусков поясных стержней панелей. Для создания монолитной связи надземной и подземной частей в стык устанавливают вертикальный каркас, который проходит из стыка цокольных панелей в стык стеновых панелей выше отметки 0,000.

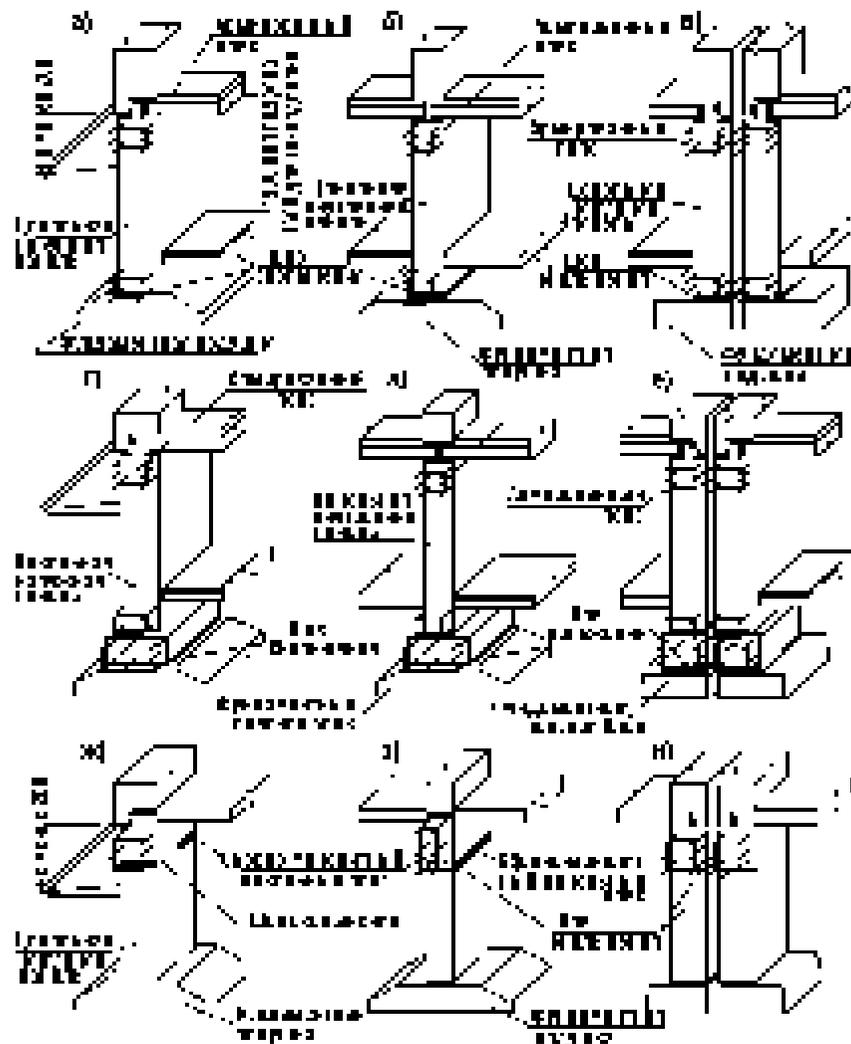


Рис. 46. Панельные фундаменты на подрабатываемых территориях.  
 а, б – под стену соответственно наружную и внутреннюю; в – деформационный шов; г, д – с фундаментным поясным блоком, соответственно под наружную и внутреннюю стены; е – с фундаментным поясом при решении деформационного шва; ж, з – под наружную и внутреннюю стены при решении без подвала; и – то же, для решения деформационного шва

Стеновые панели на уровне низа крепят при помощи выпусков поясной арматуры, соединяемой на сварке коротышками (рис. 47).

Конструкция стыкового соединения для случая со сборно-монолитным поясом по верху фундамента выполняется с соединяющими вертикальными арматурными каркасами (см. рис. 47), которые проходят через сборно-монолитный пояс и образуют монолитное соединение его с цокольными панелями. В этом случае шов скольжения устраивают на уровне низа сборно-монолитного пояса.

Основные материалы и сечения определяют расчетом, однако существуют правила для выбора минимально необходимых материалов: конструкции подземной части, находящиеся в грунте, должны выполняться из тяжелого бетона марки не менее 150; наружные цокольные панели, фундаментные плиты, а также монолитные и сборно-монолитные пояса – из бетона марки не менее 200; блоки стен подвала – из бетона марки не менее 100; раствор, применяемый для стыковых соединений сборных изделий, – марки не менее 100.

Арматуру анкетных соединений выпусков, а также накладок и соединительных вертикальных арматурных каркасов следует принимать в зависимости от требования расчета и условий проектирования не менее 10 и класса АI, АII, АIII.

На свайных фундаментах над горными выработками можно проектировать кирпичные, блочные и панельные здания девяти этажей при легких и средних условиях строительства (II, III, IV).

В соответствии с типом грунтовых условий возможно применение различных типов свай. Висячие сваи можно применять на территориях со средними и легкими условиями строительства (III–IV) для любого типа зданий; сваи-стойки на территории III–IV групп для зданий с податливой или жесткой конструктивной схемой. Для кирпичных зданий, а также зданий со стенами из блоков на подрабатываемых территориях по свайному фундаменту устраивают как правило монолитный ростверк. Сваи заделывают в ростверки жестко либо шарнирно. Принцип заделки выбирают на основании технико-

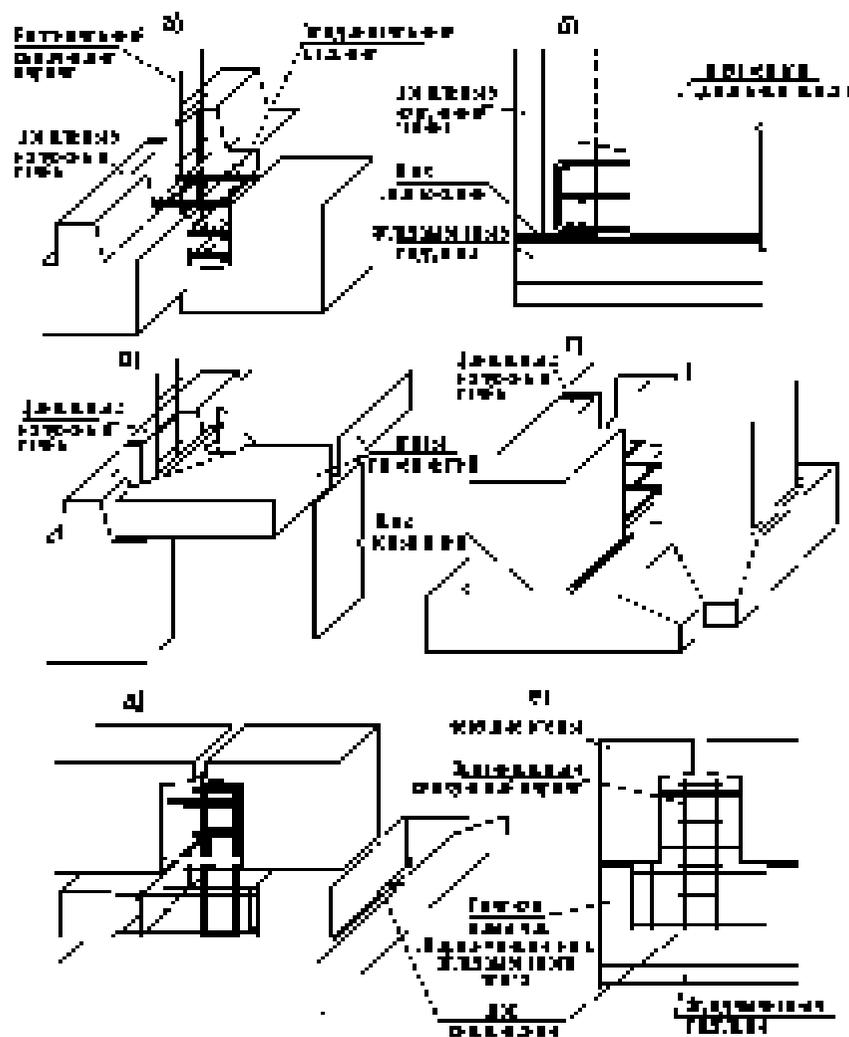


Рис. 47. Узлы фундаментов при панельном решении цоколя фундаментов на подрабатываемых территориях.

а, б – верхнее соединение наружных цокольных панелей с внутренней; в – крепление панелей перекрытия; г – нижнее соединение наружных стен с внутренней; д, е – нижнее соединение несущих стен при сборно-монолитном фундаментном поясе

экономической оценки решения, а также из условий ожидаемых горизонтальных деформаций грунта основания. Жесткую заделку устраивают при деформациях до 2 см, шарнирную – до 5 см, шов скольжения – при деформациях до 8 см.

При жестком сопряжении голову сваи замоноличивают в ростверк с запуском рабочей арматуры в его тело, при шарнирном соединении сваи заделывают в ростверк на 50–100 мм. При сопряжении через шов скольжения ростверк устанавливают на сборный оголовок сваи и не связывают с ней (рис. 48).

Сваи под несущие кирпичные или блочные стены располагают в один ряд таким образом, чтобы геометрическая ось сваи совпадала с осью приложения нагрузки на ростверк. В наружных стенах зазор между сваями закрывают блоками стен подвала, которые устанавливают перед свайным рядом. По монолитному ростверку устанавливают цокольные блоки (см. рис. 48). Во внутренней стене блоки стен подвалов выкладывают в промежутках между сваями.

При шахматном расположении сваи ширина ростверка увеличивается, конструктивное решение выполняется аналогично решению с рядовой расстановкой. Деформационный шов выполняют с полной прорезкой конструкции и установкой двух параллельных стен.

Для зданий с техническим подпольем или подвалом устраивают высокий ростверк с жесткой заделкой головы сваи и швом скольжения по уровню верха монолитного ростверка (см. рис. 48).

При этом следует предусматривать зазор в конструкции пола (не менее 5 см) с заполнением его пластичным материалом. Высоту ростверка определяют расчетом (не менее 300, ширина не менее 400 мм). Ленту ростверка располагают над всем периметром наружных и внутренних стен, она обеспечивает равномерную передачу нагрузки вышележащих стен на сваи.

Для крупнопанельных зданий цокольная часть выполняется из сборных элементов (цокольных панелей), устанавливаемых на оголовки свай. Решение подвальной части аналогично решению в зданиях с цоколем из блочных элементов (рисунок 49). Сопряжение цоколь-

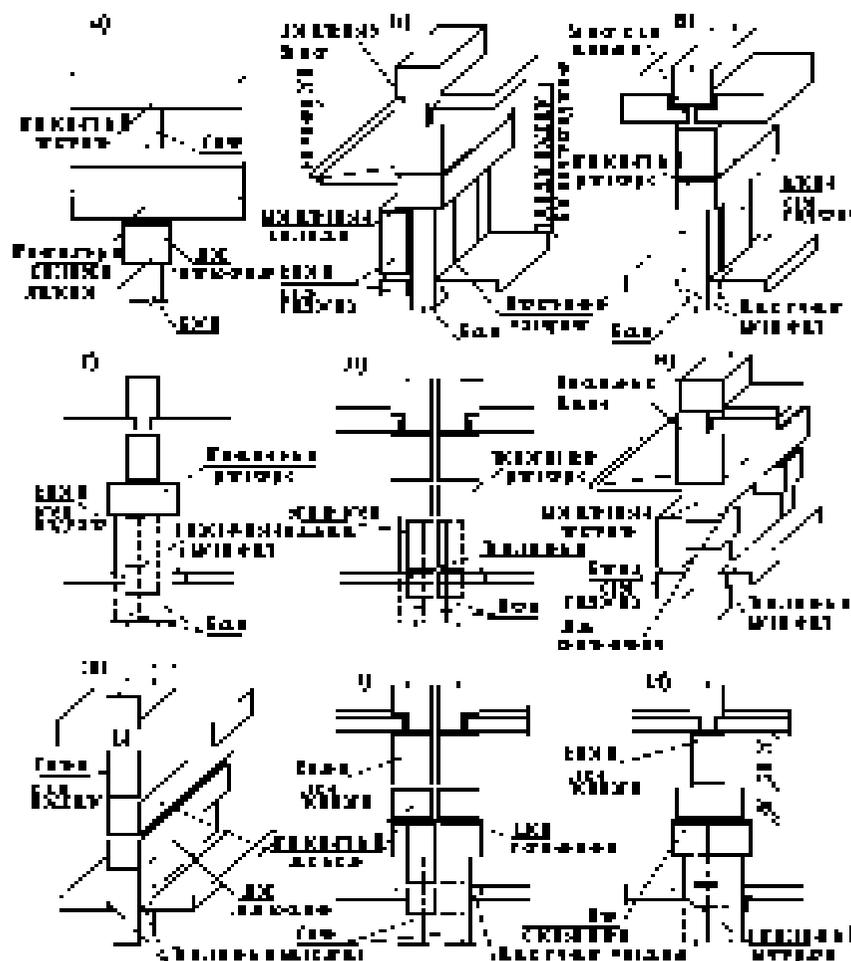


Рис. 48. Свайные фундаменты при блочном решении подвала на подрабатываемых территориях.

а – соединение свай при монолитном и сборном ростверке; б, в – конструкции свайного фундамента при монолитном ростверке под стену наружную и внутреннюю; г – при монолитном ростверке с шахматным расположением свай; д, з – осадочный шов при соединении свай с ростверком соответственно монолитным и сборным; е, ж – сборный фундамент под стену соответственно наружную и внутреннюю; и – сборный фундамент под внутреннюю стену при шахматном расположении свай

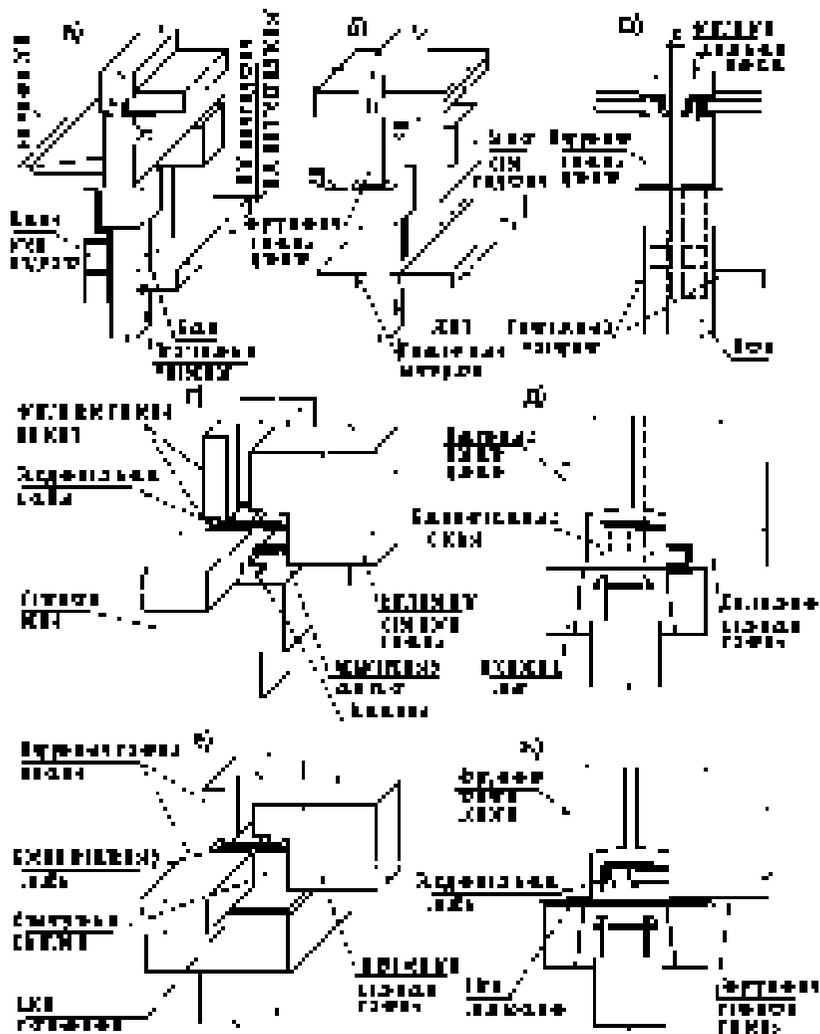


Рис. 49. Свайные фундаменты при панельном решении цоколя на подрабатываемых территориях.

а, б – под наружную и внутреннюю стену; в – решение осадочного шва; г, д, е, ж – узлы крепления сборного ростверка

ных панелей друг с другом осуществляется жестко: путем сварки арматурных выпусков. На оголовки свай сборные цокольные элементы устанавливаются также жестко: привариваются к закладным деталям оголовка либо по шву скольжения.

Для зданий, возводимых на подрабатываемых территориях, сваи выполняют из тяжелого бетона марки не менее 200, 300 (без предварительного обжата) и не менее 300, 400 (предварительно напряженных). Монолитные ростверки выполняются из тяжелого бетона марки не менее 200. Поясную арматуру принимают класса АII, АIII. Конструкции подземной части, опирающиеся на грунт, из бетона марки не ниже 150; блоки стен подвала из тяжелого бетона марки не менее 100. При кладке блоков стен подвалов должен использоваться раствор марки 100.

#### 5.4. Сейсмоизолирующие фундаменты

Стремление людей уменьшить трагические последствия землетрясений строительством зданий и сооружений с сейсмозащитными мероприятиями известно с давних времен. Первые попытки сейсмозащиты зданий относятся к III–VII векам. В основании стен некоторых сохранившихся зданий, а также в результате археологических раскопок древних городов Средней Азии обнаружены мягкие прокладки в виде камышитовых подушек или пластических глин на уровне верха фундаментов, играющие роль сейсмоизолирующих элементов. Под мавзолеем Султана Санджара в древнем Мерве квадратный в плане фундамент выполнен в виде усеченной пирамиды основанием вверх. Углубляясь в котлован, этот фундамент не расширяется, а постепенно уменьшается по периметру. Будучи помещенным в глину, уплотняющуюся по мере увеличения на нее нагрузки, этот фундамент является прообразом современных кинематических опор (см. ниже). Древние строители при возведении зданий и сооружений в сейсмоопасных районах на скальных основаниях устраивали котлованы, заполняемые суглинками, песком, рыхлым грунтом, а по ним уже возводили фундамент, что позволяло снять concentra-

цию напряжений. Глина гасила наиболее опасные для жестких сооружений высокочастотные колебания при землетрясениях.

В настоящее время в практике строительства выделяют зоны сейсмичностью 6, 7, 8 и 9 баллов. Ниже 6 баллов явления сейсмичности для современных зданий и сооружений не опасны, и их при проектировании не учитывают. На площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов, возводить здания и сооружения не допускается.

Меры, исключаящие или смягчающие разрушительное действие сейсмических сил, сводятся к выбору: участков с меньшей степенью сейсмической опасности; соответствующих конструктивных схем и материалов для зданий; соответствующих объемно-планировочных решений; конструктивных решений, обеспечивающих сейсмостойкость зданий.

Под сейсмостойкостью понимают сохранность несущих конструкций, выход из строя которых угрожает обрушением здания или его частей.

При разработке проектов городской и районной планировки следует предусматривать размещение промышленных предприятий, энергетических и транспортных сооружений, городов и поселков с учетом сейсмического районирования и преимущественно на благоприятных в сейсмическом отношении территориях.

Конструктивные схемы зданий и их объемно-планировочные решения должны исходить из требований противодействия сейсмическим силам. Можно применять жесткие и гибкие конструктивные схемы со специальными амортизаторами и гибкими первыми этажами. Форма зданий должна быть компактной, без выступов, впадин и переломов стен. Внутренние стены следует располагать в плане равномерно и симметрично центру тяжести здания. Протяженные здания разделяют на отсеки антисейсмическими швами. В пределах каждого отсека материал конструкций, конструктивная схема, этажность одинаковые. Здание не должно иметь перепадов высот в пределах одного отсека.

В сейсмостойкости зданий важнейшее значение имеет правильно сконструированный фундамент. Анализ последствий землетрясений показал, что сооружения, у которых надземная часть кон-

струкций в целом свободно перемещается по основанию, страдают меньше тех, у которых надземная часть жестко закреплена в основании. Фундамент здания (или отсека) необходимо закладывать на одной глубине. В зданиях повышенной этажности глубину заложения фундаментов рекомендуется увеличивать за счет устройства коробчатых фундаментов. При устройстве свайных фундаментов следует применять забивные сваи, а не набивные. Для многоэтажных каркасных зданий целесообразно применять фундаменты в виде перекрестно-ребристой или сплошной плиты.

В настоящее время можно выделить следующие направления «активной сейсмозащиты» подземной части зданий:

1) конструкции с подвесными опорами (рис. 50) – специально сконструированный фундамент, который позволяет подвесить здание на тросах. Такие опоры не получили широкого применения из-за высокой стоимости сейсмоизолирующей части;

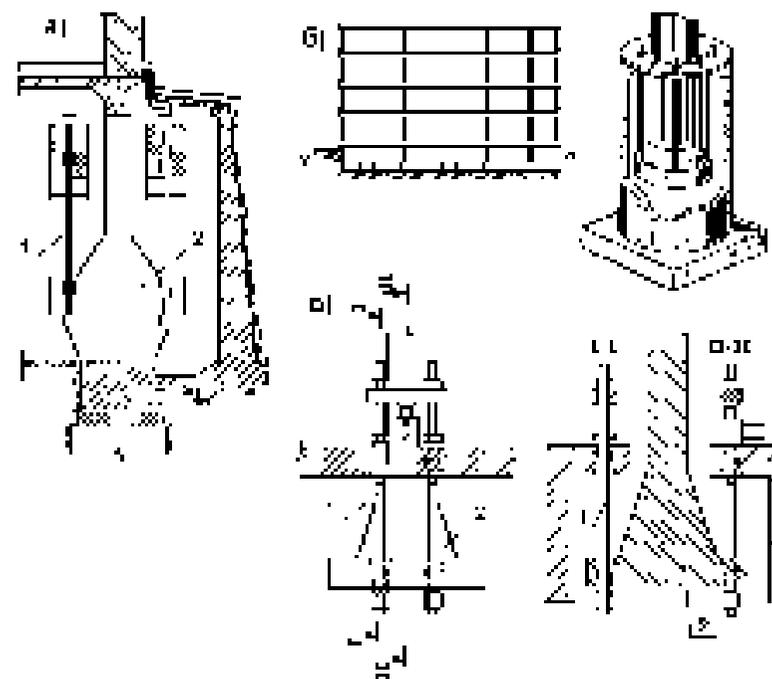


Рис. 50. Варианты конструкций на тросах.

а – разработка России; б – Мексика; в – Япония; 1 – тросы; 2 – фундамент

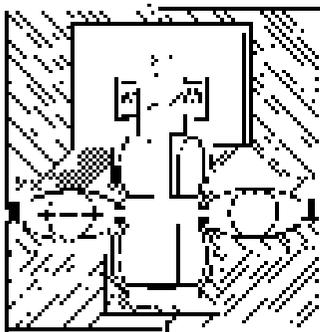


Рис. 51. Общий вид конструкции сейсмоизолирующего фундамента с катковыми опорами

2) конструкции с катковыми опорами (рис. 51) имеют множество решений, но общим для них является наличие подвижных и окаймляющих элементов, взаимодействие которых создает возвращающие силы при смещении;

3) конструкции с односторонними включающимися или выключающимися связями – изменение жесткости системы во время землетрясения позволяет избежать попадания в резонанс на какой-либо доминантной частоте сейсмического воздействия;

4) конструкции с гасителями колебаний между фундаментом и опорными частями зданий (рис. 52), в качестве которых обычно используются элементы, изготавливаемые из мягкой стали, – при пластических деформациях демпферные элементы поглощают значительное количество энергии колебаний;

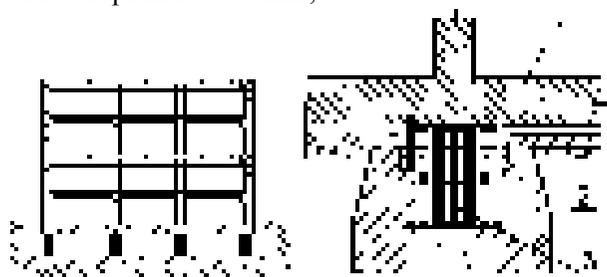


Рис. 52. Конструкции опоры с гасителями колебаний в виде набора элементов, изготавливаемых из мягкой стали.

1 – фундамент; 2 – опорная часть здания; 3 – набор элементов из мягкой стали

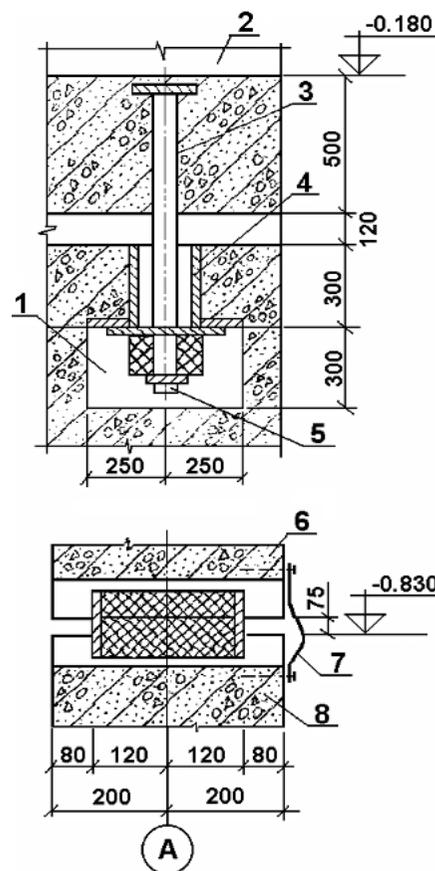


Рис. 53. Конструкция сейсмоизолирующего скользящего пояса

- 1 – амортизатор;
- 2 – железобетонная стеновая панель;
- 3 – семипроволочный канат;
- 4 – гильза диаметром 100 мм;
- 5 – гильзостержневой анкер;
- 6 – ростверк;
- 7 – оцинкованная кровельная сталь (пристрелять дюбелями);
- 8 – стена подвала

5) конструкции с сейсмоизолирующим скользящим поясом в фундаменте (рис. 53) – для гашения горизонтальных усилий, возникающих при землетрясениях;

6) специальные конструкции свайных фундаментов с высоким ростверком (рис. 54), располагаемым выше уровня земли и связанным со сваями с помощью специального конструктивного узла, снимающего изгибающие моменты и допускающего поворот оголовка сваи относительно ростверка;

7) свайные фундаменты с промежуточной подушкой (рисунок 55) позволяют вертикальные нагрузки передавать на сваи, а горизон-

тальные – на грунт, армированный сваями. В результате сваи не испытывают изгиба, что позволяет уменьшить ее армирование и сохранить трение сваи о грунт в верхней части.

Большой интерес представляют фундаменты, предназначенные для снижения расчетных горизонтальных сейсмических нагрузок на подземные конструкции зданий и повышения их сейсмостойкости при землетрясениях силой 7, 8, 9 баллов и более. Речь идет о сейсмоизолирующих кинематических фундаментах (КФ).

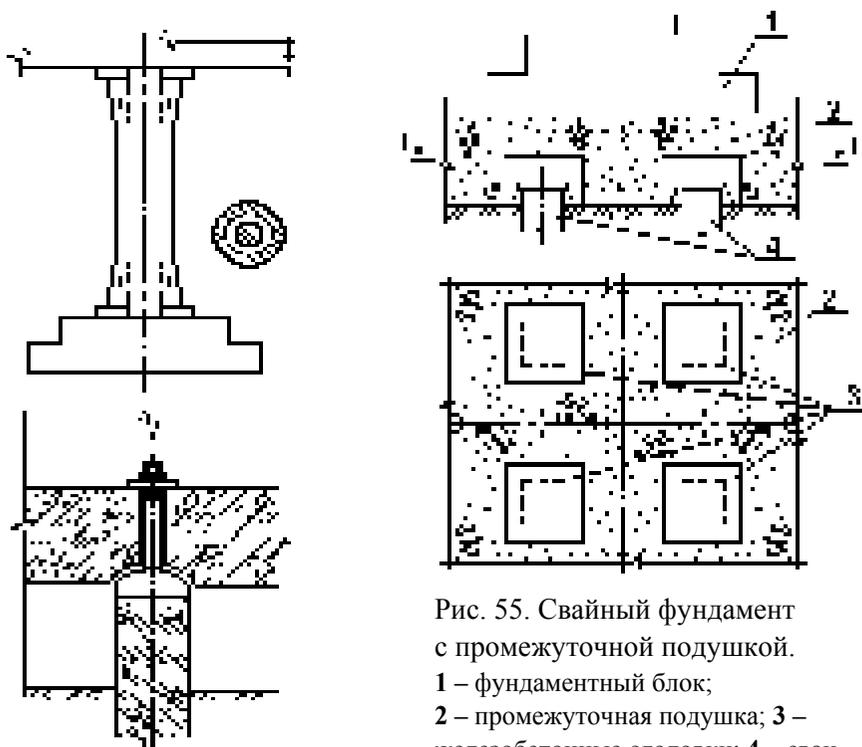


Рис. 54. Конструкция свайного фундамента с высоким ростверком.

Рис. 55. Свайный фундамент с промежуточной подушкой.  
1 – фундаментный блок;  
2 – промежуточная подушка; 3 – железобетонные оголовки; 4 – сваи

Массовое использование систем активной сейсмозащиты налагает ряд обязательных дополнительных требований, а именно: повышение качества строительства при выполнении указанных систем и ужесточение контроля за их приемкой, тщательное соблюдение требований их эксплуатации и ремонта, обеспечение более жестких мер предупреждения возможных деформаций от других воздействий, например, просадки и др.

Конструктивные решения нулевого цикла зданий с кинематическими фундаментами могут предусматривать как их изоляцию от обратной засыпки грунта, так и частичную засыпку в зависимости от общего решения и местных условий конкретного строительства. При проектировании зданий с использованием фундаментов (КФ) ввод и вывод всех инженерных коммуникаций в пределах подземной части здания и их соединения с несущими надземными конструкциями необходимо выполнять на гибких вставках.

**Конструктивные решения кинематических фундаментов (КФ).** Кинематический фундамент представляет собой часть шара радиуса  $R$  (рис. 56) свободно опертую на опорную фундаментную плиту (ОП) или другое твердое основание и шарнирно связанную с надфундаментными конструкциями. Фундаменты в виде тумбы или стойки с уширенной пятой (рис. 57) могут иметь различные очертания боковых поверхностей, симметричные относительно вертикальной оси.

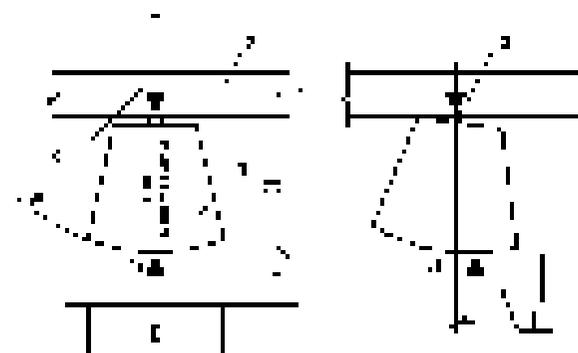


Рис. 56. Конструктивная схема кинематического фундамента (КФ).  
1 – кинематический фундамент; 2 – ростверк; 3 – шарнирное соединение;  
4 – опорная плита

Рис. 57. Различные формы кинематического фундамента.  
а – тумба; б – стойка



Геометрические формы и размеры фундамента зависят от места расположения и назначения в составе здания, а также от величины передаваемой на фундамент вертикальной нагрузки, прочности используемого материала и интенсивности сейсмического воздействия.

**Расчетные сейсмические нагрузки на здание при использовании КФ.** При проектировании зданий расчетная сейсмическая нагрузка  $S$  определяется по формуле

$$S = \frac{S_k}{K_s}, \quad (2)$$

где  $S_k$  – расчетная сейсмическая нагрузка;  $K_s$  – коэффициент, учитывающий снижение сейсмических сил в здании с кинематическими фундаментами, принимается по табл. 2.

Для жилых, общественных и производственных зданий, в которых предполагается большое скопление людей или разрушение которых связано с порчей оборудования, коэффициент  $K_s$  принимается не больше 2,0. Для малоэтажных зданий (до 3-х этажей включительно) жестких конструктивных решений допускается вычислить сейсмическую нагрузку в уровне КФ по формуле

$$S = K_{sm} \cdot Q, \quad (3)$$

где  $Q$  – вес здания в тоннах,  $K_{sm}$  – коэффициент сейсмичности, равный 0,05; 0,08; 0,13 при 7, 8, 9 баллах соответственно (значения  $K_{sm}$  получены для кинематических фундаментов с параметрами:  $R = 70$  см,  $H = 50$  см).

Таблица 2. Коэффициенты снижения сейсмических сил в зданиях с КФ

| Сейсмическая интенсивность, балл | Категория грунтов по сейсмическим свойствам | Значение коэффициента $K_s$ для зданий с периодом собственных колебаний $T$ |                                     |                                     |
|----------------------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
|                                  |                                             | $T < 0,3$ с                                                                 | $0,3 \text{ с} < T < 0,5 \text{ с}$ | $0,5 \text{ с} < T < 0,7 \text{ с}$ |
| 7                                | I                                           | 3,0                                                                         | 2,5                                 | 2,0                                 |
|                                  | II                                          | 2,5                                                                         | 2,0                                 | 1,5                                 |
| 8                                | I                                           | 4,0                                                                         | 3,0                                 | 2,5                                 |
|                                  | II                                          | 3,0                                                                         | 2,0                                 | 1,7                                 |
| 9 и более                        | I                                           | 5,0                                                                         | 4,0                                 | 3,0                                 |
|                                  | II                                          | 4,5                                                                         | 3,0                                 | 2,0                                 |

**Примечание.** Значение  $K_s$  соответствует геометрическим параметрам КФ, рассчитанным на восприятие максимальных сейсмических нагрузок 9 баллов и более. Повышение значений  $K_s$  при меньшей расчетной интенсивности достигается изменением геометрических параметров КФ. Значения  $K$  могут корректироваться с учетом результатов оценок сейсмостойкости зданий по надежности.

Малоэтажные здания из местных материалов (кирпич, мелкие блоки и др.) при сейсмичности 9 баллов и более подлежат оценке сейсмостойкости учетом экспериментально полученных физико-механических свойств (КФ) и материалов несущих стен.

При расчете опорного основания эксцентриситет  $e$  вертикальной нагрузки от перемещения КФ принимается по табл. 3.

На площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов, возводить здания, как правило, не допускается. В исключительных случаях, при строительстве зданий на КФ, необходима оценка сейсмостойкости с учетом экспериментально полученных физико-механических свойств КФ и прогнозируемого характера сейсмического воздействия.

Таблица 3. Эксцентриситет  $e$  вертикальной нагрузки при смещении КФ, см

| Расчетная сейсмичность, баллы | Нагрузка, т |          |           |           |
|-------------------------------|-------------|----------|-----------|-----------|
|                               | < 50        | 50 – 100 | 100 – 200 | 200 – 400 |
| 7                             | 1           | 1,5      | 2         | 2,5       |
| 8                             | 2           | 3        | 4         | 5         |
| 9                             | 4           | 6        | 8         | 10        |

**Конструктивные решения сейсмозащиты с использованием КФ.** Кинематический фундамент образует сейсмоизолирующее основание (систему) под зданием и определяет его динамические свойства. Кинематические фундаменты располагаются под конструкциями, поддерживающими несущие стены либо несущий каркас. При наличии подвала несущие конструкции выполняются в виде ленточного ростверка по одному из вариантов:

- ниже несущих стен (рис. 58);
- ниже несущих стен первого этажа (рис. 59);
- ниже несущих стен второго этажа.

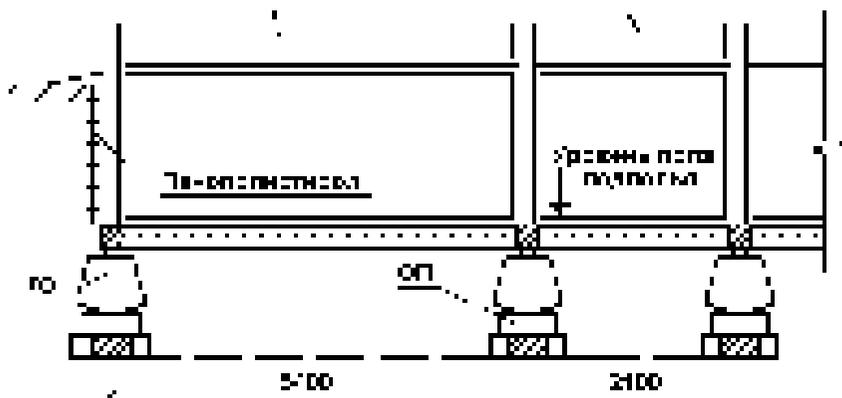


Рис. 58. Конструктивное решение сейсмозащиты с использованием кинематических фундаментов ниже несущих стен подвала

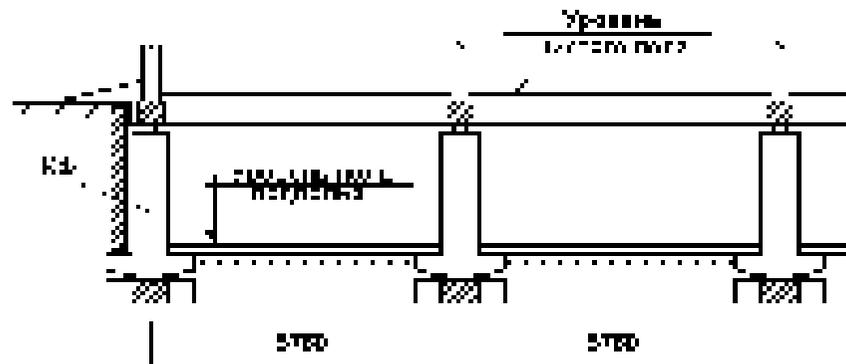


Рис. 59. Конструктивное решение сейсмозащиты с использованием кинематических фундаментов ниже несущих стен первого этажа

**Область конструктивной применимости КФ в строительстве.** Сейсмоизолирующая конструктивная система (КФ), снижающая сейсмические нагрузки на здания, позволяет:

- уменьшить объем антисейсмических мероприятий;
- использовать технические решения, рассчитанные на сейсмическую активность, меньшую чем расчетная;
- повышать этажность зданий;
- снижать требования к конфигурации надфундаментной части и планировке внутренних помещений;
- снижать ущерб (сейсмический риск) от ожидаемых воздействий.

Обоснованием принятых технических решений является достаточная прочность несущих конструкций, устойчивость здания на опрокидывание, прочность и устойчивость грунтов основания. Этажность, ограниченная действующими СНиП РК В.1.2 – 4 и СН РК Б.2.2–7 – в зданиях различных конструктивных решений, при использовании КФ может быть повышена в зависимости от величины сниженных сейсмических нагрузок и их соответствия нормативной сейсмичности. В зданиях на КФ допускается нарушение принципа симметрии в плане, а также возможно увеличение расстояний между несущими стенами.

Таблица 4. Допустимый перекося этажей в долях от высоты этажа

|   |                                           |                |
|---|-------------------------------------------|----------------|
| 1 | Крупнопанельные здания                    | H/300 – H/400  |
| 2 | Каркасные здания с кирпичным заполнением  | H/400 – H/500  |
| 3 | Здания со стенами комплексной конструкции | H/ 450 – H/500 |
| 4 | Здания со стенами из бетонных блоков      | H/500 – H/600  |
| 5 | Здания из кирпичной или каменной кладки   | H/500 – H/600  |
| 6 | Монолитные, объемно-блочные здания        | H/300 – H/400  |

При оценке сейсмостойкости по надежности следует руководствоваться величиной перекося этажей. Допускаемая величина перекося в долях от высоты этажа H, при которой обеспечивается сохранность стен, представлена в табл. 4.

Здания и сооружения новых конструктивных решений, а также особо ответственные здания на КФ оцениваются по сейсмостойкости с учетом нелинейного деформирования конструкций и сейсмологической ситуации на площадке строительства.

### 5.5. Детали фундаментов и элементы зданий ниже нулевой отметки

При необходимости изменения глубины заложения фундамента по длине стены (например, при наличии подвала под частью здания) переход от одного уровня к другому осуществляется постепенно, уступами, высота которых для монолитных фундаментов должна быть не более 50 см, а для сборных – равной высоте блока стены фундамента. Отношение высоты уступа сборных фундаментов к его длине должно быть не менее 1:2 при глинистых и 1:3 при песчаных грунтах (рис. 60). Для ввода в здание инженерных коммуникаций в стенах подвалов оставляют проемы. В нижней и верхней частях проема стен подвала укладывают арматурные сетки. Ширина проема в блочной стене допускается не более 600 мм. Технологические отверстия для пропуска труб выполняют монолитными, марка бетона замоноличивания одинаковая с маркой бетона блоков стен подвала. При выполнении технологических отверстий в стенах подвала для проводки труб и кабелей необходимо предусматривать зазор на осад-

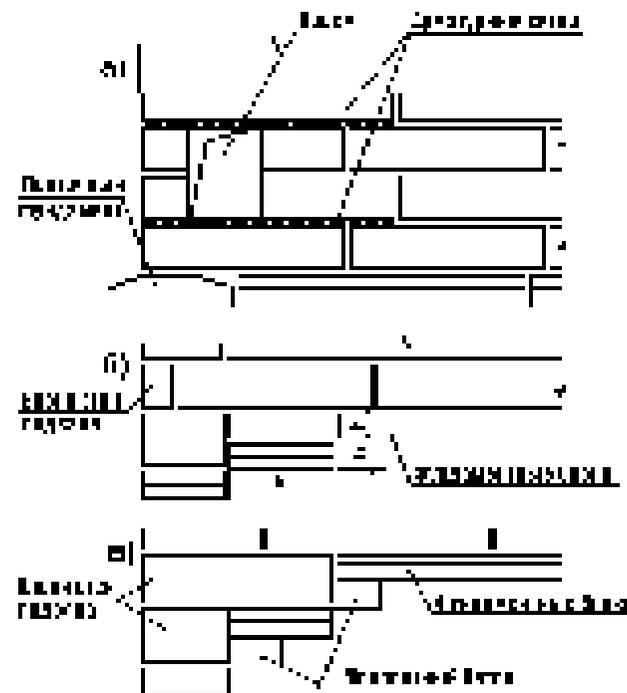


Рис. 60. Стены подвалов зданий.

а – устройство технологических отверстий; б – устройство уступов с помощью сборных элементов; в – то же, при помощи монолитных участков

ку в обе стороны, а верхнюю часть отверстия перекрывать монолитной перемычкой (см. рис. 60).

В любых грунтах содержится капиллярная влага, которая проникает в тело фундамента и поднимается к зоне сопряжения с конструктивными элементами надземной части здания, а конструкции подземной части зданий выполняются из материалов, не обладающих гидрофобными свойствами, поэтому в подземной части здания необходимо устраивать гидроизоляцию. Выбор конструкции гидроизоляции зависит от характера воздействия воды, от температурного

режима, который должен быть в помещении, и трещиностойкости конструкций подземной части здания.

По способу выполнения гидроизоляцию разделяют на окрасочную и оклеечную. Первая представляет собой тонкий водонепроницаемый покров из битумных, битумополимерных либо полимерных материалов, наносимых на поверхность в холодном или горячем состоянии. Для оклеечной гидроизоляции используют асфальтовые армированные маты, полимерные пленки, фольгоизол.

Для наклейки рулонных материалов на конструкцию используют битумно-резиновые и битумные мастики. На рисунках 61–64 представлены схемы основных вариантов гидроизоляции фундаментов и стен подвалов. В зданиях без подвалов гидроизоляцию стен выполняют из двух слоев рубероида, склеенных битумной мастикой и укладываемых в горизонтальные швы, расположенные на расстоянии 10–15 см от перекрытия и 15–25 см от отмостки или тротуара (см. рис. 61). При полах, расположенных непосредственно на грунте, кроме горизонтальной, устраивают и вертикальную гидроизоляцию путем обмазки битумной мастикой поверхности стены, соприкасающейся с грунтом.

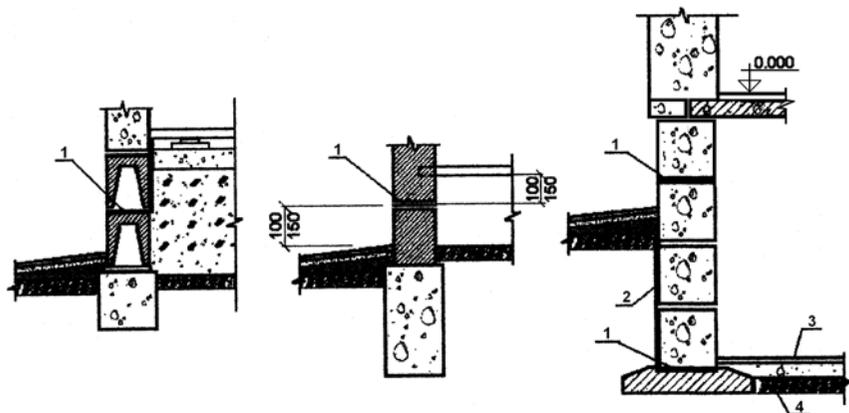


Рис. 61. Гидроизоляция фундаментов от капиллярной влаги.

1 – горизонтальная гидроизоляция, 2 – вертикальная гидроизоляция, 3 – пол подвала, 4 – бетонная подготовка

Если уровень грунтовых вод ниже пола подвала, то гидроизоляцию стен здания с подвалом осуществляют в двух уровнях: в уровне подготовки под подвалы и не менее 15 см выше уровня отмостки. Вертикальную гидроизоляцию в этом случае делают путем обмазки горячим битумом в два слоя поверхности стен подвала, соприкасающихся с грунтом. При уровне грунтовых вод выше пола подвала создается гидростатическое давление на пол снизу. В этом случае изоляцию пола и стен подвала производят путем оклеивания двумя слоями рубероида на битумной мастике (см. рис. 62). Изоляцию защищают стенкой толщиной  $\frac{1}{2}$  кирпича-железняка. По гидроизоляционному коврику в конструкции пола подвала располагают слой пригрузочного бетона, массой которого уравнивают давление воды. При больших давлениях напор гасят путем устройства пола подвала по сплошной железобетонной плите (см. рисунки 63, 64).

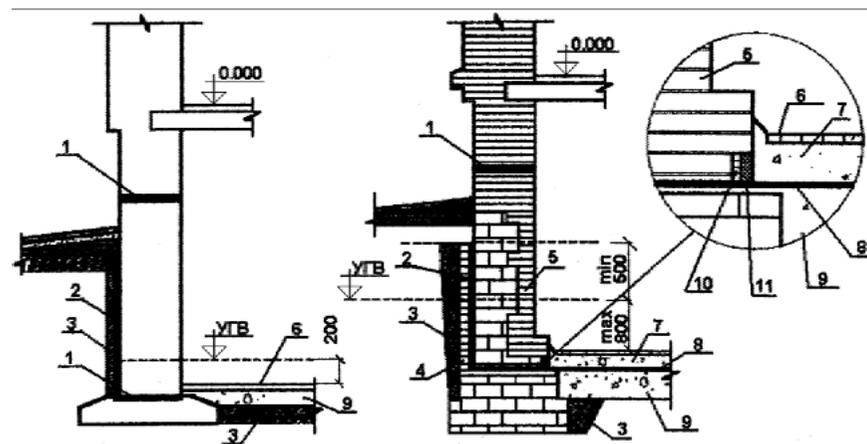


Рис. 62. Гидроизоляция фундаментов от напорной грунтовой воды.

1 – горизонтальная гидроизоляция, 2 – вертикальная гидроизоляция, 3 – глиняный замок, 4 – защитная стенка в  $\frac{1}{2}$  кирпича-железняка, 5 – облицовка из кирпича, 6 – пол подвала, 7 – слой пригрузочного бетона, 8 – рулонный гидроизоляционный ковер под полом подвала, 9 – бетонная подготовка, 10 – цементная штукатурка, 11 – пакля, смоченная битумом

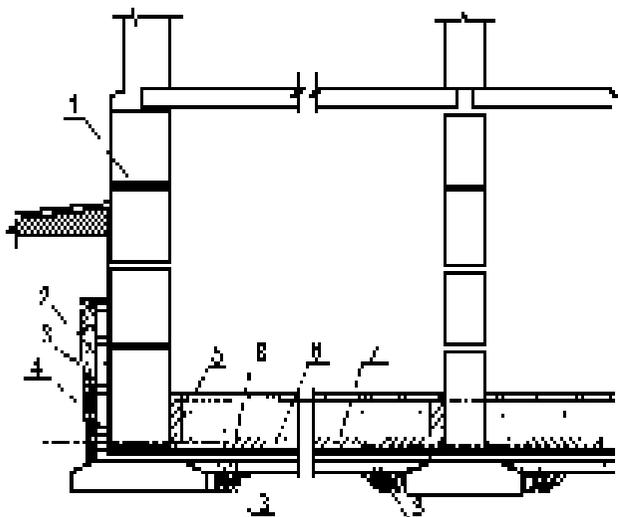


Рис. 63. Гидроизоляция фундаментов при большом напоре.

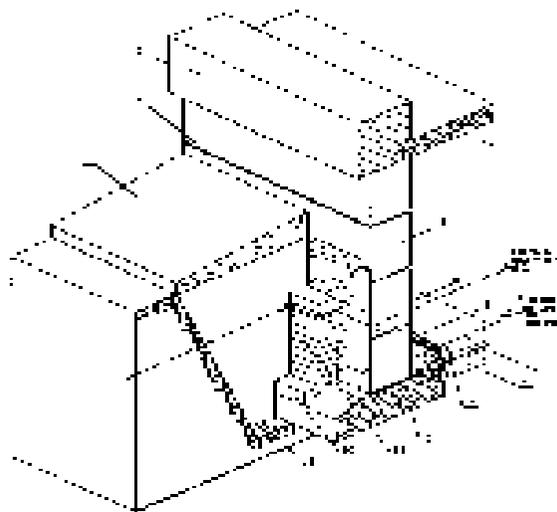
- 1 – горизонтальная гидроизоляция;
- 2 – вертикальная гидроизоляция;
- 3 – глиняный замок;
- 4 – защитная стенка в ½ кирпича;
- 5 – пол подвала;
- 6 – рулонный гидроизоляционный ковер под полом подвала;

7 – бетонная подготовка;

8 – железобетонная ребристая плита, заделанная в стену

Рис. 64. Устройство гидроизоляции подвала.

- 1 – песчаная подготовка;
- 2 – фундаментная подушка;
- 3 – блоки стен подвала;
- 4 – рулонная гидроизоляция;
- 5 – стена;
- 6 – перекрытие;
- 7, 8 – пригрузочный бетон;
- 9 – деформационный шов;
- 10 – подбетонка;
- 11 – защитная стенка из ½ кирпича
- 12 – отмостка



В некоторых случаях устройство сложной конструкции гидроизоляции оказывается целесообразно заменить устройством дренажа на участке земли под домом, что понижает уровень грунтовых вод и значительно упрощает конструктивное решение защиты здания от действия влаги.

**Отмостки.** Назначение отмостки – отводить дождевую воду от цоколя и фундамента здания. Они бывают асфальтовые, бетонные или булыжные. Отмостка ограничивается бортовым камнем (бетон, натуральный камень). Уклон поверхности отмостки от здания от 3 до 10 %. Качество устройства отмостки особое значение приобретает при просадочных грунтах. В этом случае ширина ее должна быть не менее 1 м. Она должна быть шире на 30 см обратной засыпки пазух у стен фундаментов. Обратный уклон, провалы, сквозные трещины асфальтовых и бетонных отмосток нарушают их функцию. Примеры наиболее распространенных асфальтовой и бетонной отмосток приведены на рисунках 65, 66.

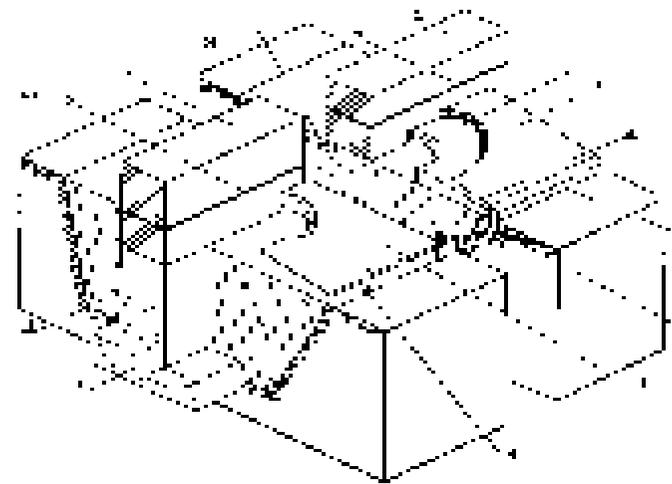


Рис. 65. Виды отмосток.

а – бетонная, б – асфальтовая: 1 – фундамент, 2 – стена, 3 – гидроизоляция, 4 – обратная засыпка, 5 – опалубка, 6 – бетонная отмостка, 7 – бортовой камень, 8 – бетонная подготовка, 9 – асфальт

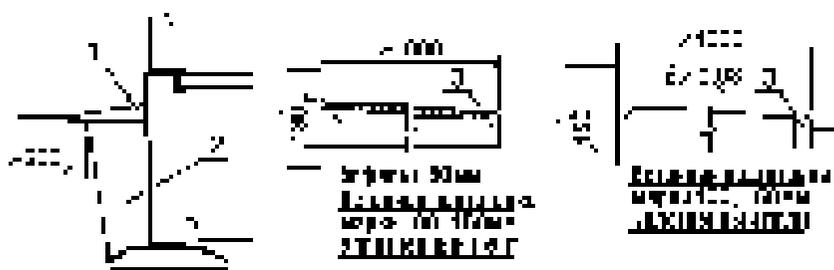


Рис. 66. Устройство отмостки.

1 – отмостка; 2 – обратная засыпка, 3 – бортовой камень

**Входы в подвал.** При неглубоком заложении подвала (цокольный этаж) вход в него предусматривают перпендикулярно стене подвала. Его выполняют в виде приямка, ограниченного с трех сторон кирпичными стенами толщиной 250 и 380 мм. Стены возвышаются над отмосткой на 150 мм. Ступени (3–5 шт.) сборные железобетонные. Детали такого входа аналогичны деталям входа в подвал более глубокого заложения. Вход в подвал глубокого заложения устраивают параллельно наружной стене подвала (рис. 67). Стены входа предусмотрены по четырем сторонам из кирпича толщиной 250 и 380 мм. Железобетонные сборные ступени укладывают на длинные стены входа (на их обрез шириной 130 мм).

Наружная продольная и поперечные стены входа в подвал опираются на фундаменты, низ которых должен быть не ниже уровня подошвы фундамента здания. Наружные поверхности стен покрывают окрасочной гидроизоляцией. Изнутри открытые поверхности стен рекомендуется оштукатурить цементным раствором.

Нижняя площадка входа в подвал состоит из бетонной плиты, уложенной на обрезы фундаментов: поверх плиты наносят цементную стяжку толщиной не менее 20 мм с уклонами, обеспечивающими сток воды к трубе в наружной продольной стене входа. Эта труба отводит воду в местный дренаж (рис. 67).

В зависимости от условий и требований по верху входа предусматривают металлическое решетчатое ограждение или же легкий навес (деревянный или металлический), решаемый согласно проекту.

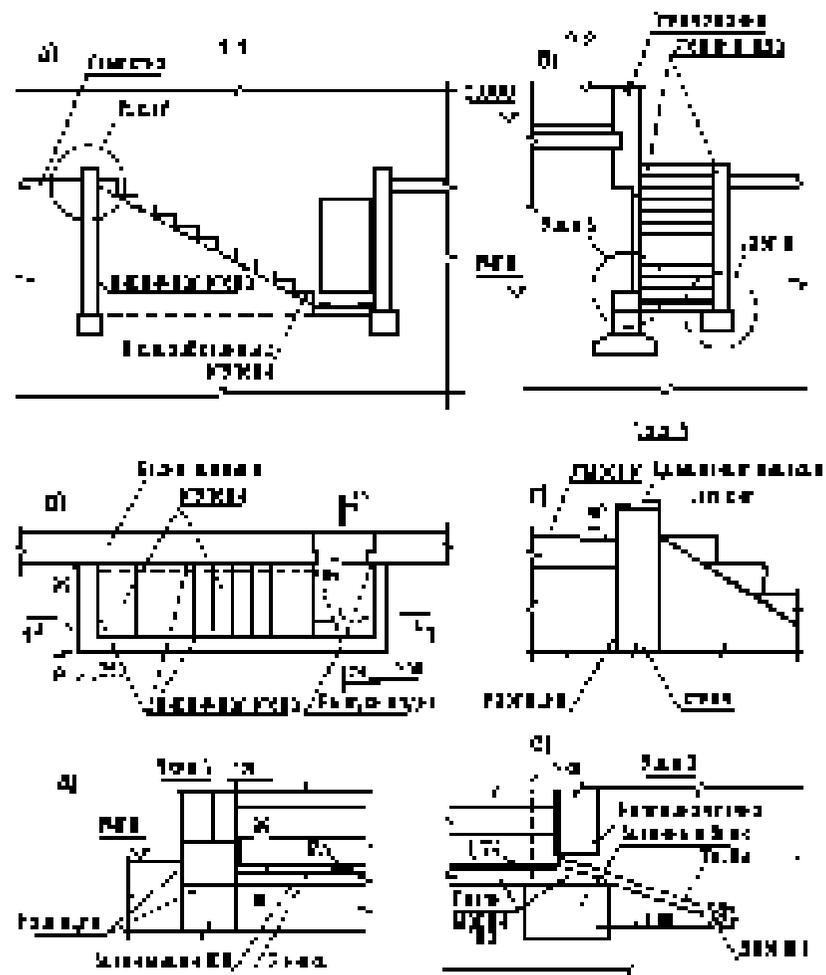


Рис. 67. Вход в подвал.

а – продольный разрез; б – поперечный разрез; в – план; г – деталь лестницы в подвал; д – примыкание площадки лестницы к входу; е – выпуск воды в дренаж.

**Стены подвалов и цоколи.** Цокольная часть фундамента соединяет наружные стены с фундаментными подушками. Ее высота принимается не менее 1000 мм для зданий с техническим подпольем

и не менее 1900 мм для подвалов, при этом верхняя отметка стены подвала должна находиться не менее 200 мм над отметкой уровня земли. Расстояния от верхней отметки стены подвала до уровня земли составляет размер цокольной части здания. Наружные стены, независимо от конструкции, в некоторых случаях имеют большую толщину, чем цокольные стены или стены подвалов.

Блоки стен подвала устанавливают на растворе по смонтированным подушкам фундаментов. Блоки наружных стен подвала работают на сжатие, а также выдерживают боковое давление грунта. По форме они прямоугольные с элементами вертикальных пазов для соединения их на растворе. Для облегчения конструкции блоки могут выполняться пустотелыми с пустотами круглой, конической или иной формы. Пустотелые блоки рекомендуется применять для кладки внутренних стен.

Примыкание наружных стен в углах и примыкание внутренних стен к наружным осуществляется путем перевязки блоков (не менее 300 мм). Перевязка может осуществляться путем установки специальных угловых блоков. Перевязка блоков стен определяется особенностями грунтовых условий и обеспечивает нормальную работу конструкции при возникновении изгиба; так для малосжимаемых грунтов размер перевязки должен быть не менее 0,4 высоты блока стены подвала, при сильносжимаемых и просадочных грунтах – не менее высоты блока.

При работе здания возможны неравномерные осадки различных его частей вследствие неравномерных осадок основания, для предотвращения разрушения здание разбивают на отсеки, размеры которых зависят от грунтовых характеристик и нагрузок, действующих на конструкции.

Разделение примыкающих друг к другу отсеков осуществляется при помощи осадочных швов с разрезкой здания по всей его высоте. Осадочные швы устраивают в следующих случаях: если предполагается изменение свойств грунта основания в пределах здания или в пределах, влияющих на него; если есть значительное расхождение по ширине подошвы фундаментов, примыкающих отсеков здания или по глубине заложения, что может создать условие для

неравномерной осадки; при строительстве зданий в особых грунтовых условиях (просадочные грунты, подрабатываемые территории); при различной высоте примыкающих отсеков зданий с перепадом 10 м и более.

Конструктивно осадочные швы выполняются в виде соединения кладки в шпунт, причем первый уступ толщиной до 25 см. Размер зазора между стыкующимися частями должен быть не менее 30 мм. Осадочный шов может выполняться путем установки двух стенок с прокладкой между ними просмоленной доски толщиной 20–30 мм.

Для стен из мелких камней и материалов, требующих защиты от влаги, цокольная часть здания может быть оформлена при помощи заделки в стену вставки, выступающей из стены и защищающей ее от влаги. Если необходим цоколь здания, нависающий над стеной подвала, то устраивают железобетонную стенку-обвязку, которая должна иметь опорную часть, выступ для заделки в стену, а также свес для стока воды, попадающий на отмостку. Для установки ее в верхней части стенки подвала устраивают выступ в кладке блоков, на который устанавливают стенку (рис. 68).

Более сложным является решение цоколя при свайном фундаменте с высоким ростверком либо при безростверковом соединении, когда оголовок сваи поднят над уровнем пола подвала. В этом случае перекрытие подвала опирается на оголовок сваи. Наружную стену устанавливают на сваю либо ростверк по сваям. Цокольная стена находится перед сваем с наружной стороны и устанавливается на подготовку. Для отвода влаги по цокольной стене укладывают горизонтальный элемент, который опирается на цокольную стену; оголовок сваи заходит под конструкцию стены (рис. 68). Цокольная часть каркасного здания выполняется по принципу, описанному выше. Цокольная панель опирается на верхнюю грань сборного фундаментного стакана. На нее устанавливают наружную панель с напуском. Цокольные панели примыкают к колонне и соединяются между собой.

Для цокольной части зданий следует применять эффективные крупноразмерные элементы таврового, двутаврового или специального сечения. Такие панели позволяют получить экономию материала путем рационального использования формы конструкции (рис. 68).

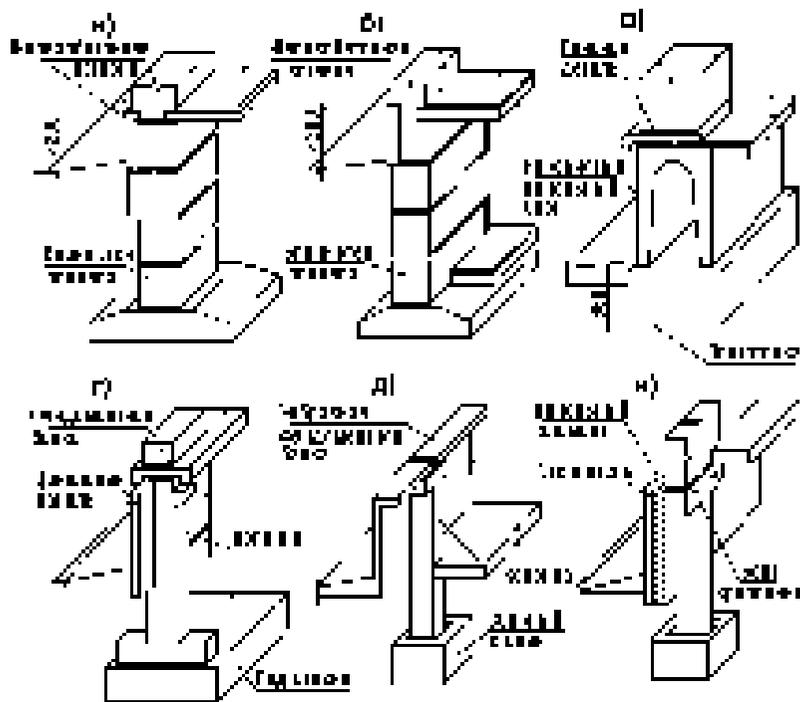


Рис. 68. Конструкция цоколя.

а, б – из бетонных блоков с дополнением железобетонной вставки; в – из коробчатых блоков; г – с опорой на железобетонную колонну; д – с Г-образной цокольной панелью; е – с Т-образной стойкой

Подвалы крупнопанельных зданий выполняют из панельных элементов, имеющих высоту подвального этажа. Установка наружных стен на цокольные панели в местах отсутствия балконов выполняется с напуском 50 мм, для чего цокольные панели изготавливают уменьшенной толщины или изменяют их привязку к модульным осям. Стены подвалов крупнопанельных домов выполняются по ленточным фундаментам. Цокольные панели устанавливают на цементном растворе по подошвам так, чтобы их стыки не совпадали со стыками подошвы. Для устройства температурного шва две стенки устанавливают на одну подошву фундамента. Соединение цокольных

панелей между собой может осуществляться путем сварки выпусков поясной арматуры по верху и низу, а также путем установки петлевых соединений. Последние применяются в случаях, если в соединении допустима податливость. Узлы замоноличиваются бетоном той же марки, что и панели цоколя (рисунки 68, 69).

Для малоэтажных зданий без подвала в качестве цоколя могут применяться коробчатые блоки. Конструкция такого блока дает возможность экономить до 40 % материалов благодаря пустотности (см. рис. 69). Основные виды цоколей представлены на рис. 70.

В случае применения столбчатых фундаментов, представляющих собой сборные железобетонные столбы, цокольная часть выполняется из сборных цокольных плит, которые монтируют на приливы или выступы в столбах. Столбчатые фундаменты применяют в малоэтажных зданиях с малонагруженными стенами (шаг столбов 2–3 м) и устанавливают на щебеночную подготовку. По столбам укладывают фундаментные блоки обвязки, имеющие коробчатую конструкцию. Фундаментные балки устанавливают на цокольную панель с напуском. Применение столбчатых фундаментов вместо ленточных для малоэтажных зданий позволяет снизить стоимость работ в некоторых случаях вдвое.

Цокольная часть здания, в зависимости от конструкции, может выполняться шире наружных стен. Такую конструкцию цоколя устраивают для стен из кирпича или камней. Горизонтальный стык цоколя и наружных стен должен быть защищен от проникновения влаги: в этом месте следует организовать водоотвод и заделать стык (см. рис. 69). От проникновения влаги непосредственно через тело фундамента цокольную часть защищают стеной из более прочного и плотного материала (бетон, железобетон, декоративные плиты из натуральных материалов). Соединительный шов наружной и цокольной стены оформляется в этом случае сборными горизонтальными элементами с капельниками для отвода дождевой воды и сброса ее на отмостку. Горизонтальный элемент устанавливают на цокольную панель. Оба элемента крепят к стене на растворе или анкерной в стену цоколя (см. рис. 69).

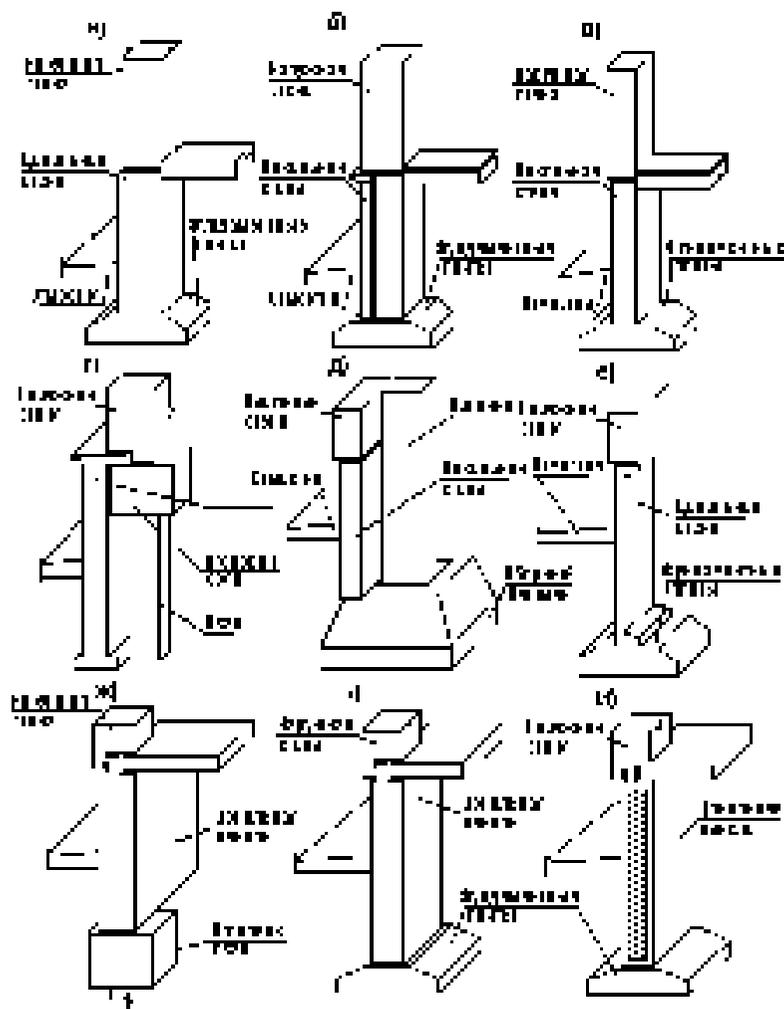


Рис. 69. Конструкции цоколя в зданиях без подвала.

а – уширение стены из кирпичной кладки; б – конструкция с приставной цокольной стеной; в – западающий; г – при свайном фундаменте; д – в каркасном здании; е – с применением коробчатой панели; ж – со сборной панелью на свайном фундаменте; з, и – на свайном фундаменте, соответственно с однослойной и трехслойной панелью.

Узел цокольной части с нависанием наружной стены наиболее рационален, так как он позволяет решить задачу сброса воды с наружных стен на отсыпку без дополнительно вводимых в конструкцию горизонтальных элементов (см. рис. 69).

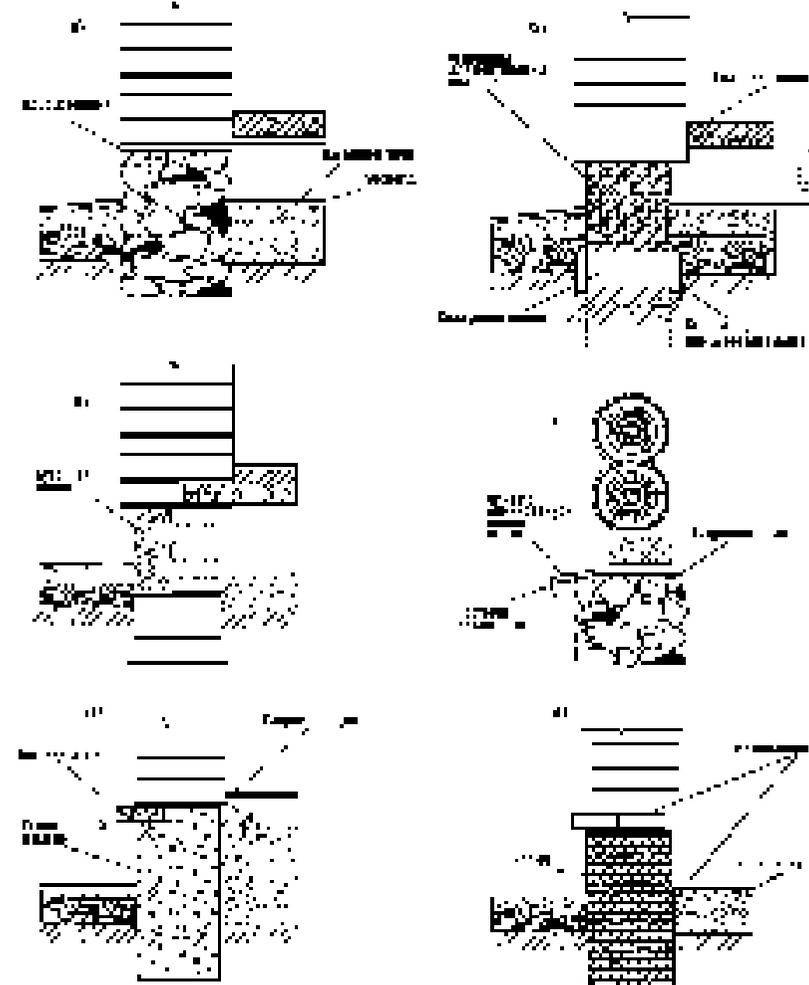


Рис. 70. Цоколи малоэтажных зданий.  
а-в – западающий; г-е – выступающий

**Загрузочные люки.** Для загрузки в подвальные помещения сыпучих и мелкодробленых материалов, угля и т. п., для спуска вниз штучных предметов различных габаритов предназначены люки. В зависимости от назначения их делят на две группы: для сыпучих веществ и для штучных предметов.

Загрузочный люк, совмещенный с лестницей, позволяет производить загрузку с сопровождением грузов грузчиками. В зависимости от условий разгрузки транспорта и заглубления подвала люк, совмещенный с лестницей, располагают перпендикулярно стене подвала или параллельно ей. В практике проектирования применяют ряд типовых и индивидуальных решений загрузочных люков.

Одно из типовых решений загрузочного люка приведено на рис. 71. Люк состоит из ограждающих стен, лотка (пандуса), лестничного марша, приемного столика и крышки люка. Стены загрузочного люка могут быть выполнены из кирпича или бетонных блоков для стен подвала. Пандус состоит из наклонного слоя бетонной подготовки (бетон марки 100), в которую встроены деревянные бруски на ширину пандуса с шагом 800 мм; по брускам устраивают сплошной дощатый настил толщиной 40 мм, который обивают оцинкованной сталью. Кроме того, вдоль пандуса крепят на шурупах полосовую сталь с шагом 100 мм. Сталь и полосы переходят на приемный столик. В месте примыкания пандуса к лестнице крепят отбойный деревянный брус (рис. 71). В приведенном примере принят крутой марш из набивных монолитных бетонных ступеней.

У пересечения нижней части пандуса и внутренней поверхности стены подвала находится верх приемного столика люка. Стенки и перекрытия подвала могут быть выполнены из бетона, дерева и других материалов. Люк перекрывают наклонной крышкой. В данном случае предусмотрена деревянная крышка, обитая снаружи кровельной сталью и снабженная по периметру деревянной коробкой с четвертями. Эта коробка опирается по верху на железобетонную перемычку и деревянные брусья. В нижней части коробки и по другим стенам люка предусмотрен монолитный железобетонный брус, наружный угол которого усилен стальным уголком.

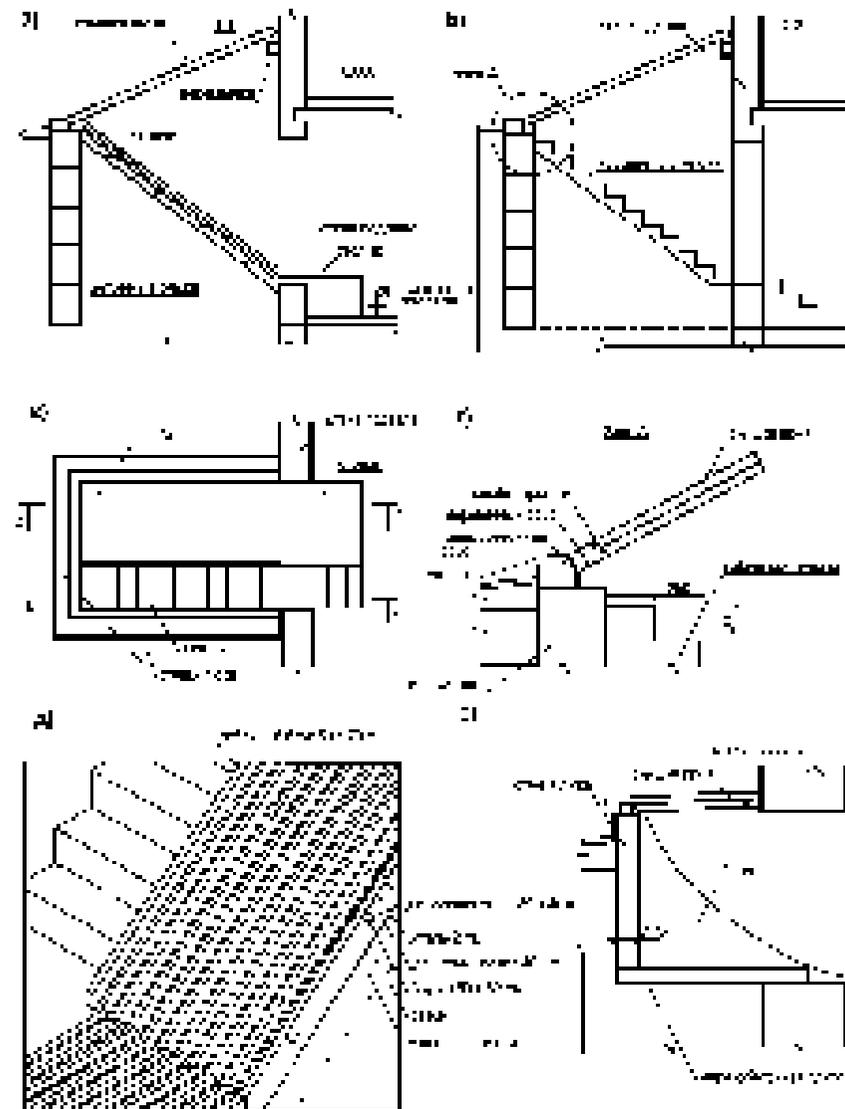


Рис. 71. Загрузочный люк.

а – разрез по пандусу; б – то же, по лестнице; в – план загрузочного люка с лестницей; д – общий вид нижней части пандуса; е – загрузочный люк для сыпучих материалов

Загрузочные люки меньших размеров для сыпучих материалов можно устраивать в пределах толщины стены с конструкциями крыши и пандуса, сходными с приведенными выше. При этом полосовая сталь для пандуса не требуется.

**Световые приемки.** Световые приемки применяют при проемах в цокольном этаже, где они значительно возвышаются над отмосткой, и в стенах подвала, в которых верх проема находится ближе к отмостке (рис. 72).

Основанием световых приемков служит железобетонная плита, укладываемая по тщательно утрамбованному грунту. На этой плите выкладывают стенки приемка из полнотелого обожженного кирпича марки 75 на цементном растворе марки 25. При устройстве приемка у стен из крупных бетонных блоков кирпичные стенки его образуют четверти проема.

Поверху приемка предусмотрена подъемная металлическая решетка (плоская или Г-образная); стержни решетки располагают на расстоянии не более 65 мм друг от друга.

Особое внимание уделяют гидроизоляции стен приемка и водоотводу из него. Наружную поверхность стен приемка затирают цементным раствором и покрывают двумя слоями битума. Внутри эти стенки также оштукатуривают цементным раствором, причем рекомендуется приемки стен подвалов внутри окрашивать светлой краской.

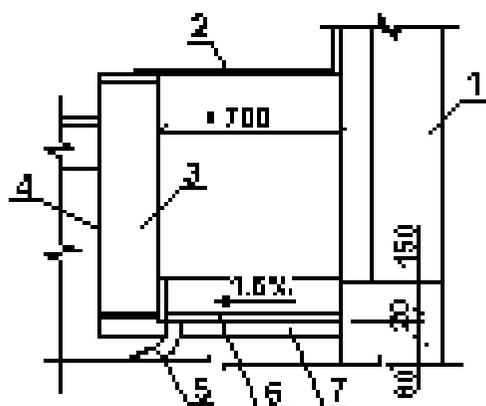


Рис. 72. Световой приемок.

- 1 – оконный проем;
- 2 – угловая решетка;
- 3 – стенка приемка;
- 4 – изоляция;
- 5 – труба;
- 6 – стяжка;
- 7 – бетонное основание

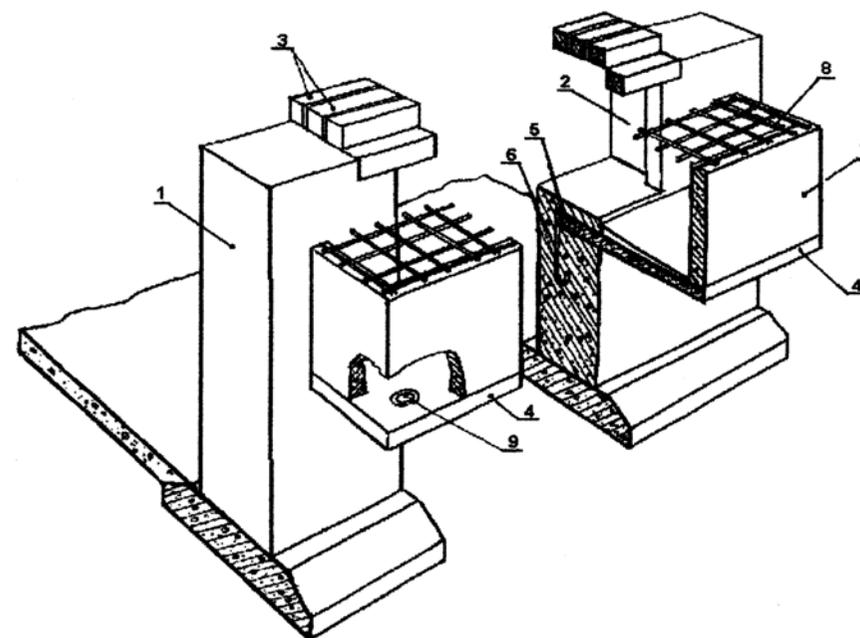


Рис. 73. Общий вид светового приемка.

- 1 – стена подвала, 2 – оконный проем, 3 – перемычки, 4 – консольная железобетонная плита, 5 – закладная деталь, 6 – анкер, 7 – кирпичная стенка приемка, 8 – защитная решетка, 9 – отверстие для водоотвода

Дно приемка покрывают цементной стяжкой (с железением) с уклонами 1,5 % к центру продольной стены приемка, где расположена труба диаметром 50 мм, отводящая воду в местный дренаж из щебня или гальки. По периметру стенки приемка должны иметь плинтус из цементного раствора. Кроме того, верх стенок покрывают бетонным поясом или цементным раствором с уклоном наружу. На рис. 73 представлен общий вид приемка.

**Понижение уровня грунтовых вод** часто является средством некоторого увеличения несущей способности грунтов. В то же время это мероприятие может защитить от проникновения грунтовых вод в подвалы. Для водопонижения используют **дренажные систе-**

**мы.** Различают три типа дренажа: горизонтальный, вертикальный и комбинированный.

Горизонтальный дренаж осуществляют в виде открытых и закрытых дрен. Открытые дрены выполняют, прокладывая каналы-осушители с уклоном в сторону водосброса. Откосы каналов обрабатывают фильтрующим покрытием, допускающим поступление подземных вод. Закрытые дрены представляют собой подземные каналы, в поперечнике полностью заполненные фильтрующим материалом. Недостатком таких дрен является ненадежность их работы, поскольку со временем дренирующий материал заиливается и перестает пропускать воду. Поэтому часто применяют дрены из перфорированных труб, присыпанных фильтрующей обсыпкой. Такие дрены обладают большей надежностью. В них грунтовая вода движется к водосбросу, заполняя не только сечение труб, но и дренирующую обсыпку.

Вертикальный дренаж состоит из трубчатых или шахтных колодцев, погруженных в водоносный слой. Роль трубчатых колодцев выполняют иглофильтры, а шахтные колодцы заполняют фильтрующим материалом, например, щебнем или крупнозернистым песком. Понижение уровня грунтовых вод достигается откачкой воды из колодцев. В целях повышения эффективности работы системы, установленной в грунтах, плохо пропускающих воду, откачку иногда совмещают с электроосмосом. Главным условием эффективного осушения участка является создание гарантированной возможности отвода воды самотеком или с помощью дренажного насоса в уличный кювет, овраг, декоративный и естественный водоем, подъемный бассейн или колодец, ливневую канализацию.

### **5.6. Материалы для устройства гидроизоляции фундаментов**

**Подготовка бетонной поверхности** включает следующие операции:

- срезать монтажные приспособления;
- очистить, закруглить острые углы радиусом не менее 10 мм;
- срезать или заполнить раствором, промыть обеспылить, заделать швы кладки и неровности, просушить их;

- заделать швы между сборными плитами;
- устроить температурно-усадочные швы;
- смонтировать закладные элементы;
- оштукатурить участки вертикальных поверхностей каменных конструкций на высоту примыкания рулонного или эмульсионно-мастичного ковра гидроизоляции.

Бетонная поверхность, подготовленная к нанесению антикоррозионной защиты, не должна иметь выступающей арматуры, раковин, наплывов, сколов ребер, масляных пятен, грязи и пыли. Закладные изделия должны быть жестко закреплены в бетоне, фартуки закладных изделий должны быть установлены заподлицо с защищаемой поверхностью.

Обеспыливание оснований необходимо выполнить перед нанесением огрунтовочных и изоляционных составов, включая приклеивающие клеи и мастики. Огрунтовка поверхности перед нанесением приклеивающих и изоляционных составов должна быть выполнена сплошной, без пропусков и разрывов.

**Устройство гидроизоляции из рулонных материалов.** Нанесение оклеечных защитных покрытий должно выполняться в следующей технологической последовательности:

- подготовка рулонных материалов;
- нанесение и сушка грунтовок;
- послойное наклеивание материалов;

Работы по нанесению оклеечных защитных покрытий на основе битумно-рулонных материалов следует выполнять, как правило, при температуре окружающего воздуха, защитных материалов и защищаемых поверхностей не ниже 10 °С.

На защищаемую поверхность перед наклейкой рулонных материалов на битумных мастиках должны быть нанесены грунтовки на основе битума, на синтетических клеях – грунтовки из этих клеев. Покрытия, подлежащие последующей защите материалами на основе силикатных и цементных составов, должны быть затерты по слою из битумной неостывшей мастики или синтетических смол крупно-размерным кварцевым песком.

**Устройство гидроизоляции из полимерных и эмульсионно-битумных составов.** При устройстве гидроизоляции из эмульсионно-мастичных составов каждый слой изоляционного ковра должен наноситься сплошным, без разрывов, равномерной толщины после отверждения грунтовки или нижнего слоя. Защитное покрытие на основе горячих битумных или каменноугольных мастик должно быть предохранено от внешних механических воздействий до достижения температуры окружающего воздуха.

При устройстве гидроизоляции из полимерных составов их необходимо наносить агрегатами высокого давления, обеспечивающими плотность, равномерную толщину покрытия и прочность сцепления покрытия с основанием не менее 0,5 МПа.

При устройстве гидроизоляции из эмульсионно-мастичных составов, армированных фибрами стекловолокна, их нанесение должно выполняться агрегатами, обеспечивающими получение фибр одинаковой длины, равномерное распределение в составе и плотности изоляционного покрытия.

**Устройство гидроизоляции из цементных растворов и горячих асфальтовых смесей.** При устройстве цементной гидроизоляции из растворов с применением водонепроницаемых расширяющихся цементов (ВРЦ), водонепроницаемых безусадочных цементов (ВБЦ) или портландцемента с уплотняющими добавками, составы следует наносить на смоченную водой поверхность. Каждый последующий слой должен наноситься не позднее, чем через 30 минут (при применении составов ВРЦ и ВБЦ), или не более чем через сутки (при применении составов на портландцементе с уплотняющими добавками) после отверждения предыдущего слоя. Цементная гидроизоляция в течение двух суток после нанесения должна предохраняться от механических воздействий.

**Окрасочная гидроизоляция.** Окрасочная гидроизоляция представляет собой сплошное многослойное (2–4 слоя) водонепроницаемое покрытие, выполненное окрасочным способом и имеющее общую толщину 3–6 мм. Окраска является наиболее распространенным, наиболее механизированным и наиболее дешевым способом гидроизоля-

ции и антикоррозионной защиты поверхностей бетонных и железобетонных сооружений. Однако область применения ограничивается недостаточной долговечностью окрасочных покрытий.

Окрасочную гидроизоляцию следует применять в основном для защиты от капиллярной влаги в дренирующих грунтах (песчаных, галечных, скальных и т. п.). Окрасочная гидроизоляция применяется как внутри помещения, так и под землей и только со стороны воздействия воды.

По составу исходных материалов различают следующие типы окрасочных покрытий: битумные, битумно-полимерные, полимерные, полимерцементные. При выборе типа изоляции необходимо, чтобы прочность гидроизоляции (растяжение, сдвиг) соответствовали деформативности (раскрытию трещин) конструкции. Для конструкций с раскрытием трещин 0,2 мм и более применять битумную окрасочную гидроизоляцию не рекомендуется. Углы поворота, сопряжения и т. д. окрасочных покрытий необходимо армировать стеклотканью, стеклосеткой и пр.

При применении окрасочной гидроизоляции для защиты подземных сооружений в зданиях с мокрыми процессами, а также для защиты сооружений, расположенных вне здания, от атмосферных осадков, необходимо применять комбинированную изоляцию – окрасочную и оклеечную.

**Штукатурная гидроизоляция** представляет собой многослойное покрытие из растворов, содержащее наполнители и заполнители. Она наносится толщиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров (6–50 мм). Надежность работы штукатурной гидроизоляции зависит от жесткости изолируемой конструкции, поэтому штукатурную изоляцию необходимо применять на поверхностях жестких конструкций, не подвергающихся деформациям (прекратившиеся осадки) и вибрациям любого происхождения.

По составу исходных материалов различают следующие виды штукатурной гидроизоляции:

1. На основе неорганических вяжущих:

а) цементные: из торкретбетона или пневмобетона;

- б) из цементно-песчаных растворов с уплотняющими добавками;
- в) из коллоидно-цементного раствора.

## 2. На основе органических вяжущих:

- а) битумные: из холодных асфальтовых мастик; из горячих асфальтовых мастик; из горячих асфальтовых растворов;
- б) из полимербетонов и полимеррастворов.

Штукатурную цементную гидроизоляцию следует выполнять в виде покрытия из цементно-песчаного раствора, наносимого механизированным (торкретирование) или ручным способом. Торкретирование необходимо применять, как правило, для защиты ограждающих конструкций из монолитного бетона или сборно-монолитного железобетона при воздействии гидростатического напора.

Горячая асфальтовая штукатурная гидроизоляция представляет собой водонепроницаемое, пластичное и высокопрочное покрытие толщиной 5–25 мм, состоящее из нескольких слоев или наметов асфальтового раствора или мастики, наносимых на вертикальные поверхности набрызгом в нагретом состоянии при рабочей температуре 150–200 °С.

Холодная асфальтовая штукатурная гидроизоляция представляет собой водонепроницаемое и пластичное покрытие толщиной 5–25 мм, выполняемое штукатурным способом. Холодная гидроизоляция отличается простотой устройства и надежностью.

**Литая гидроизоляция** представляет собой сплошной гидроизоляционный слой, образованный разливом, разравниванием, поярусной заливкой растворов и мастик в щели между поверхностью сооружений и ограждением. Литая гидроизоляция может быть армирована металлической сеткой или стеклотканью. Материалом для литой гидроизоляции служат холодная или горячая асфальтовая мастика или литые асфальтовые растворы. Литую гидроизоляцию рекомендуется применять на горизонтальных поверхностях.

**Оклеечная гидроизоляция** представляет собой сплошной водонепроницаемый ковер рулонных, пленочных гидроизоляционных материалов, наклеиваемых послойно мастиками на огрунтованную

поверхность изолируемой конструкции. Оклеечные покрытия по составу применяемых материалов подразделяются на две подгруппы:

- 1) покрытия из битумных рулонных материалов: изол, гидроизол, фоль-гоизол, армобитэп, экарбит, рубероид, стеклорубероид, гидробутол;
- 2) покрытия из синтетических полимерных материалов: полиэтиленовая пленка, поливинилхлоридная пленка, полипропиленовая пленка.

Гидроизоляционный ковер из рулонных битумных материалов наклеивают послойно по наружным поверхностям конструкций со стороны воздействия воды. Оклеечная гидроизоляция не должна подвергаться постоянно действующим сдвигающим и растягивающим нагрузкам. Для предохранения от механических повреждений и оползней она должна быть защищена и зажата защитной конструкцией из бетона, железобетона, кирпича и т. д. При невозможности обеспечить прижим оклеечную гидроизоляцию применять не рекомендуется.

Еще одним способом защиты фундаментов от грунтовых вод является создание **экранов с применением синтетических пленок** (рис. 74) под всей поверхностью здания, особенно на просадочных грунтах. Экран выполняется до возведения здания, котлован – сплошной – на глубину заложения фундамента под всей площадью сооружения; на дно котлована укладывают гидроизоляционный пленочный экран, поверх которого насыпают дренирующий слой. Экран выполняется с уклоном в сторону дренажных канав для осуществления стока. В дренажной канаве, облицованной бетонными элементами, укладывают водоотводящие трубы и устраивают обратный фильтр. Для возможности ревизии и ремонта дренажной системы в полу подвала над дренажной трубой укладываются съемные плиты. Сброс воды осуществляется в ливневую канализацию. Заделка пленочного экрана должна выполняться выше уровня грунтовых вод. Отмостка выполняется увеличенной ширины (до 1,5–2 м).



Рис. 74. Устройство пленочного гидроизоляционного экрана.

1 – дренажный слой; 2 – гидроизоляционный экран; 3 – просадочный грунт; 4 – лоток; 5 – обратный фильтр из гравия; 6 – дренажная труба; 7 – съемные плиты для доступа к дренажу; 8 – грунтовое заполнение; 9 – фундамент; 10 – брусья для защемления пленок; 11 – вертикальная гидроизоляция наружных стен; 12 – отмостка; 13 – слой песка



### Вопросы для самопроверки

1. Что такое «фундамент»?
2. Каким силовым и несиловым воздействием подвергается фундамент?
3. Какие требования предъявляются к фундаментам?
4. Как классифицируются фундаменты по способу заложения, опирания, изготовления?
5. Чем определяется тип фундамента?
6. Какие типы фундаментов Вы знаете?
7. В каких случаях используются ленточные фундаменты?
8. Для чего выполняется уширение нижней части фундамента?
9. Каковы конструктивные решения ленточных фундаментов?
10. От чего зависит форма фундамента?
11. В чем преимущества сборных фундаментов? Монолитных фундаментов?

12. Какие конструктивные решения малозаглубленных фундаментов Вы можете предложить?
13. Возможно ли использование столбчатых фундаментов для здания со стеновой конструктивной системой?
14. Какие материалы используют для столбчатых фундаментов (в частности, для легких малоэтажных зданий с деревянным каркасом)?
15. Что такое «сплошной» фундамент?
16. Какие конструкции сплошных фундаментов Вы знаете?
17. В каких случаях используются свайные фундаменты?
18. Какие виды свай Вы знаете?
19. Как называется конструкция, укладываемая по оголовкам свай?
20. Что такое подрабатываемые территории?
21. Какие ограничения накладываются при проектировании и строительстве зданий на подрабатываемых территориях?
22. Какие конструктивные решения рекомендуются при строительстве зданий на подрабатываемых территориях?
23. Что такое «шов скольжения» и в каких случаях он применяется?
24. Какие зоны сейсмичности допускают возможность строительства?
25. Какие сейсмические явления должны выдерживать все капитальные строения без применения специальных мер?
26. Какие строительные приемы используются при строительстве в сейсмоопасных районах?
27. Что такое «сейсмостойкость» зданий?
28. Какие конструкции для сейсмозащиты подземной части здания Вы можете назвать?
29. Что такое кинематический фундамент? Каковы его свойства и преимущества?
30. Что такое «отмостка»? Каково ее назначение и устройство?
31. Что такое «цоколь»? Какие конструкции используются в цокольной части здания?
32. С какой целью устраиваются загрузочные люки и световые приямки? Каково их устройство?
33. Какие методы защиты от грунтовых вод Вы знаете?
34. Какие материалы используются для гидроизоляции фундаментов?
35. Какие методы понижения грунтовых вод Вам известны?

## Глава 6. СТЕНЫ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

### 6.1. Классификация стен

Стены жилых зданий обеспечивают восприятие нагрузок, теплозащиту помещений, отвод атмосферных осадков, а также служат основными архитектурными элементами зданий. Стены подразделяются по следующим основным признакам: назначению ограждения; по материалу изделий; по типу и размерам стеновых изделий; по показателю массы; по конструктивным характеристикам; по теплотехническим характеристикам.

В зависимости от принятой конструктивной схемы и планировки здания, наружные и внутренние стены и их элементы могут быть несущими, самонесущими, навесными. В зависимости от местных условий для стен используют следующие основные материалы и изделия: дерево (бревна, брусья, щиты); легкий бетон (стеновые камни, плиты и крупные панели); ячеистый бетон (стеновые камни, плиты и крупные панели); обожженную глину (кирпич, пустотелая строительная керамика, крупные блоки); силикатные массы (кирпич, стеновые камни, крупные блоки); эффективные утеплители (минеральные и синтетические).

Стеновые изделия подразделяются на сплошные и пустотелые.

По конструктивным признакам стены могут быть однослойными и слоистыми, сплошными и пустотелыми.

Конструкции стен и перегородок должны отвечать предъявляемым к ним требованиям по капитальности, прочности и устойчивости, условиям эксплуатации, а также архитектурным требованиям.

### 6.2. Зависимость конструкций стен от физико-механических свойств материалов и изделий

Конструкции стен выбирают в зависимости от следующих факторов: физико-механических, теплотехнических и звукоизоляционных свойств материалов и конструкций; местных климатических условий (для наружных стен); нормативных требований к зданиям и конструкциям; оснащенности строительных фирм; проектных реше-

ний зданий. Из перечисленных факторов только местные климатические условия являются постоянными, но могут уточняться в результате многолетних наблюдений. Большинство перечисленных факторов взаимосвязаны и находятся в непрерывном развитии.

Например, местные ресурсы строительных материалов определяют номенклатуру эффективных изделий и конструкций, принимаемых к выпуску на предприятиях строительной индустрии. А от степени освоения новой продукции зависят качество и свойство материалов и изделий и, в том числе, стен из них. От мощности и количества подъемных и монтажных механизмов, используемых в строительстве, зависят выбор размеров стеновых конструкций и элементов.

Сумма всех факторов учитывается и отражается в проектах, решения которых определяют конструкции зданий (рис. 75).

Строительные материалы и изделия, применяемые для стен, подразделяются на: мелкогабаритные изделия, крупногабаритные изделия, теплоизоляционные материалы и изделия.

Мелкогабаритные стеновые конструкции описаны в разделе 6.5. Номенклатура строительных материалов, используемых для крупногабаритных стеновых изделий, включает **конструктивные** и **теплоизоляционные** материалы.

К конструктивным материалам относятся: **тяжелые бетоны** с природными или искусственными заполнителями, **легкие бетоны** на пористых неорганических природных или искусственных заполнителях, **силикатные массы** и **ячеистые бетоны**. Кроме перечисленных материалов для изготовления крупногабаритных элементов применяют мелкогабаритные стеновые изделия.

Теплоизоляционными материалами для крупногабаритных изделий и утепления каменных стен являются: **легкие бетоны**, **ячеистые материалы** и различные виды **полимерных и минераловатных утеплителей** и изделий из них (см. раздел 6.10). Наиболее эффективными для стен зданий являются материалы с большими значениями коэффициента их конструктивного качества, который представляет собой отношение величин марки материала (предела проч-

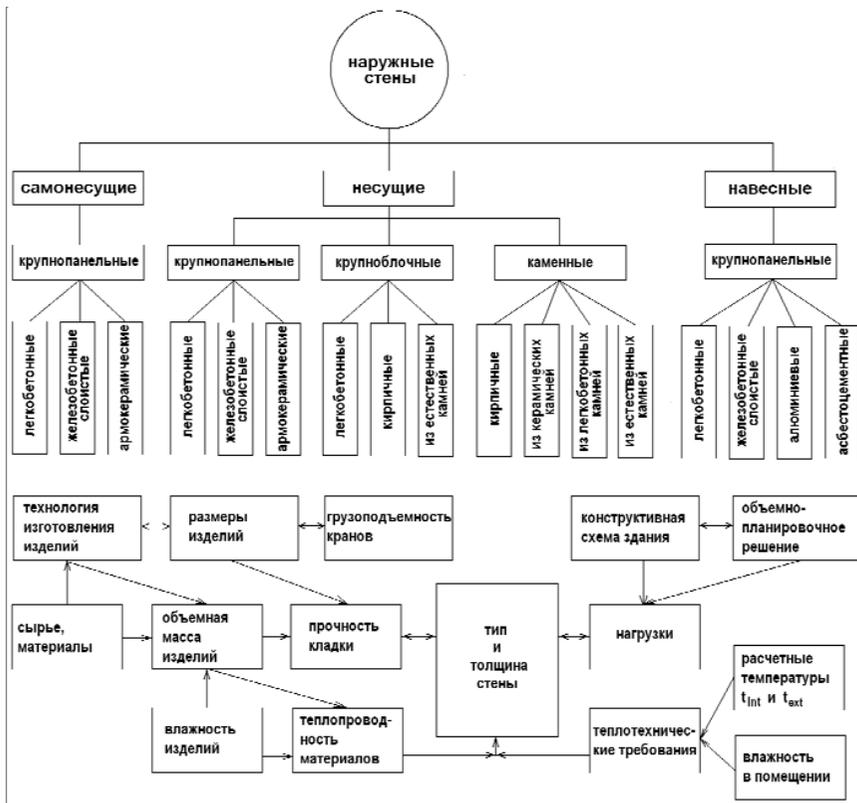


Рис. 75. Виды наружных стен и взаимовлияние различных факторов на параметры стен

ности на сжатие) к объемной массе изделия. Сочетание материалов с высокими конструктивными качествами и эффективных теплоизоляционных материалов позволяет создавать наиболее перспективные облегченные стеновые конструкции.

### 6.3. Архитектурно-конструктивные детали стен

Нижние и верхние участки стены находятся в наиболее неблагоприятных условиях. Нижняя часть стены – **цоколь** – испытывает наибольшие сжимающие напряжения и постоянно подвергается дополнительному увлажнению и механическим повреждениям при

эксплуатации. Кроме того, цоколь имеет большое значение для зрительного восприятия здания. Он обычно несколько выступает за плоскость стены, но может и западать. Западающий цоколь более характерен для стен из легкобетонных блоков. В этом случае его выполняют из более прочных материалов (бетона, кирпича, естественного камня). Высоту цоколя принимают из соображений общей композиции фасада, но делают его, как правило, не менее 450 мм. Выступающая верхняя горизонтальная грань цоколя называется кордоном. Допускается использовать пустотелые камни, силикатный кирпич, легкобетонные камни для кладки цоколя только при условии надежной облицовки прочными и влагостойкими материалами.

Существует несколько видов цоколей: кирпичные, облицованные естественным камнем или керамической плиткой, из естественного камня и т. п. (рис. 76). Цоколи из мелкоштучных элементов в свою очередь также могут выполняться в различных вариантах: кирпичный, облицованный отборным, хорошо обожженным кирпичом с расшивкой швов; кирпичный, оштукатуренный цементным раствором; кирпичный, облицованный плиткой из бетона, керамики, естественных камней (гранит, мрамор); каменный или кирпичный, с облицовкой природным камнем в перевязку с кирпичной кладкой; бетонный из фундаментных бетонных блоков, окрашенных или облицованных с наружной стороны (рис. 77).

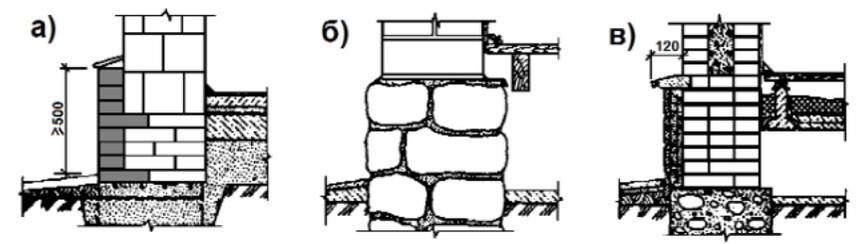


Рис. 76. Варианты цоколей.

**а** – из красного кирпича под стену из легкобетонных блоков, **б** – из природного морозостойкого камня, **в** – из сплошной кирпичной кладки с облицовками из естественного или искусственного камня под эффективную кирпичную стену

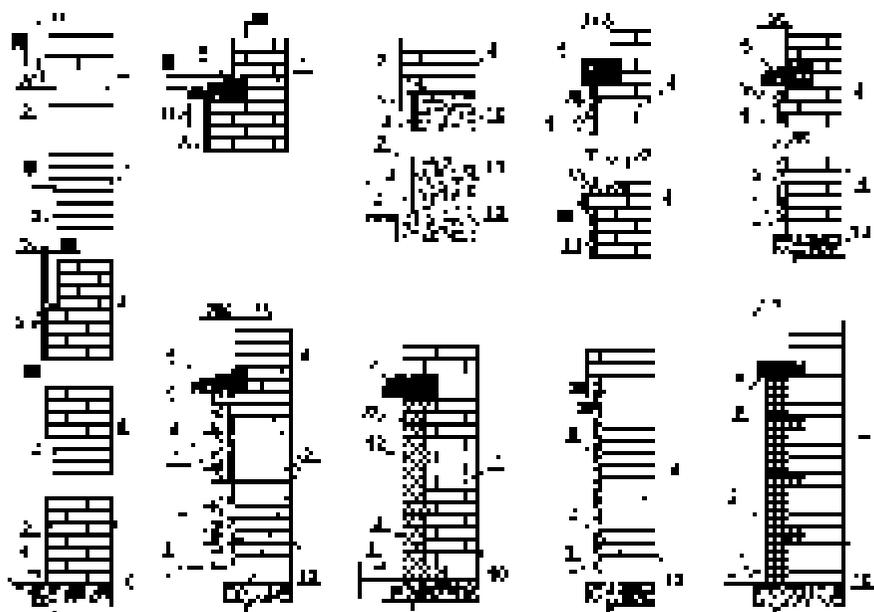


Рис. 77. Цоколи каменных стен.

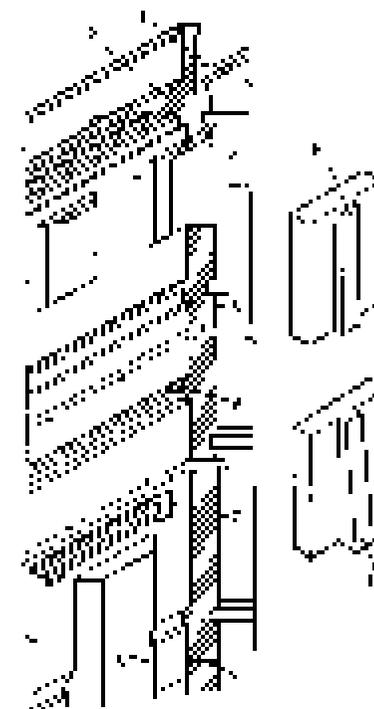
1 – отмостка, 2 – два слоя толя или подкладочного рубероида, 3 – керамическая плитка на цементном растворе, 4 – кирпичная кладка, 5 – облицовочный фризый камень, 6 – облицовочная плитка из натурального камня, 7 – металлическая сетка (150×150×4), привязанная к выпускам арматуры, 8 – арматурные выпуски, 9 – чеканка жестким цементным раствором, 10 – блоки бетонные фундаментные, 11 – цементная штукатурка, 12 – лицевой кирпич, 13 – бетонные стеновые блоки

При отсутствии у стены тротуара по периметру цоколя устраивают отводящую дождевые воды отмостку в виде бетонной подготовки с асфальтовым покрытием (с уклоном от здания в 1–3 %). Ширина отмостки должна быть на 200 мм больше выноса верхнего карниза здания, но не менее 500 мм.

Стены могут иметь следующие архитектурно-конструктивные элементы (рис. 78): простенки, проемы, карниз, парапет, ниши, сандрики, пилястры, контрфорсы.

Рис. 78. Архитектурно-конструктивные элементы стен.

- 1 – парапет;
- 2 – главный карниз;
- 3 – четверти оконного проема;
- 4 – простенок;
- 5 – поясок;
- 6 – промежуточный карниз;
- 7 – сандрик;
- 8 – цоколь;
- 9 – гидроизоляция;
- 10 – пилястра;
- 11 – контрфорс.



**Простенки** – участки стен, расположенные между проемами. **Проемы** – отверстия в стенах для окон и дверей. **Карниз** – горизонтальный выступ стены. **Парапет** – невысокая стенка, ограждающая крышу. **Нишей** называют местное углубление в стене. **Сандрик** – горизонтальный выступ в стене над окном.

**Перемычкой** называют конструктивный элемент, перекрывающий проем в стене. Перемычка воспринимает нагрузки от лежащей над проемом кладки и других элементов здания и передает их на участки стены, ограничивающие проем с боков (простенки). Перемычки бывают деревянные, каменные, железобетонные (монолитные и сборные), металлические, армокаменные и рядовые (рис. 79).

Каменные перемычки выполняют с применением специальных клинчатых камней, и поэтому они называются клинчатыми. Их можно выложить и из обычных кирпичей, тогда клинчатая форма создается вертикальными швами кладки. Эти перемычки достаточно трудоемки и применяются редко.

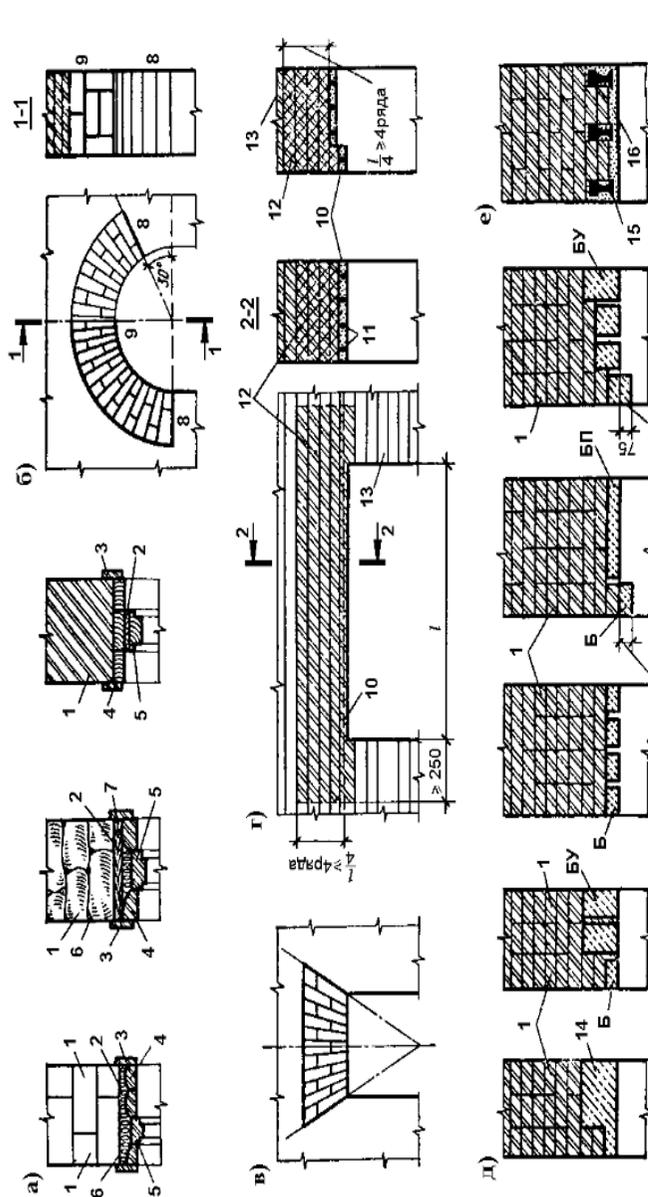


Рис. 79. Перемычки.

а – деревянная перемычка, б – два варианта арочных перемычек, в – клинчатая, г – рядовая (без четверти и с четвертями), д – железобетонная (монолитная и сборная), е – металлическая. 1 – кладка; 2 – пакля; 3 – наличник; 4 – антисептированные деревянные элементы; 5 – оконная коробка; 6 – раствор; 7 – обрезки доски; 8 – пята; 9 – цементный раствор; 11 – арматура; 12 – сплошная кладка; 13 – основная кладка; 14 – монолитный железобетон; 15 – рельсы; 16 – раствор по сетке; Б, БУ, БП – сборные элементы (брусек, брусоч усиленный, брус-плита)

В настоящее время повсеместное применение получили перемычки из сборных железобетонных балок (брусков). Номенклатурой предусмотрены разные типы брусков: плитные, с опорной полкой, несущие, т. е. воспринимающие нагрузку от перекрытия, и ненесущие. Концы отдельных брусков заделываются в простенок на 125 мм (при ненесущих перемычках) и на 250 мм (при несущих перемычках). В брусковых перемычках легко устраивается четверть в верхнем откосе проема. Рядовые перемычки используют в проемах до 1000 мм. Их устраивают из арматуры диаметром 6 мм (или из полосовой стали), укладываемой над проемом по опалубке (по одному стержню на полкирпича толщины стены). Концы арматуры заводят над простенком на 250 мм. Затем арматуру заливают цементным раствором слоем 20–30 мм. При отсутствии железобетонных брусков применяют армокаменные перемычки: в вертикальные и горизонтальные швы кладки над проемом закладывают каркасы из круглой стали. Вся кладка на высоту каркасов начинает работать совместно, как балка.

**Четверть** – это выступ кирпичной кладки в откосах оконных и дверных проемов размером 65×120 мм, т. е. равным размерам четверти кирпича. Четверти предусматривают для обеспечения более плотного и непродуваемого примыкания оконных и дверных коробок к стене.

Венчающая часть стены выполняется в виде **карниза**. Назначение карниза – отвод воды, стекающей с крыши, от стены. Поэтому вынос карниза, т. е. удаление его от плоскости стены, зависит от материала и высоты стены. Но, кроме функционального, карниз имеет и большое художественное значение. Он завершает стену, оформляет переход от нее к крыше и поэтому является важным элементом общей композиции здания. Карниз может быть выполнен из кирпича, дерева или с использованием железобетонных карнизных плит (рис. 80, 81).

Деревянные карнизы устраивают путем выпуска деревянных досок, называемых кобылками. Консольно выступающие над стеной кобылки крепят к стропильным ногам гвоздями или болтами. Нижняя грань кобылки может иметь фигурный профиль. Кобылки могут быть заменены досками (рис. 82).

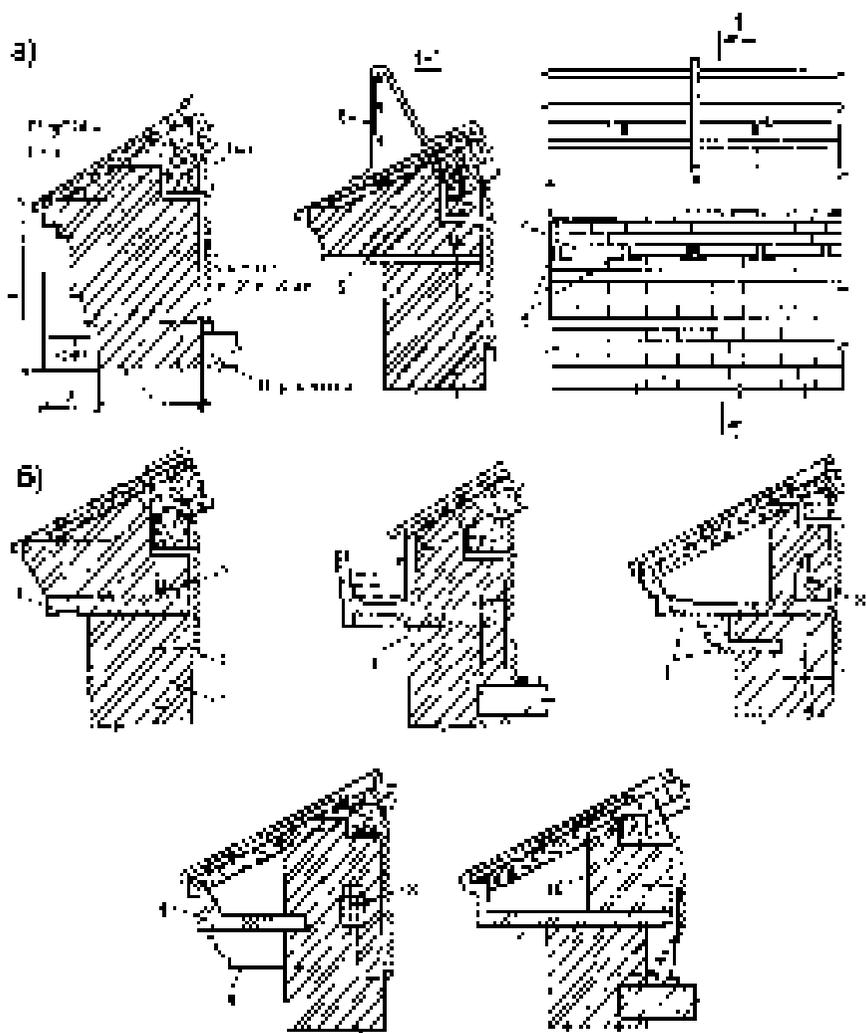


Рис. 80. Конструкции карнизов.

**а** – кирпичные карнизы, **б** – сборные железобетонные карнизы: **1** – сборные консольные элементы; **2** – прижимной уголок; **3** – штырь; **4** – анкер; **5** – стальной кронштейн; **6** – ограждение; **7** – кирпич или железобетонная плита; **8** – железобетонный брусок; **9** – кронштейн; **10** – противовес

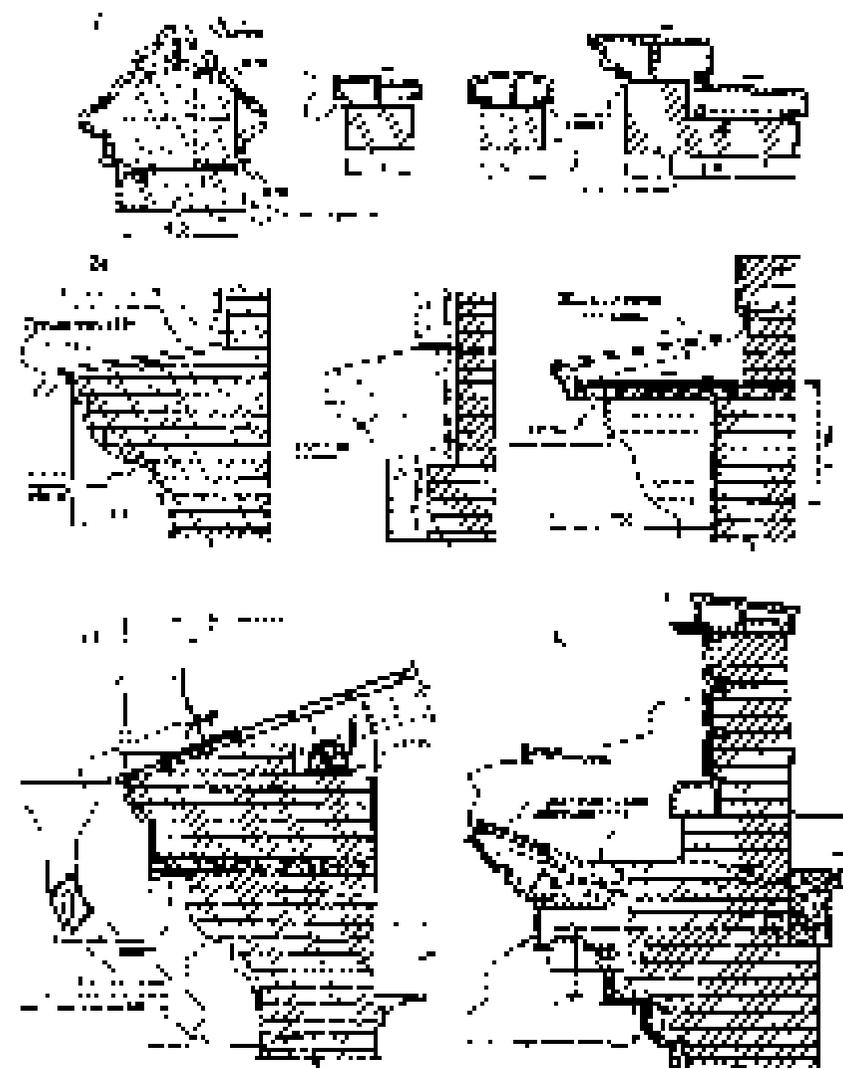


Рис. 81. Кирпичные карнизы.

**а** – карнизные покрытия парапетов керамическими блоками (США), **б** – промежуточные карнизы, **в** – кирпичный карниз по железобетонной плите, **г** – венчающий карниз из керамических блоков, **д** – карнизы из кирпичной кладки, **е** – на консолях стальных тавров, **ж** – с железобетонной карнизной плитой, **з** – карниз по сетке «рабца», **и** – карниз из офактуренных блоков

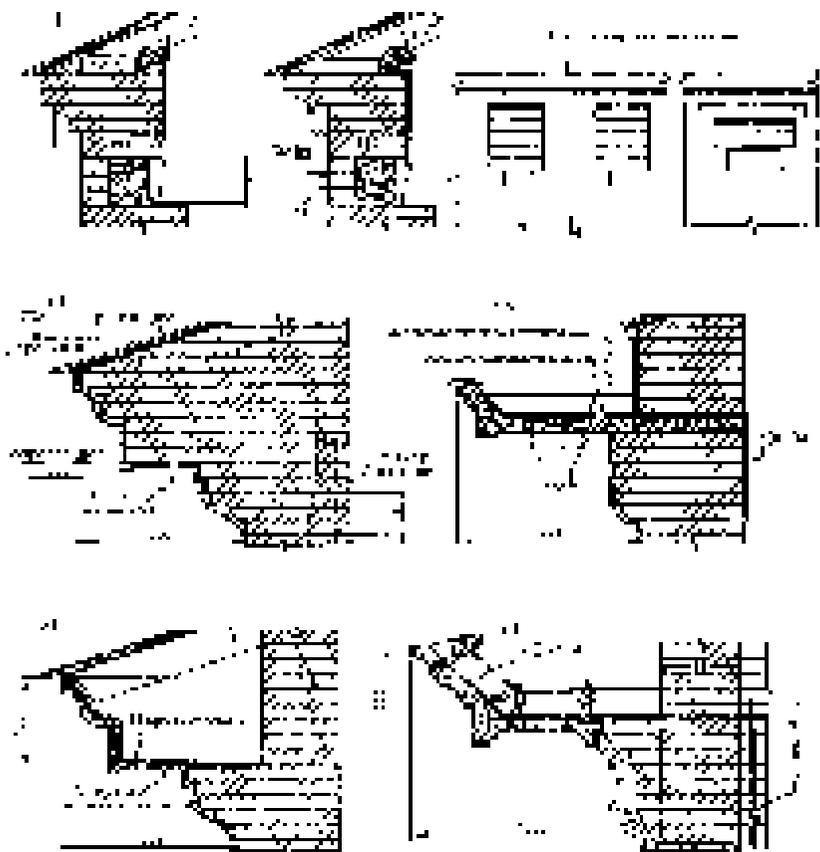


Рис. 81. Окончание.

Наиболее прост карниз из кирпича, выполненный путем напуска рядов кладки. Для кладки карниза применяют только керамический кирпич. Кладку ведут на цементном растворе. Иногда кирпичный карниз оштукатуривают цементным раствором с приданием сложного, часто криволинейного профиля. Общий вынос кирпичного карниза ограничивается размером, равным половине толщины стены. Эти ограничения вызваны условиями устойчивости.

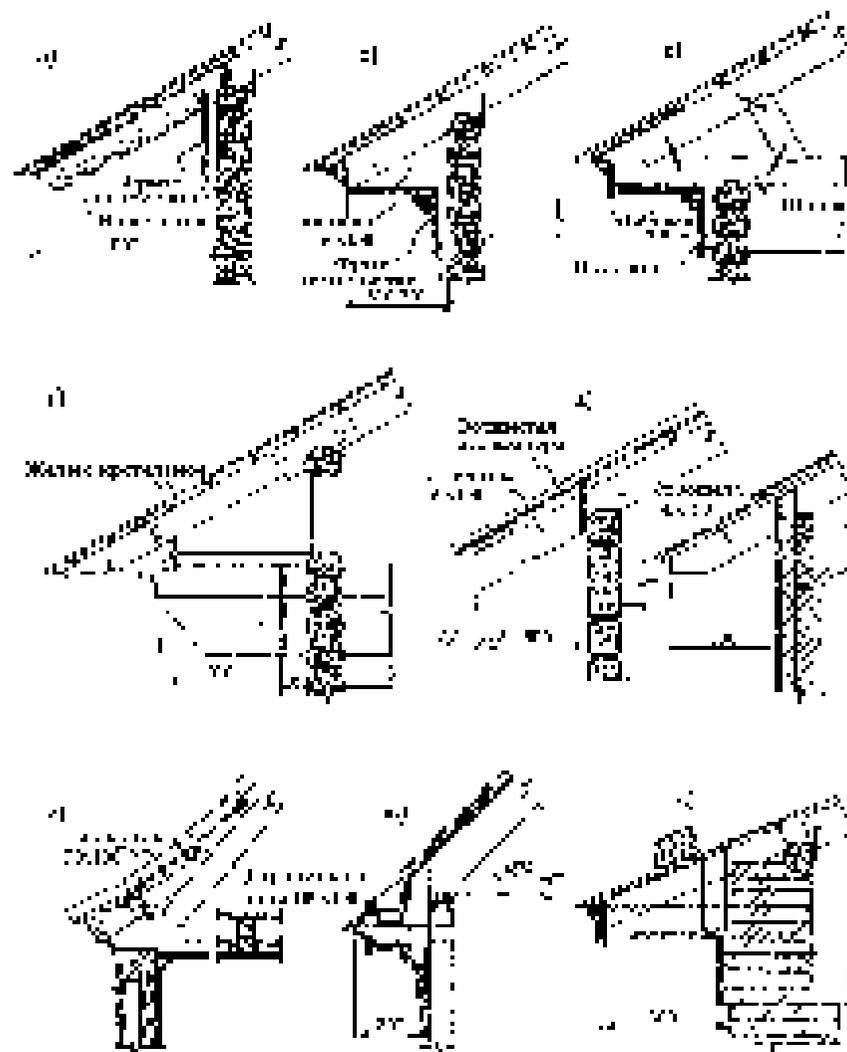


Рис. 82. Деревянные карнизы.

а – на выпущенных стропилах, б – подшивной по нашивке, в – подшивной на шпалах, г – подшивной на консолях, д – на выносных стропилах, е – по наружникам (шведского типа), ж – подшивной (из американской практики), з – подшивной штукатуренный

Для того чтобы увеличить вынос карниза, используют бетонные и железобетонные карнизные плиты различных размеров и профилей. Так как защемление карнизных плит в стене ненадежно (не хватает массы вышележащей кладки), заделанные в стену концы карнизных плит закрепляют в нижележащей кладке с помощью металлических анкеров. При конструировании карнизов предусматривают меры, исключающие подтек воды с карнизов на стену. С этой целью используют *капельник*.

#### 6.4. Несущий остов деревянных зданий

Деревянные малоэтажные дома на протяжении веков были единственным типом жилых домов на Руси. Наиболее распространенными были рубленые бревенчатые дома. На протяжении столетий рубленые дома совершенствовались и достигли исключительно высоких конструктивных, функциональных и художественных качеств. Были созданы совершеннейшие типы жилых домов, строящихся в разных районах страны – Севера, Сибири и др.

*Деревянный несущий остов* включает одноэтажные и двухэтажные дома из бревен и брусьев полузаводского изготовления, щитовые и каркасные дома. Рубленые бревенчатые стены возводят из бревен толщиной 220–200 мм. Бревна укладывают друг на друга горизонтальными рядами комлями попеременно в разные стороны и связывают в углах врубками, а по вертикали вставными шкантами прямоугольного или круглого сечения. При устройстве (рубке) сруба толщина бревен должна позволять получить необходимую по климатическим условиям ширину продольных пазов: не менее 120–130 мм при расчетной температуре –30 °С и не менее 140–160 мм при –40 °С. Ширина паза составляет примерно 2/3 диаметра бревна. Рубку бревенчатых стен обычно производят «насухо» без пакли. Лучше, если готовый сруб выстоится в собранном виде.

В процессе сушки рубленые стены дают усадку, достигающую от 1:20 до 1:30 первоначальной высоты сруба. Это обязывает предусматривать зазоры над оконными и дверными проемами до 80–100 мм. Швы между бревнами конопатят два раза: сначала черне

после постройки, потом после окончательной осадки стен через 1–2 года.

Стены жилых домов по углам следует рубить в «чистую лапу» (без остатка) и в «чашку» (с остатком). Наружные стены стыкуют с внутренними также в «лапу» или «чашку». При рубке в «чашку» теряется около 0,5 м длины бревна.

В наружных удлиненных стенах для повышения их устойчивости надо устраивать специальные сжимы. От фундамента нижний венец (окладной) должен быть изолирован антисептированной доской, гидроизоляцией и пропитанным антисептиком войлоком. Поскольку бревна в продольных и поперечных стенах смещены относительно друг друга на половину своей высоты, окладной венец на двух противоположных стенах укладывают на прокладные брусья.

Антисептированная доска при выступающем цоколе обеспечивает лучший отвод атмосферной воды по оцинкованной кровельной стали. Другой вариант – устройство водослива с помощью доски, врезанной в окладной венец.

Для устройства чердачного и междуэтажного перекрытий в стены врубают балки, концы которых соединяют в наружных стенах «сковороднем», а во внутренних – «полусковороднем». Элементы сопряжений бревенчатых стен изображены на рис. 83.

Проемы для окон и дверей обрамляют оконными и дверными коробками, состоящими из подушки (порога), двух вертикальных косяков и вершника. Косяки соединяются с торцами венцов в шпунт и гребень, что повышает устойчивость простенков. С наружной и внутренней стороны оконные и дверные проемы имеют наличники.

*Брусчатые стены* более технологичны, так как легче поддаются измерению, разметке и т. д. Сечения брусьев могут быть, различными: 100×100, 100×150, 150×150, 160×180, 200×200 мм. Их принимают в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха. При температуре –30 °С используют брус размером 150×150 мм; при температуре –40 °С – 150×180 мм. Для внутренних стен пригоден брус толщиной 100 мм. Углы дома из бруса, как и из бревен, могут соединяться «в лапу» без остатка или с остатком (рис. 84).

В отличие от бревен, соединение бруса «в лапу» (без остатка) более технологично по сравнению с соединением «в чашку» (с остатком). Соединение бруса «в чашку» с остатком обычно выполняют только из архитектурных соображений.

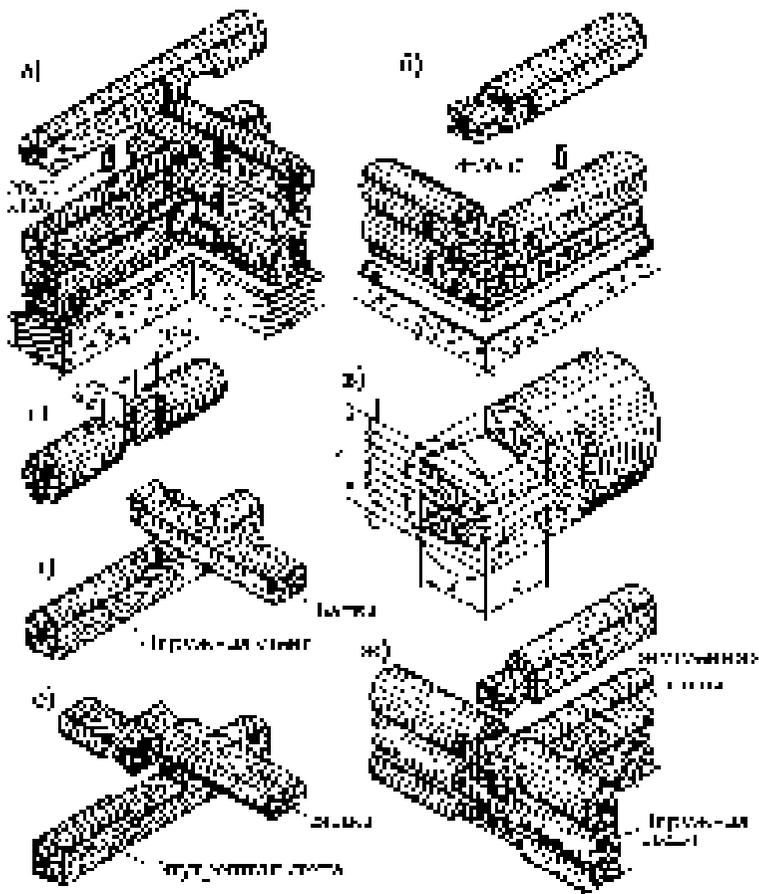


Рис. 83. Рубка бревенчатых стен.

а – рубка угла с остатком («в чашку», «в обло»), б – «в лапу», в – разметка «лапы», г – стык бревна по длине «в шип», д – врубка балки в наружную стену «сковороднем», е – врубка балки во внутреннюю стену «полусковороднем», ж – примыкание внутренней стены к наружной при рубке «в лапу»

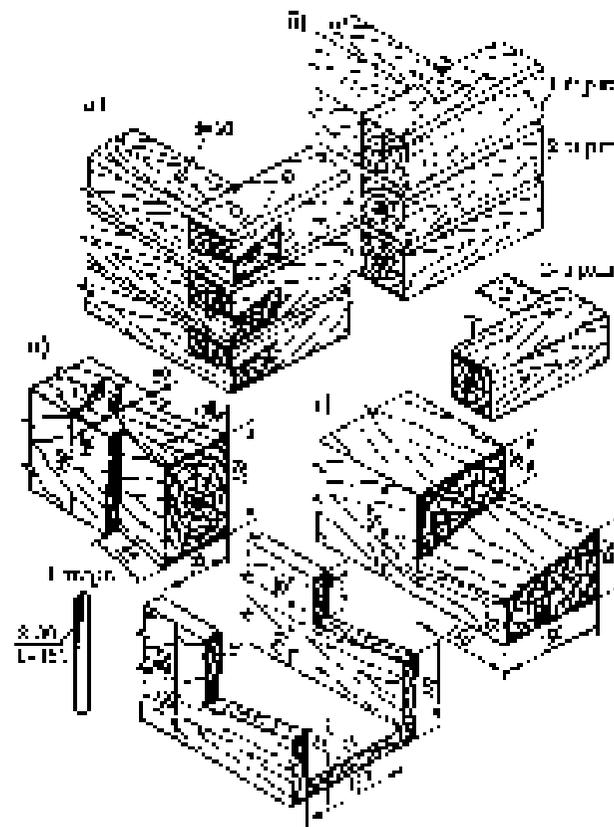


Рис. 84. Конструкция стыков в брусчатых стенах «в лапу».

а – угловые сопряжения, б – сопряжение наружных и внутренних стен, в – обработка бруса «сковороднем», г – стык с использованием шаблона

Брусья, как и бревна, в стенах соединяют между собой деревянными шкантами диаметром 30–60 мм и длиной 15 см через 1–1,5 м по длине. Назначение шкантов – предотвратить деформации брусьев при усыхании. Над проемами в брусчатых стенах также оставляют зазоры шириной 80–100 мм.

Наиболее эффективной защитой брусчатых стен от атмосферных воздействий является обшивка их досками или облицовка кирпичом. Это позволяет уменьшить теплопотери, а кирпичная облицовка делает

их более огнестойкими. Для предотвращения биологического разрушения древесины между дощатой обшивкой и стеной оставляют вентиляционный зазор шириной 4–6 см. При необходимости дополнительного утепления стен этот зазор расширяют и заполняют утеплителем. При этом утеплитель сверху и снизу следует оставлять открытым. Кирпичную облицовку стены также устраивают с зазором 5–7 см. Кирпичную облицовку выполняют в полкирпича и крепят к брускам металлическими кляммерами, размещаемыми через 30–40 см по высоте и через 1–1,5 м по фронту стены в шахматном порядке. Сопряжения брусчатых стен изображены на рисунках 85, 86.

**Деревянный каркас.** В области жилищного строительства применение деревянных каркасов значительно отстает от возможностей. Проникновение на российский рынок западных строительных технологий существенно расширяет возможности каркасного строительства. Благодаря применению современных деревозащитных средств, деревянные сооружения по прочности и долговечности не уступают зданиям и сооружениям, выполненным из других материалов, и, более того, обладают при этом рядом важных преимуществ:

1. Здания могут быть удачно реализованы в соответствующей благоприятной ситуации.
2. Жилые дома отличаются разнообразием и могут удовлетворить потребностям и возможностям любого заказчика.
3. Архитектура зданий производит хорошее впечатление благодаря характерной для них структуре, а также естественному виду древесины.
4. С точки зрения строительной физики могут быть достигнуты хорошие результаты при рациональном учете условий и оптимальном использовании возможностей данного материала.
5. Особое преимущество заключается в том, что значительную часть элементов каркаса можно готовить стандартно на малых предприятиях с последующей высокой степенью точности сборки на площадке.

Каркасы состоят, главным образом, из брусьев, которые образуют простые статические системы. Обычная длина элементов деревянных каркасных зданий 2–6 м.



Рис. 86. Конструкция стыков в брусчатых стенах с коренным шипом.  
**а** – угловое сопряжение, **б** – сопряжения наружных и внутренних стен, **в** – обшивка угловых и стеновых стыков доской

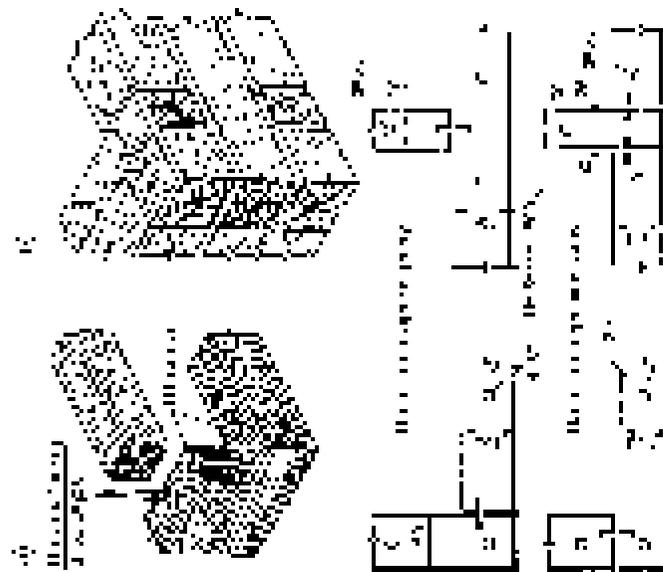


Рис. 85. Сопряжения стен.  
**а** – угловое сопряжение на шпонке, **б** – сопряжение внутренней стены с наружной

Способ сведения вместе горизонтальных, вертикальных или диагональных строительных элементов в конструктивный узел определяет структуру несущей конструкции. По расположению несущих горизонтальных и вертикальных строительных элементов различают восемь основных видов конструкций (рис. 87).

**Фахверковые конструкции.** При такой конструкции несущая система состоит из стоек (подпорок, столбов), главных балок (рам, прогонов, обвязок) и лежащих на них вспомогательных балок (брусьев, досок).

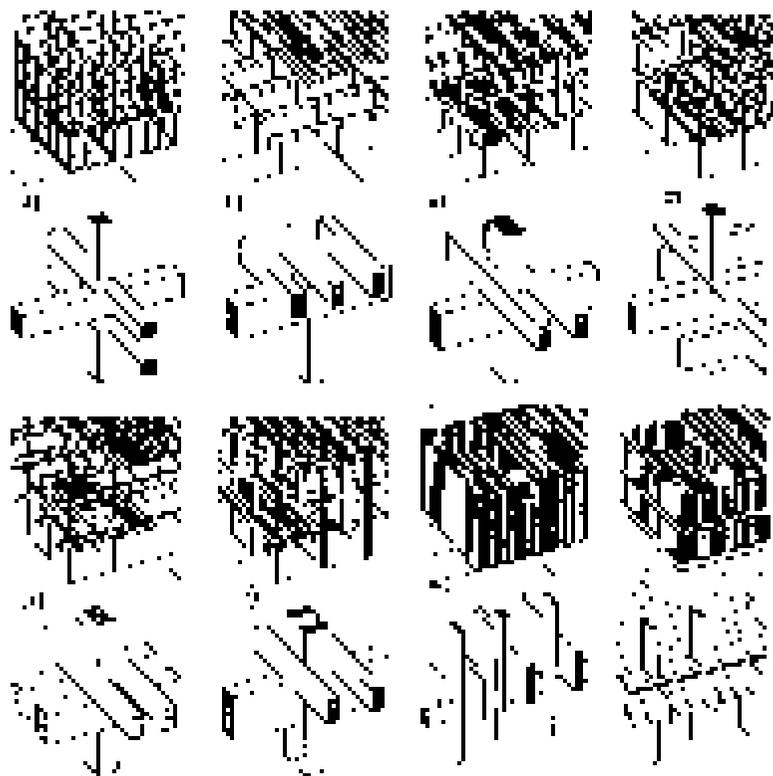


Рис. 87. Основные типы конструкций каркасов.

**а** – фахверк, **б** – одноэтажная конструкция, **в** – двухэтажная конструкция, **г** – ригельная конструкция, **д** – конструкция со схватками, **е** – конструкция с составными стойками, **ж** – оболочка, **з** – платформа

Не несущие нижние элементы фахверка образуют ригели, расположенные между аттиками. Вся конструкция опирается на основную нижнюю обвязку. Последняя повторяется на каждом шаге. Шаг стоек, исходя из соображений планировки или учета требований заказчика, часто бывает меньше, чем требуют статические расчеты.

**Одноэтажная конструкция** – это такая конструкция, когда на стойки уложены в одном направлении главные балки, в другом направлении идут вспомогательные балки-брусья или доски. Особым преимуществом такой одноэтажной конструкции является то, что путем правильного подбора главной несущей системы можно при соответствующем выполнении опор обеспечить достаточно большие пролеты.

**Двухэтажная конструкция.** При этой конструкции неразрезные балки укладываются на стойки. Последние прерываются главными балками, а на следующем этаже вновь надставляются. Усилие верхней стойки передается нижней через стальную или деревянную подкладку.

**Ригельные конструкции.** Ригели (главные балки) прикрепляются к неразрезным стойкам одинаково во всех четырех направлениях. Это позволяет обеспечить одинаковую высоту всех наружных и внутренних стен. В пролетах между ригелями расположены в разных направлениях вспомогательные балки. Ригельные конструкции подходят для многосерийных систем из-за большого числа узлов.

**Конструкция со схватками.** При такой конструкции парные балки проходят как схватки вдоль ряда стоек. Схватка присоединяется с обеих сторон к стойке шпонками. Во вспомогательном направлении уложены сверху балки или толстые доски. Преимущество этой конструкции заключается в использовании неразрезных стоек.

**Конструкция с составными стойками.** В данной конструкции главные балки пропущены между составными стойками. Парные стойки – это, в известной степени, перевернутая конструкция со схватками. Связи стоек (каждая из четырех элементов) позволяют располагать балки в двух направлениях. Эта конструкция подходит для больших пролетов.

**Ребристые системы** получили распространение в жилищном строительстве Северной Америки под названием «оболочка» и «платформа». Несущие элементы каркаса состоят из досок сечением

50×100 мм. Особенность данной конструкции связана с малым расстоянием между каркасом стен и балками перекрытий (вертикальные доски устанавливаются с шагом 600 мм). Стойки соединяются с балками гвоздями или нагелями. Ребристые конструкции образуют переход от каркасного способа строительства к щитовому.

В России строительство малоэтажных домов на каркасной основе не получило еще должного распространения, а тот опыт, который имеется, основан на применении фахверковой конструкции. Основой каркасных стен (рисунки 88, 89) является несущий деревянный остов с двусторонней обшивкой листовыми или погонажными материалами. В наружных стенах внутреннее пространство заполняют утеплителем.

По сравнению с брусчатыми стенами расход древесины при устройстве каркасных стен уменьшается в 1,5–2 раза. Эксплуатационный срок их службы при надежно работающем утеплителе и хоро-

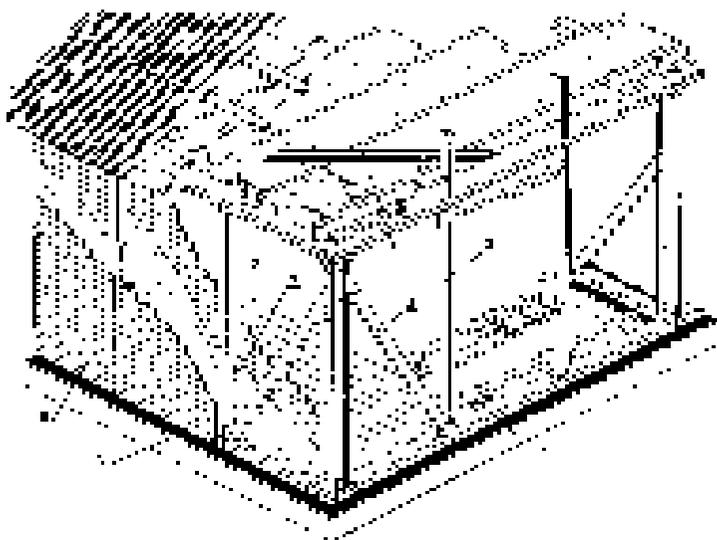


Рис. 88. Схема деревянного каркаса.

1 – нижняя обвязка, 2 – верхняя обвязка, 3 – стойка, 4 – раскос, 5 – гидроизоляция, 6 – схватка, 7 – утеплитель, 8 – наружная обшивка

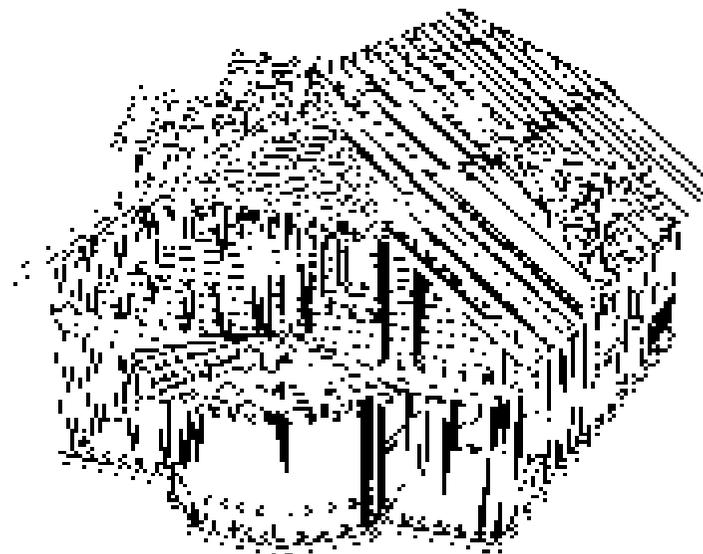


Рис. 89. Общий вид каркаса

шей биологической защите древесины составляет не менее 30–50 лет. Каркас наружных и внутренних несущих стен следует изготавливать из досок толщиной 5 см. Обычно такой же материал идет на устройство балок и стропил. Стойки несущих стен при толщине 50 мм должны иметь ширину не менее 100 мм. В наружных стенах ширина стоек принимается равной толщине утеплителя.

Стойки каркаса устанавливают на нижнюю обвязку, которая опирается либо на балки цокольного перекрытия, либо непосредственно на цоколь по слою гидроизоляции. По верху стоек крепят верхнюю обвязку из двух досок размером 50×100 мм, на которую опираются балки перекрытия. По балкам устраивают вторую обвязку – доску размером 50×100 мм. В одноэтажном здании она служит опорным контуром стропильной конструкции, а в двухэтажном является обвязкой каркаса стены верхнего этажа. Балки перекрытий располагаются над стойками каркаса с тем же шагом. Жесткость каркасам придают специальные раскосы, устанавливаемые между стойками по углам здания как в продольном, так и поперечном направлениях.

Наружная каркасная стена представляет собой слоеную конструкцию двух видов – неветилируемую и вентилируемую с воздушной прослойкой. В качестве утеплителя для каркасных стен используют легкие минеральные и органические материалы плотностью до 500–600 кг/м<sup>3</sup>. Общая толщина каркасных наружных стен колеблется от 150 до 240 мм (рис. 90). Они должны удовлетворять требованиям теплозащиты, звукоизоляции и классу огнестойкости.

Устройство каркаса во внутренних несущих стенах не отличается от устройства каркаса наружных стен. Основными требованиями, предъявляемыми к внутренним стенам, являются их несущая способность, звукоизоляция, класс огнестойкости, качество отделки. Для наружной обшивки каркасных стен используют профилированные доски либо строганный, чисто обрезанный тес. Доски лучше прибивать горизонтально внахлест со свесом друг над другом. Такая обшивка хорошо защищает стену от косога дождя. Стены каркасных домов могут быть облицованы кирпичом. Такое решение, несколько увеличивая стоимость стен, значительно повышает их капитальность и теплотехнические качества. В этом случае необходимо предусмотреть соответствующее уширение фундаментов. Облицовку выполняют с зазором на расстоянии 40–60 мм от каркасной стены и связывают со стойками каркаса кляммерами из оцинкованной кровельной стали через 0,5–0,8 м по фронту и по высоте в шахматном порядке.

**Щитовые стены.** Строительство из деревянных щитов, т. е. с использованием стандартных несущих или ненесущих пространственных деревянных рамных элементов, получило развитие на основе деревянного каркасного. Для возведения малоэтажных зданий из деревянных щитов на поточных линиях изготавливают плоскостные элементы щитов наружных и внутренних стен, перекрытий. Конструктивной основой щита является рама из брусков, образующая обвязку по его периметру. В строительных системах из деревянных щитов существуют три основных вида несущих конструкций: несущие поперечные стены, несущие продольные стены и несущие поперечные или продольные стены (в сочетании с конструкцией крыши или перекрытий и придающими жесткость стенами).

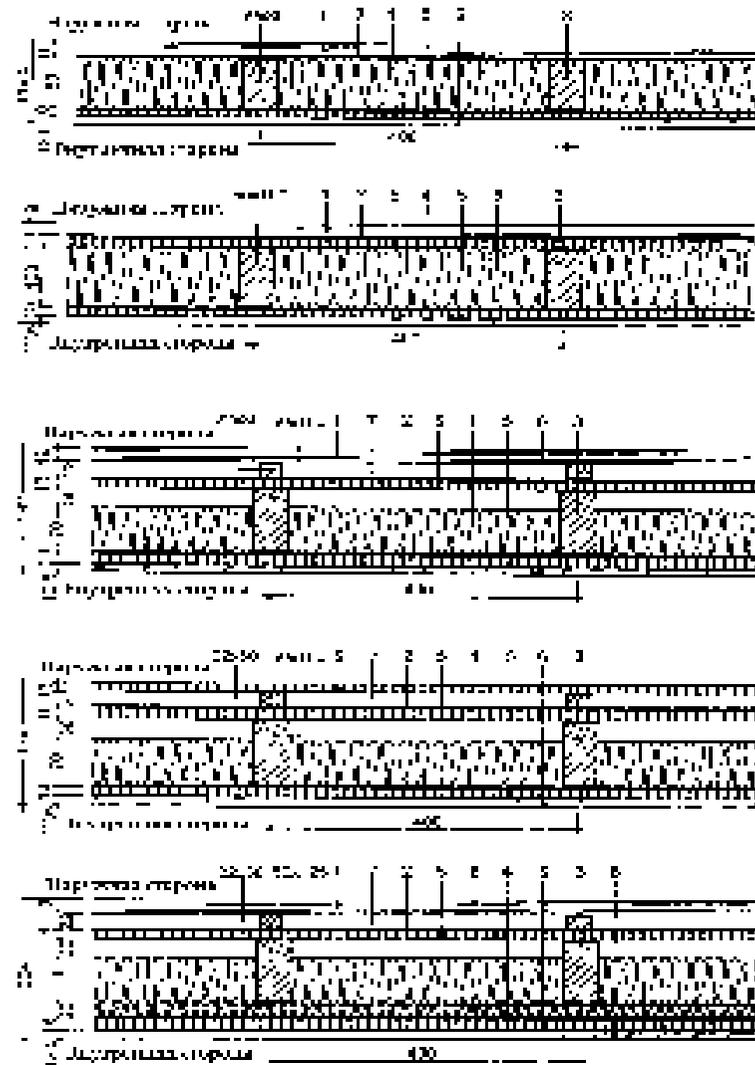


Рис. 90. Варианты устройства наружных стен каркасных зданий.

1 – деревянная шпунтованная обшивка; 2 – паропроницаемая пленка; 3 – стойка каркаса, изоляция – минеральная вата; 4 – пароизоляция; 5 – древесностружечные плиты; 6 – гипсокартонные плиты; 7 – продух 22 мм и вертикальные рейки 22×30 мм; 8 – прессованная минеральная вата между косо уложенными обрешетками

**Несущие поперечные стены.** Щиты перекрытий укладываются от одной поперечной стены к другой в продольном направлении здания. Наружные и внутренние стеновые щиты, за исключением щитов, придающих жесткость в продольном направлении, не выполняют никаких статических функций, кроме функции наружной и внутренней планировки. По техническим соображениям целесообразно, чтобы все деревянные щиты, как несущие, так и ненесущие, имели одинаковое сечение (рис. 91). Расстояние между двумя несущими поперечными стенами может изменяться в зависимости от конструкции крыши или перекрытия.

**Несущие продольные стены.** Щиты крыши или перекрытий располагают от одной продольной стены к другой в поперечном направлении здания. Жесткость продольных стен обеспечивают поперечные стены. Размеры отверстий в несущих щитах продольных стен определяются или ограничиваются необходимыми сечениями несущей обвязки. Расстояние между несущими продольными стенами определяется так же, как и между поперечными. Между несущими продольными стенами в соответствии с модульной системой располагаются помещения различной ширины. Соответствующая глубина помещений определяется пролетами перекрытий или расположением несущих продольных стен (рисунок 92).

**Несущие поперечные и продольные стены.** Не всегда здание может быть построено однозначно с помощью только той или другой

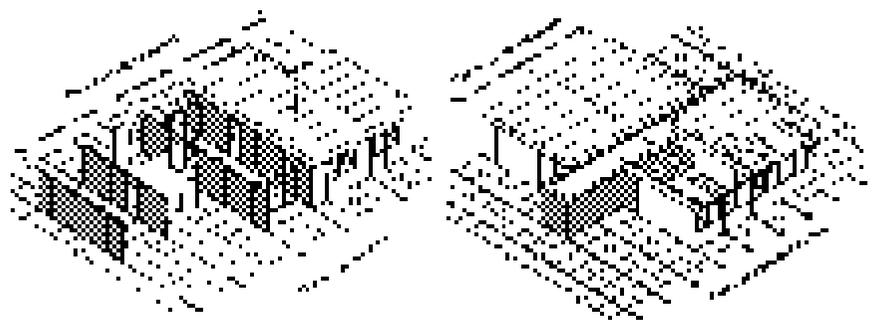


Рис. 91. Система с несущими поперечными стенами.

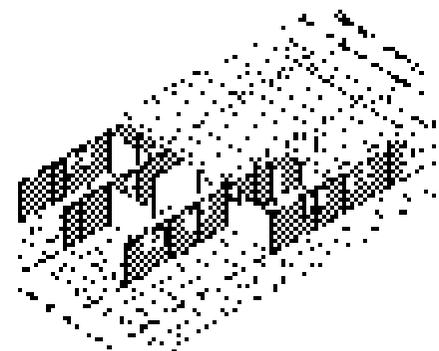


Рис. 92. Система с несущими продольными стенами

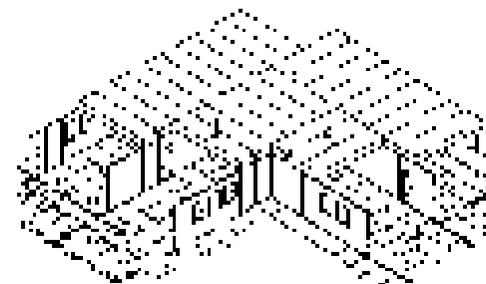


Рис. 93. Система с перекрестными несущими стенами

несущей системы. Часто появляется необходимость взаимной замены несущих поперечных и продольных стен (рис. 93).

Швы между щитами тщательно заделывают и оклеивают противодиффузионными материалами. Наружную и внутреннюю отделку щитов производят погонажными и листовыми материалами.

При изготовлении отдельных сборных элементов щитовых домов на поточной линии выполнение швов на строительной площадке приобретает особое значение и требует особого внимания. При сплачивании малых или крупных стеновых щитов в единую строительную систему между отдельными щитами образуются вертикальные швы. В этих местах стеновые элементы должны прочно соединяться и уплотняться, чтобы избежать внешних воздействий – ветра, влаги и шума. То же самое относится к горизонтальным швам между стеновыми элементами и конструкцией пола, а также между стеновыми элементами и конструкцией потолка.

При определении мест соединения стеновых элементов следует стремиться к тому, чтобы присоединение осуществлялось в четырех направлениях с учетом возможности комбинировать, расширять и заменять систему. Прочные соединения двух или нескольких стеновых щитов обеспечиваются соединением их несущих стоек. Соединение стеновых щитов с конструкцией пола осуществляется с помощью круглой или полосовой стали путем прикрепления к нижней обвязке и соединения с конструкцией пола (рисунки 94, 95).



Рис. 94. Сопряжение стеновых щитов с конструкцией пола.

1 – башмак из пластмассы; 2 – анкер нижней обвязки, приваренный к уголку; 3 – арматурная сталь; 4 – направляющий тавр; 5 – анкер из полосовой стали; 6 – приямок; 7 – стальной уголок с продольными прорезями для юстировки; 8 – анкер в виде крюка; 9 – стойка; 10 – теплоизоляция

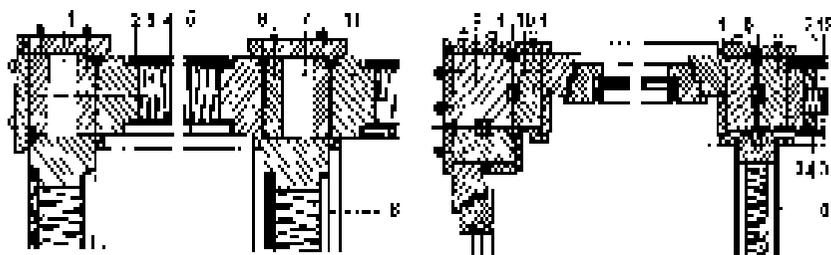


Рис. 95. Сопряжение стеновых щитов.

1 – закрывающая доска; 2 – асбестоцементная плита; 3 – теплоизоляция; 4 – пароизоляция; 5 – древесностружечная плита; 6 – уплотнительная лента; 7 – полость; 8 – внутренняя перегородка; 9 – угловая стойка; 10 – деревянный гребень; 11 – деревянная рама; 12 – вентилируемое пространство; 13 – фанера

Конструкции крыши соединяют со стеновыми щитами, скрепляя их с верхней обвязкой. Средством соединения могут быть болты, стальные уголки и стальные фасонки.

Для обеспечения прочности здания особенно важна плотность вертикальных швов между стеновыми элементами и горизонтальных швов между конструкцией пола и стеновыми элементами. Вертикальные швы не бывают сплошными. Они прерываются фальцами, шлицами и гребнями, а снаружи их закрывают различного рода уплотнения, такие как вспененные прокладки, уплотнительные замазки и полосы, металлические профили для закрытия швов, нащельники. Звукоизолирующие уплотнения выполняют только для вертикальных швов внутренних перегородок. Они изготавливаются в виде звукоизолирующих полосок.

### 6.5. Несущий остов зданий со стенами ручной кладки

При проектировании малоэтажных домов обычно используют две схемы конструктивного решения наружных стен – сплошные из однородного материала и облегченные из материалов различной плотности. Для возведения внутренних стен используют только сплошную кладку.

Каменные стены возводят из искусственных и натуральных материалов. Наибольшее распространение получили искусственные – керамические обжиговые материалы – кирпич глиняный полнотелый, пустотелый и пористый. Другую группу составляют безобжиговые камни – силикатный кирпич, бетонные пустотелые и легкобетонные блоки. К группе натуральных стеновых материалов относят природные камни, выпиленные из вулканических туфов, известняка и др. Основной недостаток кирпичных стен – низкие теплозащитные качества, которые приводят к необходимости значительного наращивания толщины стен из полнотелого кирпича.

К кирпичу относятся керамические обжиговые изделия высотой менее 130 мм и массой не более 4,3 кг, применяемые при кладке стен вручную. Изделия, превышающие указанные величины, но укладываемые вручную, называются стеновыми камнями. Наиболее

эффективными являются мелкогазопенные изделия с пустотами. По эффективности применения в связи с улучшением теплотехнических свойств стен из пустотелых керамических изделий эти изделия относят к трем группам:

- условно эффективные изделия, повышающие сопротивление стен теплоотдаче, но не снижающие их толщину;

- эффективные, при применении которых толщина стен уменьшается на полкирпича по сравнению с толщиной стены из полнотелого кирпича;

- высокоэффективные, обеспечивающие уменьшение толщины стены на один кирпич.

Во всех пустотелых изделиях минимальная толщина наружных стенок составляет 12 мм, диаметр круглых пустот – не более 16 мм, ширина щелевых пустот – не более 12 мм. Глиняный обыкновенный кирпич (см. рис. 83) изготавливают сплошным или с технологическими пустотами, пластичным или полусухого прессования. Кирпич имеет два типоразмера: 250×120×65 мм – одинарный и 250×120×88 мм – модульный (с модульной высотой). Технологические пустоты в кирпиче должны быть перпендикулярны его постели.

Силикатный кирпич изготавливают из силикатной массы (вяжущие и песок) с тепловлажностной обработкой в автоклаве. Кирпич применяют для кладки стен: его можно использовать и как лицевой. Силикатный кирпич выпускают двух типоразмеров: 250×120×65 мм – рядовой и 250×120×88 мм – модульный. Их изготавливают пустотелыми, а рядовой, кроме того, выпускают также сплошным (полнотелым).

Бетонные стеновые камни изготавливают сплошными и пустотелыми (рис. 96). Сплошные камни должны изготавливаться из бетона плотностью не более 1500 кг/м<sup>3</sup>, а из более тяжелого бетона выпускают щелевидные камни. Масса одного камня не должна превышать 32 кг. Из ячеистых бетонов автоклавным и безавтоклавным способами выпускают стеновые камни марок 25, 35, 75 и 100, плотностью 500–1000 кг/м<sup>3</sup>. Наряду с глиняным кирпичом и керамическими пустотелыми стеновыми камнями выпускают лицевой кирпич и керамические камни, применяемые для облицовки в процессе кладки наружных стен

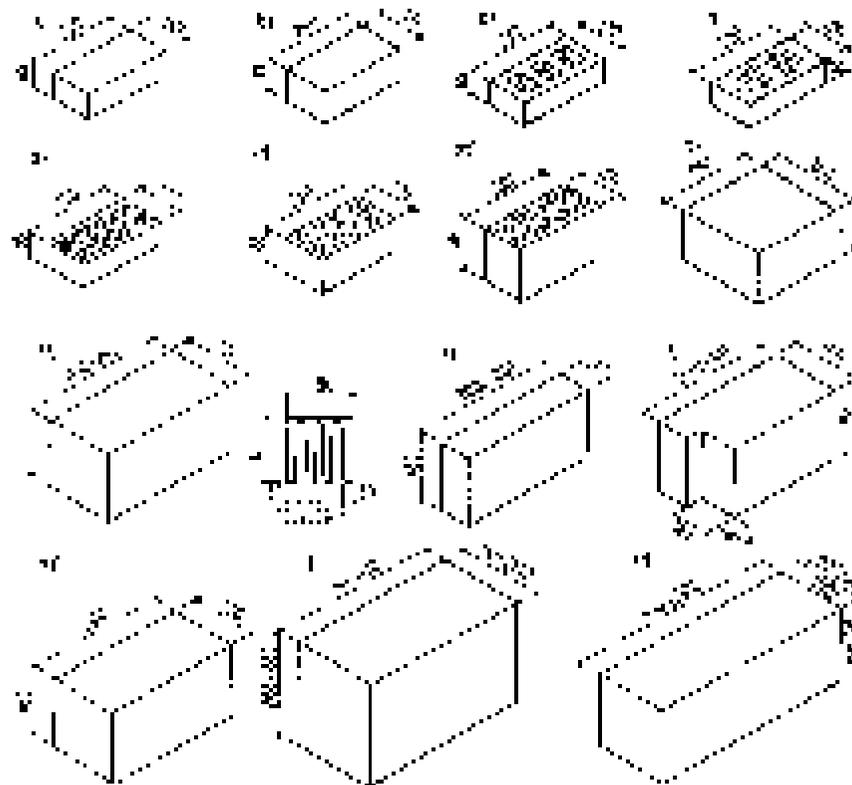


Рис. 96. Основные стандартные стеновые изделия.

**а** – глиняный обыкновенный кирпич; **б** – то же, модульный; **в** – глиняный одинарный кирпич полусухого прессования; **г**, **д** – одинарный глиняный кирпич с 19 и 28 пустотами; **е** – то же, модульный; **ж** – керамический камень; **з** – укрупненный керамический камень; **и** – целый бетонный камень со щелевидными пустотами; **к** – продольная половина бетонного камня; **л** – бетонный камень с четвертью; **м**, **н** – естественные камни; **о** – сплошной камень из ячеистого бетона

зданий. Для карнизов и других архитектурных элементов фасадов выпускают профильные лицевые кирпич и камни.

**Стеновые материалы с повышенными теплозащитными свойствами.** Как известно, уровень теплового комфорта в помещении

жилого дома определяется теплозащитой стен, оконных проемов и дверей. Резкое повышение нормативов теплозащиты ограждающих конструкций, введенных Изменением № 3 СНиП П-3-79\*\* «Строительная теплотехника» и утвержденных в новом СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий», требует применения строительных материалов с повышенными теплозащитными свойствами. Устройство однослойных стен ведет к увеличению их толщины минимум в 1,5 раза сверх необходимой по несущей способности и влечет за собой повышение материалоемкости строительства и его удорожание. Например, сплошная кирпичная кладка для условий Сибири при плотности кирпича 1800 кг/м<sup>3</sup> и сопротивлении теплопередаче 2,12 м<sup>2</sup> · °С/Вт требует увеличения наружных стен до толщины более 1360 мм, что экономически нецелесообразно.

Введение в действие новых жестких требований по теплозащитной способности наружных стен жилых домов остро поставило задачу снижения плотности и теплопроводности материалов, применяемых в производстве сборных изделий и конструкций и при возведении монолитных стен. Эта проблема напрямую связана с увеличением масштабов использования в производстве различных видов стеновых материалов и побочных продуктов и отходов промышленности: металлургических шлаков, дисперсных каменноугольных зол и шлаков ТЭС, котельных шлаков, отходов добычи полезных ископаемых, деревообработки и химических производств и др. Это обусловлено тем, что состоящие в основном из стекловидного вещества неорганические отходы (шлаки, золы), а также материалы органического происхождения (древесные отходы, жидкие и твердые полимеры) позволяют получать стеновые изделия, в частности из легких бетонов с теплопроводностью, на 20 – 25 % меньшей по сравнению с теплопроводностью аналогичных изделий равной плотности, изготавливаемых на основе минерального сырья кристаллической структуры (глины, пески, щебень и др.).

Другой важный фактор применения побочных продуктов и отходов промышленности в жилищном строительстве с точки зрения улучшения теплозащитной способности ограждающих конструкций и снижения материалоемкости строительства состоит в возможности

существенного снижения средней плотности изготавливаемых материалов и изделий (кирпич, стеновые легкобетонные блоки и панели, теплоизоляционные блоки, строительные растворы).

Широкая номенклатура производимых материалов и изделий для всех частей монолитных и сборных домов обусловлена, во-первых, разнообразием видов и свойств применяемых исходных сырьевых материалов и, во-вторых, вариантами технологических процессов изготовления изделий.

Увеличение нормативных требований по термическому сопротивлению наружных стен в 1,5–1,7 раза делает проблематичным или практически невозможным, особенно в климатических условиях Сибири, выполнение однослойных ограждающих конструкций из традиционно применяемых материалов (керамического и силикатного кирпича, керамзитобетона, шлакобетона и др.). Поэтому в последние годы все более широкое применение в жилищном строительстве находят многослойные (преимущественно трехслойные и двухслойные) ограждающие конструкции с эффективными утеплителями. Существуют три принципиально разных конструктивных варианта устройства многослойных стен с утеплителем: внутри стены (засыпка, заливка, термовкладыш); снаружи здания, изнутри помещения.

В концепцию развития и повышения качественного уровня массового много- и малоэтажного жилищного строительства положено решение триединой задачи, включающей применение ресурсо- и энергосберегающих материалов и технологий; достижение высоких показателей в производстве материалов и в строительстве при снижении стоимости 1 м<sup>2</sup> стен по сравнению со стоимостью заменяемых аналогов в 4–5 раз; обеспечение долговечности и стабильности эксплуатационных качеств конструкций во времени, высокой комфортности проживания в жилище.

Одновременное решение этих задач представляет большие трудности. В наибольшей степени оно может быть достигнуто за счет создания принципиально новых технологий получения материалов и изделий и применения передовых архитектурно-строительных решений.

Важным элементом реализуемой концепции при разработке новых материалов для наружных слоистых стен жилых зданий является сочетание материалов теплоизоляционного с конструкционно-теплоизоляционным (в несущих нагрузку слоях), состав и структура которых оптимизируются по минимально возможным значениям коэффициента теплопроводности при требуемых физико-механических свойствах. С этой точки зрения отдается предпочтение неорганическим и органическим утеплителям с теплопроводностью не более 0,08–0,10 Вт/(м · °С) и конструкционно-теплоизоляционным поризованным (легкому и ячеистому) бетонам плотностью 600–1100 кг/м<sup>3</sup> и теплопроводностью 0,13–0,28 Вт/(м · °С) (в сухом состоянии) на вяжущих и заполнителях из материалов стекловидной структуры.

Для оценки эффективности разработанных в ФГБОУ ВПО «СибГИУ» новых стеновых неавтоклавных материалов по сравнению с основными видами аналоговых и традиционных материалов проведены работы по определению технико-экономических показателей стен жилых зданий. В табл. 5 приведены определенные для условий Кемеровской области такие показатели для стен малоэтажных зданий из мелкоштучных материалов.

Как видно из табл. 5, по всем основным технико-экономическим показателям ячеистобетонные наружные стены плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> оказываются эффективнее стен из других материалов. Более высокая эффективность стен из неавтоклавного газопенобетона по сравнению с автоклавным газобетоном (на молотом песке) обусловлена уменьшением теплопроводности (толщины стены), снижением удельных капитальных вложений и энергозатрат при производстве изделий.

Следует также отметить высокую эффективность стен из легких бетонов на промышленных отходах по таким показателям, как стоимость «в деле», удельные капитальные вложения и энергозатраты в производстве, хотя толщина стен из них существенно больше толщины ячеистобетонных стен. Это обусловлено малой стоимостью шлаков, зол, древесных отходов и меньшей энергоемкостью их переработки, а также простотой технологии производства стеновых

изделий. Так, продолжительность технологического цикла изготовления безобжигового кирпича и стеновых камней из легкого шлакозолобетона на цементном вяжущем с добавкой глины методом вибропрессования с немедленной распалубкой в 20–25 раз меньше таковой при производстве керамического кирпича. Удельные капитальные вложения и энергозатраты при производстве изделий (на 1 м стен) соответственно меньше в 3,5 и в 6 раз (см. табл. 5).

Дополнительным значительным резервом повышения эффективности современного строительства является комбинированное применение легкого и ячеистого бетонов, когда из легкого бетона выполняют внутренние несущие конструкции, а из ячеистого – наружные стены. Эффективны также варианты типов кладок стен из мелких ячеистобетонных блоков с наружной облицовкой в 1/2 полнотелого кирпича, выполняемых на гибких металлических связях или с перевязкой прокладными тычковыми рядами.

Особенно эффективно сочетание конструкций из легкого бетона или облицовки из кирпича с теплоизоляционными блоками из неавтоклавного ячеистого золобетона средней плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> (теплопроводность 0,05–0,06 Вт/(м · °С)) и 300 кг/м<sup>3</sup> (теплопроводность 0,08–0,09 Вт/(м · °С)). Разработанные технологии этих теплоизоляционных материалов уже нашли практическое применение.

Использование теплоизоляционных блоков из ячеистого золобетона вместо блоков из конструкционно-теплоизоляционного газопенозолобетона плотностью 600 кг/м<sup>3</sup> позволяет уменьшить толщину наружных стен жилых домов с 600 до 350–450 мм. При этом стоимость «в деле» 1 м<sup>2</sup> стены снижается на 35–45 %, т. е. в 3,5–4 раза по сравнению со стоимостью стен из керамического кирпича.

При этом особенно важно отметить тепловую эффективность таких стен. Согласно СНиП 23-02-2003, требуемое термическое сопротивление стен из ячеистого золобетона повышается на 30 %, а из легкого бетона и кирпича – на 10 %. Это значит, что в зданиях со стенами из ячеистого бетона должно быть на 20 % теплее, чем в домах из легкого бетона и кирпича. Следовательно, помимо улучшения условий жизни, в таких зданиях в отопительный сезон будет уменьшен расход топлива. При этом многолетняя экономия затрат на топливо перекрывает единовременные затраты, связанные с увеличением толщины стен.

Таблица 5. Технико-экономические показатели наружных стен жилых домов

| Вид материалов                                       | Средняя плотность,<br>кг/м <sup>3</sup> | Толщина, мм | Масса 1 м <sup>2</sup> , кг | Теплопроводность,<br>Вт/(м <sup>2</sup> ×°С) |                                                 | Стоимость «в деле»,<br>руб./м <sup>2</sup> | Удельные кап. вложения,<br>руб./м <sup>2</sup> | Трудозатраты на 1 м <sup>2</sup> ,<br>чел×ч |                      | Энергозатраты условного<br>топлива на 1<br>м <sup>2</sup> , кг |                      |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------|-------------|-----------------------------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------|
|                                                      |                                         |             |                             | В сухом<br>состоянии                         | При равновес-<br>ной сорбцион-<br>ной влажности |                                            |                                                | в производ-<br>стве                         | в строитель-<br>стве | в производ-<br>стве                                            | в строитель-<br>стве |
| <b>Стены из аналоговых материалов</b>                |                                         |             |                             |                                              |                                                 |                                            |                                                |                                             |                      |                                                                |                      |
| Кирпич керамический                                  | 1800                                    | 1250        | 2220                        | 0,61                                         | 0,64                                            | 420                                        | 890                                            | 8,1                                         | 8,6                  | 162                                                            | 125                  |
| Кирпич силикатный                                    | 1700                                    | 1350        | 2350                        | 0,68                                         | 0,72                                            | 364                                        | 664                                            | 5,4                                         | 8,2                  | 123                                                            | 133                  |
| Керамзитобетонные мелкие<br>блоки                    | 1200                                    | 950         | 1630                        | 0,31                                         | 0,34                                            | 285                                        | 356                                            | 4,4                                         | 6,5                  | 86                                                             | 120                  |
| Газобетонные мелкие блоки<br>(автоклавные)           | 600                                     | 650         | 430                         | 0,12                                         | 0,18                                            | 173                                        | 425                                            | 2,2                                         | 4,6                  | 65                                                             | 115                  |
| <b>Стены из новых материалов</b>                     |                                         |             |                             |                                              |                                                 |                                            |                                                |                                             |                      |                                                                |                      |
| Безобжиговый кирпич из<br>легкого шлакозобетона      | 1300                                    | 105         | 1750                        | 0,34                                         | 0,37                                            | 233                                        | 270                                            | 3,2                                         | 6,6                  | 28                                                             | 120                  |
| Зобетонные поризован-<br>ные стеновые камни          | 900                                     | 850         | 880                         | 0,22                                         | 0,25                                            | 178                                        | 247                                            | 3,8                                         | 5,5                  | 45                                                             | 122                  |
| Шлакоарбалитовые стено-<br>вые камни                 | 800                                     | 75          | 730                         | 0,19                                         | 0,21                                            | 164                                        | 235                                            | 3,4                                         | 5,7                  | 41                                                             | 120                  |
| Газопенозобетонные мел-<br>кие блоки (неавтоклавные) | 600                                     | 600         | 390                         | 0,13                                         | 0,16                                            | 145                                        | 332                                            | 2,0                                         | 4,1                  | 58                                                             | 113                  |

Особенно существенное значение имеет повышенная теплоемкость стен из ячеистого бетона для массового жилищного строительства на селе, когда теплопотери малоэтажных отдельных домов особенно велики. Тепло уходит через все наружные стены, покрытие и подполье, его потери в 4–5 раз превышают теплопотери квартир многоэтажных домов. Необходимо, чтобы требования СНиП о повышенной теплотности стен выполнялись на всех этапах – от проектирования до эксплуатации. При этом важно, чтобы материалы с низкой теплопроводностью, типа ячеистого бетона, применялись для всех частей жилых домов: оснований полов, ограждений подполья, покрытий.

**Кладки каменных стен.** В зависимости от вида мелкоформированных стеновых изделий, их физико-механических свойств и конструктивных требований применяют различные типы ручной кладки стен. По системе перевязки вертикальных швов кладка подразделяется на однорядную (цепную) и многорядную. Сплошная кирпичная кладка из обыкновенного кирпича по **однорядной** системе (цепной) перевязки швов состоит из одинакового количества чередующихся тычковых и ложковых рядов. По этой системе перевязываются все вертикальные швы кладки: поперечные – на  $1/4$  кирпича, а продольные вертикальные каждого ряда – на  $1/2$  кирпича (рис. 97). **Многорядная** система перевязки отличается от однорядной чередованием одного тычкового ряда с пятью ложковыми рядами. Поперечные вертикальные швы пяти ложковых рядов (при одинарном кирпиче) перекрываются на  $1/2$  кирпича, а тычкового – на  $1/4$  кирпича. Вертикальные продольные швы перевязываются одним тычковым рядом на  $1/2$  кирпича. При выборе систем перевязки кирпичной кладки следует учитывать, что многорядная система менее чувствительна к осадкам здания, чем цепная, и, кроме того, менее трудоемка.

Наиболее существенными деталями кирпичной кладки являются углы наружных стен, четверти для проемов и примыкание внутренних стен к наружным. Так, при цепной системе для перевязки ложковый ряд заканчивается на углу трехчетверками, которые своими тычками по фасаду продолжают тычковый ряд угла. При многорядной кладке тычковые ряды в углу сходятся, и наружный угол образуется двумя трехчетверками, а остающиеся при этом зазоры в  $1/4$  кирпича заполняются боем кирпича (см. рис. 97).

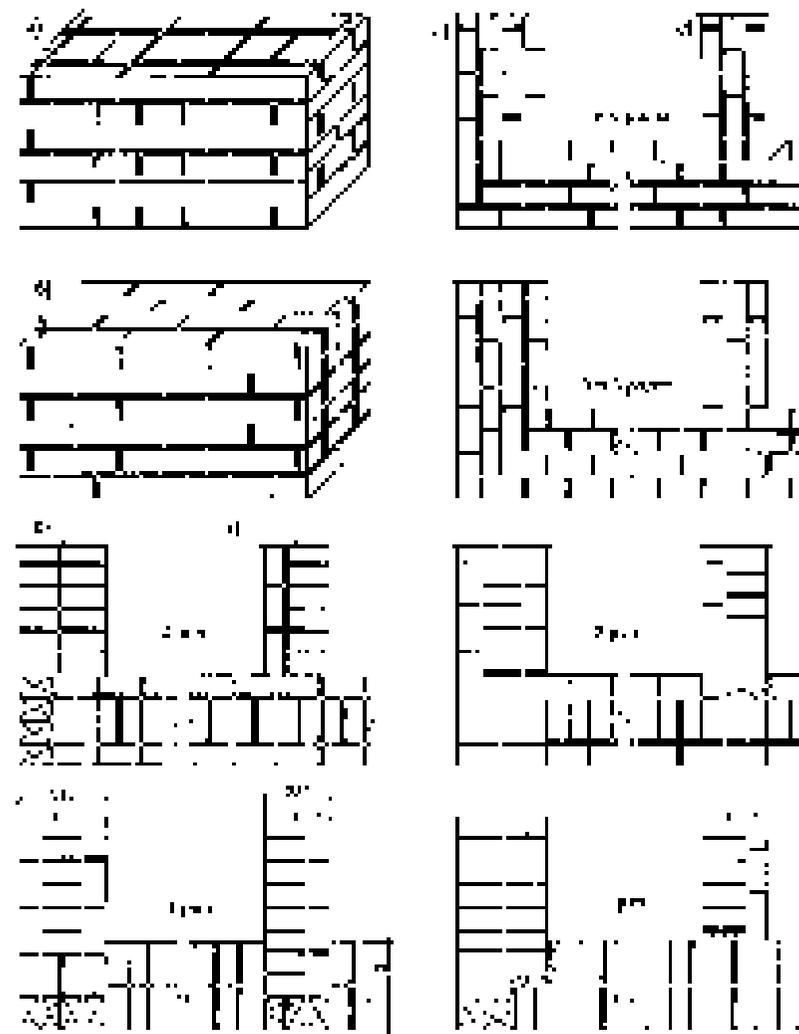


Рис. 97. Системы перевязки кирпичной кладки.

**а** – цепная система перевязки; **б** – то же, многорядная; **в** – угол наружных стен при цепной системе перевязки; **г** – сопряжение наружной и внутренней стен при цепной системе перевязки; **д** – угол наружных стен при многорядной системе перевязки; **е** – сопряжение наружной и внутренней стен при многорядной системе перевязки

В сопряжении наружной и внутренней стен при цепной системе перевязки кирпичной кладки к ложковому ряду наружной стены примыкает тычковый ряд внутренней стены, а через тычковый ряд наружной стены проходит ложковый ряд внутренней стены, заканчивающийся по фасаду трехчетверками (см. рис. 97). Сопряжение наружной и внутренней стен при многорядной системе перевязки решается с применением 1/2 и 1/4 кирпича. Одно- и многорядные кладки применяются для одинарного и модульного глиняного, силикатного, шлакового кирпича.

Наиболее эффективной кладкой из керамических стеновых изделий является кладка из пустотелых камней и кирпича (см. рис. 98). Так, масса этих стен при толщине 380 мм равна 535–570 кг/м<sup>3</sup>, что на 35–40 % ниже массы обычной кирпичной стены в два кирпича. При керамических камнях с вертикальными пустотами для всех элементов кладки стен применяется только один тип камней, который может также рассекаться на половинки и трехчетверки. При укрупненных камнях необходим комплект из двух типов камней размерами в плане 250×250 и 120×250 мм. Для таких камней с вертикальными или горизонтальными пустотами система перевязки швов кладки принята двухрядной. Для стен толщиной 380 или 510 мм из камней с вертикальными пустотами применяют цепную систему перевязки. Такая кладка обеспечивает наиболее высокое сопротивление стены теплопередаче. Теплотехнические свойства стены многорядной кладки из указанных камней снижаются из-за большого количества поперечных стенок керамических камней, располагаемых в ложковых рядах перпендикулярно наружной поверхности стены.

Кладку из керамических камней применяют главным образом для наружных стен и сопрягают с кладкой внутренних стен из одинарного кирпича. Существенной деталью конструкции является примыкание, осуществляемое перевязкой ряда камней на 1/2 кирпича (на половину длины камня). Каждому ряду камней соответствует два ряда кирпича. С целью сохранения теплотехнических свойств облегченной наружной стены в образующейся штрабе кирпич не должен входить в тело наружной стены (см. рис. 98).

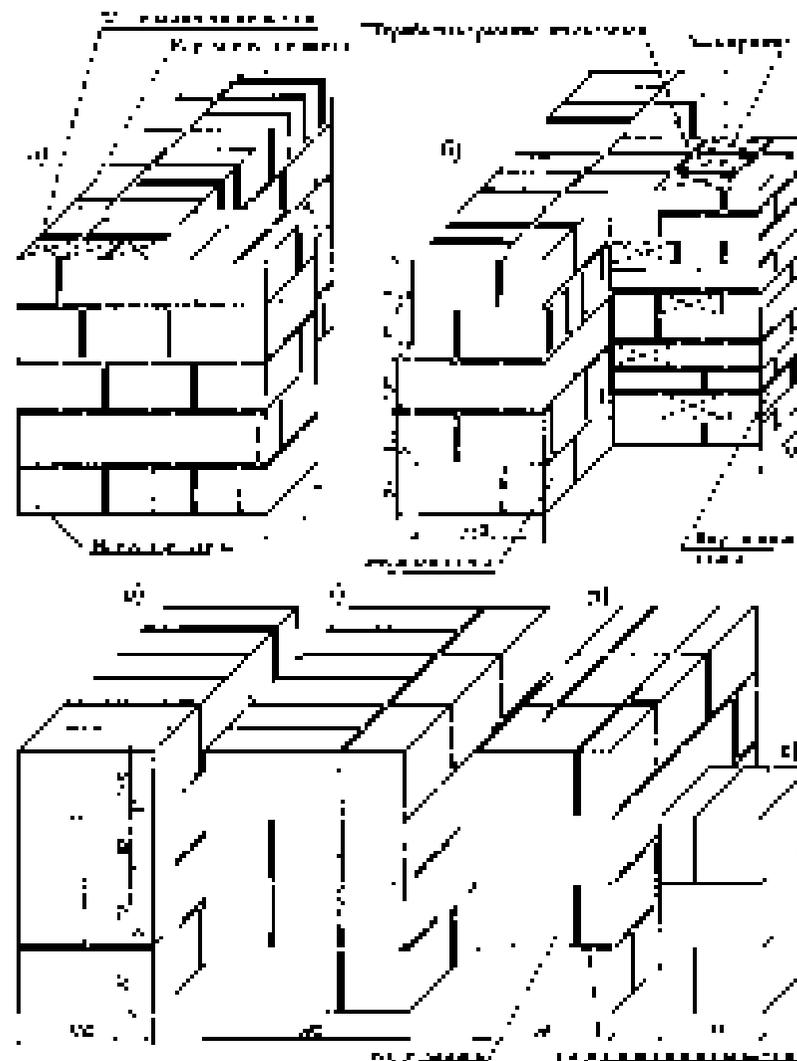


Рис. 98. Кладки из стеновых камней.

**а** – угол наружных стен из пустотелых керамических камней; **б** – примыкание внутренней кирпичной стены к наружной стене из керамических камней; **в**, **г** – кладка из сплошных бетонных и естественных камней; **д** – кладка из бетонных камней со щелевидными пустотами; **е** – кладка из ячеистых камней

Сплошные кладки из беспустотных бетонных и природных камней могут выполняться трехрядными при чередовании двух ложковых и одного тычкового рядов. Кладка из пустотелых бетонных камней (со щелевидными пустотами) обычно двухрядная, в которой каждый ряд ложковый. Ложковые ряды образуются верстами из целых камней и их продольных половинок (см. рис. 98).

**Варианты конструктивных решений наружных стен из мелкоштучных материалов.**

**Вариант 1** – кладка из кирпича с образованием воздушной или заполненной утеплителем прослойки шириной 50–70 мм (рис. 99). При этом варианте расход кирпича сокращается на 15–20 % по сравнению с расходом кирпича сплошной кирпичной кладки стены толщиной 510 мм, и на 35–40 % – стены толщиной 640 мм. Сопротивление теплопередаче стены при использовании в качестве утеплителя минеральной ваты увеличивается на 60 %, при использовании пенополистирола – на 100 %, на 35 % уменьшается расход раствора и на 10 % – трудозатраты на возведение стен по сравнению с трудозатратами на кладку сплошной кирпичной стены толщиной 510 мм.

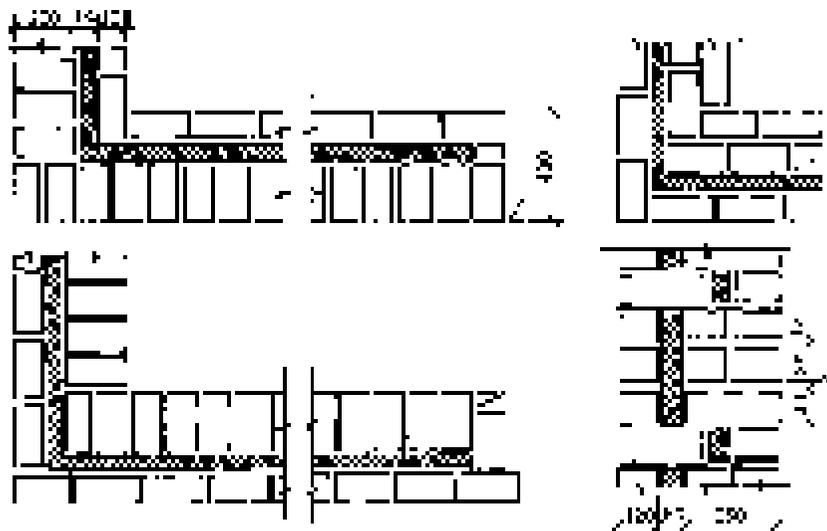


Рис. 99. Облегченная кладка с уширенным швом толщиной 60 мм, заполненным эффективным утеплителем

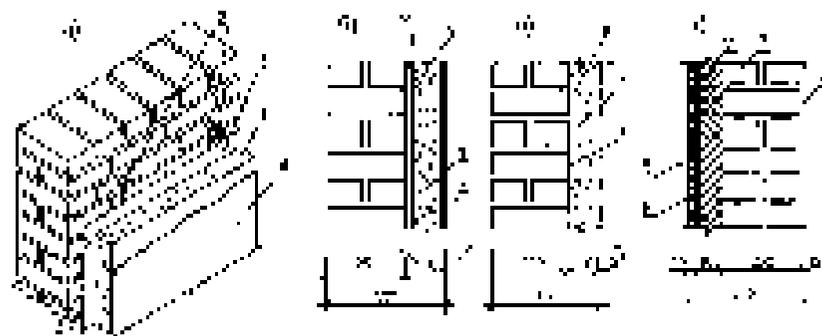


Рис. 100. Кирпичная кладка толщиной в один кирпич с утеплением.

**а** – общий вид; **б, в** – кладка с внутренним утеплителем; **г** – кладка с наружным утеплением стены. **1** – гипсоопилочные плиты; **2** – рейки толщиной 25–50 мм; **3** – пароизоляция; **4** – штукатурка; **5** – воздушная прослойка; **6** – плиты из ячеистого бетона; **7** – неорганический клей; **8** – пенополистирол; **9** – доски обшивки толщиной 25 мм.

Для возведения таких стен может быть использован как полностью, так и эффективный (пустотелый) кирпич. При этом виде кладки лицевые ложковые ряды перевязывают с основной стеной через 4–6 рядов тычковыми рядами кирпичей и металлическими связями. С наружной стороны такие стены во избежание продувания обычно оштукатуриваются или выкладываются с расшивкой швов.

**Вариант 2** – кирпичная кладка с внутренним или наружным утеплением (рис. 100). По сравнению с первым этот вариант проще. Он позволяет вести работы по утеплению стен во вторую очередь. Кроме того, в этом случае максимально используются прочностные качества стены толщиной 250 мм.

Для утепления стен изнутри можно использовать фибролит, ячеистый бетон, мягкие древесноволокнистые, минераловатные плиты, пенопласт, пенополистирол. Плиты из органических материалов устанавливают по маякам на отnose, при этом воздушная прослойка является дополнительным утеплением стены. Неорганические утеплители крепят к стене непосредственно на растворе или на неорганических клеях. Кирпичные стены имеют большую тепловую инерционность: они медленно прогреваются и также медленно остывают.

В кирпичных домах температура внутри помещений имеет незначительные суточные колебания, и это является их достоинством. Большая масса охлажденных стен каждый раз требует значительного расхода топлива для их прогрева, а резкие перепады температуры внутри помещений приводят к конденсации влаги на внутренних поверхностях кирпичных стен. В этом случае с наружной стороны утеплителя обязательно должна быть гидроизоляция, а в конструкции стены предусмотрен отвод образующегося конденсата. Для наружного утепления лучше использовать минераловатные плиты или пенопласт. В качестве водоотталкивающего слоя целесообразно использовать облицовку из сайдинга, фасадных плиток и штукатурки.

Тепловлажностный режим у такой системы лучше, чем у стены с утеплителем, расположенным с внутренней стороны кирпичной кладки. Расположение теплоизоляционного слоя с наружной стороны здания представляет с точки зрения строительной физики некоторые преимущества. Такая стена аккумулирует тепло и становится более теплоустойчивой. Влияние температурных перепадов на кладку незначительно, поэтому никаких трещин не возникает. Отсутствуют мостики холода, так как несущие конструкции и перемычки тоже изолируются, тем самым предотвращается повреждение здания от температурных воздействий. Происходит естественная диффузия водяных паров в атмосферу, так что в помещении обеспечивается комфортный микроклимат.

**Вариант 3** – стена состоит из двух параллельных стенок толщиной 120 мм (1/2 кирпича), связанных между собой вертикальными поперечными стенками в 1/2 полнотелого кирпича или гибкими связями, располагаемыми на расстоянии 0,6–1,2 м по длине стены (рисунки 101, 102). Образующиеся вертикальные пустоты (колодцы) заполняются утеплителем. На уровне верха проемов, а также на уровне перекрытий устраивают горизонтальные перемычки (диафрагмы) из кирпича.

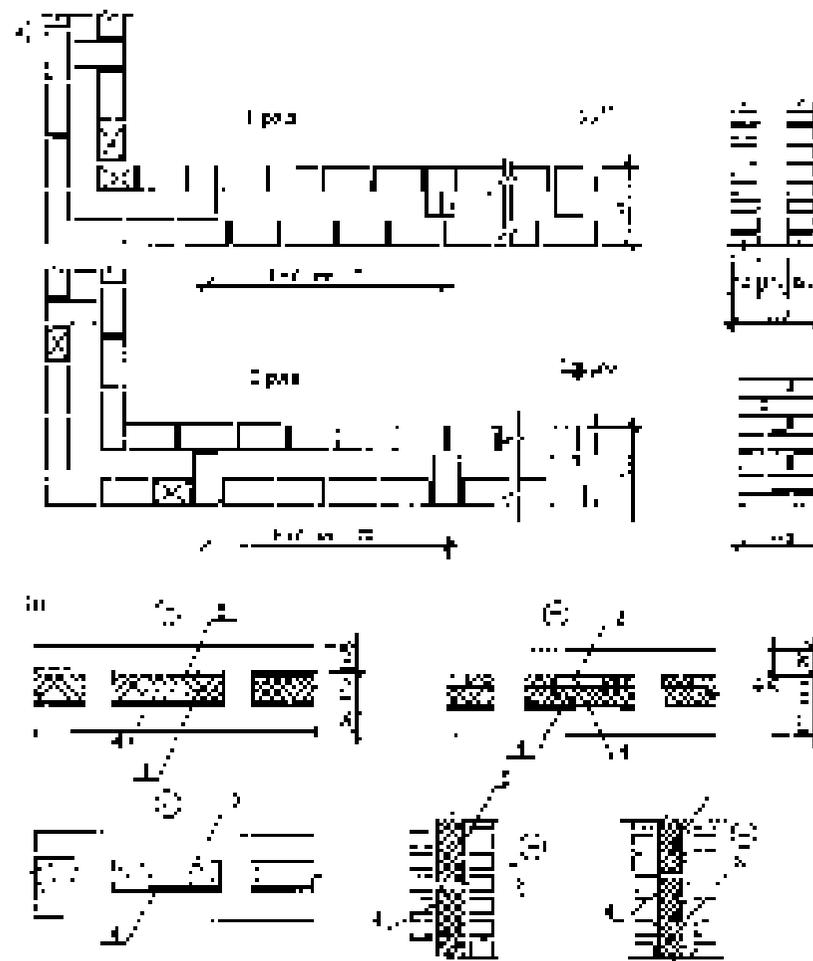


Рис. 101. Облегченная кладка в виде кирпичных стенок, соединенных жесткими кирпичными связями.

**а** – кирпичная кладка; **б** – варианты расположения утеплителя. **1** – утеплитель плитный жесткий; **2** – утеплитель из неоседающих засыпок или из полимерных композиций; **3** – засыпка из местных материалов; **4** – пароизоляция; **5** – картон строительный антисептированный

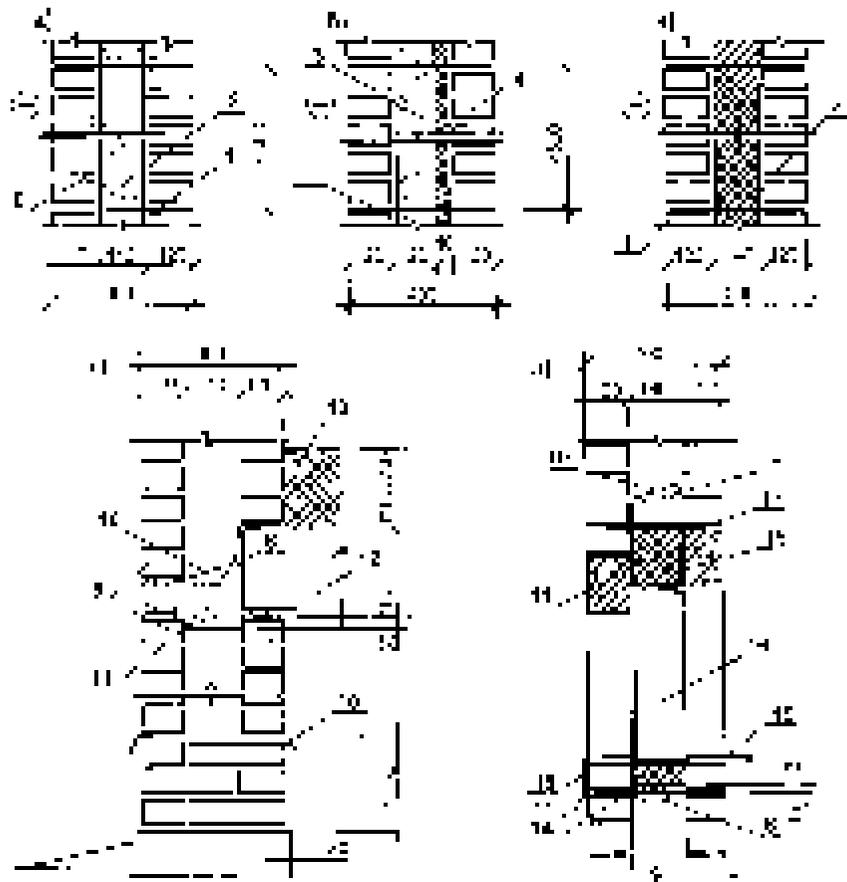


Рис. 102. Облегченная кладка в виде кирпичных стенок, соединенных гибкими (металлическими) связями.

а–в – варианты расположения утеплителя; г – опирание перекрытия на стену и узел опирания стены на фундамент; д – дверной (оконный) проем в наружной стене. 1 – гибкие связи; 2, 3 – неоседающая и оседающая засыпки; 4 – плитный утеплитель; 5 – пароизоляция; 6 – пергамин; 7 – утеплитель по расчету; 8 – цементный раствор; 9 – открытые верхние швы; 10 – гидроизоляционный фартук из двух слоев рубероида; 11 – арматурная сталь; 12 – плита перекрытия; 13 – утеплитель цокольного перекрытия; 14 – негорючий утеплитель; 15 – перемычка; 16 – оконная или дверная коробка; 17 – металлическая скоба; 18 – слив; 19 – подоконная доска; 20 – фундамент

Для предупреждения усадки утеплителя через 360–600 мм по высоте глухих стен устраивают горизонтальные диафрагмы из армированного цементно-песчаного раствора или из тычковых рядов кирпича. Колодцевая (облегченная) кладка с плитным или засыпным утеплителем применяется для несущих стен жилых зданий, как правило, до четырех этажей. Внутренний слой стен, как правило, является несущим и определяется расчетом. В облегченных стенах утеплитель располагают так, чтобы в толще конструкции не скапливалась вода вследствие диффузии водяного пара из помещений наружу и его конденсации, а увлажнение материалов не превышало бы определенных пределов. Для внутренних слоев стен допускается применение кладки только из полнотелого керамического камня толщиной в 1–2 кирпича, а внутренний пароизоляционный слой должен иметь сопротивление паропроницанию не менее  $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па} / \text{мг}$ . Для помещений с относительной влажностью воздуха более 75 % желательно устраивать в стенах вентилируемые воздушные каналы или прослойки толщиной не менее 50 мм, через которые происходит удаление влаги, попавшей в массив стены и утеплителя. Отверстия для притока и вывода воздуха шириной в 1/2 кирпича должны составлять приблизительно 3 % площади фасада. При колодцевой кладке утеплитель хорошо защищен от внешних воздействий. Недостатком этой кладки является некоторое ослабление конструктивной прочности стены и наличие сплошных поперечных вертикальных рядов кладки (стенок колодцев), что ухудшает теплотехнические качества стены, так как создаются участки с большой теплопроводностью, так называемые мостики холода.

**Стены из ячеистого бетона.** Ячеистый бетон – эффективный строительный материал, характеризующийся высокими теплоизоляционными свойствами, легкостью и достаточной прочностью для возведения малоэтажных зданий. Плотность ячеистого бетона ( $500\text{--}700 \text{ кг/м}^3$ ) позволяет выпускать 27-килограммовые блоки для ручной кладки размером  $200 \times 300 \times 600 \text{ мм}$ . Блок ячеистого бетона может заменить в кладке 25–30 кирпичей массой до 120 кг. Теплозащитные свойства такого бетона позволяют значительно уменьшить толщину

стен: 1 м<sup>3</sup> ячеистого бетона заменяет тысячу штук керамических кирпичей. Данный бетон характеризуется высокой биостойкостью и пожаробезопасен. Исключительно благоприятное его качество – легкая обрабатываемость простейшими инструментами. Блоки из этого бетона пригодны для строительства практически во всех климатических регионах страны, включая северные.

Мелкие блоки из ячеистых бетонов рекомендуется использовать при кладке стен, перегородок, при относительной влажности воздуха помещений не более 75 %. Цоколь под стены из блоков ячеистых бетонов следует строить западающим на 40–50 мм, что обеспечит лучший отвод воды. Высота цоколя должна быть не менее 500 мм. Надежность и долговечность стен дома возрастет, если нижний ряд блоков выложить по ряду керамического кирпича. При устройстве несущих конструкций крыши по верхнему ряду блоков под мауэрлат необходимо выложить кирпичный пояс (3–4 кирпича). Наружные и внутренние несущие стены и перегородки следует сопрягать перевязкой с закладкой металлических анкеров в двух и трех уровнях. Простенки между проемами в несущих стенах рекомендуется выкладывать шириной не менее 600 мм, что соответствует длине блока.

В большинстве случаев кладка из ячеистобетонных камней требует защиты от непосредственного воздействия влаги как снаружи, так и изнутри помещения. Наружная отделка стен в построечных условиях выполняется водоэмульсионными красками и эмалями на органических растворителях. С внутренней стороны стены оштукатуривают либо обшивают досками, древесноволокнистыми, гипсокартонными плитами на основе с включением (или без) различных видов утеплителей: жестких минераловатных плит, пенополиуретана, пенополистирола и др. В последнем случае с наружной стороны утеплителя необходимо предусмотреть гидроизоляцию.

Из ячеистобетонных камней можно выполнять также эффективную кладку с соединением стенок толщиной 190 мм гибкими металлическими связями. В местах пересечения металлическими связями пустот, заполняемых утеплителем, связи необходимо защитить слоем цементного раствора толщиной не менее 30 мм (рис. 103).

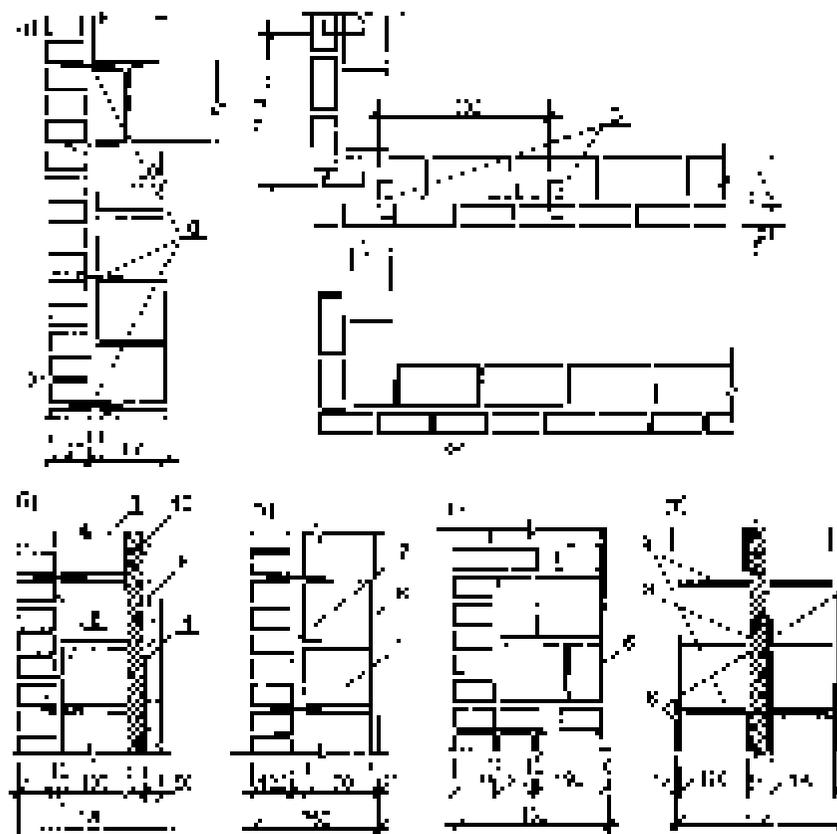


Рис. 103. Кладка из легкобетонных камней.

а–г – облицовка из кирпича; д – колодцевая кладка с эффективным утеплителем. 1 – легкобетонные камни; 2 – кирпичная облицовка; 3 – металлическая связь; 4 – минеральный войлок; 5 – гипсобетонные плиты; 6 – штукатурный слой; 7 – воздушная прослойка; 8 – металлическая связь; 9 – минеральная вата; 10 – пароизоляция

## 6.6. Крупноблочная стенная система

Крупноблочные стены применяются для возведения жилых зданий высотой до 16 этажей, масса блоков – 3–5 тонн. Для наружных стен блоки формируют из легкого или ячеистого бетона, для внут-

ренных – из тяжелого бетона. Разрезка стен на блоки по высоте этажа преимущественно двухрядная (из простеночных и перемычных блоков), хотя можно встретить и трех- и четырехрядные (в этом случае простеночные блоки делятся по высоте этажа). Установку крупных блоков ведут по принципу каменной кладки: на цементно-песчаный раствор и с перевязкой вертикальных швов.

Создание крупноблочной строительной системы было первым шагом индустриализации строительства зданий с бетонными несущими стенами. Внедрение крупнопанельной системы с более высоким уровнем индустриализации привело к значительному сокращению объемов строительства крупноблочных зданий. Повышение теплотехнических требований к наружным стенам способствует дальнейшему вытеснению крупноблочной системы, так как она ориентирована на однослойные конструкции наружных стен с сопротивлением теплопередаче в 2–3 раза ниже ныне требуемых. В связи с этим, в ближайшей перспективе крупноблочная система возможна для дальнейшего применения в малоэтажном домостроении с использованием дополнительного наружного утепления однослойных конструкций наружных стен и в комбинированном варианте, например, крупноблочные внутренние стены и слоистые наружные – из кирпичной кладки с утеплением или панельные. Детали стен из крупных блоков приведены на рис. 104.

Номенклатурой крупных бетонных блоков предусматривается двухрядная разрезка наружных стен и однорядная – внутренних. Предусмотрены следующие виды стеновых блоков (рис. 105): для наружных стен – простеночные (рядовые и угловые), перемычные, поясные (рядовые и угловые), подоконные и парапетные; для внутренних стен – рядовые, блоки поперечных стен лестничных клеток с консолями для опирания лестничных площадок, вентиляционные и электроблоки. Подоконные блоки имеют варианты с устройством холодного шкафа (в помещениях кухонь). Крупные блоки для внутренних стен бывают сплошные и с проемами.

Продольные и поперечные стены из крупных бетонных блоков связывают между собой: в углах наружных стен – угловыми блоками; в местах примыкания наружных и внутренних несущих стен – стальными анкерами. Перемычные и поясные блоки соединяют между собой анкерами, привариваемыми к закладным деталям (рис. 106).

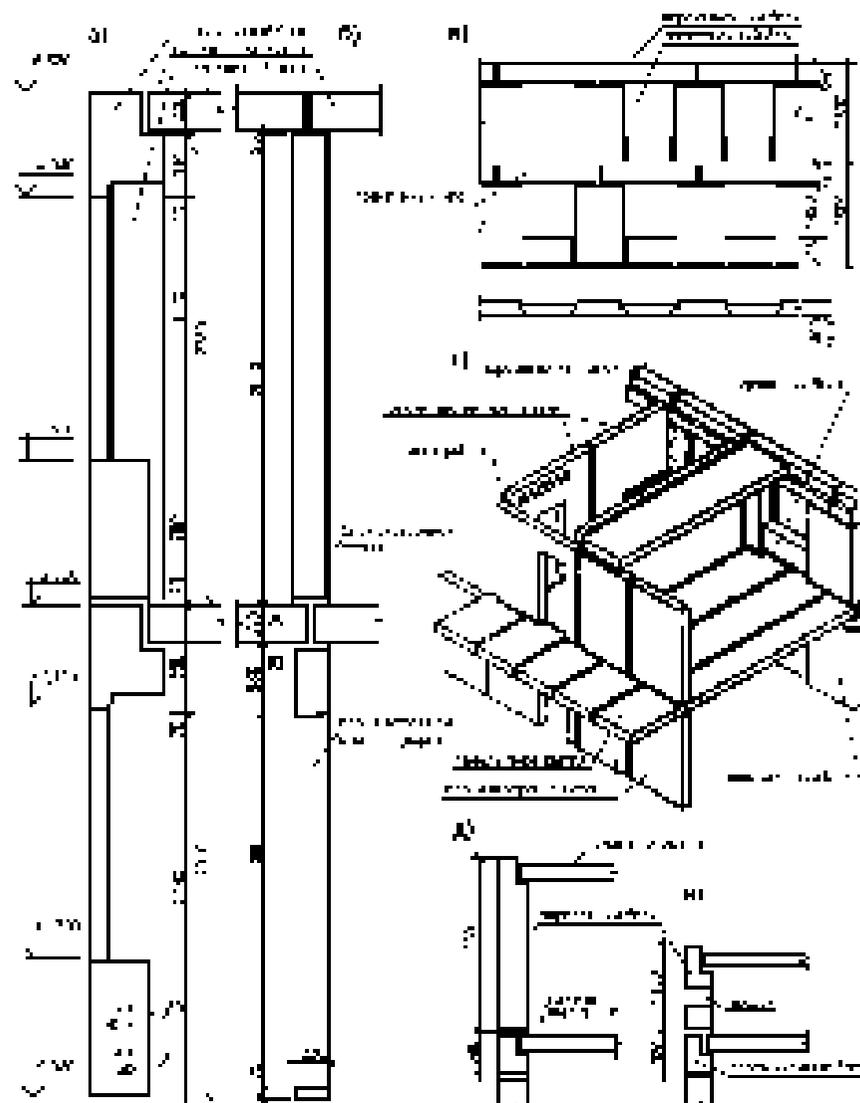


Рис. 104. Детали стен из крупных блоков.

а, б – порядовка наружной и внутренней стен; в – разрезка наружной стены; г – конструктивная схема фрагмента крупноблочного здания; д, е – парапет в зданиях с чердаком и без чердака

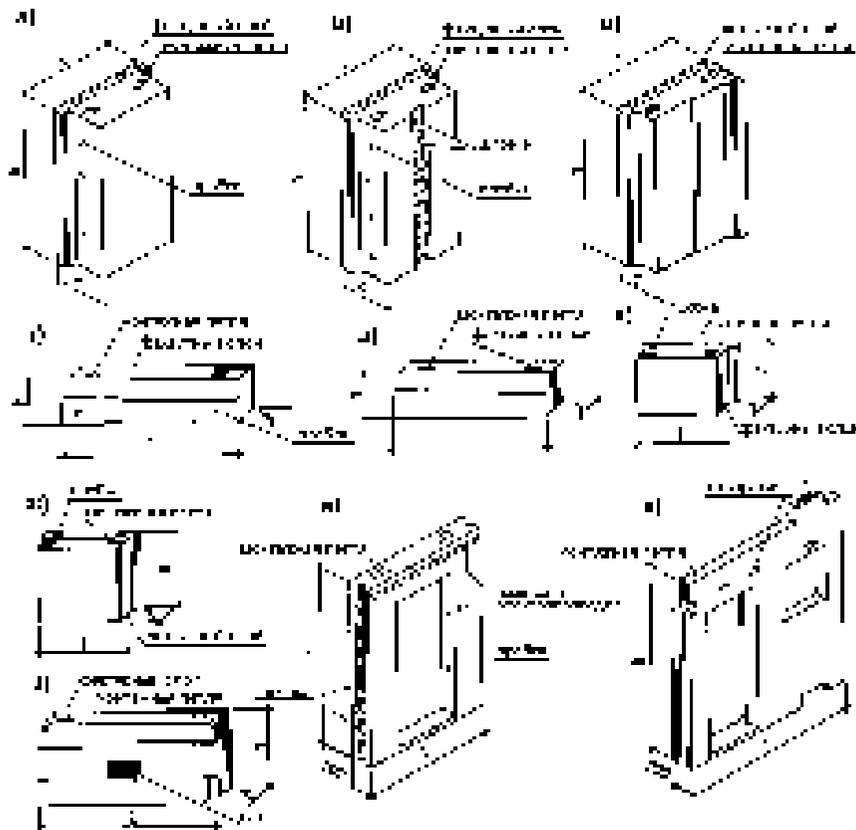


Рис. 105. Основные виды крупных блоков.

а – рядовой простеночный блок наружной стены; б – то же, с пазом для примыкания внутренней стены; в – угловой простеночный, г – перемычный, д – поясной, е – подоконный, ж – то же, с нишей для холодного шкафа, з – парапетный, и – железобетонный внутренней стены (с проемом), к – электротехнический (с проемом)

Вертикальные пазы перемычных и поясных блоков замоноличивают цементным раствором. Парапетные блоки крепятся к перемычным и поясным блокам наружных стен анкерами и накладками, привариваемыми к закладным деталям нижерасположенных блоков, а поверху их закрепляют панелями перекрытий.

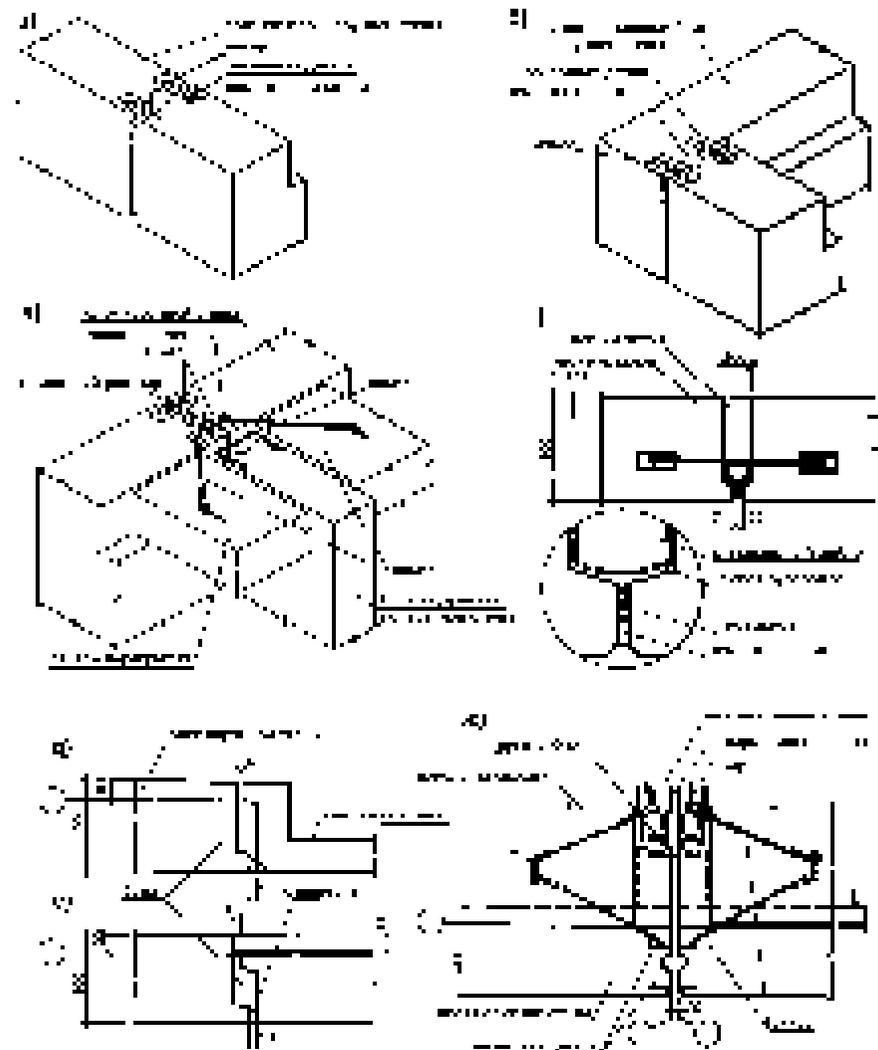


Рис. 106. Детали стыков стен из крупных блоков.

а – примыкание перемычных и поясных наружных стен; б – то же, угловых; в – примыкание блока внутренней стены к блокам наружной стены; г – примыкание простеночных блоков наружной стены; д – примыкание подоконного блока к простеночному с холодным шкафом под окном; е – то же, обычное; ж – деформационный шов

Все крупные блоки внутренних стен, в том числе и вентиляционные, соединяются между собой анкерами и накладками. В целом жесткость соединений элементов стен обеспечивают перевязкой вертикальных стыков ряда блоками перекрывающих рядов и стальными связями между блоками всех стен (см. рис. 106).

Армирование предусмотрено только для перемычных блоков – пространственными каркасами и поясными сварными сетками. Блоки внутренних стен на вертикальных гранях снабжены пазы и шпонками. Армирование блоков внутренних стен предусмотрено пространственными каркасами.

### 6.7. Стены крупнопанельных зданий

Социальную значимость жилищного строительства трудно переоценить. Общеизвестно, что значительная часть населения страны вынуждена проживать в условиях, которые не соответствуют стандартным даже в минимальной степени. Поправить такое положение можно лишь, всемерно развивая массовое жилищное строительство.

При существующем разнообразии конструктивно-технологических систем, используемых в жилищном строительстве, безусловным лидером является крупнопанельная конструктивно-технологическая система, несмотря на сложные производственные и экономические преобразования последних 10–15 лет.

Крупнопанельные наружные стены проектируют несущими, самонесущими или ненесущими. Применение самонесущих стен преимущественно ограничено зданиями средней этажности. Несмотря на исключительное разнообразие опробованных во всех странах систем разрезов наружных стен на сборные элементы, массовое распространение получила только однорядная разрезка (панели высотой в этаж, протяженностью на одну–две комнаты). В ограниченном объеме для несущих наружных стен домов средней этажности применяют двухрядную или вертикальную разрезку, а для несущих стен домов различной этажности – горизонтальную (рис. 107).

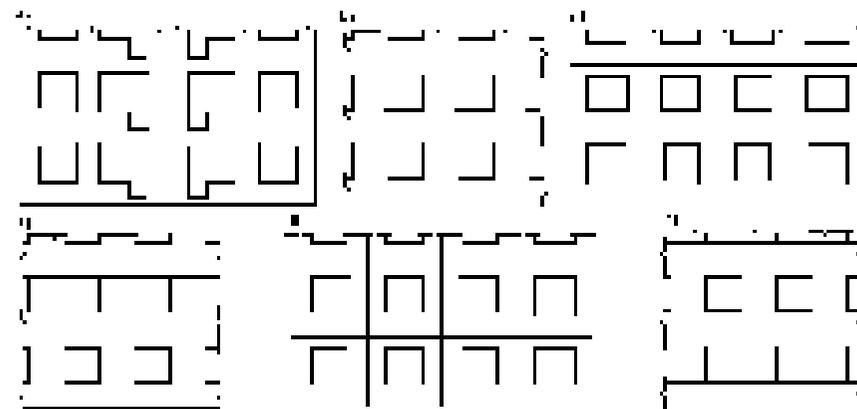


Рис. 107. Схемы разрезки панельных стен.

а – в – однорядная на две комнаты по длине и высоте; г – однорядная с Ш-образными панелями; д – однорядная на комнату; е – двухрядная (ленточная)

Панели наружных стен проектируют преимущественно бетонными одно-, двух-, трехслойной конструкции (рис. 108).

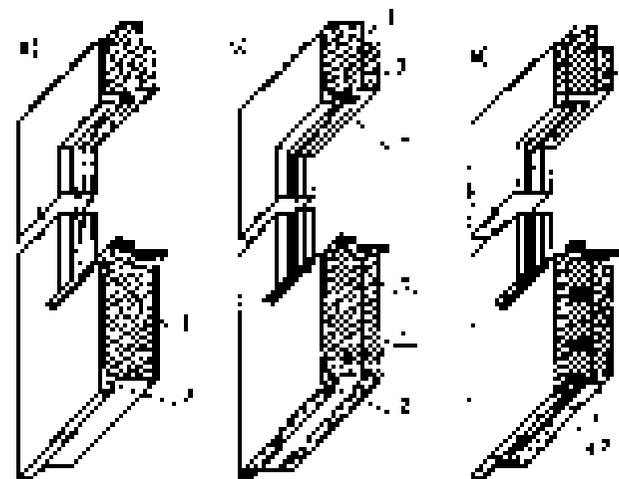


Рис. 108. Бетонные панели наружных стен.

а – однослойная; б – двухслойная, в – трехслойная: 1 – конструктивно-теплоизоляционный бетон, 2 – защитно-отделочный слой, 3 – конструктивный бетон, 4 – эффективный утеплитель

Панели несущих стен формируют однослойными из конструктивно-теплоизоляционных бетонов на пористых заполнителях (такие панели могут использоваться только в южных районах с высокими зимними температурами), для слоистых стен применяют тяжелый бетон в качестве несущего слоя. Однослойные панели из ячеистого бетона автоклавного твердения применяют в несущих стенах домов средней этажности и в ненесущих стенах – без ограничения этажности.

Панели однорядной разрезки нуждаются в большегабаритных автоклавах, если они отсутствуют, то применяют двухрядную (из простеночных и перемышечных элементов) горизонтальную разрезку стен.

Номенклатура стеновых панелей определяется каталогом индустриальных железобетонных и бетонных изделий, обязательных для применения в крупнопанельных жилых зданиях.

**Однослойная панель** – понятие условное, так как помимо основного бетонного слоя она содержит наружный защитно-отделочный и внутренний отделочный слой. Фасадный защитно-отделочный слой легкогобетонных панелей выполняют из паронепроницаемых декоративных бетонов и растворов либо из обычных растворов (с последующей заводской окраской), керамических и стеклянных плиток, тонких плит естественного камня, дробленых каменных материалов. С внутренней стороны на панель наносят отделочный слой раствора плотностью  $1800 \text{ кг/м}^3$  толщиной до 15 мм.

Наибольшая плотность и водонепроницаемость защитно-отделочного слоя достигается при формировании панелей фасадной поверхностью «лицом» вниз, что гарантирует наибольшую прочность сцепления бетона панели с облицовкой.

В панелях, изготавливаемых из ячеистых бетонов, для фасадно-отделочного слоя применяют поризованные растворы плотностью  $1300\text{--}1400 \text{ кг/м}^3$ , каменные дробленые материалы, мелкие керамические или стеклянные плитки либо стойкие синтетические краски на основе поливинилхлорида (ПВХ) или поливинилацетата (ПВА).

**Бетонные панели двухслойной конструкции** имеют несущий и утепляющий слой: несущий – из тяжелого или конструктивного бетона, утепляющий – из конструктивно-теплоизоляционного легко-

го бетона плотной или пористой структуры. Несущий слой толщиной не менее 100 мм располагается с внутренней стороны. Для фасадно-отделочного слоя применяют те же материалы, что и в однослойных панелях. При их изготовлении также наиболее целесообразно осуществлять формирование «лицом» вниз.

Конструктивное армирование двухслойных панелей в целом аналогично применяемому для однослойных, но имеет некоторые отличия: рабочая арматура перемычек и связевые элементы располагаются во внутреннем несущем слое, а фасадно-отделочный слой дополнительно армируют сеткой. При применении утепляющего слоя крупнопористой структуры расположенные в нем арматурные элементы защищают от коррозии.

**Бетонные трехслойные панели** имеют наружный и внутренний слои из тяжелого или конструктивного легкого бетона и заключенный между ними утепляющий слой. Минимальный класс по прочности на сжатие тяжелого бетона В15, легкого – В10. Для утепляющего слоя применяют материалы с коэффициентом теплопроводности в пределах  $0,04\text{--}0,1 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$  – в виде блоков, плит или матов (стекло- и минераловатные плиты, плиты пенополистирола, пеностекла, фибролита). В экспериментальном строительстве для утепления панелей используют заливочные пенопласты, полимеризующиеся в полости панели.

Бетонные слои панелей объединяют жесткими или гибкими связями. Конструкции гибких связей состоят из отдельных металлических стержней, которые обеспечивают монтажное единство панели при независимой статической работе ее бетонных слоев. Гибкие связи не препятствуют температурным деформациям наружного бетонного слоя, исключая возникновение температурных усилий в несущем слое. Элементы гибких связей выполняют из стойких к атмосферной коррозии низколегированных сортов сталей или из обычной строительной стали с долговечным антикоррозионным покрытием. В трехслойных панелях нагрузка от массы наружного бетонного слоя и утеплителя передается через гибкие связи на внутренний бетонный слой. Наружный слой по требованиям долговечности проектируют

толщиной не менее 65 мм и армируют стальной сеткой. Вдоль стыковых граней панели и проемов в ней наружный бетонный слой утолщают для устройства профилировки стыков и граней проемов. Толщину внутреннего слоя принимают по расчету, но не менее 100 мм по условиям анкеровки в нем стальных связевых элементов (закладных деталей, выпусков арматуры и т.п.).

Наряду с гибкими в трехслойных панелях применяют и жесткие связи между бетонными слоями в виде армированных ребер из тяжелого или конструктивного легкого бетона. Жесткие связи обеспечивают совместную статическую работу бетонных слоев, защиту соединительной арматуры от коррозии и простоту изготовления. Но их применение сопровождается появлением теплотехнических недостатков: опасностью выпадения конденсата на внутренней поверхности стен в местах теплопроводных включений (соединительных ребер) при резком похолодании и дополнительными теплопотерями.

Как правило, наружные стеновые панели изготавливают с одновременной установкой в них окон, дверей, подоконных плит и т. д.

**Типы панелей наружных стен и их конструктивное решение.** Номенклатура таких изделий весьма обширна. Она зависит от величины шагов поперечных стен, наличия оконных и дверных проемов, сопряжения с плитами балконов и лоджий и других факторов. Основными панелями являются *рядовые* и *подбалконные с проемами*, *торцовые угловые* (гладкие и с проемами), *панели ризалита* (выступа, глухие).

Решения панелей легкобетонных наружных стен учитывают применение закрытых стыков. Эти панели имеют противодождевой барьер поверху и понизу в виде гребня. Снаружи гребень должен быть покрыт водонепроницаемой мастикой. Высота гребня зависит от толщины перекрытия. Вертикальные торцы этих панелей имеют четверти, ограничители и шпонки (рис. 109).

Углы панелей поверху и понизу снабжены петлевыми выпусками для сопряжения панелей наружных стен между собой и с панелями внутренних стен. Поверху панелей расположены гребень и строповочные выпуски.

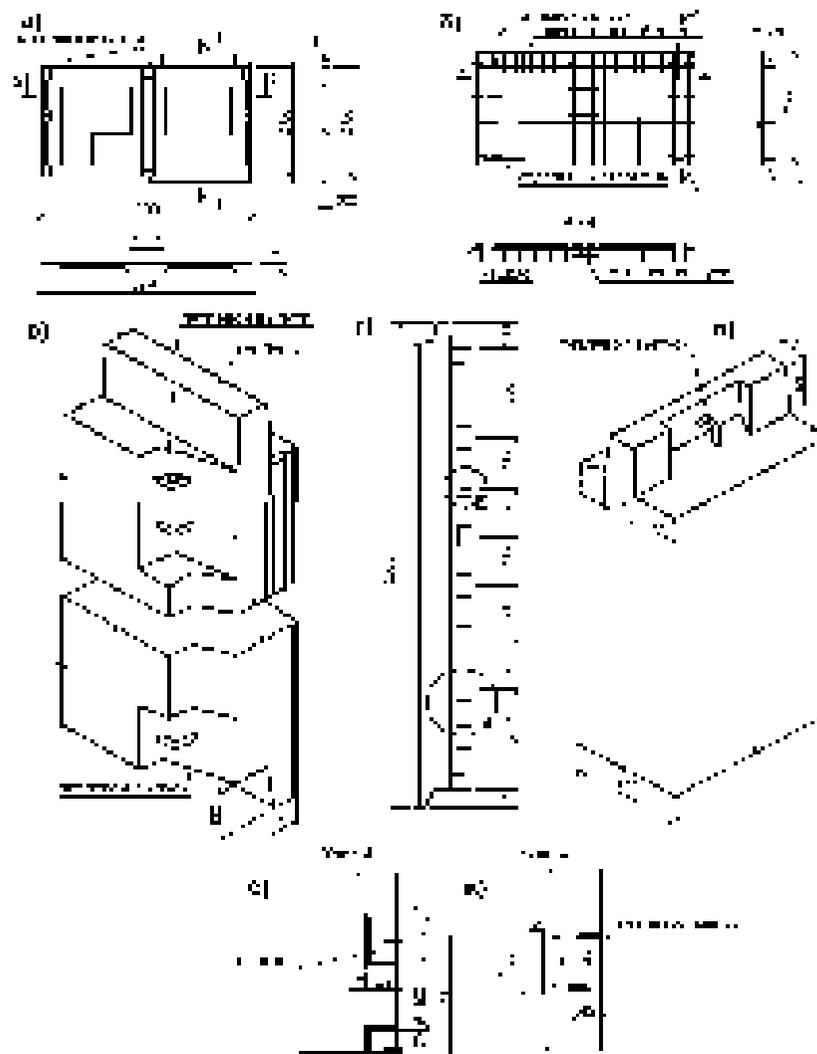


Рис. 109. Рядовая легкобетонная однослойная панель наружной стены.

а – опалубочный чертеж панели; б – схема пространственного арматурного каркаса; в – вертикальный торец панели с петлевыми выпусками арматуры; г, е – шпонки на вертикальном торце панели, д – гребень и строповочные петли панели; ж – петлевой выпуск для крепления монтажных подкосов

Трехслойные железобетонные панели предназначены для наружных стен жилых зданий с влажностью воздуха не выше 75 %. Наружные и внутренние слои выполняются из тяжелого или конструктивного легкого бетона. Трехслойные панели армируются сварными каркасами. Наружный железобетонный несущий слой защищает стены от внешних воздействий и имеет отделку. Внутренний слой воспринимает нагрузку от перекрытий и собственного веса.

Утеплением трехслойных стеновых панелей служат жесткие и полужесткие теплоизоляционные изделия или сплошной легобетонный слой с объемной массой материалов не более  $400 \text{ кг/м}^3$ .

Номенклатура трехслойных железобетонных панелей наружных стен по типоразмерам взаимозаменяема с такой же номенклатурой однослойных легобетонных панелей. Они изготавливаются одношаговыми и двухшаговыми для зданий с расстояниями между поперечными стенами от 2,4 до 6,6 м, высотой 5 и 9 этажей.

Панели и профили их торцов (рис. 110) разработаны с учетом устройства стыков, предусматривающих поэтажный отвод воды, попадающей в декомпрессионные полости закрытых стыков (рис. 111). Поверху и понизу панели имеют гребни противодождевого барьера, на вертикальных торцах – шпонки, а также петлевые выпуски и строповочные петли, аналогичные легобетонным панелям. Для регионов с повышенной влажностью предпочтительными являются открытые стыки панелей, позволяющие выводить влагу, конденсирующуюся на водоотбойных лентах внутри открытого стыка (рис. 112).

Железобетонные слои трехслойных панелей армируются по-разному. Внутренний несущий слой имеет арматуру в виде пространственных каркасов, наружный – в виде сеток.

Конструкция трехслойных панелей учитывает специфику их изготовления. Трехслойные панели изготавливаются «лицом» вверх. Сначала бетонируют внутренний слой панели, затем укладывают слой теплоизоляции. После укладки арматурных сеток наружного слоя устанавливают анкерные стержни для гибких связей, бетонируют наружный слой и устраивают отделку.

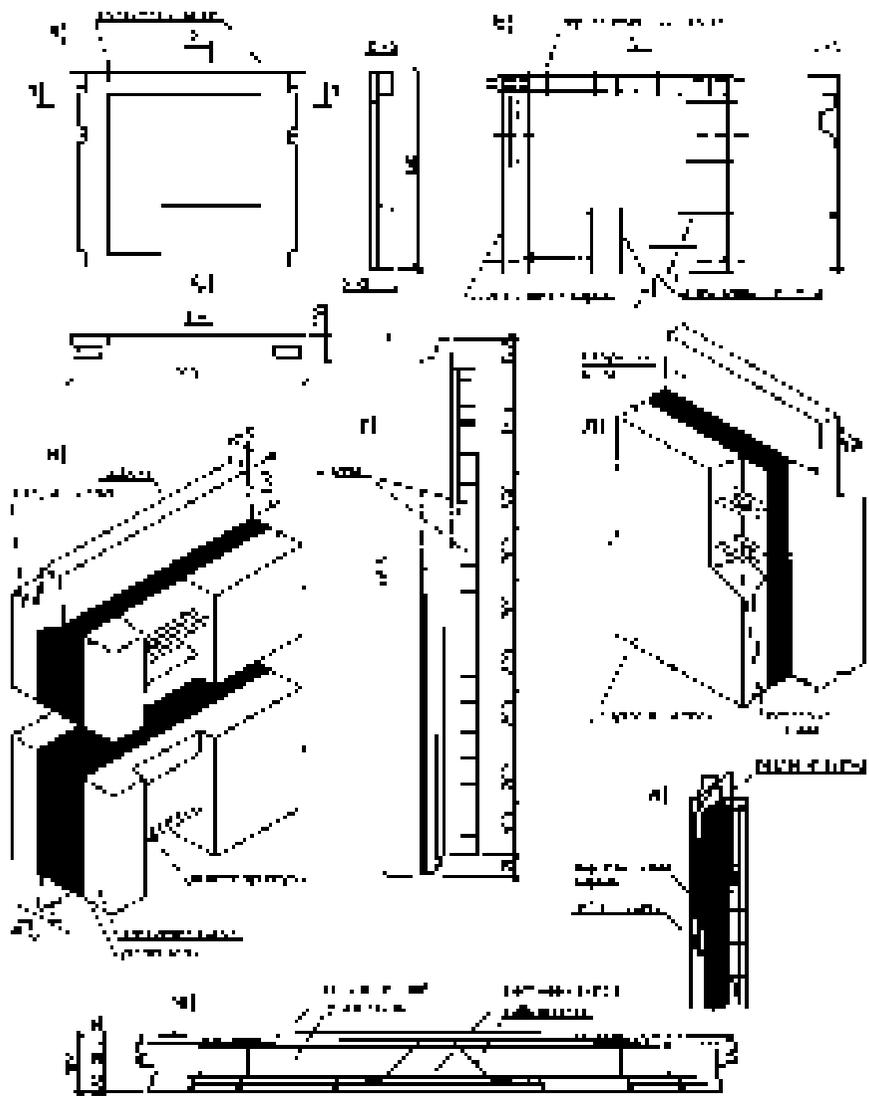


Рис. 110. Трехслойная железобетонная панель наружной стены.

а – опалубочный чертеж подбалконной панели; б – схема армирования подбалконной панели; в – деталь штробы со шпонками; г – шпонки на вертикальном торце рядовой панели; д–ж – армирование панели и гибкие связи рядовой панели

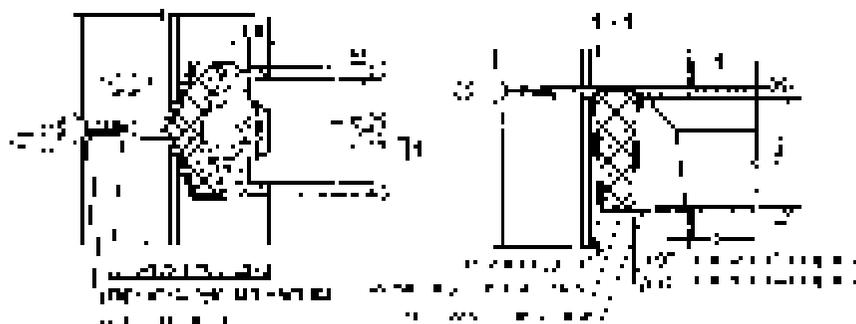


Рис. 111. Закрытый стык наружных стеновых панелей.

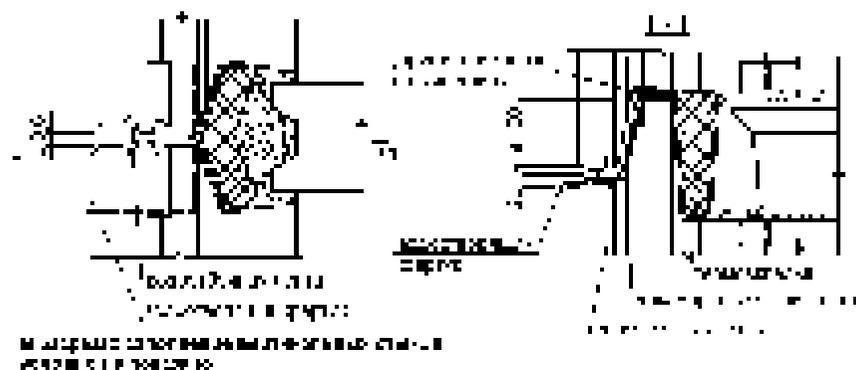


Рис. 112. Открытый стык наружных стеновых панелей.

**Железобетонные панели внутренних стен.** Железобетонные крупные панели внутренних стен крупнопанельных жилых зданий изготавливают из тяжелого бетона. При технико-экономическом обосновании и наличии соответствующих материалов такие панели могут быть легкобетонными. Панели внутренних стен могут иметь каналы и углубления для внутренней (скрытой) электропроводки. Панели внутренних стен выпускают полной заводской готовности (рис. 113).

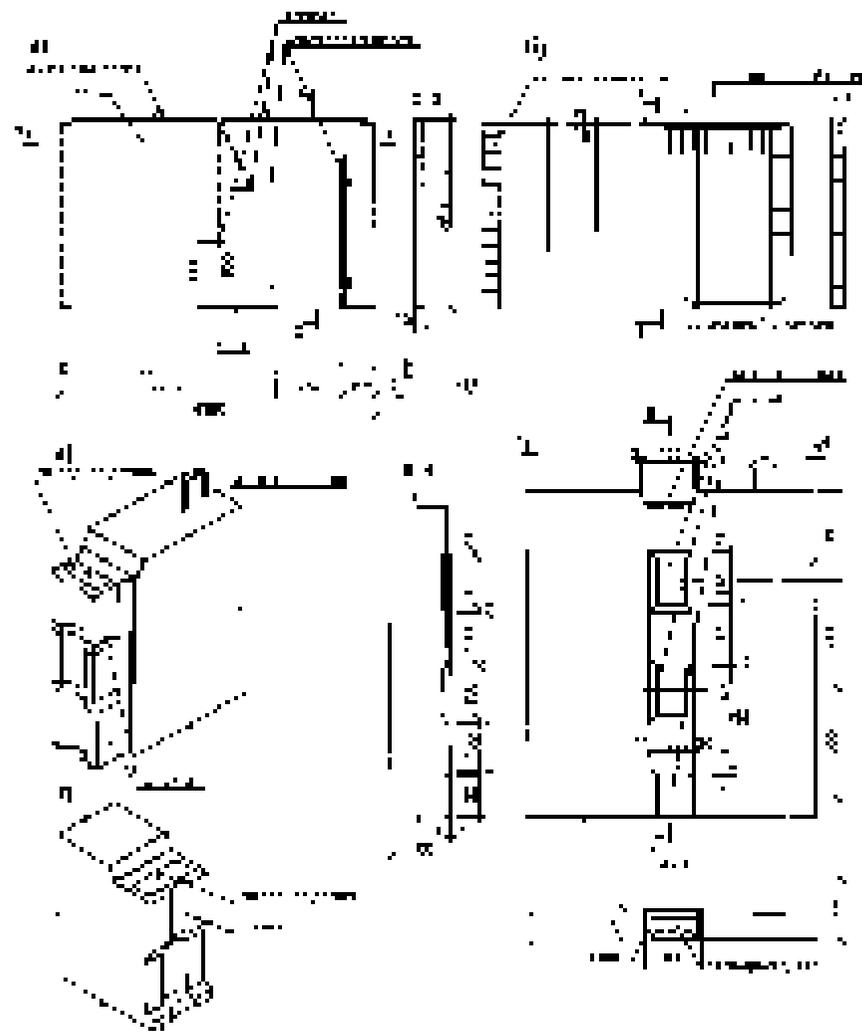


Рис. 113. Железобетонная панель внутренней стены.

**а** – опалубочный чертеж панели; **б** – схема пространственного арматурного каркаса; **в** – деталь гребня со шпонками на вертикальном торце панели; **г** – паз панели на вертикальном торце; **д** – штробы со шпонками на поверхности панели для стыка с поперечной стеной

## 6.8. Конструкции стен из крупных бетонных панелей

Проектные решения крупнопанельных жилых зданий предусматривают внутренние стены из железобетонных панелей толщиной 120 и 160 мм, наружные из легкогобетонных или трехслойных панелей толщиной 250, 300, 350 и 400 мм, перекрытия – из плоских железобетонных панелей толщиной 120 и 160 мм, опираемых на стены по контуру.

Взаимная компоновка панелей, призванная обеспечить совместность работы сборных элементов на внешние и внутренние воздействия и нагрузки (силовые и несилловые), подчинена геометрическим, климатическим и прочностным требованиям. При этом особенно существенной и относительно новой задачей для конструкторов является решение стыков и связей между сборными элементами как средства, воссоздающего единство конструкции, разрезанной на сборные элементы.

Совместная работа панелей, их стыков и связей при проектировании обеспечивается полным учетом не только силовых воздействий и нагрузок, но и присущих району строительства атмосферных воздействий и инженерно-геологических особенностей местности. Решающее влияние на выбор типа конструкции панелей наружных стен оказывают влажность климата в районе строительства и интенсивность дождей с ветром («косых дождей»). Именно эти климатические параметры определили нормативные регламентации областей применения различных вариантов панелей стен и герметизации их стыков. В конструкции стыков повторяют все мероприятия, связанные с ограждающей функцией наружных стен и предусмотренные в панелях: теплоизоляция стыков – вкладышами из эффективных утеплителей в полости всех вертикальных и горизонтальных стыков, водонепроницаемость – специальной водоотводящей профилировкой и герметизацией синтетическими мастиками, воздухонепроницаемость – специальной оклейкой стыков и т.п.

На рис. 114, а и б показаны наружные стены из легкогобетонных панелей толщиной 250, 300 мм, при которых требуется противодождевой барьер в горизонтальных стыках, и толщиной 350, 400 мм без барьера.

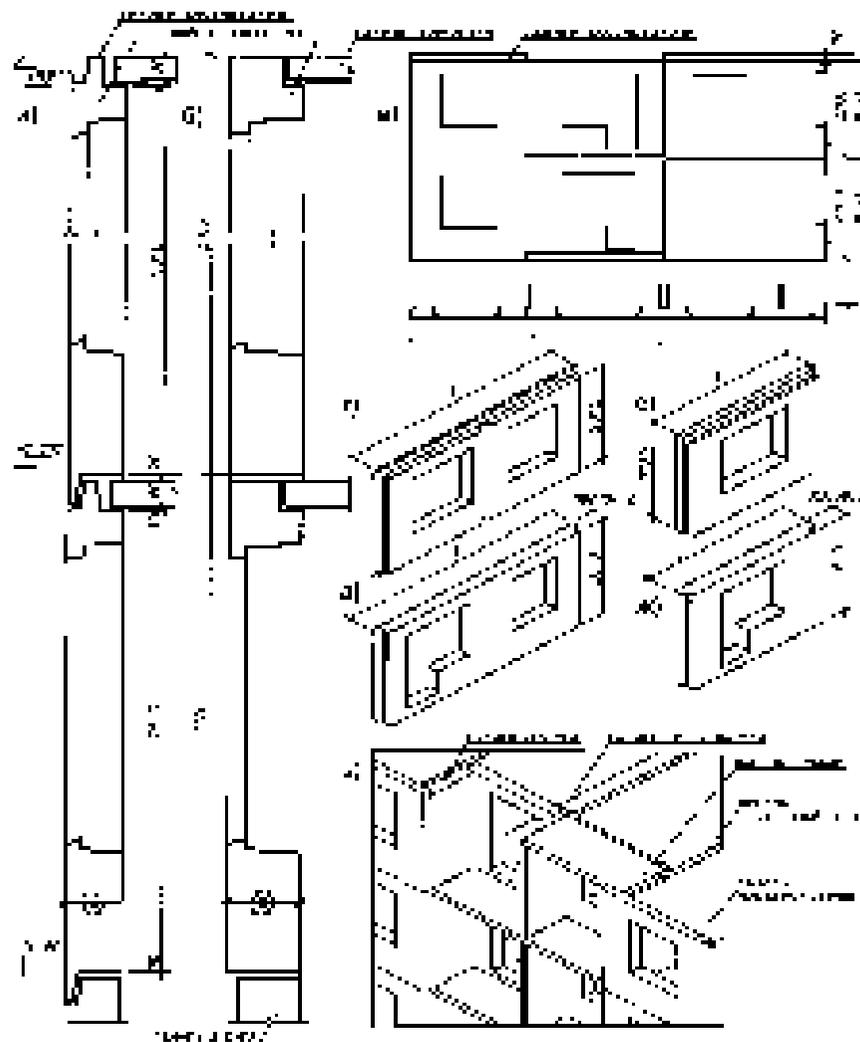


Рис. 114. Наружные стены из легкогобетонных панелей.

а – порядовка наружной стены толщиной до 300 мм (с противодождевым барьером); б – то же, толщиной более 300 мм (без барьера); в – разрезка наружной стены из двухшаговых панелей (с барьерами); г, д – двухшаговая панель соответственно рядовая (с барьерами) и подбалконная; е, ж – одношаговая панель (без барьера) соответственно рядовая и подбалконная; з – фрагмент конструктивной схемы стен у лоджий

Высота панелей стен жилых домов определяется высотой этажа, принятой для жилых панельных зданий 2800 мм. Длина панелей зависит от планировочного продольного шага, номинальная кратность которого 300 мм.

Наружные стены из трехслойных панелей (рис. 115) толщиной 300–400 мм. Их конструкция предусматривает обязательное применение противодождового барьера в горизонтальных стыках. Внутренние стены выполняют из железобетонных панелей толщиной 120 или 160 мм. На внутренние стены укладываются панели перекрытия с применением платформенного стыка. На перекрытие по оси нижележащих стеновых панелей устанавливают панели стен вышерасположенного этажа.

Устойчивость крупнопанельных зданий обеспечивается связями между конструктивными элементами, растворными швами и замоноличиванием стыков. К конструкциям стыков панелей наружных стен предъявляются требования, удовлетворение которых является сложной задачей: вертикальные и горизонтальные стыки стеновых панелей должны обладать необходимой прочностью, теплоизоляцией, воздухо- и водонепроницаемостью. Стальные связи должны быть защищены от коррозии и огня бетоном. Стыки должны быть просты и доступны для выполнения работ по их заделке в любое время года.

Конфигурация сечения стыков между панелями наружных стен должна предусматривать удобство установки герметиков. Рациональные решения стыков панелей наружных стен определяют строительные и эксплуатационные качества крупнопанельных зданий, поэтому им следует уделять особое внимание. Конструкции стыков панелей наружных стен зависят от конструктивного решения стен и панелей. Стыки панелей несущих и навесных стен значительно отличаются друг от друга. Различны типы стыков при применении разных бетонов: легкого, ячеистого, тяжелого. На тип стыков влияет наличие слоев в панелях, толщина слоев и панелей и др. Наиболее широко в жилищном строительстве применяются стыки наружных несущих однослойных легковесных и трехслойных железобетонных стен для крупнопанельных зданий.

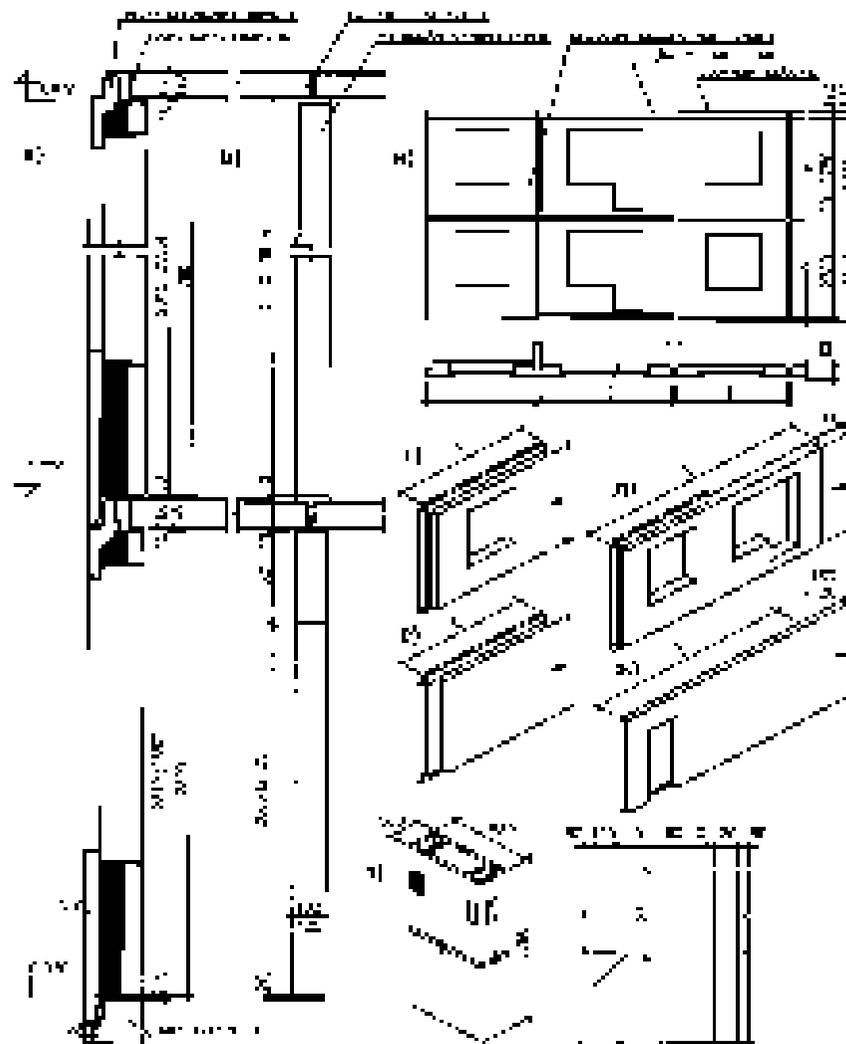


Рис. 115. Наружные стены из трехслойных железобетонных панелей. а – порядовка наружной стены из трехслойных панелей; б – порядовка внутренней стены; в – разрезка наружной стены из одношаговых трехслойных панелей; г–е – трехслойная панель наружной стены, соответственно рядовая одношаговая, подбалконная двухшаговая, торцевая; ж – панель внутренней стены, з – вентиляционная панель

Стыки однослойных и трехслойных панелей характеризуются следующими особенностями: панели соединяются между собой стальными петлевыми связями; горизонтальные стыки снабжены противодождевыми барьерами (рис. 116).

Для качественной и надежной герметизации **стыков легковесных панелей** разработаны типовые решения. Горизонтальный стык, кроме наличия противодождевого барьера, имеет герметизацию горизонтального наружного шва из цементного раствора по гребню нижней стеновой панели, вертикальный термовкладыш и шов из цементного раствора под панелью перекрытия. Вертикальный стык легковесных панелей несущих наружных стен перед замоноличиванием бетоном изнутри проклеивают воздухозащитной прокладкой, снаружи этот стык герметизируется. На рис. 117 приведены примеры основных стыков панелей однослойных легковесных стен.

Решение **стыков трехслойных стеновых панелей** (рис. 118), при общем сходстве с решением стыков однослойных панелей, имеют некоторые отличия. Несущие стены с использованием трехслойных железобетонных панелей передают вертикальную нагрузку только через перекрытие; гребень противодождевого барьера отделен от вышележащей стеновой панели упругой прокладкой. Вертикальные дренарующие стыки за герметизированным устьем имеют декомпрессионную полость (канал), сообщающуюся с наружным воздухом. Через водосборные отверстия в месте пересечения вертикального и горизонтального швов вода, проникающая внутрь вертикального стыка, выводится наружу. Так как трехслойные панели изготавливают из тяжелого бетона, то вертикальные стыки изнутри утепляются термовкладышами. При креплении панелей перекрытия к наружной стене используют строповочные петли трехслойной панели, с которыми сопрягаются горизонтальные накладные соединительные петли, привариваемые при монтаже к горизонтальным закладным деталям перекрытия. Герметизация швов стыков трехслойных железобетонных панелей аналогична герметизации швов однослойных панелей.

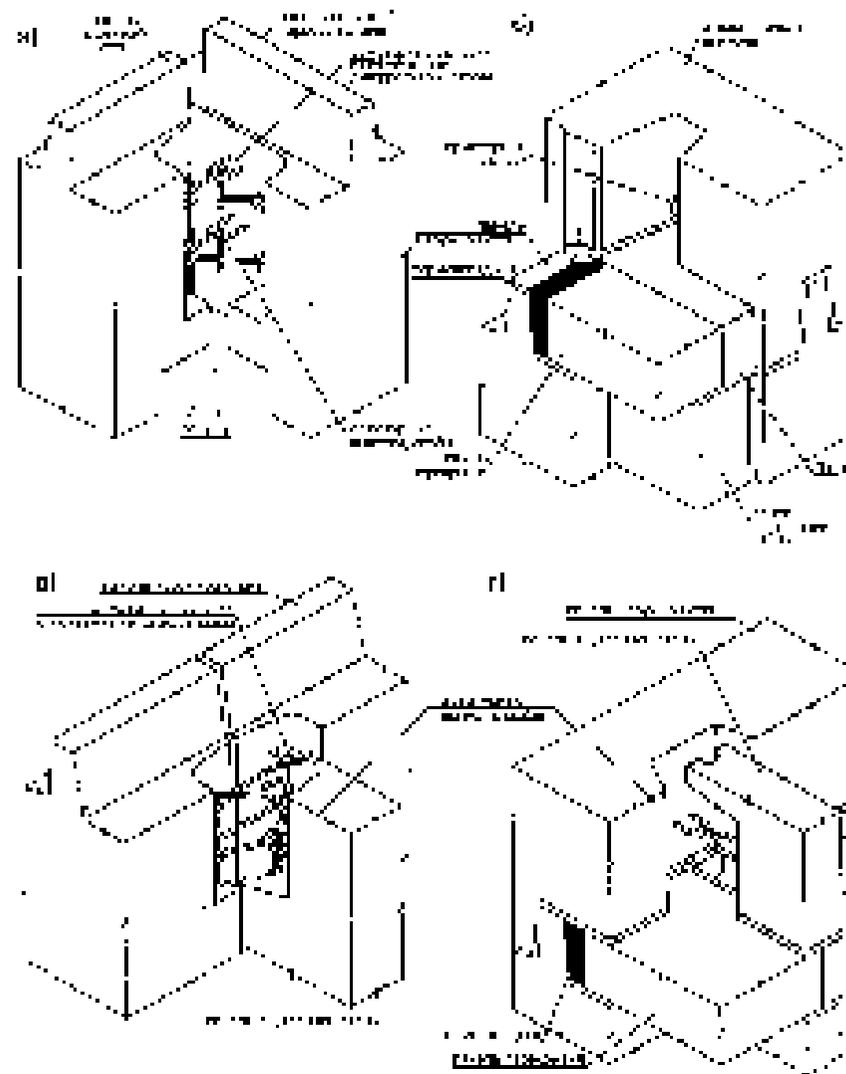


Рис. 116. Стыки однослойных легковесных панелей.

**а** – стык наружных стен в углу здания; **б** – угловой стык наружных и внутренних стен; **в, г** – стык внутренней и наружной стены, верх и низ соответственно

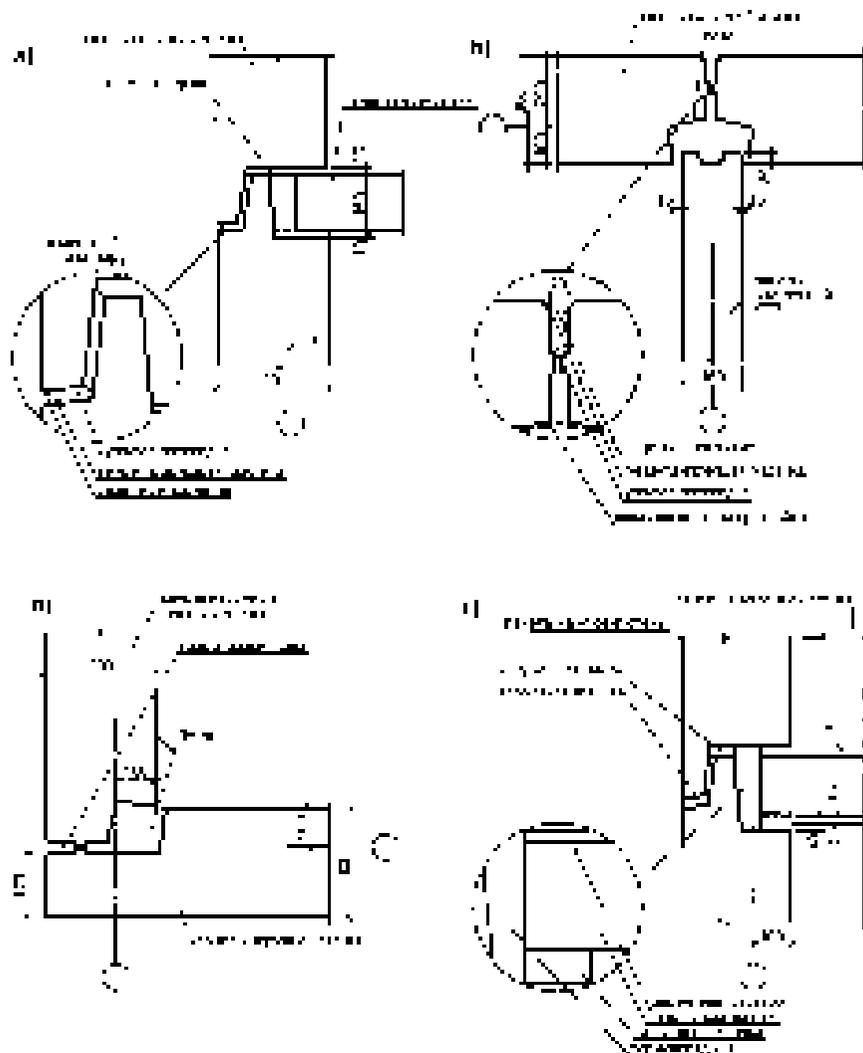


Рис. 117. Стыки панелей однослойных легковесных стен.

**а** – горизонтальный стык панелей несущих наружных стен; **б** – вертикальный стык панелей внутренней и наружной стен; **в** – вертикальный стык угла наружных стен; **г** – горизонтальный стык навесных панелей с опиранием панели на перекрытие

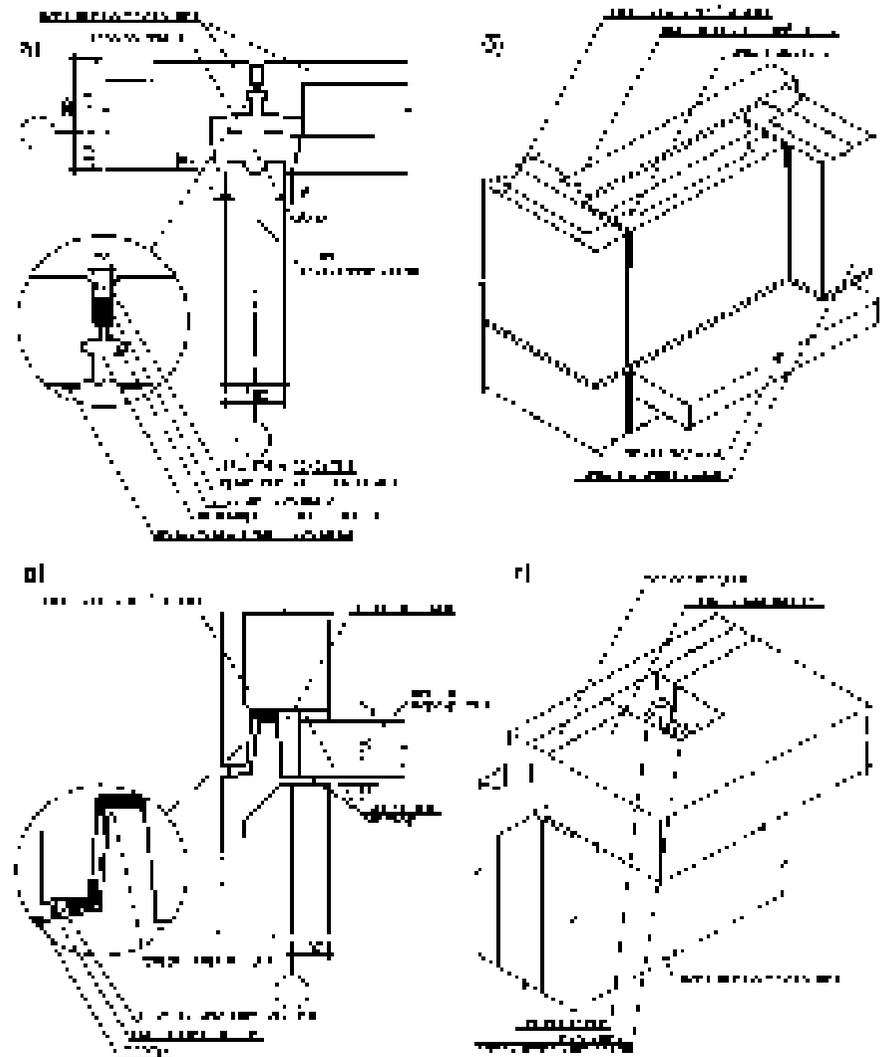


Рис. 118. Стыки трехслойных железобетонных панелей наружных стен.

**а** – вертикальный стык; **б** – сопряжение панелей выступа у лоджии; **в** – горизонтальный стык; **г** – крепление панели перекрытия к наружной стене

**Стыки внутренних стен.** Конструкции вертикальных стыков внутренних стен имеют большое значение для создания пространственной жесткости крупнопанельных зданий. Конструкция и заделка стыков должна исключать возможность образования сквозных трещин и щелей, ухудшающих звукоизоляцию. В стыках внутренних стен применяют привариваемые стальные связи, располагающиеся в верхней части панели. На рис. 119 показаны вертикальные стыки панелей внутренних стен зданий с малым и большим шагом поперечных несущих стен.

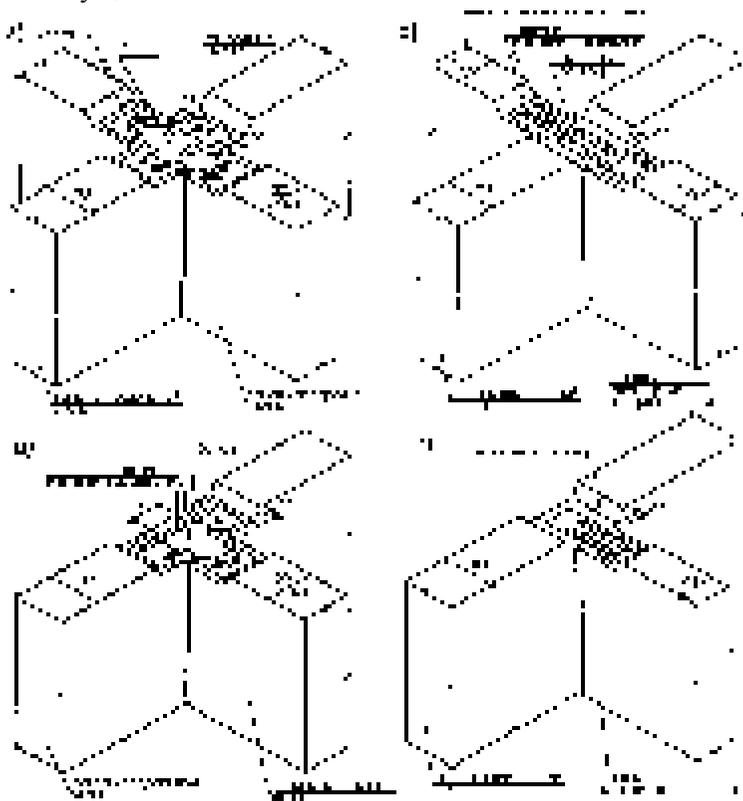


Рис. 119. Вертикальные стыки панелей внутренних стен.

**а, в** – стыки панелей поперечных и продольных стен; **б, г** – примыкание панелей поперечных стен к продольной

При малом шаге стен в вертикальном стыке сходятся три или четыре панели. Между ними образуется вертикальный колодец, заполняемый тяжелым бетоном. Пазы в вертикальных торцах панелей и штробы на лицевых поверхностях панелей снабжены шпонками, которые при замоноличивании вертикальных стыков обеспечивают их надежность и звукоизоляцию. Горизонтальные стыки внутренних стен решаются по-разному. В жилых зданиях до 9 этажей с поперечными несущими стенами применяют простой платформенный стык, при котором панели перекрытия укладывают на растворе по внутренним стенам. Для зданий в 12 этажей и выше платформенный стык устраивают со стальными штыревыми фиксаторами, обеспечивающими точный монтаж внутренних стен.

### 6.9. Несущий остов каркасных зданий

Несущий остов каркасных зданий представляет собой систему, состоящую из несущих стоек (колонн), опирающихся на них перекрытий и покрытия, и связей, обеспечивающих неизменяемость пространственной геометрической формы и устойчивость здания.

Каркасный несущий остов может быть выполнен из сборного и монолитного железобетона. При строительстве зданий повышенной этажности (25 этажей и более) используется стальной каркас.

Применение каркасного остова дает возможность снизить вес здания благодаря замене тяжелых несущих стен легкими навесными. Одно из преимуществ каркасных несущих остовов – большая свобода объемно-планировочных решений. Здания с каркасным остовом могут иметь укрупненную сетку колонн, допускающую широкую вариативность внутренней планировки отдельных помещений.

В состав каркасного остова входят: фундаменты, вертикальные опоры (столбы, стойки, колонны) и горизонтальные элементы (балки, ригели, перекрытия и покрытие). Важное значение для устойчивости многоэтажного каркасного жилого здания имеют диафрагмы (системы жесткости) и ядра жесткости, в которых располагаются лестничные клетки, лифтовые шахты. При проектировании каркасных зданий их объемно-планировочные элементы – сетка колонн, размеры ячеек или элементы плана, членение здания по высоте на этажи, а также членение всех конструктивных элементов – должны

быть подчинены модульной системе и сортаменту унифицированных деталей при выполнении каркаса из сборных заводских элементов.

Основным недостатком каркасной системы для жилых зданий являются выступающие в интерьере из плоскости перекрытия ригели. Конструктивные разработки, ведущие к устранению этого недостатка, проявились в следующих решениях:

– каркасная система со скрытыми ригелями, образуемыми в построечных условиях с предварительно напряженной арматурой;

– безбалочное перекрытие, формируемое из сборных элементов плит сплошного сечения с опорой на колонны (с сеткой 6×6 м).

Система со скрытыми ригелями в плоскости перекрытия проектируется по связевой схеме из сборных элементов: колонны, плиты перекрытия, стены – диафрагмы жесткости (рис. 120). Ригели высотой в толщину перекрытия создаются в построечных условиях замоноличиванием перекрестно расположенной канатной арматуры, пропущенной через сквозные отверстия в колонне. При натяжении арматуры в построечных условиях создается двухосное обжатие плит перекрытия. Система позволяет воспринимать широкий диапазон нагрузок, габаритов пролетов и высот зданий.

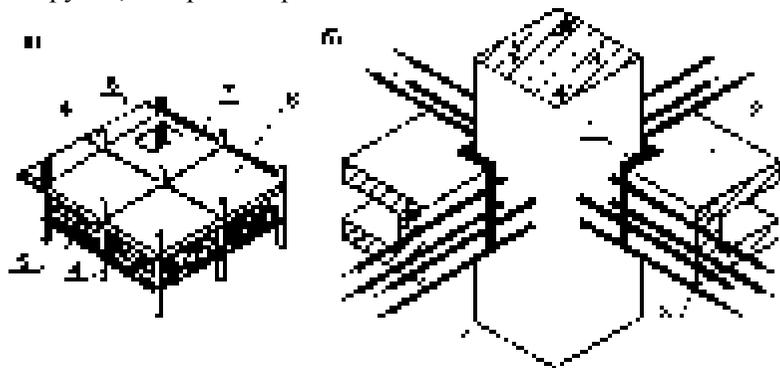


Рис. 120. Каркас с натяжением арматуры в построечных условиях.

**а** – компоновка узла примыкания плит перекрытия и пропуск арматуры через колонну; **б** – схема компоновки несущих конструкций; **1** – уголкового вкладыш, **2** – плита перекрытия, **3** – напрягаемая канатная арматура, **4** – колонна, **5** – фасадная распорка, **6** – консольная плита перекрытия, **7** – плита перекрытия с проемом для лестницы, **8** – типовая плита перекрытия

## 6.9. Монолитная и сборно-монолитная строительные системы

Монолитная и сборно-монолитная строительные системы применяют преимущественно при возведении жилых зданий средней и повышенной этажности. К системам монолитного домостроения относят случаи возведения всех несущих конструкций из монолитного бетона, к сборно-монолитным – случаи выполнения несущих конструкций частично из монолита, частично – из сборных железобетонных изделий. Монолитные здания проектируют, как правило, бескаркасными, сборно-монолитные – каркасными и бескаркасными. Первые примеры эпизодического применения монолитного бетона для возведения стен и перекрытий гражданских зданий в нашей стране относятся к 1880 г. В 1930-х годах вновь возник интерес к этой системе, но она получила преимущественное применение при строительстве специальных сооружений – бункеров, силосов, силосных батарей, а также промышленных цехов и т. п. Качественно новый этап применения монолитного бетона в нашей стране начался в 1960-е годы в известной мере под влиянием успешного опыта монолитного домостроения в Англии, Франции и других западных странах.

В 1970-х годах проведены работы по созданию промышленных опалубок, освоению технологии, возведению домов-представителей и всесторонней проверке эксплуатационных качеств таких зданий в отечественных природно-климатических условиях. С 1990-х годов монолитное домостроение в России получает дополнительный стимул к развитию в связи с активизацией международных строительных компаний.

На архитектурно-планировочные и конструктивные решения зданий существенно влияет выбираемый метод бетонирования несущих конструкций зданий. При возведении бескаркасных зданий преимущественно применяют скользящую, объемно-переставную, щитовую (крупно- и мелкощитовую) и блочную опалубки, при возведении каркасных – методы щитовой опалубки, подъема этажей и подъема перекрытий. Своеобразной разновидностью сборно-монолитного домостроения в последние годы стала конструктивно-технологическая система зданий, возводимых в несъемной опалубке из или с применением полимерных материалов (такая опалубка выполняет роль теплоизоляционного слоя конструкции).

## 6.10. Перегородки

Перегородки не входят в число строительных конструкций, составляющих несущий остов здания, так как не являются несущими элементами. Перегородки отделяют одно помещение от другого и являются самонесущей ограждающей конструкцией. Они должны иметь минимальные толщину и массу и, вместе с тем, обладать прочностью, жесткостью и устойчивостью.

По условиям эксплуатации жилого дома, к перегородкам предъявляются требования звукоизоляции, гвоздимости, водостойкости и пожаробезопасности. Выполняют перегородки из гипсобетонных панелей, дерева, сборных мелкоформатных гипсовых, шлакобетонных, керамических блоков, кирпича и блоков ячеистого бетона. По конструкции перегородки подразделяют на сплошные и каркасные, по условиям эксплуатации – на стационарные и трансформируемые. Основанием для перегородок служат междуэтажные перекрытия.

**Каркасно-обшивные перегородки.** Основой таких перегородок является деревянный или металлический каркас. Деревянный каркас представляет собой вертикальные стойки, устанавливаемые на нижнюю обвязку через 0,4–1,0 м одна от другой. Поверху стойки соединяют верхней обвязкой из досок. В промежутке между стойками помещают звукоизоляцию (рис. 121). Каркас может быть выполнен из специальных стальных профилей (рис. 122). Такой каркас дополняется модульными элементами: дверными коробками, полотнами и блоками, несущими стойками моечного стола и направляющими для крепления труб, если металлический каркас будет использоваться для установки санитарно-технической аппаратуры (рис. 123). Для получения толстой перегородки используют двойной каркас. Крепление обшивки каркасных перегородок листовыми материалами (гипсокартонные, гипсоволокнистые листы) производится к деревянному каркасу гвоздями, шурупами, а к металлическому каркасу – самонарезаемыми болтами.

**Деревянные перегородки.** Этот вид перегородок применяют в основном в деревянных домах, допустимы они и для каменных жилых зданий высотой до трех этажей. Различают следующие виды

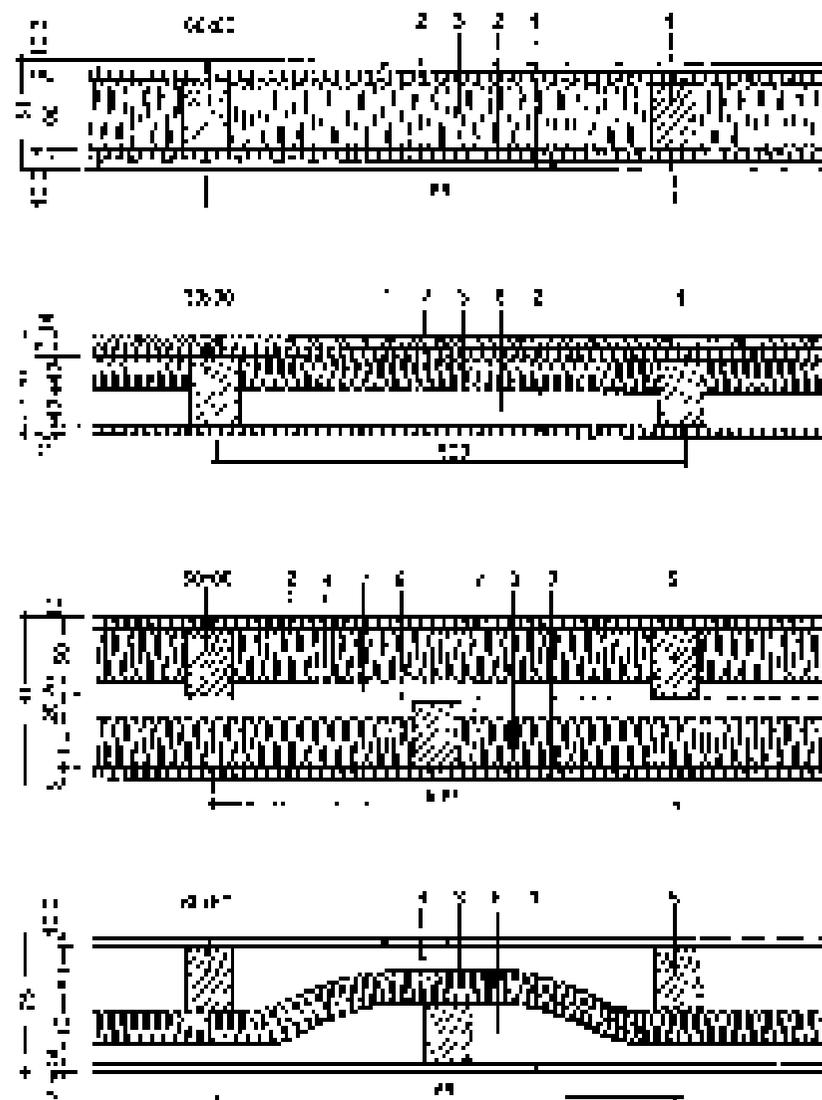


Рис. 121. Каркасно-обшивные перегородки.

1 – гипсокартонные плиты; 2 – древесностружечные плиты; 3 – минеральная вата; 4 – стойки каркаса; 5 – то же, расположенные поперечно; 6 – вертикальный продух 40 мм; 7 – то же, 20 мм; 8 – то же, 30–80 мм

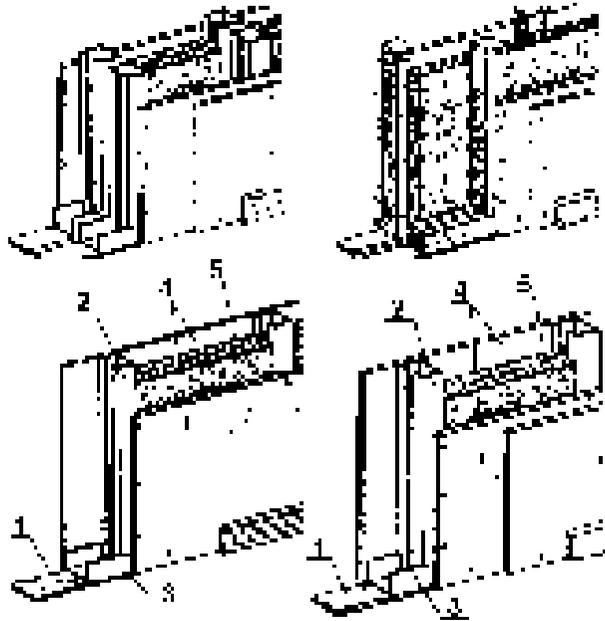


Рис. 122. Каркасно-обшивные перегородки с каркасом из стальных профилей.

1 – прокладная лента; 2 – стойка каркаса; 3 – нижняя обвязка; 4 – гипсокартонные плиты; 5 – утеплитель

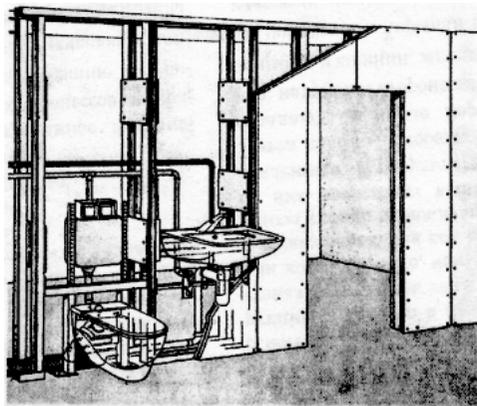


Рис. 123. Каркас сантехнической перегородки.

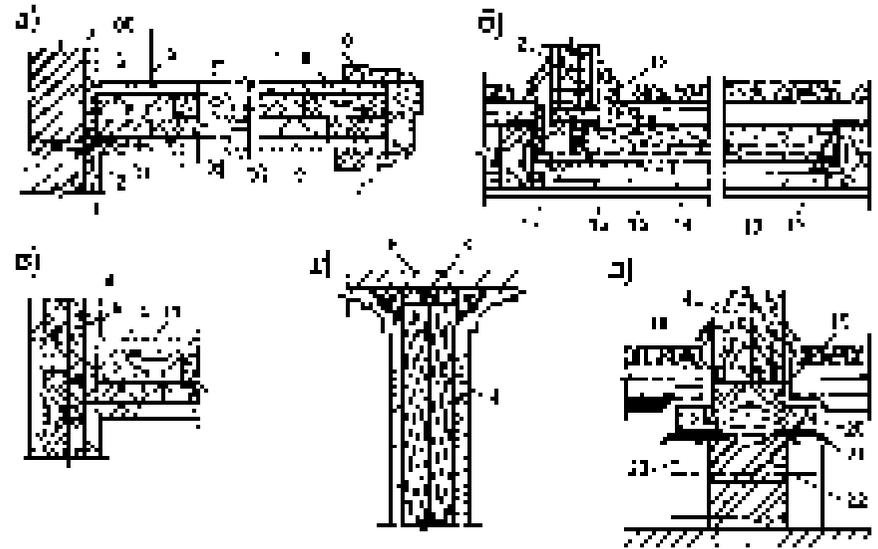


Рис. 124. Узлы деревянных перегородок.

а – примыкание к стене; б – опирание на деревянное перекрытие; в – примыкание к перегородке; г – примыкание к потолку; д – опирание на пол первого этажа; 1 – стена; 2 – ерш; 3, 8 – гвозди; 4 – деревянная щитовая перегородка; 5 – уплотнение; 6 – сетка; 7 – дверная коробка; 9 – штукатурка; 10 – наличник; 11 – гвозди через 1 м; 12 – стальной хомут для опирания ригеля; 13 – зазор между ригелем и накатом; 14 – ригель, несущий перегородку и часть пола; 15 – засыпка; 16 – упругая прокладка; 17 – дощатая диафрагма; 18 – брусок 20×20 мм; 19 – лежень; 20 – прокладка антисептированная; 21 – рубероид; 22 – стена в ½ кирпича; 23 – кирпичный столбик

деревянных перегородок: одинарные, двойные и одинарные столярной работы, щитовые (рис. 124). Дощатые одинарные перегородки состоят из вертикально поставленных и сколоченных впритык досок толщиной 40–50 мм, устанавливаемых на нижний брус (лежень), опирающийся на перекрытие. Доски скрепляют между собой шипами, которые располагают в шахматном порядке. Шипы придают перегородке необходимую жесткость.

**Кирпичные перегородки** выполняют двух толщин – 120 мм (в полкирпича) и 65 мм (в четверть кирпича). Кирпичные перегородки

выкладывают из полнотелого или дырчатого кирпича (рис. 125). Перегородки в полкирпича при длине свыше 5 м и высоте до 3 м армируют двумя стержнями диаметром 6 мм через шесть рядов кладки по высоте. Перегородки в четверть кирпича применяют для разделения небольших помещений и армируют в вертикальном и горизонтальном направлениях стальной полосой 25×1,5 мм или стержнями диаметром 6 мм. Кирпичные перегородки при тщательном заполнении швов раствором являются хорошим звукоизолирующим, влагоустойчивым, несгораемым и достаточно прочным ограждением. Для отделки кирпичных перегородок используют штукатурки, листовые материалы, керамическую плитку, дерево.

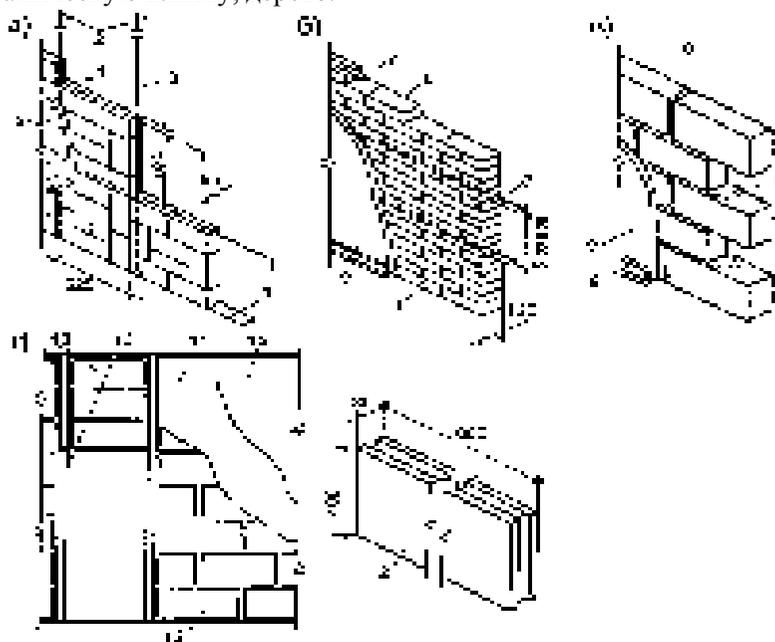


Рис. 125. Перегородки из каменных материалов.

**а** – кирпичная перегородка в ¼ кирпича; **б** – то же, в ½ кирпича; **в** – из мелких блоков; **г** – однослойная перегородка из гипсовых плит; **1** – кирпичное ребро; **2** – отгибы для крепления к перекрытиям и стене; **3** – арматура; **4** – гвоздимый материал; **5** – штукатурка; **6** – кирпич; **7** – арматура через 6 рядов; **8** – отделочный слой; **9** – плинтус; **10** – мелкие блоки; **11** – раствор; **12** – гипсовая плита; **13** – стойка проема; **14** – гипсовый раствор; **15** – отделочный слой

**Перегородки из мелкоблочных каменных материалов** – силикатных блоков, керамзитобетона, керамики – выполняют толщиной 90, 120 и 190 мм и оштукатуривают с обеих сторон (см. рис. 125). Менее трудоемки перегородки из плит, полученных на основе гипса. Плиты изготавливают размером 800×400×80 мм с офактуренными и неофактуренными лицевыми поверхностями. По всему контуру плиты на торцовых сторонах имеются полукруглые пазы. Плиты устанавливают с перевязкой вертикальных швов и замоноличивают путем заливки гипсовым раствором всех каналов, образуемых пазами. Дверные проемы обрамляют деревянными стойками и ригелями.

**Перегородки из природного камня** в жилом доме выполняют декоративные функции и являются частью интерьера.

Особого внимания заслуживают все мероприятия, направленные на улучшение звукопроницаемости внутренних стен и перегородок. Звукоизоляцию можно повысить с помощью конструктивных мероприятий, например, путем увеличения пустот в стене, т. е. увеличения расстояния между обшивкой, или путем увеличения толщины воздушного изоляционного слоя, т. е. толщины матов из минеральной ваты, или использования двойной обшивки. Звукоизоляционную способность выражают в децибелах (дБ). Чем выше этот показатель, тем лучше звукоизоляция перегородки. Например, звукоизоляционная способность перегородки с одинарным металлическим каркасом с однослойной обшивкой массой около 26 кг/м<sup>2</sup> при использовании слоя минеральной ваты толщиной 40 мм составляет 40 дБ. При увеличении толщины слоя минеральной ваты до 80 мм этот показатель возрастает до 51 дБ. Кроме того, повысить звукоизоляцию можно, установив вместо одинарного двойной каркас и использовав двойную обшивку. Масса стены достигает 53 кг/м<sup>2</sup>, а толщина – 155 или 255 мм. При толщине слоев минеральной ваты 40 мм и 80 мм звукоизоляция достигнет соответственно 61 дБ и 65 дБ. Для предотвращения распространения звука в продольном направлении, т. е. при примыкании перегородок к потолку, в стене устраивают разделительные швы, заполненные минеральной ватой, войлоком и т. п.

### 6.11. Тепловая защита стеновых ограждающих конструкций

Ограждающие конструкции гражданских зданий и сооружений должны отвечать требованиям прочности, долговечности, устойчивости, огнестойкости, защищать внутренние помещения от холода и жары, дождя и ветра, шума улицы и звукопередачи из соседних помещений. Одним из основных требований, предъявляемых к ограждающим конструкциям являются теплотехнические качества, звукоизоляционные качества.

Расходы на отопление в России составляют около одной пятой всех потребляемых энергоресурсов, связано это не только с суровостью российского климата, но и с огромными теплопотерями из-за недостаточной теплозащиты ограждающих конструкций. В связи с этим Министерство строительства России, начиная с 1996 г., постепенно осуществляет ужесточение нормативных требований к термическим сопротивлениям наружных ограждений зданий и сооружений и к теплозащите зданий в целом. Требования к повышению тепловой защиты зданий и сооружений, основных потребителей энергии, являются важным объектом государственного регулирования в большинстве стран мира. Эти требования рассматриваются также с точки зрения охраны окружающей среды, рационального использования невозобновляемых природных ресурсов и уменьшения влияния «парникового» эффекта и сокращения выделений двуоксида углерода и других вредных веществ в атмосферу.

Новый СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» [29] принят и введен в действие с 01 октября 2003 г. постановлением Госстроя России от 26.06.2003 г. № 113. Данные строительные нормы и правила устанавливают требования к тепловой защите зданий в целях экономии энергии при обеспечении санитарно-гигиенических и оптимальных параметров микроклимата помещений и долговечности ограждающих конструкций зданий и сооружений. Одновременно с созданием эффективной тепловой защиты, в соответствии с другими нормативными документами принимаются меры по повышению эффективности инженерного оборудования зданий, снижению потерь энергии при ее выработке и транспортировке, а также по сокращению расхода

тепловой и электрической энергии путем автоматического управления и регулирования оборудования и инженерных систем в целом.

Нормы по тепловой защите зданий гармонизированы с аналогичными зарубежными нормами развитых стран. Эти нормы содержат минимальные требования, и строительство многих зданий может быть выполнено на экономической основе с существенно более высокими показателями тепловой защиты.

Важнейшая задача теплозащиты дома – экономия энергии и затрат на нее. Чтобы дом был по-настоящему комфортным, с точки зрения теплозащиты он должен отвечать ряду параметров микроклимата в помещениях:

- температура внутреннего воздуха для жилых помещений 20 – 23 °С;
- относительная влажность воздуха 55 %;
- движение воздуха не более 0,2 м/с (отсутствие сквозняков);
- накопление тепла конструкциями, характеризующееся тепловой инерцией.

Придание ограждающим конструкциям теплозащитных свойств в целях обеспечения заданного температурного режима помещения и долговечности самих конструкций рассматривается в строительной теплофизике, которая позволяет определить сопротивление реальной конструкции в конкретных эксплуатационных условиях и выбрать наиболее целесообразное конструктивное решение.

Наилучшая теплоизоляция обеспечивается при соблюдении следующих принципов:

1. Вынос точки промерзания несущей конструкции в наружный теплоизолирующий слой. В этом случае конструкция при температурных перепадах ведет себя стабильно, а значит, срок службы дома увеличивается. Повышается также температура поверхности стен внутри дома.

2. Защита теплоизоляции от насыщения влагой. Любая минераловатная изоляция (как из стекловолокна, так и из базальтового волокна) сохраняет свои теплоизолирующие свойства до определенного уровня насыщения влагой, после чего эти свойства теряются, а

при перенасыщении влагой может произойти вымывание связующего вещества из утеплителя.

Защитить теплоизоляцию от насыщения влагой следует как изнутри дома (пароизоляция), так и со стороны улицы (влагозащита, ветрозащита).

3. Пароизоляция предохраняет теплоизоляционный слой от проникновения насыщенного влагой теплого воздуха, идущего изнутри помещения. Для различных видов материалов, используемых в несущих конструкциях, применяют различные способы пароизоляции. Например, устанавливают специальную армированную пленку на основе алюминиевой фольги; покрывают несколькими слоями краски, не пропускающей влагу; используют полиэтилен высокой плотности. Выбор материала зависит от паропроницаемости несущей конструкции.

Особое внимание следует обратить на изоляцию швов, стыков и примыканий. При стыковке разных частей пароизоляционного ковра следует делать нахлест 200 мм и использовать специальную клейкую ленту.

4. Влагозащита здания снаружи. Внешняя обшивка дома вагонкой или сайдингом не позволяет надежно защитить теплоизоляционный материал от влаги, так как вода под действием ветра все равно будет проникать за обшивку (например, дождь с ветром). В решении этой задачи помогут специальные диффузные влагозащитные пленки, которые не пропускают воду, но пропускают пар.

5. Ветрозащита предохраняет теплоизоляцию от потоков холодного воздуха с улицы. Так же, как и влага, ветер существенно ухудшает теплозащитные свойства изоляции, постоянно охлаждая наружный слой. Чтобы этого не произошло, используют специальные ветрозащитные материалы. Так как они одновременно являются теплоизолирующими, их используют для изоляции «мостиков холода», что повышает общую теплозащиту дома (элементов конструкции дома) на 10–30 %.

Рассмотрим распределение температуры в конструкции при постоянном тепловом потоке. При передаче тепла через ограждающую

конструкцию происходит падение температуры от  $t_{int}$  до  $t_{ext}$ . При этом общий перепад состоит из суммы нескольких температурных перепадов. Температура внутренней поверхности ограждающей конструкции  $\tau_{int}$  ниже, чем  $t_{int}$  – внутри помещения. Имеет место температурный перепад  $t_{int} - \tau_{int}$ , обусловленный сопротивлением тепловосприятию  $R_{si}$ . В пределах конструкции перепад составляет  $\tau_{int} - \tau_{ext}$ , он обусловлен термическим сопротивлением конструкции  $R_k$ ; перепад  $\tau_{ext} - t_{ext}$  обусловлен сопротивлением теплоотдаче  $R_{se}$ .

На рис. 126 представлена конструкция, состоящая из нескольких слоев, расположенных параллельно внешним поверхностям ограждения. Такая конструкция называется *слоистой*. Если она выполнена из однородного материала, конструкция называется *однородной*.

Термическое сопротивление  $R$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , однородного слоя многослойной ограждающей конструкции, а также однослойной ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R = \delta / \lambda, \quad (4)$$

где  $\delta$  – толщина слоя, м;  $\lambda$  – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{°C})$ .

Термическое сопротивление ограждающей конструкции  $R_k$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ , с последовательно расположенными однородными слоями

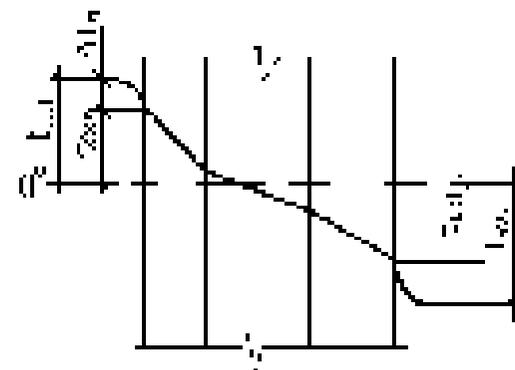


Рис. 126. Распределение температуры в конструкции при постоянном тепловом потоке

следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{al}, \quad (5)$$

где  $R_1, R_2, \dots, R_k$  – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , определяемые по формуле (4);

$R_{al}$  – термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки.

Сопротивление теплопередаче  $R_o$ ,  $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями или ограждающей конструкции в удалении от теплотехнических неоднородностей не менее чем на две толщины ограждающей конструкции следует определять по формуле

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se}, \quad (6)$$

где  $R_{si} = 1/\alpha_{int}$ ,  $\alpha_{int}$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$R_{se} = 1/\alpha_{ext}$ ,  $\alpha_{ext}$  – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода,  $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ ;

$R_k$  – то же, что и в формуле (5).

**Общие положения.** Строительными нормами и правилами установлены три показателя тепловой защиты здания:

а) приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций здания;

б) санитарно-гигиенический, включающий температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающих конструкций и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы;

в) удельный расход тепловой энергии на отопление здания, позволяющий варьировать величинами теплозащитных свойств различных видов ограждающих конструкций зданий с учетом объемно-планировочных решений здания и выбора систем поддержания микроклимата для достижения нормируемого значения этого показателя.

Требования тепловой защиты будут выполнены, если в жилых зданиях будут соблюдены требования показателей «а» и «б» либо «б» и «в». Для выполнения теплотехнического расчета следует использовать методы, приведенные в «Своде правил по проектированию и строительству» [26]. В большинстве случаев расчеты в учебных проектах проводятся для стеновых ограждений. С теплотехнической точки зрения различают три вида наружных стен по числу основных слоев: однослойные, двухслойные и трехслойные. **Однослойные** стены выполняют из конструкционно-теплоизоляционных материалов и изделий, совмещающих несущие и теплозащитные функции. В **трехслойных** ограждениях с защитными слоями на точечных (гибких, шпоночных) связях рекомендуется применять утеплитель из минеральной ваты, стекловаты или пенополистирола с толщиной, устанавливаемой по расчету с учетом теплопроводных включений от связей. В этих ограждениях соотношение толщин наружных и внутренних слоев должно быть не менее 1:1,25 при минимальной толщине наружного слоя 50 мм. В **двухслойных** стенах предпочтительно расположение утеплителя снаружи. Используются два варианта наружного утеплителя: системы с наружным покровным слоем без зазора и системы с воздушным зазором между наружным облицовочным слоем и утеплителем. Не рекомендуется применять теплоизоляцию с внутренней стороны из-за возможного накопления влаги в теплоизоляционном слое, однако в случае необходимости такого применения поверхность со стороны помещения должна иметь сплошной и долговечный пароизоляционный слой.

При проектировании стен с невентилируемыми воздушными прослойками следует руководствоваться следующими рекомендациями:

– размер прослойки по высоте должен быть не более высоты этажа и не более 6 м, размер по толщине – не менее 40 мм (10 мм при устройстве отражательной теплоизоляции);

– воздушные прослойки следует разделять глухими диафрагмами из негорючих материалов на участки размером не более 3 м;

– воздушные прослойки рекомендуется располагать ближе к холодной стороне ограждения.

При проектировании стен с вентилируемой воздушной прослойкой (стены с вентилируемым фасадом) следует руководствоваться следующими рекомендациями:

– воздушная прослойка должна быть толщиной не менее 60 и не более 150 мм и ее следует размещать между наружным слоем и теплоизоляцией; следует предусматривать рассечки воздушного потока по высоте каждые три этажа из перфорированных перегородок;

– при расчете приведенного сопротивления теплопередаче следует учитывать все теплопроводные включения, включая крепежные элементы облицовки и теплоизоляции;

– наружный слой стены должен иметь вентиляционные отверстия, суммарная площадь которых определяется из расчета  $75 \text{ см}^2$  на  $20 \text{ м}^2$  площади стен, включая площадь окон;

– нижние (верхние) вентиляционные отверстия, как правило, следует совмещать с цоколями (карнизами), причем для нижних отверстий предпочтительно совмещение функций вентиляции и отвода влаги;

– применять жесткие теплоизоляционные материалы плотностью не менее  $80\text{--}90 \text{ кг/м}^3$ , имеющие на стороне, обращенной к прослойке, ветро-, воздухозащитные паропроницаемые пленки или кашированные стеклотканью, либо предусматривать обязательную защиту поверхности теплоизоляции, обращенной к прослойке, стеклотканью с ячейками не более  $4 \times 4 \text{ мм}$  или стеклотканью, прикрепляя ее к теплоизоляции при помощи армирующей массы; не следует применять горючие утеплители; применение мягких теплоизоляционных материалов не рекомендуется;

– при использовании в качестве наружного слоя облицовки из плит искусственных или натуральных камней горизонтальные швы должны быть раскрыты (не должны заполняться уплотняющим материалом).

При наличии в конструкции теплозащиты теплопроводных включений необходимо учитывать следующее:

– несквозные включения целесообразно располагать ближе к теплой стороне ограждения;

– в сквозных, главным образом, металлических включениях (профилях, стержнях, болтах, оконных рамах) целесообразно предусматривать вставки (разрывы мостиков холода) из материалов с коэффициентом теплопроводности не выше  $0,35 \text{ Вт/(м}\cdot\text{°C)}$ .

Для стеновых конструкций удобнее принять тип технического решения ограждающей конструкции в соответствии с рекомендуемыми в «Своде правил» [26, раздел 8, табл. 4].

### Методика проектирования тепловой защиты зданий.

1. Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o$ ,  $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ , ограждающих конструкций, а также окон и фонарей (с вертикальным остеклением или с углом наклона более  $45^\circ$ ) следует принимать не менее нормируемых значений  $R_{req}$ ,  $\text{м}^2\cdot\text{°C/Вт}$ , определяемых по [29, табл. 4] в зависимости от градусосуток района строительства  $D_d$ ,  $\text{°C}\cdot\text{сут}$ .

Градусосутки отопительного периода  $D_d$ ,  $\text{°C}\cdot\text{сут}$ , определяют по формуле:

$$D_d = (t_{int} - t_{ht})z_{ht}, \quad (7)$$

где  $t_{int}$  – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $\text{°C}$ , принимаемая для расчета ограждающих конструкций зданий по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих зданий по ГОСТ 30494;

$t_{ht}$ ,  $z_{ht}$  – средняя температура наружного воздуха,  $\text{°C}$ , и продолжительность, сут, отопительного периода, принимаемые по [30, табл. 1] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $10 \text{ °C}$  – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более  $8 \text{ °C}$  – в остальных случаях.

2. Необходимо проверить соответствие приведенного сопротивления конструкции нормируемому значению.

а. Для определения термического сопротивления необходимо определить условия эксплуатации конструкции в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства и установить расчетные теплотехнические показатели строительных материалов слоев.

В зависимости от географического положения пункта строительства определяется зона влажности (влажная, нормальная, сухая). Затем по [26, табл. 1] определяется влажностный режим помещения. По [26, табл. 2] устанавливаем условия эксплуатации конструкции А или Б для выбора расчетного коэффициента теплопроводности материала слоев конструкции по [26, табл. Д.1].

б. По формуле (4) с учетом толщин слоев определяем термическое сопротивление каждого слоя и затем по формуле (5) находим общее термическое сопротивление конструкции.

Значения термических сопротивлений воздушных прослоек принимаются по [26, табл. 7]. При наличии в ограждающей конструкции прослойки, вентилируемой наружным воздухом, слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой и наружной поверхностью, в теплотехническом расчете не учитываются.

Величину коэффициента теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций принимают в соответствии с [29, табл. 7].

Значение коэффициента теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для условий холодного периода принимают в соответствии с [26, табл. 8], на поверхности конструкции, обращенной в сторону вентилируемой наружным воздухом прослойки, следует принимать коэффициент теплоотдачи  $\alpha_{ext}$  равным  $10,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С})$ .

3. В соответствии с разделом 5 [29] наружные ограждающие конструкции зданий должны удовлетворять нормируемому сопротивлению теплопередаче  $R_{req}$  для однородных конструкций наружного ограждения – по  $R_o$ , для неоднородных конструкций – по приведенному сопротивлению теплопередаче  $R_o^r$ ; при этом должно соблюдаться условие  $R_o$  (или  $R_o^r$ )  $\geq R_{req}$ .

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_o^r$ ,  $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{С}/\text{Вт}$ , для наружных стен следует определять согласно [29] для фасада здания либо для одного промежуточного этажа. Однако, этот расчет достаточно сложен, так как требует учета всех изменений фасада здания и всех теплопроводных включений ограждения. В связи с этим можно принимать коэффициент теплотехнической однородности  $r$  с учетом теплотехнических однородностей оконных откосов и примыкающих внутренних ограждений проектируемой конструкции для:

– панелей промышленного изготовления не менее величин, установленных в [26, табл. 6];

– для стен жилых зданий из кирпича не менее 0,74 при толщине стены 510 мм, 0,69 – при толщине стены 640 мм и 0,64 – при толщине стены 780 мм.

Соответственно приведенное сопротивление теплопередаче неоднородной конструкции можно определять по формуле

$$R_o^r = R_o \cdot r. \quad (8)$$

4. Наружные ограждающие конструкции должны удовлетворять расчетному температурному перепаду  $\Delta t_0$  между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, определяемому по формуле (9); при этом расчетный температурный перепад не должен превышать нормируемых величин  $\Delta t_n$ , установленных в [29, табл. 5].

$$\Delta t_0 = \frac{n(t_{int} - t_{ext})}{R_o^r \alpha_{int}}, \quad (9)$$

где  $n$  – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающих конструкций по отношению к наружному воздуху и приведенный в [29, табл. 6];

$t_{int}$  – то же, что и в формуле (7);

$t_{ext}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года,  $^\circ\text{С}$ , для всех зданий, кроме производственных зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, принимаемая равной средней температуре

наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [30, табл. 1].

$R_0^r$  – то же, что и в формуле (8);

$\alpha_{int}$  – то же, что и в формуле (6).

В случае, когда выполняются требования по пунктам 3 и 4, конструкция стен удовлетворяет требованиям тепловой защиты зданий.

Чтобы сделать правильный выбор утеплителя, необходимо принимать в расчет его теплотехнические и механические характеристики. Наиболее важные из них: теплопроводность; прочность на сжатие – прочность материала под действием нагрузки; эластичность, упругость – способность материала сгибаться, не ломаясь, и восстанавливать первоначальную форму при установке в конструкцию; соответствие условиям монтажа – рекомендуемые производителем способы установки данного материала.

Теплоизолировать следует следующие части дома:

– внешние стены, учитывая стены между жилыми (отапливаемыми) и нежилыми (неотапливаемыми) помещениями: гараж, терраса, пристройка и т. п., а также мансардные стены;

– перекрытия с холодными помещениями: чердак, неотапливаемая мансарда; полы над продуваемыми пространствами (при фундаменте столбчатого или ленточного типа); полы над неотапливаемыми гаражами и подпольями;

– стены и потолок подвала;

– швы и зазоры. Для теплоизоляции швов, особенно между бревнами, брусом следует использовать специальные материалы – легкие, объемные полосы из стекловолокна, обработанные силиконом, что придает материалу повышенную водостойкость; материалы, отличающиеся покрытием из стеклохолста, что придает им дополнительную прочность. Применяются они при заделке монтажных зазоров оконных и дверных рам, а также в качестве теплоизоляции между нижним венцом сруба и фундаментом.

На рис. 127–130 приведены примеры теплоизоляции наружных стен.

Рис. 127. Принципиальная схема теплоизоляции стены.

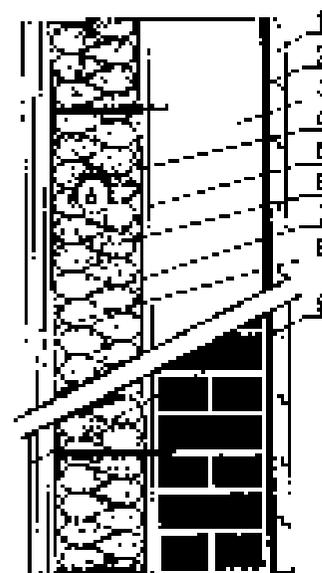
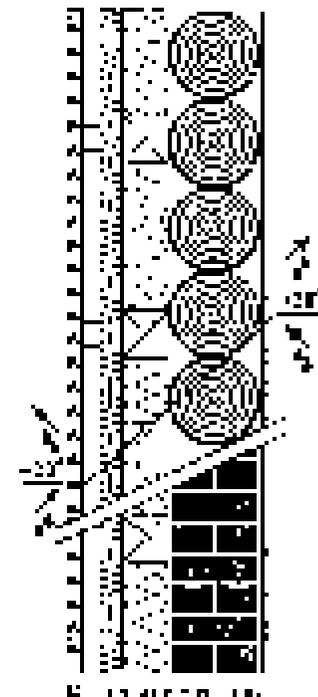


Рис. 128. Стена со штукатурной отделкой.

- 1 – внутренняя отделка (гипсокартон, вагонка и т. д.);
- 2 – пароизоляция;
- 3 – несущая стена (кирпич, брус, газобетон, железобетонные блоки);
- 4 – проникающая грунтовка;
- 5 – минеральный клеевой состав;
- 6 – теплоизоляция;
- 7 – армирующая стеклосетка;
- 8 – грунтовка;
- 9 – штукатурный состав (по технологии производителя сухих смесей)

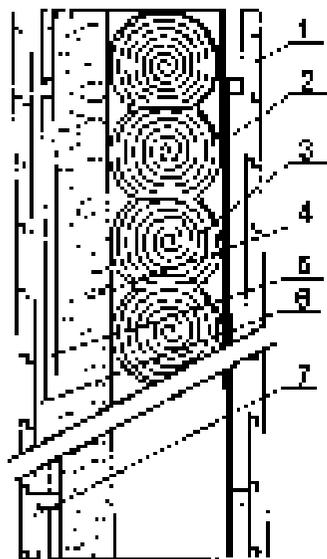
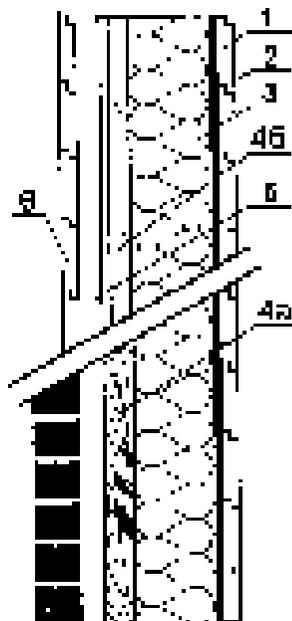


Рис. 129. Стена с наружной облицовкой сайдингом (вагонкой).

- 1 – внутренняя отделка (гипсокартон, вагонка и т. д.);
- 2 – пароизоляционный слой;
- 3 – несущая стена (кирпич, брус, газобетон, железобетонные блоки);
- 4 – теплоизоляция, установленная в обрешетку с расстоянием между стойками в осях 600 мм при ширине стойки каркаса 50 мм;
- 5 – ветрозащита (при использовании диффузных влагозащитных пленок);
- 6 – вентиляционный зазор;
- 7 – наружная облицовка (сайдинг, вагонка и т. п.)

Рис. 130. Каркасные стены с различной облицовкой.

- 1 – внутренняя отделка (доска, гипсокартон, ориентировочно-стружечная плита (ОСП) и т. д.);
- 2 – пароизоляционный слой;
- 3 – теплоизоляционный слой для установки в П-образный металлический каркас или деревянный каркас (при ширине стойки 50 мм) с расстоянием между стойками 600 мм;
- 4 – внешняя обшивка:
- 4а – доска, ОСП и т. д.;
- 4б – ветрозащитный слой;
- 5 – вентиляционный зазор;
- 6 – финишная отделка (сайдинг, облицовочный кирпич, вагонка и т. п.)



## 6.12. Материалы и способы отделки наружных стен

Одна из основных тенденций развития материальной базы современной архитектуры – это применение энергосберегающих строительных материалов. Понятие «энергосберегающий» материал предполагает его сравнительно высокую долговечность. Вместе с тем, способность разрушаться под действием различных агрессивных веществ характерна для всех без исключения строительных материалов.

Проблема сохранения внешнего облика здания особенно актуальна для городов, не благополучных с экологической точки зрения. Агрессивная среда многих промышленных предприятий вызывает интенсивное разрушение наружной отделки зданий. Например, городская пыль может сорбировать оксиды серы и азота, имеющиеся в атмосфере современного города с развитой промышленностью, и способствовать интенсивной коррозии бетона и других материалов. Преждевременное разрушение материалов приводит к значительным затратам на ремонтно-восстановительные работы.

Долговечность материалов для отделки фасадов домов со стенами из кирпича существенно различается. Например, штукатурка с известковой краской служит 5–7 лет, та же штукатурка с перхлорвиниловой краской – 5–10 лет, керамическая плитка и лицевой кирпич – 50 лет. То есть для наружной отделки кирпичных стен рационально использовать лицевые керамические кирпичи или камни. При их применении стоимость стен несколько возрастет за счет более высокой стоимости этих материалов. Это повышение стоимости равно примерно стоимости оштукатуривания наружных стен. Однако если учесть последующие эксплуатационные расходы на ремонт оштукатуренных поверхностей стен и их периодическую окраску, то приведенная стоимость стен с лицевыми материалами окажется примерно на 15 %, а трудозатраты на 25 % ниже, чем оштукатуренных стен.

Преимущества лицевых стеновых материалов заключаются еще и в том, что кладка стен из них почти не отличается от кладки из обыкновенного кирпича и производится в любое время года. Она не требует дополнительных затрат труда, необходимых при нанесении штукатур-

ного слоя, что позволяет сократить сроки строительства и с окончанием кладки стен иметь готовые фасады с долговечной отделкой.

Оштукатуривание конструкций является достаточно универсальным средством, которое позволяет получить поверхности с различными фактурами, а также создавать рельефные профили. Кроме того, штукатурку применяют и как защитный слой. Оштукатуривание цоколя и карниза цементным раствором обеспечивает защиту этих частей стены от увлажнения. Но к оштукатуриванию как декоративному приему прибегают редко, так как он очень трудоемок. Но в сочетании с другими отделочными материалами высококачественная штукатурка может дать значительный декоративный эффект.

Наиболее рациональным декоративным отделочным материалом при строительстве является облицовочный кирпич. Его применение создает большие возможности для решения архитектуры фасадов. Наиболее простым приемом декоративной кирпичной кладки является создание определенного рисунка из швов кладки. При этом можно варьировать и различные типы швов, и различное их расположение (рис. 131). Применение облицовочного кирпича разных цветов дает дополнительные возможности для создания декоративной кладки. Кирпичная поверхность может носить и рельефный характер. Например, кладку отдельных рядов можно вести поочередно с небольшим напуском, создавая игру светотени. Можно выкладывать и более сложные композиции. Применяя лекальный или тесаный кирпич, делают фигурными отдельные части здания, наличники, карнизы, углы, столбы и т. д. Различные декоративные приемы кладки не должны нарушать правила кирпичной кладки, в первую очередь, правила перевязки швов. Облицовка стен естественными каменными материалами привлекательна с архитектурной точки зрения, но при этом значительно возрастает

Облицовку кирпичной кладки плитами из естественных или искусственных каменных материалов можно выполнить с применением раствора или с помощью стальных анкеров (рис. 132). С помощью раствора крепят мелкие плитки из бетона или керамики. Керамические облицовочные плитки бывают двух видов: закладные

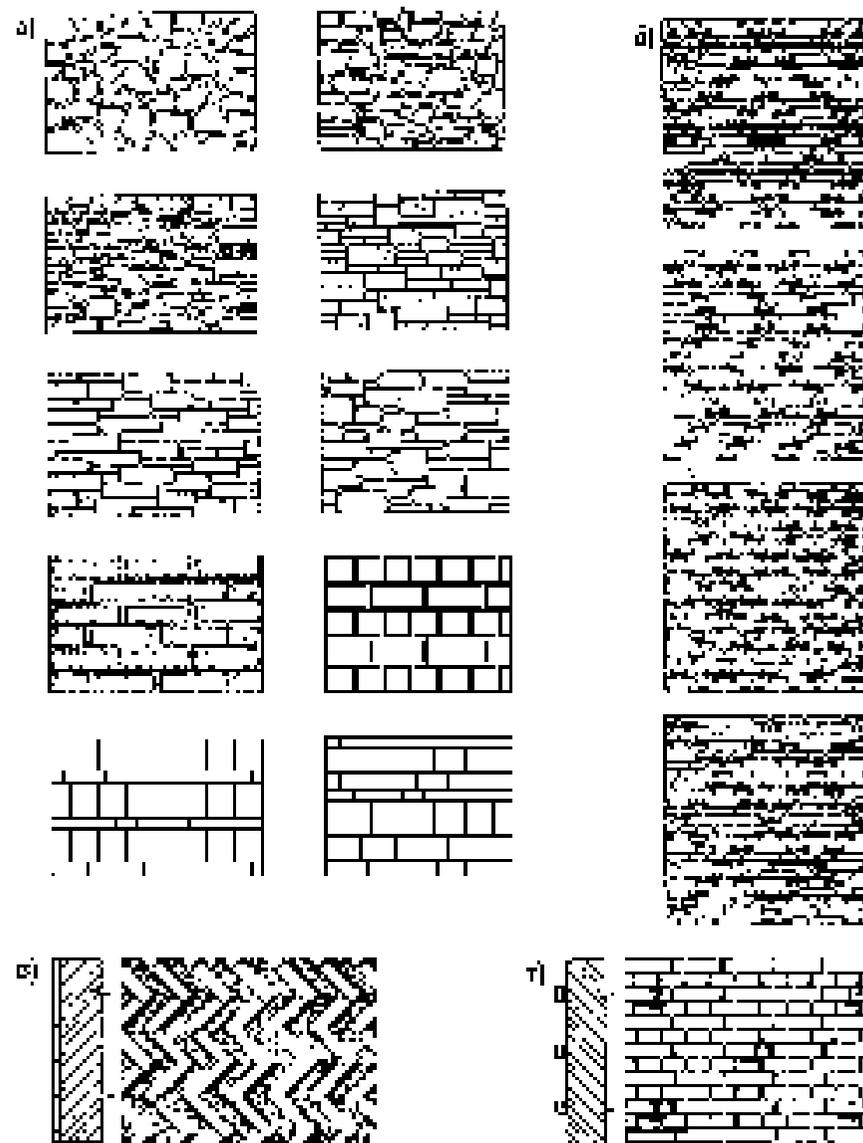


Рис. 131. Отделка фасадов каменных стен.

**а** – отделка естественными каменными материалами; **б** – лицевым кирпичом; **в, г** – рельефная кирпичная кладка

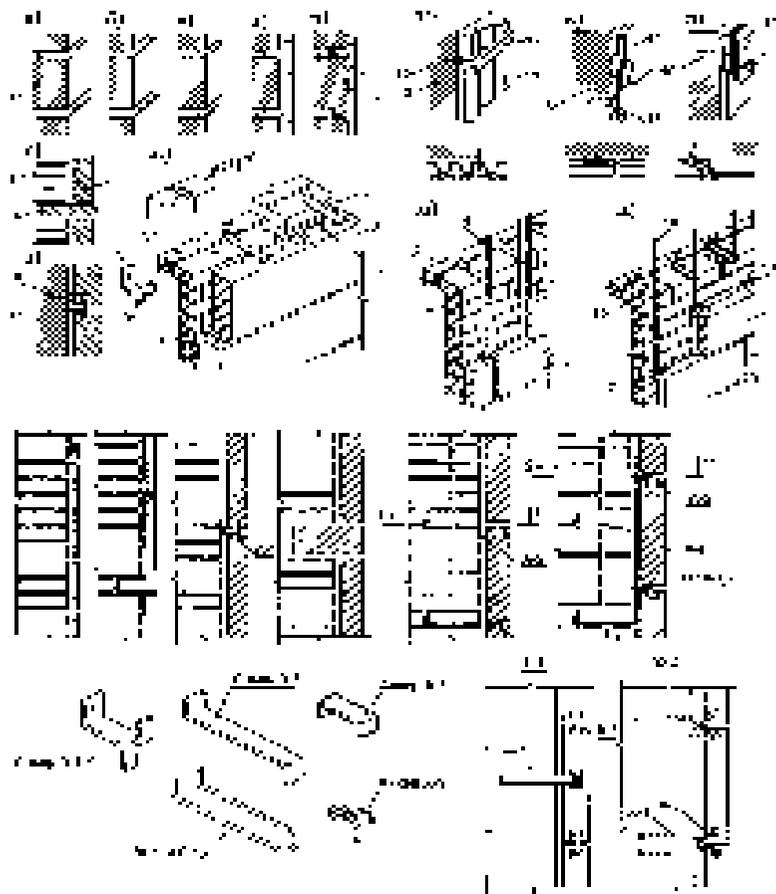


Рис. 132. Крепление облицовочных материалов.

**а** – швы кладки в подрезку; **б** – расшивка валиком; **в** – расшивка бороздкой; **г, д** – впусшошвку под штукатурку и набрызг; **е** – облицовка камней с прокладными рядами; **ж** – то же, с анкерами, закладываемыми одновременно с кладкой стен; **з** – то же, на клямерах, пришитых дюбелями; **и** – облицовка профилированными листами; **к** – облицовка листами на растворе; **л** – то же, на клямерах; **м, н** – облицовка камнями с независимой осадкой стен; **1** – камень; **2** – штукатурка; **3** – облицовочный камень; **4** – камень прокладного ряда; **5, 15** – анкерные скобы; **6** – стальная шпонка; **7** – соединительная скоба; **8** – кладка стен; **9** – клямеры; **10** – дюбель; **11** – профилированный лист; **12** – прокладной профиль; **13** – раствор; **14** – рейка из полосовой стали; **16** – рейка из круглой стали; **17** – петля из стальной проволоки

и прислонные. Облицовку закладными плитами ведут одновременно с кладкой стен, а прислонными – только через 6 месяцев после окончания кладки стен на всю высоту здания и не раньше, чем на стены будет придано 85 % проектной нагрузки.

Листовыми материалами облицовывают стены с наружным расположением утеплителя или кладку камней малой плотности. Для этого используют листы профильного металла, атмосферостойкий пластик, сайдинг. Крепят листовый материал к поверхности стен с помощью стальных клямеров или направляющих и по деревянным рейкам. На поверхности стены под облицовкой размещают утеплитель, руководствуясь требованиями тепловой защиты зданий.

Чем теснее связь декоративных элементов здания с его конструкцией, тем глубже и полнее художественное впечатление от постройки. Пример органической связи украшения и конструкции дает все русское деревянное зодчество. Русские мастера выбирали для украшения зданий наименее нагруженные конструктивные элементы. Так, в деревянных жилых домах декоративной обработке подвергались наличники и ставни окон, причалины (доски, прикрывающие боковую кромку крыши у торцов здания), карнизные кобылки, крыльца. Деревянная народная архитектура и сейчас служит образцом для современного малоэтажного жилого строительства.

Основным декоративным приемом при строительстве из дерева является выбор и расположение досок для обшивки бревенчатых, брусчатых и каркасных домов. Для обшивки обычно применяют профильные доски. Расположение досок обшивки может быть различным: горизонтальным и вертикальным, наклонным. Обязательным элементом всякой обшивки являются наличники оконных и дверных проемов, вертикальные накладки по углам стен, закрывающие торцы досок обшивки.

Существенным недостатком большинства древесных материалов является их подверженность разрушению, вызываемому набуханием от увлажнения, от воздействия различных грибков, насекомых, а также их легкая возгораемость. Наружные стены из дерева находятся в наиболее неблагоприятных условиях, по сравнению с други-

ми конструкциями, так как непосредственно подвержены атмосферному воздействию. Для защиты древесины от загнивания и огня применяют химические методы, а также конструкционные методы, заключающиеся в создании при проектировании ограждающих конструкций условий влажности и воздухообмена, препятствующих развитию дереворазрушающих грибков. При этом необходимо строгое соблюдение всех противопожарных норм и правил. При облицовке деревянных стен листовыми материалами возможна потеря восприятия архитектурных форм из древесины.

### **? Вопросы для самопроверки**

1. По каким признакам можно классифицировать стены?
2. Какие виды стен Вы знаете?
3. Какие факторы влияют на конструктивное решение стен?
4. Какие виды строительных материалов и изделий используются для возведения стен зданий?
5. Какие конструктивные материалы стен Вы можете назвать?
6. Какие теплоизоляционные материалы для стен Вы знаете?
7. Что такое «цоколь»?
8. Какие воздействия испытывает цоколь?
9. Какие бывают виды цоколей? Какие отделки цоколей?
10. Какие конструктивные элементы стен Вы можете назвать?
11. В чем отличие карниза от парапета? Каково их назначение?
12. Каково назначение перемычки?
13. Для чего в проемах кирпичных стен четверти?
14. Что входит в состав деревянного несущего остова? В каких зданиях он используется?
15. Какие особенности, связанные с сушкой, нужно учитывать при строительстве деревянных зданий?
16. Какие виды защиты деревянных домов от атмосферных воздействий Вы можете перечислить?
17. Какие типы деревянных каркасов Вы знаете? В чем их преимущество по сравнению с брусковыми и бревенчатыми домами?
18. Какова конструкция деревянных щитовых стен?
19. Какие материалы и изделия используются в зданиях ручной кладки?
20. Допустимо ли строительство однослойных кирпичных стен в условиях Сибири?

21. Какие конструктивные решения утепления стен Вы знаете?
22. Какие используются виды кладок?
23. Для чего необходимо выполнять перевязку кладки?
24. Какие виды связей используются в колодезной кладке?
25. В чем преимущества кладки из мелких ячеистобетонных блоков?
26. Какие виды разрезы крупноблочных стен Вы знаете?
27. Какие виды крупных блоков Вы можете назвать?
28. За счет чего обеспечивается жесткость соединений элементов стен крупноблочных зданий?
29. В чем преимущества крупнопанельного домостроения?
30. Каковы виды разрезов крупнопанельных стен?
31. Каковы виды панелей по количеству слоев, по местоположению, по восприятию нагрузок?
32. Какие бывают стыки панелей наружных стен?
33. Каково назначение термовкладышей в стыках наружных стен?
34. За счет чего обеспечиваются надежность и хорошая звукоизоляция стыков панелей внутренних стен?
35. Каковы преимущества каркасных зданий?
36. Что входит в состав каркасного остова здания?
37. Какие элементы обеспечивают жесткость и устойчивость каркасного здания?
38. Какие конструктивные решения позволяют скрыть ригели?
39. Какие виды опалубок используются в монолитном жилищном строительстве?
40. Какие функции выполняют перегородки? Являются ли они элементом несущего остова здания?
41. Какие виды перегородок Вы знаете?
42. Чем обеспечивается хорошая звукоизоляция перегородок?
43. Чем обеспечивается хорошая теплозащита наружных стен?
44. От чего зависит термическое сопротивление слоя конструкции, всей конструкции?
45. Какие три показателя теплозащиты установлены СНиП?
46. Каким должно быть термическое сопротивление стены по сравнению с требуемым?
47. Каким должен быть температурный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой на внутренней поверхности стены по сравнению с нормируемым?
48. Какие материалы и способы наружной отделки стен Вы знаете?
49. Что такое «сайдинг»? Каково его назначение и применение?

## Глава 7. ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛЫ

Горизонтальные конструктивные элементы здания, расчленяющие его на отдельные этажи, называются перекрытиями. Они придают сооружению пространственную жесткость, воспринимая все приходящиеся на них нагрузки, а также обеспечивая звуко- и (при необходимости) теплоизоляцию помещений. Перекрытия одновременно выполняют и несущую, и ограждающую функции. Перекрытия подразделяются по следующим основным признакам: назначению; конструктивным признакам; типам, размерам изделий и материалу; теплотехническим и звукоизоляционным характеристикам.

По назначению различают перекрытия чердачные, междуэтажные и над подвалами. Междуэтажные перекрытия обеспечивают необходимую звукоизоляцию смежных помещений. Перекрытия чердачные, над подвалами и подпольями должны отвечать теплотехническим требованиям.

Междуэтажные перекрытия по звукоизоляционным характеристикам делят на акустически однородные и акустически неоднородные. Акустически однородными считают перекрытия одно- или многослойные из жестких материалов, монолитно связанных между собой. К акустически неоднородным относят все другие типы перекрытий, в которых жесткие слои разделены звукоизоляционным слоем, воздушными прослойками. Сопряжение перекрытий с наружными стенами необходимо конструировать так, чтобы не создавались так называемые мостики холода, через которые возможна утечка тепла, вызывающая образование конденсата.

Выбор конструкции перекрытий зависит от следующих факторов: производства и поставки материалов и изделий; физико-механических, теплотехнических и звукоизоляционных свойств материалов, изделий и конструкций; местных климатических условий (для перекрытий над неотапливаемыми подвалами, подпольями, для чердачных перекрытий); нормативных требований к жилым зданиям и их перекрытиям; проектных решений и конструктивных схем зданий, решений конструкций.

Из указанных факторов постоянными являются климатические условия места строительства. Все другие факторы многовариантны и находятся во взаимной связи. Учет всех указанных факторов отражается на проектных решениях зданий и конструкций перекрытий.

По видам конструкций различают балочные перекрытия, где несущие элементы – балки, на которые укладывают плиты, настилы, накаты и другие элементы перекрытия, и плитные перекрытия, состоящие из несущих плит или настилов, опирающихся на вертикальные несущие опоры здания или на ригели, прогоны.

### 7.1. Балочные перекрытия

Конструкции перекрытий в каменных домах бывают деревянными, с балками из того же материала или стали, и железобетонными монолитными или сборными, в деревянных – только первого типа. Конструктивные схемы балочных перекрытий представлены на рисунке 133.

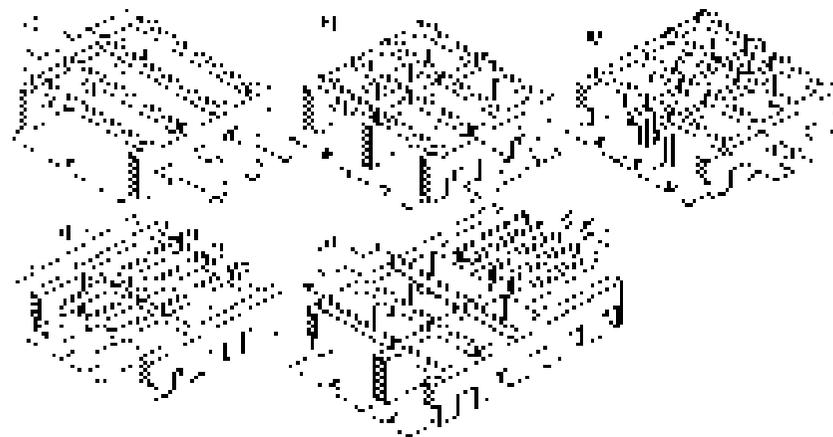


Рис. 133. Конструктивные схемы балочных перекрытий.

**а** – однопролетная схема, **б** – двухпролетная, **в** – трехпролетная, **г** – поперечная, **д** – перекрестная

**Перекрытия по деревянным балкам** состоят из несущих балок прямоугольного или таврового сечений, черепных брусков, межбалочного заполнения, слоев звуко- и пароизоляции, конструкции пола. Сечение балок определяется расчетом, а сами балки могут быть цельными, составными и клееными из пакета досок. Недостатки перекрытий по деревянным балкам – их слабое сопротивление гниванию, недостаточная огнестойкость и большой объем ручного труда. Традиционная конструкция перекрытий по деревянным балкам состоит из несущих балок, укладываемых через 0,6 и 0,8 м, наката с засыпкой и дощатого пола, укладываемого по лагам или непосредственно по балкам (рис. 134).



Рис. 134. Перекрытия по деревянным балкам.

**а** – сечения балок; **б-д** – перекрытия по брусковым балкам; **е** – теплый пол первого этажа; **1** – балка из цельной древесины; **2** – балка составная; **3** – балка клееная; **4** – черепной брусок; **5** – щитовой накат; **6** – песок; **7** – пол по лагам; **8** – упругая прокладка; **9** – смазка глиной; **10** – подкладка под планку; **11** – поперечная планка; **12** – штукатурка; **13** – насыпной утеплитель; **14** – стяжка; **15** – пароизоляция; **16** – накат из гипсовых или легковесных плит; **17** – толь; **18** – продух; **19** – гидроизоляция; **20** – плинтус; **21** – дощатый пол по настилу; **22** – дощатый настил; **23** – рубероид; **24** – подстилающий слой; **25** – утрамбованный грунт

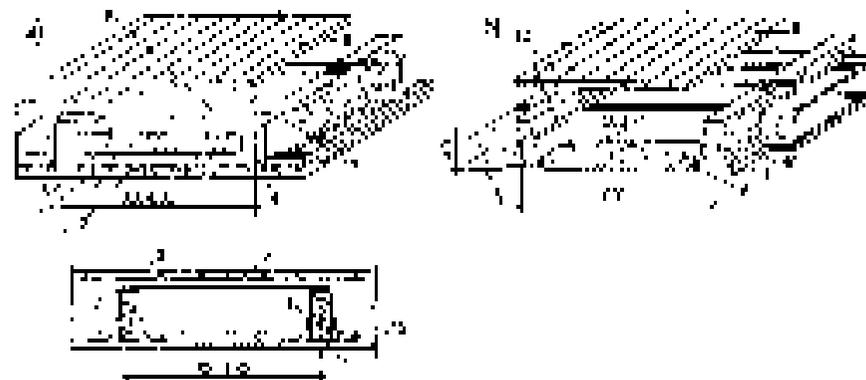


Рис. 135. Деревянные перекрытия.

**а** – перекрытие с щитовым накатом; **б** – перекрытие из пустотелых блоков; **1** – балки; **2** – накат; **3** – штукатурка; **4** – глиняная смазка; **5** – засыпка; **6** – лага; **7** – звукоизоляционная прокладка; **8** – дощатый пол; **9** – пустотелый легковесный блок; **10** – черепной брусок; **11** – раствор; **12** – гипсовая плита

При достаточной несущей способности балок щитовой накат может быть заменен легковесными и тонкими бетонными плитами (рис. 135).

Расположение настила поверх балок позволяет получить перекрытия с открытыми балками. Деревянные балки применяют прямоугольного сечения из дерева хвойных пород высотой 130, 150, 180, 200 мм. Наиболее экономичными считаются клееные балки двутаврового сечения. Глубину заделки деревянных балок или длину их опирания на стены или прогоны принимают равной не менее 100 мм. Концы деревянных балок, заделываемые в наружные кирпичные стены, защищают от увлажнения гидроизоляцией (кроме торцов) на длину не менее 180 мм. В наружных стенах воздух внутри гнезда может быть влажным. Чтобы избежать конденсата в зимнее время на охлаждаемых поверхностях гнезд и концах балок, применяют закрытую или открытую заделку балок в стены. Закрытую заделку применяют при использовании сухого лесоматериала, так как в этом случае просыхание древесины через торец балки затрудняется. При закрытой заделке конец балки защищают от увлажнения, заводят в

стену и крепят к анкеру из заложенной в кладку стальной полосы, после чего гнездо вокруг балки наглухо заделывают раствором на глубину около 100 мм для предотвращения доступа в гнездо влажного воздуха из помещения. На внутренней несущей стене концы встречных балок, обернутые гидроизоляционным материалом, стыкуют на одной оси и рядом (внахлест) (рис. 136). Их скрепляют между собой металлической полосой, затем гнездо в стене заделывают сверху и с боковых сторон.

В толстой наружной стене концы балок рекомендуется заделывать открытым способом, т. е. без заделки гнезда раствором. В этом случае в гнездо предварительно вставляют утепленный ящик (короб), затем укладывают балку и крепят ее к анкеру. Гнездо делают таких размеров, чтобы между балкой и утепленными стенками гнезда по всему его периметру образовался зазор около 50 мм, а между торцом балки и стеной – 20–30 мм. Опирающие деревянные балки на стальные и железобетонные прогоны устраивают через упругую про-

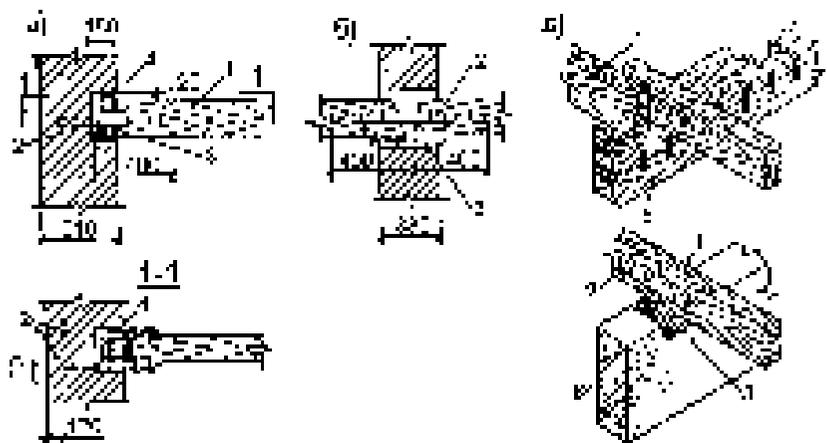


Рис. 136. Опирающие деревянные балки перекрытия.

**а** – опирание на наружные стены (с глухой заделкой); **б** – на внутренние стены (с открытой заделкой); **в** – на прогоны; **1** – деревянная балка; **2** – анкер; **3** – толь; **4** – раствор; **5** – деревянный составной прогон; **6** – железобетонный прогон; **7** – пластинчатый нагель

кладку и слой пароизоляции. Балки соединяются стальной полосой на гвоздях или болтах.

**Межбалочное заполнение.** До 1950-х годов основным материалом перекрытий было дерево. Из него делали все элементы, включая прогоны и балки. Между балками укладывали деревянные щитовые накаты или накаты из гипсовых, фибролитовых и других плит. Для деревянного щитового наката использовали отходы древесины (горбыли, обрезки досок и т. п.). Укладывают накат на специальные черепные бруски сечением 40×40 или 50×50 мм, прибиваемые к боковым граням балок гвоздями через 0,5–0,7 м. Для защиты наката от увлажнения по нему укладывают слой глиняной смазки толщиной 20–30 мм или какой-либо другой гидроизоляционный материал, по которому для улучшения звукоизоляционных свойств междуэтажного перекрытия насыпают слой сухого песка или просеянного сухого шлака толщиной 50–60 мм. Потолок подшивают досками, листами сухой штукатурки или оштукатуривают мокрым способом по дранке.

Определенный интерес представляет устройство междуэтажных перекрытий по деревянным балкам в современных малоэтажных домах Германии (рис. 137–142).

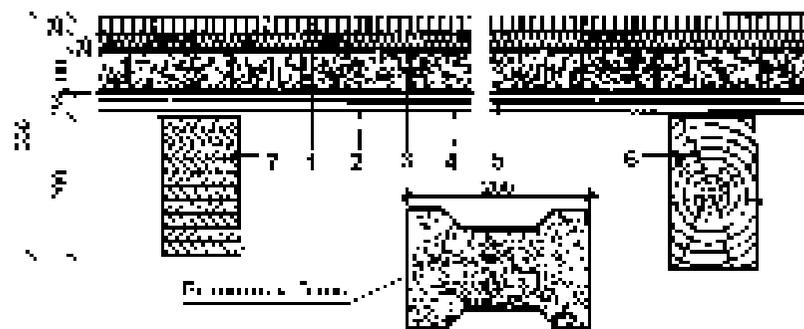


Рис. 137. Деревянные балочные перекрытия. Вариант I.

**1** – древесностружечные шпунтованные доски; **2** – звукоизолирующие плиты; **3** – бетонные блоки 60 мм; **4** – холодный асфальт; **5** – профилированная обшивка из досок; **6** – деревянные сплошные балки 120×200 мм с шагом 600 мм

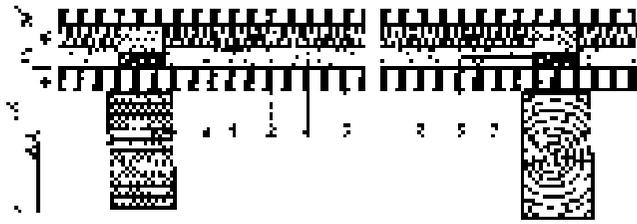


Рис. 138. Деревянные балочные перекрытия. Вариант II.

1 – древесностружечные плиты 25 мм; 2 – минеральная вата; 3 – лаги; 4 – песок 30 мм; 5 – изолирующая подкладка; 6 – древесностружечные плиты 40 мм; 7 – деревянные балки 120×200 мм с шагом 600 мм; 8 – вариант: балки из клееных досок 110×200 мм

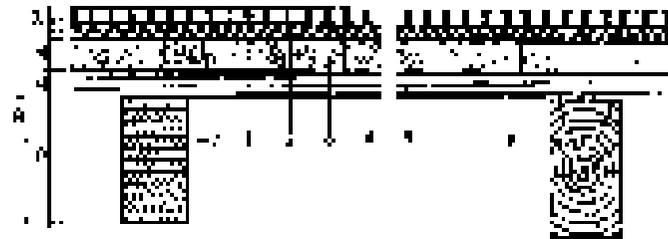


Рис. 139. Деревянные балочные перекрытия. Вариант III.

1 – древесностружечные плиты; 2 – плиты из минераловатного материала 25 мм; 3 – бетонные плиты 300×300×50 мм; 4 – пленка по холодному асфальту; 5 – шпунтованные доски 35 мм; 6 – деревянные балки 120×200 мм с шагом 600 мм; 7 – вариант: балки из клееных досок 110×200 мм



Рис. 140. Деревянные балочные перекрытия. Вариант IV.

1 – древесностружечные плиты 25 мм; 2 – деревянные балки 80×180 мм; 3 – минеральная вата 50 мм; 4 – пружинная скоба 20 мм; 5 – гипсокартонные плиты 20×125 мм

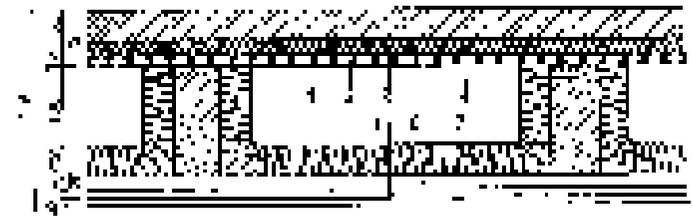


Рис. 141. Деревянные балочные перекрытия. Вариант V.

1 – цементная обмазка 50 мм; 2 – плиты изоляционные из мягкого волокна 30×25 мм; 3 – древесностружечные плиты 16 мм; 4 – деревянные балки 80×180 мм; 5 – минеральная вата 50 мм; 6 – пружинная скоба 20 мм; 7 – гипсокартонные плиты 20×125 мм



Рис. 142. Деревянные балочные перекрытия. Вариант VI.

1 – готовый паркет 10 мм; 2 – древесностружечные плиты 25 мм; 3 – минераловатные плиты 30 мм; 4 – бетонные плиты 300 x 300 x 40 мм; 5 – войлок; 6 – древесностружечные плиты 38 мм; 7 – балки из клееных досок ( в соответствии со статическим расчетом); 8 – вариант: деревянные балки; 9 – минеральная вата 60 мм; 10 – пружинная скоба; 11 – поперечная подшивка 24 x 48 мм; 12 – гипсокартонные плиты 12,5 мм

Настил располагают поверх балок, а подшивку потолка – между балок. Это позволяет получить перекрытия с открытыми балками. Если подшивка потолка крепится к нижнему поясу балок, то получаются перекрытия с гладким потолком. В этом случае в межбалочном пространстве по подшивке потолка размещают звуко- и теплоизоляцию с поворотом на вертикальные стенки балок. Настил такого перекрытия представляет собой многослойную конструкцию, верхний слой которой (древесностружечные плиты) является основанием для покрытия пола.

Межбалочное заполнение (накат) может быть выполнено из гипсовых, гипсобетонных или легковесных плит. Для улучшения звукоизоляции в перекрытиях с таким накатом швы между плитами и балками тщательно заделывают раствором. По накату устраивают пароизоляцию и дополнительный слой звукоизоляции из минераловатных плит. Применение межбалочного заполнения из гипсовых и легковесных плит дает ощутимую экономию лесоматериалов и уменьшает трудозатраты. К недостаткам таких накатов следует отнести больший их вес по сравнению с деревянным.

**Перекрытия по стальным балкам.** Такие перекрытия широко распространены в зданиях, построенных в пятидесятых годах. С началом массового применения сборного железобетона применение металла было резко ограничено. Однако использование в малоэтажном жилье несущей части балочного перекрытия из металла может быть экономически оправдано. Устройство такого перекрытия не потребует больших грузоподъемных механизмов. Перекрытия по стальным балкам более долговечны и при соответствующей огнезащите становятся трудносгораемыми. Балки перекрытий в виде стальных двутавров, швеллеров укладывают на несущие стены или столбы с заделкой и анкерованием их, как показано на рисунках 143, 144. Межбалочное заполнение может быть сборным и монолитным.

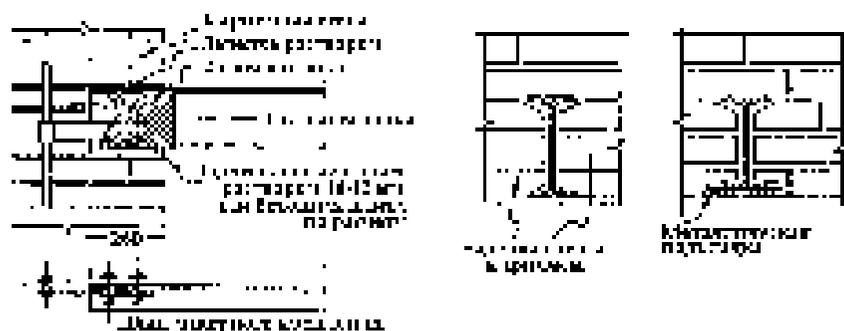


Рис. 143. Анкеровка стальных балок в стенах.

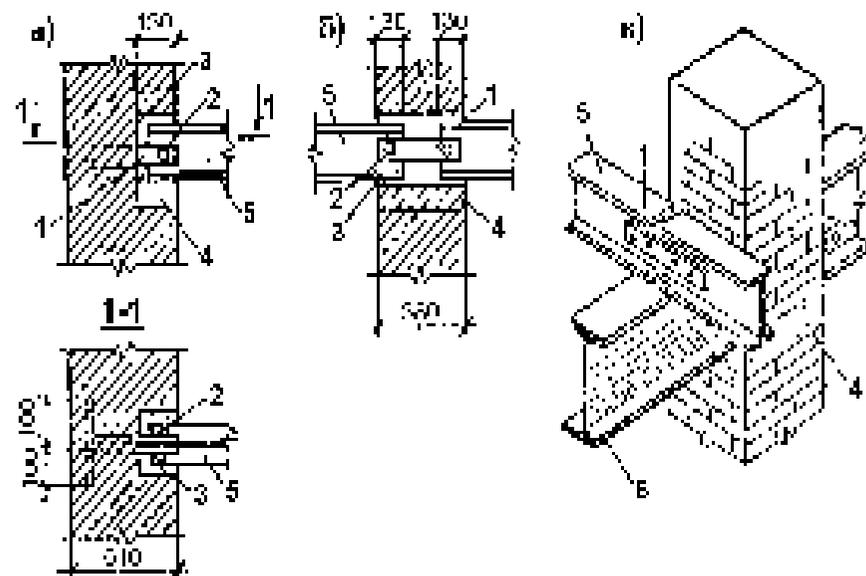


Рис. 144. Опираие стальных балок и прогонов.

а – опираие на наружные стены; б – на внутренние стены; в – на кирпичные столбы; 1 – анкер 50×6 мм; 2 – болт; 3 – раствор; 4 – бетонная подкладка; 5 – балка; 6 – прогон

Перекрытия по стальным балкам со сборным накатом в схеме своей сходны с аналогичными перекрытиями по деревянным балкам. В качестве наката используют деревянные щиты, блоки из гипсобетона или легкого цементного бетона, керамические блоки. Стальные балки чердачных перекрытий утепляют со стороны чердака, чтобы исключить образование зимой конденсата на потолке в местах расположения балок, вследствие их большой теплопроводности. Монолитное межбалочное заполнение может быть выполнено из тяжелого или легкого бетона. В зависимости от расположения железобетонной плиты в плоскости верхней или нижней полки балки потолок может быть гладким или в виде плоского свода (рис. 145).

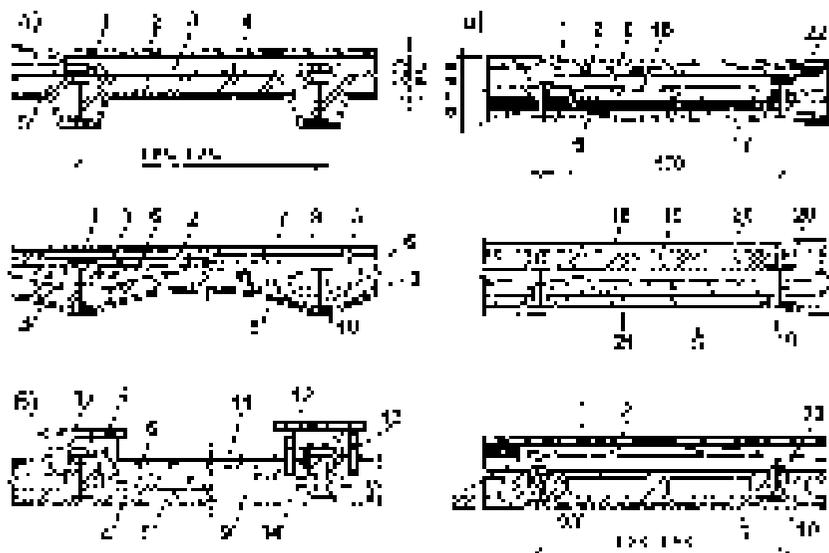


Рис. 145. Перекрытия по стальным балкам.

**а** – междуэтажное перекрытие с монолитным заполнителем; **б** – чердачное; **в** – с дощатым накатом и со сборным заполнением из плит и блоков; **1** – доски пола; **2** – лаги; **3** – песок; **4** – монолитный железобетон; **5** – штукатурка; **6** – шлак; **7** – паркет; **8** – асфальт; **9** – кирпич; **10** – сетка; **11** – корка 20 мм; **12** – короб; **13** – битуминизированный войлок; **14** – арматура; **15** – схватка из брусков через 1 м; **16** – глиняная смазка; **17** – накат; **18** – плиточный пол; **19** – сборные железобетонные плиты; **20** – раствор; **21** – гипсовые плиты; **22** – толь; **23** – гипсошлаковый блок

**Перекрытия по железобетонным балкам** таврового сечения применяют в каменных малоэтажных зданиях. Они просты по конструкции, имеют небольшую массу монтажных элементов, но, вследствие необходимости заделки большого количества швов между элементами межбалочного заполнения, повышается трудоемкость их изготовления. В зависимости от нагрузки шаг балок назначают: 600, 800, 1000 мм. Высота тавровых балок при пролетах 4,8 и 6 м равна 220–260 мм, а при пролетах 6,4 м – 300 мм. При укладке железобетонных балок на каменные стены под концы балок подкладывают железобетонные опорные плиты, распределяющие нагрузку от

балок на необходимую по расчету площадь кладки, и крепят к стене анкерами из стали (рис. 146). Торцы балок в наружной стене утепляют термовкладышами, после чего гнездо заделывают в стену не менее чем на 200 мм. Перекрытиями по железобетонным балкам, концы которых жестко заделаны в каменные стены, фиксируют расстояния между несущими стенами и обеспечивают их совместную работу по восприятию ветровых нагрузок.

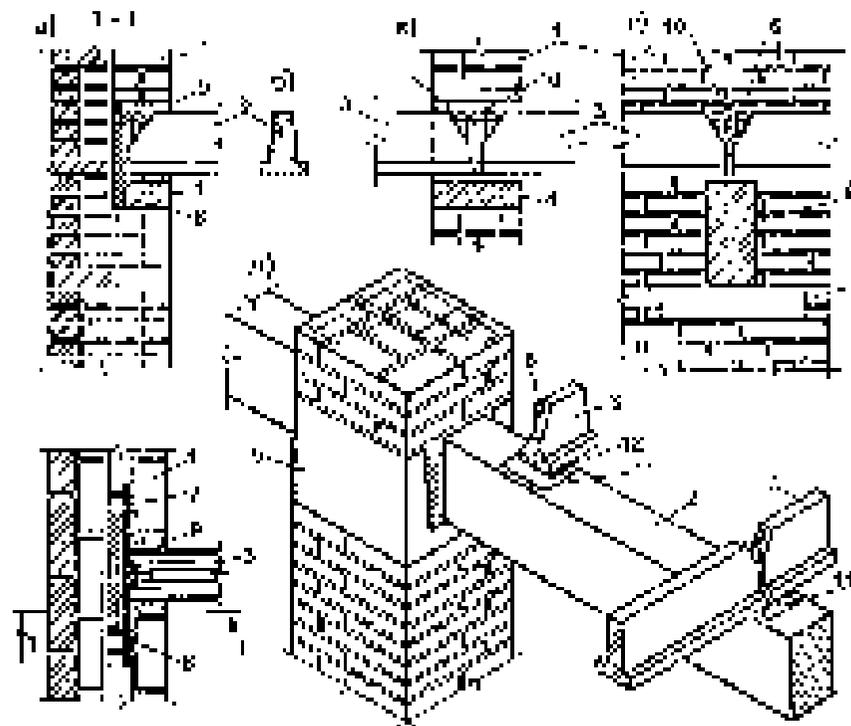


Рис. 146. Детали каменного остова с железобетонными балками.

**а** – заделка балки в наружную стену; **б** – сечение балки; **в** – стык балок на внутренней стене; **г** – стык балок на ригеле; **д** – сопряжение столба, ригеля и балок; **1** – стена; **2** – ригель; **3** – балка; **4** – опорная плита; **5** – опорный вкладыш; **6** – монтажная петля; **7** – анкер; **8** – утеплитель; **9** – раствор; **10** – связь из стального стержня на сварке; **11** – закладная деталь; **12** – сварка

На нижние полки тавровых балок укладывают накат из гипсовых и легкобетонных плит (рис. 147). В таких перекрытиях удобно устраивать конструкцию чистого пола по лагам. Для возможности устройства пола из листовых материалов необходимо иметь сплошное основание. В этих случаях по железобетонным тавровым балкам вместо наката укладывают легкобетонные или гипсобетонные пустотелые вкладыши высотой, одинаковой с высотой балки. Перекрытия на основе металлических и железобетонных балок наилучшим образом вписываются в несущий остов с каменными стенами.

**Монолитные перекрытия** являются составной частью с монолитным несущим остовом и монолитным каркасом, но могут быть использованы и в зданиях со сложным планом и каменным остовом (рис. 148). Монолитные перекрытия армируют и бетонируют на месте в опалубке. Они могут быть двух типов – в виде плоской плиты и ребристые.

Плоской плитой можно перекрывать пролеты до 4 м. Толщина монолитной плиты в этом случае составляет 60–100 мм.

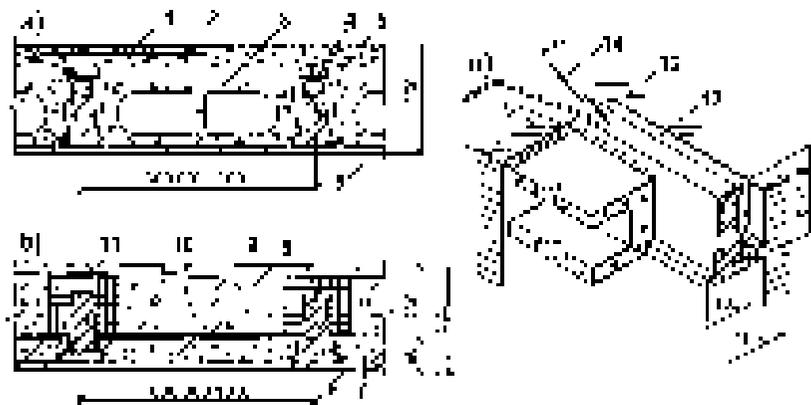


Рис. 147. Перекрытие по железобетонным балкам.

а – междуэтажное; б – чердачное; в – анкеровка; 1 – доски пола; 2 – лаги; 3 – пустотные плиты; 4 – звукоизоляция; 5 – раствор; 6 – штукатурка; 7 – гипсобетонные плиты; 8 – пароизоляция; 9 – утеплитель; 10 – цементная корка; 11 – утеплитель балки; 12 – шлакобетон; 13 – монтажная петля; 14 – анкер

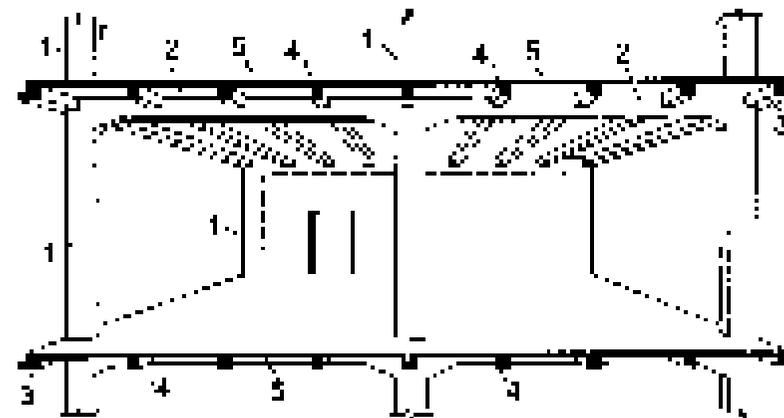


Рис. 148. Схема монолитного перекрытия.

1 – колонны; 2 – главная балка (прогон, ригель); 3 – обвязочная балка; 4 – второстепенные балки; 5 – плита

При пролетах более 4 м устраивают ребристые перекрытия, состоящие из плиты, главных балок (прогонов) и второстепенных балок (ребер). Расстояние между главными балками – от 4 до 6 м, а между ребрами при толщине плиты 70–100 мм – от 1,5 до 3 м. Балки многопролетных перекрытий представляют собой неразрезную конструкцию. Опорами главных балок служат наружные и внутренние стены, колонны, опорами ребер – прогоны. Расположение ребер может быть верхним или нижним. В первом варианте потолок получается гладкий, а в промежутках между ребрами удобно размещается звуко- и теплоизоляция. Нижнее расположение ребер может существенно обогатить интерьер перекрываемого помещения. Толщина плоского перекрытия и сечения ребер в ребристом перекрытии определяются расчетом. Иногда возникает ситуация, когда в зданиях со сложным планом часть перекрытий выполняют по балочной схеме, а отдельные участки – в монолитном исполнении. При устройстве монолитного перекрытия предусматривают все необходимые проемы для прокладки коммуникаций, вентиляционных каналов, лестниц.

**Чердачные, подвальные и цокольные перекрытия.** Чердачное перекрытие отделяет жилой этаж от чердака. Чердачное пространство в малоэтажных домах предполагается для устройства мансардного этажа и может быть использовано полностью или частично. При использовании чердака в полном объеме конструктивное решение чердачного перекрытия не отличается от междуэтажного и может быть выполнено по любой из описанных выше схем.

Если чердак используется не в полном объеме, то в неэксплуатируемой части главным фактором, определяющим конструкцию чердачного перекрытия, становятся его теплозащитные качества. Они необходимы для того, чтобы исключить большие потери тепла жилыми помещениями. По санитарно-гигиеническим требованиям перепад между температурой внутреннего воздуха жилого помещения и температурой нижней поверхности чердачного перекрытия не должен превышать 3 °С. Исходя из этого, теплоизоляционный слой чердачного перекрытия нужно защищать от увлажнения конденсатом. Для этого необходимо в конструкцию перекрытия ввести под теплоизоляцию слой пароизоляции. Очень важно не допускать образования мостиков холода, возникающих в результате того, что термическое сопротивление балок обычно значительно ниже термического сопротивления межбалочного заполнения. Если балки по высоте превышают толщину перекрытия, их необходимо утеплить.

Подвальное перекрытие отделяет подвальный этаж от жилого. В подвале могут размещаться помещения, температурно-влажностный и акустический режим которых существенно отличается от таковых жилых помещений. В этом случае возникает необходимость повысить теплозащитные и звукоизоляционные качества подвального перекрытия. Аналогично проектируют перекрытие над цокольным этажом.

## 7.2. Крупнопанельные перекрытия

В жилых зданиях массового строительства применяют в качестве несущих элементов перекрытий унифицированные сборные железобетонные плиты и панели. В современной практике строительства применяют несколько типов железобетонных плит-настилов, разли-

чающихся по поперечному сечению (многопустотные, ребристые и сплошные) и по способу армирования (с обычной или предварительно напряженной арматурой).

В полносборном домостроении используют панели перекрытий сплошного сечения толщиной 120 и 160 мм и многопустотные панели с толщиной 220 мм. Панели перекрытий железобетонные *сплошные* применяют в перекрестно-стеновой конструктивной системе зданий, где шаг поперечных стен подчинен модулю 3М (300 мм). Панели толщиной 120 мм используют в зданиях с «малым» шагом поперечных стен – до 3,6 м (габарит пролета достигает 7,2 м с градацией в 6М (600 мм). Панель перекрытия при этом опирается по четырем сторонам на стены конструктивно-планировочной ячейки (панель размером «на комнату»), при пролетах 4,2 и 4,5 м – применяют изделия «на полкомнаты». Панели толщиной 160 мм применяются в зданиях с «большим» шагом – до 6,3 м. Такие перекрытия устраиваются в зданиях со стенами из крупных панелей.

Для устройства перекрытий в кирпичных, крупноблочных зданиях, а также в бескаркасных панельных зданиях со смешанным шагом поперечных стен применяют *многопустотные* и ребристые плиты-настилы.

Плиты-настилы с круглыми пустотами высотой 220 мм имеют габариты по ширине 1,0; 1,2; 1,5; 1,8, 2,4; 3,0; 3,6 м по длине – от 3,0 м до 7,2 м с градацией размеров в 3М (300 мм). Для общественных зданий используются многопустотные плиты-настилы толщиной 300 мм с предварительно-напряженной арматурой с пролетами 9 и 12 м.

В кирпичных и крупноблочных зданиях жесткие диски перекрытий воспринимают все приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки, а также обеспечивают единство восприятия нагрузок несущими стенами, для чего все плиты-настилы имеют анкерные связи между собой и с несущими стенами (рисунки 149, 150).

**Ребристые** настилы изготавливают с ребрами в одном или двух направлениях со сплошной плитой в верхней части. Такая плита хорошо работает на изгиб, но образует неплоский потолок, что неудобно

при строительстве жилых зданий. Используются в общественных зданиях с устройством подвесных потолков и в чердачных покрытиях.

**Сплошные** панели перекрытий изготавливают на основе рабочих чертежей типовых серий изделий и типовых проектов жилых и общественных зданий. Они предназначены для крупнопанельных зданий с поперечными несущими стенами, имеющими малый шаг (пролет) – до 3,6 м и большой шаг – до 6 м. При малом шаге панели перекрытий опираются по четырем или трем сторонам, при большом – по двум сторонам.

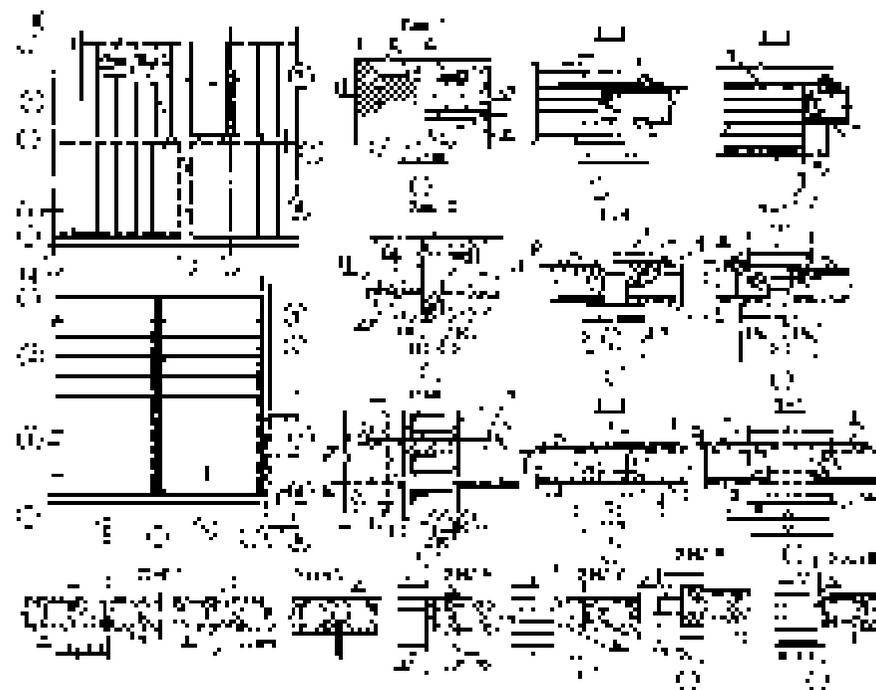


Рис. 149. Сопряжение перекрытий из многопустотных настилов в зданиях с несущими кирпичными стенами.

**а, б** – монтажная схема плана перекрытий в зданиях с продольными и поперечными несущими стенами, соответственно; **1** – стена, **2** – настил перекрытия, **3** – стальной анкер, **4** – цементно-песчаный раствор, **5** – бетон, **6** – арматурный каркас

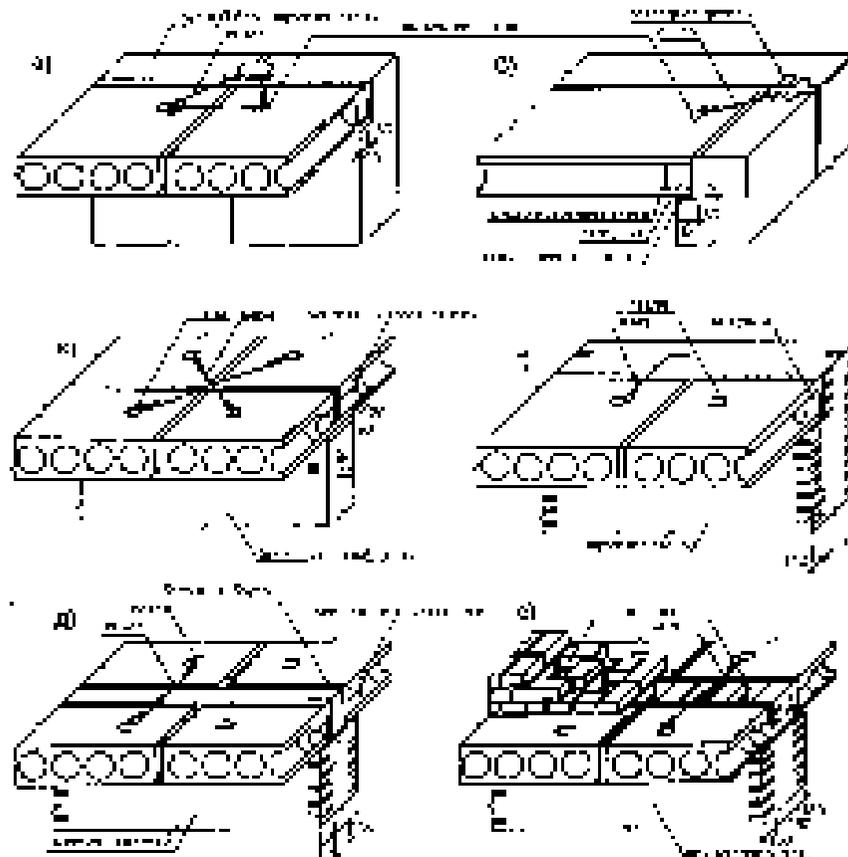


Рис. 150. Опираие многопустотных панелей перекрытия на кирпичные и крупноблочные стены.

**а, б** – опирание на наружные крупноблочные стены; **в** – на внутренние крупноблочные; **г** – на наружные кирпичные; **д** – на внутренние кирпичные; **е** – на внутренние кирпичные с каналами

В современных крупнопанельных жилых зданиях применяют сплошные панели перекрытия (рис. 151) толщиной 120 мм, при которой необходимо устройство слоистого или раздельного пола, и толщиной 160 мм, допускающей укладку по панели перекрытия теплозвукоизоляционного чистого пола.

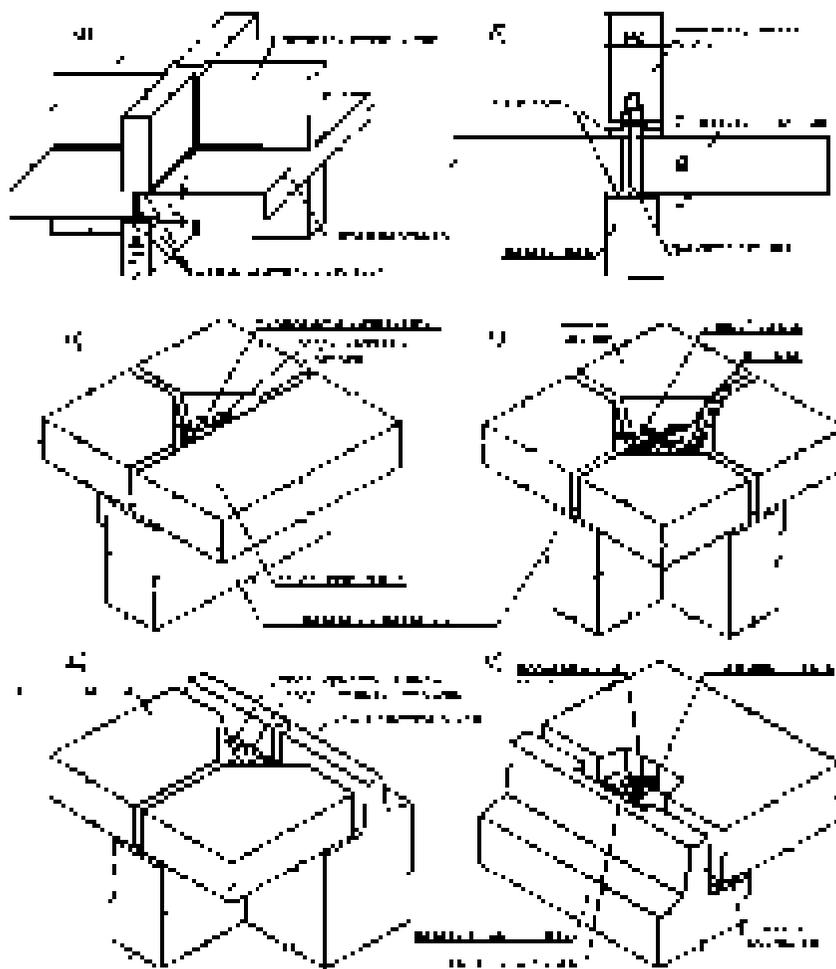


Рис. 151. Детали опирания панелей перекрытия крупнопанельных зданий.

**а** – платформенный стык панелей перекрытия и внутренних стен; **б** – то же, для зданий повышенной этажности; **в** – крепление панелей перекрытия при примыкании двух внутренних стен; **г** – то же, при пересекающихся внутренних стенах; **д** – опирание панелей и крепление их между собой; **е** – крепление панели перекрытия к панели наружной стены

Крупноразмерные железобетонные плиты могут быть использованы для устройства перекрытий в малоэтажном строительстве, если планировочные параметры здания соответствуют размерам плит. Однако следует помнить, что для монтажа таких плит требуются механизмы большой грузоподъемности, что значительно увеличит стоимость строительства.

### 7.3. Полы

Неотъемлемой частью перекрытий являются полы. Рациональное решение конструкции полов требует особого внимания, так как стоимость их близка к стоимости несущей части перекрытия, а затраты труда на их устройство – в 2–4 раза выше. Конструкция пола зависит от характера и назначения помещения, где он устраивается.

При изготовлении полов применяются проверенные временем конструкции, современные материалы и способы монтажа. При изготовлении пола необходимо выбрать материал, который лучше всего соответствует данному помещению. При выборе типа пола для рабочей комнаты в первую очередь учитывают его экономичность и долговечность, в то время как для жилой комнаты или спальни тип пола выбирают, прежде всего, из соображений красивого внешнего вида и удобства. Все еще очень широко используется традиционный материал – дерево. Деревянные полы изготавливают обычно из досок, прибиваемых к лагам, или в виде паркета, когда деревянные планки мастикой приклеиваются к черному полу. Они удобны и практичны во всех помещениях, кроме сырых. Деревянные полы дороже полов, покрытых плитками или линолеумом, однако служат дольше и дают ощущение теплоты, которого нет у синтетических полов. Дощатые и паркетные полы обеспечивают также дополнительный слой изоляции.

В кухнях и детских комнатах наиболее популярны полы с синтетическим покрытием. Их называют упругими, потому что они поглощают удары, возникающие при ходьбе или при падении предметов. Материалы для таких полов выпускаются в виде плиток, которые можно укладывать с разным рисунком, или в виде рулонов.

В потенциально сырых помещениях, например в ванных комнатах и прихожих, лучше всего применять керамические или каменные плитки, а также другие минеральные материалы, которые лучше дерева и синтетических материалов по водопроницаемости и износостойкости. Каменные плитки укладывают на раствор. Керамические плитки приклеивают мастикой по стяжке или по основанию. Хороший пол цокольного или подвального этажа можно изготовить из бетона.

Пол является таким элементом здания, который при эксплуатации выдерживает постоянные и интенсивные механические воздействия. На полу собираются все взвешенные частицы, попадающие в воздух помещения (бытовая пыль и влага в жилых помещениях), поэтому к полам предъявляют повышенные санитарно-гигиенические и высокие прочностные требования. Полы должны обладать хорошей сопротивляемостью истиранию и удару на основных линиях коммуникаций, малым теплоусвоением, т. е. не отнимать много тепла при соприкосновении (по этому признаку полы разделяются на теплые и холодные); легко очищаться; быть нескользкими, бесшумными при ходьбе, беспыльными, влагостойкими и водонепроницаемыми. Конструкция пола состоит из ряда последовательно лежащих слоев, каждый из которых имеет определенное назначение.

**Покрытие пола**, или чистый пол – верхний слой пола, по материалу которого называется вся конструкция пола (дощатый, паркетный и т. д.). Покрытие пола непосредственно воспринимает все нагрузки и воздействие при эксплуатации здания. По характеру материала покрытия все полы подразделяют на сплошные, штучные и рулонные.

**Прослойка** – промежуточный соединительный слой между покрытием и стяжкой.

**Стяжка** – слой, служащий для выравнивания поверхности нижележащих слоев. До недавнего времени основным материалом стяжки служил цементно-песчаный раствор. Широкое проникновение на рынок строительных материалов западных технологий значительно расширило палитру стяжек. При неровностях до 5 мм доста-

точно использовать прокладки из волнистого картона или минерального войлока. Неровности до 20 мм лучше всего устранять с помощью обычной шпаклевки или герметиков для уплотнения швов. При неровностях более 20 мм или, например, при различном наклоне пола для его выравнивания лучше использовать сухую засыпку. Сухая засыпка для выравнивания состоит из гранулированного, т. е. зернистого материала. Отдельные зерна могут быть заключены в оболочки из битума или природной смолы. Благодаря этому происходит уплотнение материала засыпки и под легким поверхностным давлением образуется равномерный стабильный изолирующий слой. Независимо от того, потребуется ли засыпка для выравнивания пола или нет, для выполнения последующих работ существует несколько систем. На выровненный пол из деревянного настила или сырого бетона можно укладывать элементы, кашированные пенополиуретаном или минеральной ватой, либо элементы без дополнительной тепло- или звукоизоляции.

Есть конструкции сухой стяжки, у которой сначала укладывают основные элементы, а затем сверху поперек отделочные элементы. Соединяются эти элементы с помощью специально разработанного для этой цели сухого клеящего состава для стяжек. При использовании для стяжки сухих элементов из гипсовых материалов, которыми сейчас пользуются чаще всего, для выкладки верхнего слоя рекомендуется применять грунтовку.

При устройстве полов с успехом используют пластичную стяжку, которая выполняется из гипса в качестве связующего и природного ангидрида и основных силикатов в качестве заполнителя. Использованию ее на деревянных балочных перекрытиях способствует небольшой по сравнению с обычными стяжками удельный вес. Пластичная стяжка нивелируется почти автоматически и всегда образует ровную горизонтальную поверхность. Эта стяжка может быть и с подогревом, так как благодаря ее конструкции в ней легко проложить трубопроводы.

Стяжки из литого асфальта можно использовать как на бетонных, так и на деревянных балочных перекрытиях. На такую стяжку

можно укладывать обычное покрытие из паркета, плитки и т. д. При использовании литого асфальта влажность в доме не повышается.

**Основанием** пола является конструкция перекрытия, которая и воспринимает все нагрузки, действующие на пол. Указанный слой – основной в конструкции пола. В зависимости от условий эксплуатации в конструкцию пола вводятся дополнительные слои.

**Подстилающий слой (подготовку)** применяют для полов, устраиваемых на грунте. Этот слой служит для распределения нагрузки на основание. Выбор типа подстилающего слоя зависит от величины нагрузки, действующей на пол, и жесткости принятого покрытия и стяжки. Подстилающий слой может быть известково-щебеночным, шлаковым, гравийным, глинобетонным. Толщина его 80–100 мм. При повышенных нагрузках применяют бетонную подготовку.

**Гидроизоляцию** применяют в двух случаях: при защите пола от грунтовых вод и при защите основания пола от воды (санитарный узел и т. п.). В первом случае гидроизоляцию располагают под стяжкой по подстилающему слою в виде обмазки битумной мастикой. В случае высоких грунтовых вод гидроизоляцию выполняют из 2–3 слоев рулонных материалов. Во втором случае рулонную гидроизоляцию выполняют поверх стяжки. Для предотвращения механического повреждения изоляции во время устройства чистого пола предусматривают вторую, защитную, стяжку по гидроизоляции.

**Теплоизоляционный слой** применяют в полах по перекрытию, когда перекрытие разделяет отапливаемое и неотапливаемое помещения, например, над подвалом. Теплоизоляционный слой выполняют из древесноволокнистых плит, из плит легкого или ячеистого бетона и других пористых материалов. По этому слою устраивают выравнивающую стяжку. Стяжка по сыпучему и мягкому утеплителю должна быть достаточно жесткой и прочной, чтобы предотвратить ее продавливание под нагрузкой. В этом случае стяжку делают армированной, толщиной 30–40 мм.

**Звукоизоляционный слой** – обязательный элемент конструкции пола по перекрытию. Известно, что звукоизоляция от воздушного шума тем надежнее, чем массивнее ограждающая конструкция, или

чем больше слоев различной плотности конструкция имеет в своем составе. В качестве звукоизоляционного материала применяют легкий бетон и другие пористые материалы, которые иногда выполняют одновременно и теплозащитную функцию. Кроме изоляции от воздушного шума, перекрытие должно изолировать помещение от ударного шума. Для этой цели применяют упругие материалы, укладываемые в местах опирания одних элементов перекрытия на другие. Воздушная прослойка также является хорошим звуко- и теплоизоляционным слоем. В местах примыкания полов с жестким покрытием к стенам и перегородкам обязательно нужен воздушный промежуток, который закрывают плинтусом.

**Полы из дерева.** В малоэтажном жилищном строительстве наибольшее распространение получили деревянные полы, так как они бесшумные, упругие, теплые, обладают хорошим сопротивлением истиранию, беспыльны и достаточно долговечны. Деревянные полы бывают дощатые, паркетные (наборные и щитовые), из твердых древесноволокнистых плит.

**Дощатые полы** выполняют из строганных шпунтованных досок (половиц), прибиваемых гвоздями к деревянным брускам (лагам), укладываемым по перекрытию. Для половиц используют хвойные породы дерева – ель, сосну. Расстояние между лагами зависит от толщины половиц. При толщине досок 40 мм расстояние между лагами не должно превышать 800 мм, а при толщине 30 мм – 500 мм. Дощатый пол можно красить, покрывать лаком, дубить, а также шлифовать и покрывать защитными покрытиями. Более твердые породы дерева, такие как бук, дуб, ясень или клен, используют для паркета. **Паркетные полы** выполняют из клепки (мелких дощечек) заводского изготовления толщиной 12–20 мм. При устройстве полов по дощатому настилу (черному полу) применяют шпунтованную клепку (с пазом и гребнем на боковых кромках), обеспечивающую плотное соединение клепок между собой. Клепки крепят к дощатому настилу гвоздями, забиваемыми в пазы. Между настилом и паркетом для предупреждения скрипа при ходьбе прокладывают слой картона. Полы из штучного паркета отличаются высокой трудоемкостью, так как каждая клепка крепится вручную. В настоящее время большин-

ство сортов паркета состоит из фанерных плит, у которых только верхний слой выполнен из ценных пород дерева. Под ним находится слоистая клееная древесина из хвойных пород дерева или стружечные плиты. После укладки паркета его следует отциклевать и натереть. Благодаря этому его поверхность стабилизируется и становится не чувствительной к влаге и грязи. Основные виды деревянных полов представлены на рис. 152.

**Полы из прессованной пробки**, поры которой заполнены воздухом, обеспечивают комфортность передвижения по ним, тепло для ног и изоляцию от ударного шума. Благодаря этим порам вмятины от давления, сохраняющиеся на других половых покрытиях, на полу из прес-

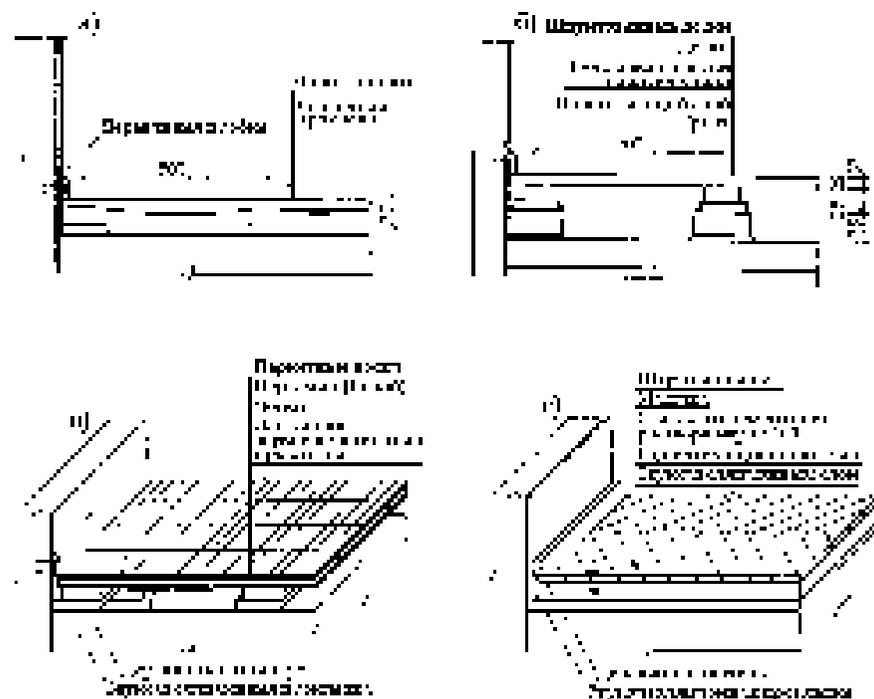


Рис. 152. Конструкции деревянных полов.

а – пол из дощатых щитов; б – дощатый пол по грунту; в – пол по междуэтажному перекрытию из паркетных досок; г – то же, из штучного паркета

сованной пробки через некоторое время исчезают. Исполнение плит из прессованной пробки бывает разнообразным. Отдельные элементы в форме плит выпускаются в натуральном виде, натертые воском или покрытые лаком. Паркет из прессованной пробки, обработанный пчелиным воском, нуждается в повторной обработке 2–3 раза в год. Пол из прессованной пробки, покрытый лаком, не требует дополнительной обработки. Прессованная пробка без покрытия служит около 25 лет.

**Полы из керамических плиток** традиционно устраивают во влажных помещениях (душевые, ванны, уборные). Среди стройматериалов, приемлемых с точки зрения строительной техники и физики, а также пригодных для оформительских целей, на первом месте находится плитка. Для устройства полов, и не только во влажных помещениях, этот материал, изготавливаемый с использованием новейших технологий, стал абсолютно незаменим. Сырьем для плитки служат натуральные материалы: глина, каолин, полевой шпат. Путем обжига спрессованной керамической массы получают керамику. Она бывает пористой или плотной, если содержание полевого шпата высокое. Плитку с пористым черепком называют фаянсовой. Ее легко отличить от плотной керамической. Если капнуть воду на обратную сторону плитки, то на керамической плитке капля воды сохранит свою форму, так как плитка стала плотной из-за обжига, а фаянсовая плитка впитает воду. Покрытия пола подвергаются естественному износу, который зависит от частоты хождения по нему, загрязнения и крепости материала. Поэтому покрытия пола из глазированной керамической плитки в зависимости от сопротивления на истирание делят на группы, определяющие сферу их применения.

**I группа износостойкости:** очень легкие нагрузки. Половые покрытия этой группы износостойкости устраивают в помещениях, в которых частота хождения небольшая, отсутствуют царапающие загрязнения и ходят в обуви с мягкими подошвами. Примеры: спальни и санузлы в частных домах. **II группа износостойкости:** легкие нагрузки. Половые покрытия этой группы устраивают в помещениях, в которых частота хождения небольшая, отсутствуют царапающие загрязнения и ходят в обычной обуви. Примеры: частная жилая зона, кроме кухни, лестниц, террас, лоджий. **III группа износостойкости:**

средние нагрузки. Половые покрытия этой группы устраивают в помещениях, в которых частота хождения средняя, есть царапающие загрязнения и ходят в обычной обуви. Примеры: вся жилая зона, кроме кухни. *IV группа износостойкости*: сильные нагрузки. Половые покрытия этой группы устраивают в помещениях, в которых частота хождения высокая, ходят в обычной обуви, а частота загрязнения и нагрузки интенсивные. Примеры: прихожие и кухни в жилых домах, террасы. Как показывает опыт, фактическую нагрузку покрытий предсказать очень трудно. Поэтому для помещений, в которых много ходят, с самого начала нужно выбрать плитку на одну группу выше предполагаемой.

Плитка – эффективное средство оформления. Чтобы правильно выбрать плитку, надо знать, как она может повлиять на вид помещения. Решающее значение имеют цвет, декор, структура поверхности, формат плитки, перевязки и швы. Например, прямоугольные плитки задают направление длинной стороной, а квадратные – действуют нейтрально. Швы усиливают или ослабляют это впечатление. Швы, отличающиеся по цвету от плитки, подчеркивают ее размер. Швы, цвет которых совпадает с цветом плитки, могут сильно снизить архитектурное воздействие поверхности. Плитки благодаря глазуровке или каменному материалу не пропускают воду и нечувствительны к влаге. Но это не значит, что настил из плитки будет водонепроницаемым. Из-за наличия швов он таким быть не может. Вода способна просачиваться между раствором и плиткой и повреждать основание. На это нужно обращать особое внимание в зонах, подвергающихся воздействию воды, например, в душевой (рис. 153).

**Полы с покрытием из резины и линолеума.** Резиновые покрытия и линолеум – универсальные рулонные половые материалы. Эти покрытия схожи по некоторым важнейшим параметрам: водостойчивы, имеют поверхность, защищающую от грязи, и их можно укладывать только по абсолютно ровному полу без неровностей, так как последние могут проявляться через покрытия. Эти покрытия обладают минимальной теплоизоляцией, поэтому в холодных помещениях их надо укладывать на теплоизоляционный слой. Обычно покры-

тие наклеивают по всей поверхности, а иногда укладывают без приклеивания (рис. 153).

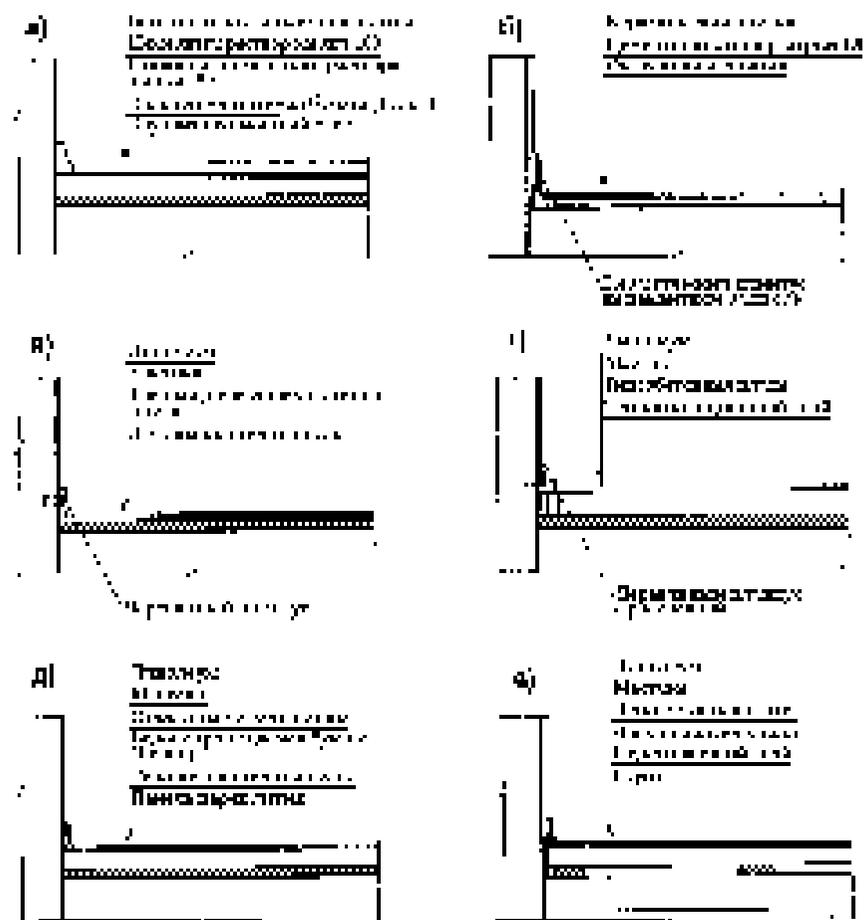


Рис. 153. Конструкции монолитных, плитных полов и полов из линолеума.

**а** – пол по междуэтажному перекрытию из бетонных плит; **б** – то же, из керамических плиток; **в** – то же, из линолеума многослойных конструкций; **г, д** – то же, по перекрытию над неотапливаемым подвалом; **е** – то же, по грунту

**Полы из поливинилхлоридных (ПВХ) плиток** отличаются большим сопротивлением истиранию, упругостью, низким водопоглощением, беспыльностью. Плитки ПВХ размером 150×150, 200×200, 300×300 мм и толщиной 2–3 мм могут быть применены во всех помещениях жилого дома. Плитки укладывают на прочных и хорошо выровненных стяжках на специальных клеях или холодной битумной мастике.

Новой разновидностью такого покрытия являются рельефные покрытия из ПВХ. Рельефные покрытия состоят из трех или четырех слоев: первый слой из стекловолокна, затем следует поливинилхлоридный пенопласт, имеющий определенную структуру с нанесенным на него узором, все это закрывается слоем из ПВХ, который и является слоем износа. Он защищает узор и пенопласт. Рельефным покрытиям из ПВХ следует отдавать предпочтение, так как они (как правило) очень мягкие, эластичные, теплые и выпускаются с самыми разнообразными рисунками.

**Полы с ковровым покрытием.** Выбор коврового покрытия зависит от того, какие нагрузки оно должно выдерживать. Сохраняется тенденция к использованию натуральных материалов, хотя химические волокна часто обладают привлекательными свойствами, которые натуральные материалы приобретают только после дополнительной обработки. Так, в искусственных материалах не заводятся моль, они светостойкие, часто нечувствительны к влаге и за ними легко ухаживать. В зависимости от типа волокна покрытие характеризуется следующими параметрами: *нейлон*: хорошая эластичность, сравнительно высокая износостойкость; *перлон*: хорошая эластичность, сравнительно высокая износостойкость; *акриловые волокна* (похожие на шерсть): особенно хорошая эластичность; *полипропиленовые волокна* (толстые, легкие ковровые покрытия): мало загрязняются и почти статически не заряжаются. В зависимости от износостойкости определяется пригодность покрытия для использования (спальни, жилая зона и т. д.).

**Полы из природного или искусственного камня.** Полы из природного камня, например, из мрамора, сланца и кварцита исполь-

зуют из-за красивой структуры поверхности. Их настилают в жилых помещениях, а также в коридорах, на лестницах и в ванных комнатах. Другие природные материалы, например песчаник, используют только на входе в дом, поскольку он не обладает ни красивой структурой, как у названных выше материалов, ни гладкой поверхностью, которую легко обработать, чтобы выполнить гигиенические требования.

**Искусственные покрытия из бетонных блоков или террацо** так же долговечны, как и из натуральных камней, но выглядят они не столь репрезентативно, как, например, мрамор. Поэтому эти покрытия стоят значительно дешевле. Для того чтобы при использовании подобных покрытий не было ощущения холода, покрытие нужно изолировать от холодного воздуха, поступающего снизу, с помощью изоляционного слоя. Благодаря хорошей теплопроводности такие покрытия пригодны при обогреве пола.

Одним из альтернативных решений по отношению к традиционным покрытиям являются **ламинатные покрытия**. Ламинаты – это собственно плиты из древесного материала со всевозможными декоративными узорами. Особенно часто они имитируют деревянные поверхности. Этот материал не пригоден для ванных комнат или саун. Способ настилки – плавающий, выступы и пазы в соединяемых элементах склеивают.



### Вопросы для самопроверки

1. Что такое «перекрытие»?
2. Какие функции в здании выполняет перекрытие?
3. Какие виды перекрытий Вы знаете?
4. От каких факторов зависит выбор типа перекрытия?
5. Как различают перекрытия по конструктивным решениям?
6. Как различают перекрытия по звукоизоляционным характеристикам?
7. Какие конструктивные схемы балочных перекрытий Вы знаете?
8. Какие расстояния между деревянными балками?
9. Что входит в состав перекрытия по деревянным балкам?
10. Возможно ли использование легкобетонных плит в составе деревянного балочного перекрытия?
11. Какую глубину заделки принимают для деревянных балок?

12. Что входит в состав межбалочного заполнения перекрытий по деревянным балкам?
13. Каковы преимущества перекрытий по металлическим балкам?
14. Какие примеры межбалочного заполнения для перекрытий по стальным балкам Вы можете привести?
15. Какой шаг принимают для железобетонных балок? От чего он зависит?
16. Чем обеспечивается совместная работа стен и перекрытий по железобетонным балкам?
17. Какие виды межбалочного заполнения для перекрытий по железобетонным балкам применяют чаще всего?
18. Какие пролеты могут быть перекрыты плоскими монолитными железобетонными перекрытиями?
19. Какие конструктивные решения монолитных перекрытий применяют при больших пролетах между вертикальными несущими конструкциями?
20. Какие особенности по отношению к междуэтажным имеют чердачные перекрытия? Подвальные? Цокольные перекрытия?
21. Какие виды крупнопанельных перекрытий Вы знаете?
22. В чем преимущества и недостатки ребристых настилов?
23. При каких параметрах зданий используются многопустотные перекрытия?
24. В чем преимущества и недостатки сплошных панелей?
25. Для чего используют анкеровку плит перекрытия?
26. Возможно ли использование крупноразмерных перекрытий в малоэтажном строительстве?
27. Какие виды полов Вы знаете?
28. Какие параметры влияют на выбор типа полового покрытия?
29. Из каких слоев состоит пол?
30. Какие виды деревянных полов Вы знаете?
31. В каких помещениях применяют полы из керамической плитки?
32. Какие группы износостойкости полов из керамической плитки Вы знаете? От чего они зависят?
33. С помощью каких материалов обеспечивают гидроизоляцию перекрытий во влажных помещениях?
34. Какие преимущества и недостатки полов из линолеума, плитки ПВХ, ковровых покрытий?
35. Какова область применения полов из природного и искусственного камня?

## ГЛАВА 8. ЛЕСТНИЦЫ И ЛИФТЫ

### 8.1. Основные и вспомогательные лестницы

«Сделать хорошую лестницу – сложная архитектурная задача» – писал в 1624 г. английский поэт, архитектор и дипломат сэра Генри Уоттон в своей книге «Элементы архитектуры». Он дал всем строителям лестниц несколько мудрых советов, рекомендуя «... всегда хорошо освещать лестницу, чтобы никто не мог случайно упасть или споткнуться», оставлять достаточно места над головой, «чтобы поднимающемуся по ней человеку хватало воздуха». Он подчеркивал огромное значение широких ступеней и небольшого уклона, «так как ноги наши сильнее устают при подъеме, чем при спуске».

На лестницах происходит больше несчастных случаев, чем, например, на скользких полах в банях и ванных комнатах. Чаще всего люди получают травмы из-за дефектов ступеней, большой крутизны лестниц и отсутствия перил.

Скользкая ступень – опасная ступень. Вторым дефектом ступеней является их малая ширина. При спуске по лестнице многие взрослые люди ставят ногу так, что носок свисает над закругленной передней частью *проступи* (горизонтальной части ступени; вертикальная часть называется *подступенком*). Если проступь имеет ширину 250 мм и более, носок свисает слабо, и ступень можно считать безопасной. Однако чем уже ступень, тем выше опасность соскальзывания с нее. В хорошо сконструированной лестнице каждая проступь выступает примерно на 25 мм над нижней проступью, при этом достигается увеличение ширины ступени без увеличения места, занимаемого лестницей в плане.

Строительные нормы и правила допускают крутизну или уклон лестничного марша не более 42°, при таком угле опасность падения спускающегося человека невелика.

При ширине проступи не менее 250 мм и 25 мм нависании ее над нижней проступью перепад высот между соседними проступями позволяет получить удобный уклон. Более того, высота каждой ступени должна быть строго одинакова; неодинаковая высота ступеней

является причиной многих травм, полученных на лестницах. Причинами травм являются отсутствие или ненадлежащие установка и крепление перил. Прочность ограждения лестничного марша должна быть такой, чтобы оно могла выдержать вес падающего взрослого человека. Расстояние между стойками перил должно быть не более 100 мм, чтобы между ними не мог пройти ребенок.

Параметры лестницы больше, чем параметры каких-либо других строительных конструкций, зависят от требований человека, в первую очередь – от длины шага. Отсюда вытекают требования, предъявляемые к лестницам: удобные ширина и высота ступеней и угол подъема; прерывание слишком длинных маршей с помощью промежуточных площадок; хорошее освещение всех участков; соответствие лестницы размеру и значению дома; возможность начинать подъем по лестнице с левой ноги.

**Лестницы** по назначению делят на основные или главные, рассчитанные на основной людской поток; вспомогательные, служащие для аварийной эвакуации, сообщения с чердаками и подвалами; входные – для организации главного входа в здание. Лестницы должны быть удобными в условиях обычной эксплуатации и соответствовать требованиям пожарной безопасности.

Суммарная ширина маршей лестничных клеток, в зависимости от количества людей, находящихся на наиболее населенном этаже, кроме первого, а также ширины дверей, коридоров или проходов на путях эвакуации во всех этажах, должны приниматься из расчета не менее 0,6 м на 100 человек. Число подъемов (ступеней) в одном марше должно быть не менее 3 и не более 16. В одномаршевых лестницах, а также в одном марше двух и трехмаршевых лестниц допускается не более 18 подъемов (ступеней).

По расположению в здании лестницы различают: **внутренние закрытые** – в лестничных клетках (рис. 154); **внутренние открытые** – в парадных вестибюлях, холлах; **внутриквартирные**, служащие для связи жилых помещений в пределах одной квартиры при расположении ее в двух–трех уровнях (рис. 155). Каждая лестница состоит из наклонных маршей и горизонтальных лестничных площадок, этажных и промежуточных (рисунки 156, 157).

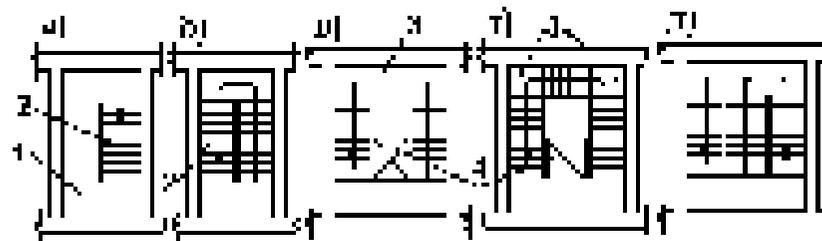


Рис. 154. Типы лестниц.

**а** – одномаршевая; **б, в** – двухмаршевые; **г, д** – трехмаршевые (**в, г** – лестницы с лифтом); **1** – этажная площадка; **2** – марш; **3** – промежуточная лестничная площадка; **4** – лифт

Приведем наименьшую допустимую ширину лестничных маршей и их наибольший уклон (табл. 6).

Таблица 6. Параметры лестниц

| Марш                                                                                          | Наименьшая ширина, м | Наибольший уклон |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------|
| Эвакуационных лестниц, в том числе одномаршевых, ведущих в жилые этажи зданий:                |                      |                  |
| двухэтажных                                                                                   | 1,05                 | 1:1,5            |
| трехэтажных и более                                                                           | 1,05                 | 1:1,5            |
| Лестниц, ведущих в подвальные, цокольные этажи и на чердаки, а также внутриквартирных лестниц | 0,90                 | 1 : 1,25         |

**Примечание:** 1. Ширина марша определяется расстоянием от стенки до ограждения. 2. Во внутренних лестницах ширина проступей забежных ступеней по середине их длины должна быть не меньше ширины проступей незабежных ступеней марша, а в узком конце ступени – не менее 0,1 м. 3. Между маршами лестниц должен быть свободный зазор шириной не менее 0,1 м.

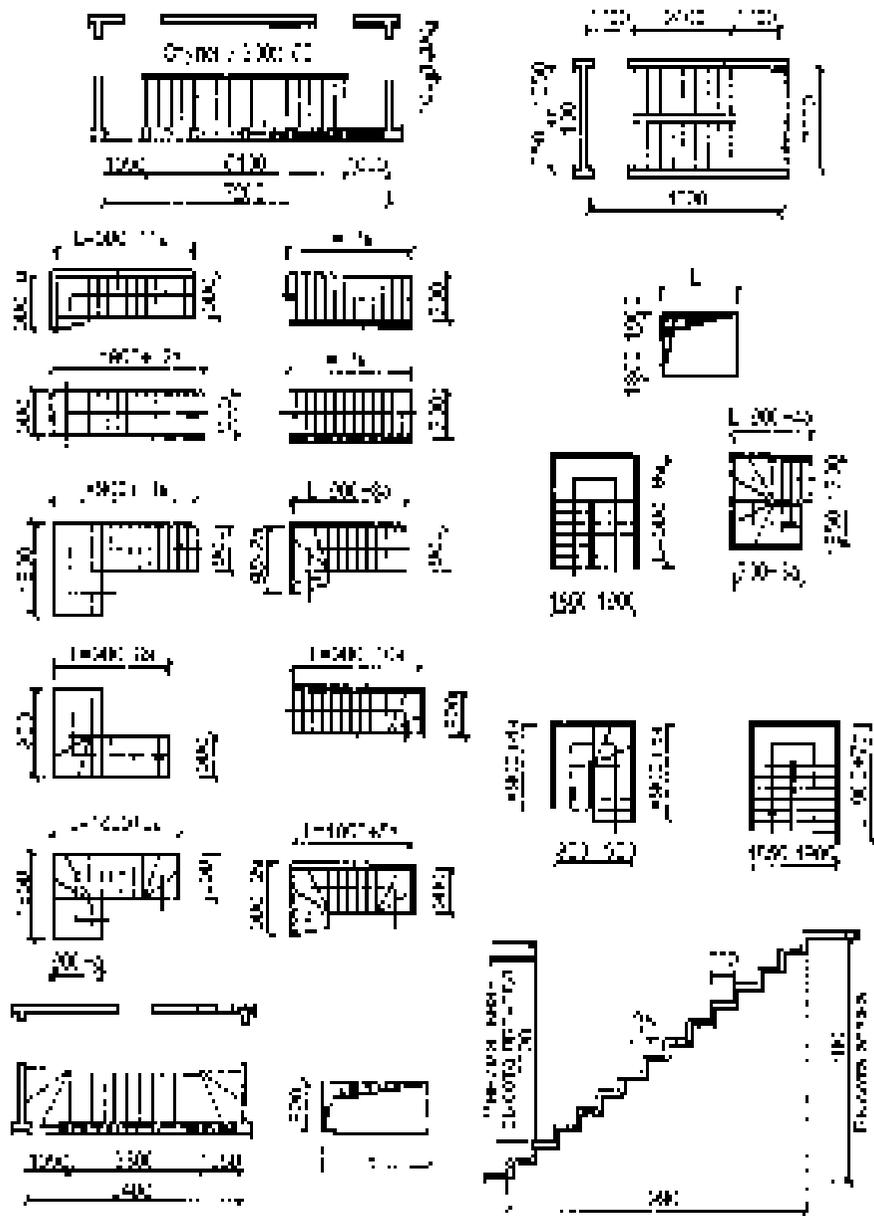


Рис. 155. Внутриквартирные лестницы.

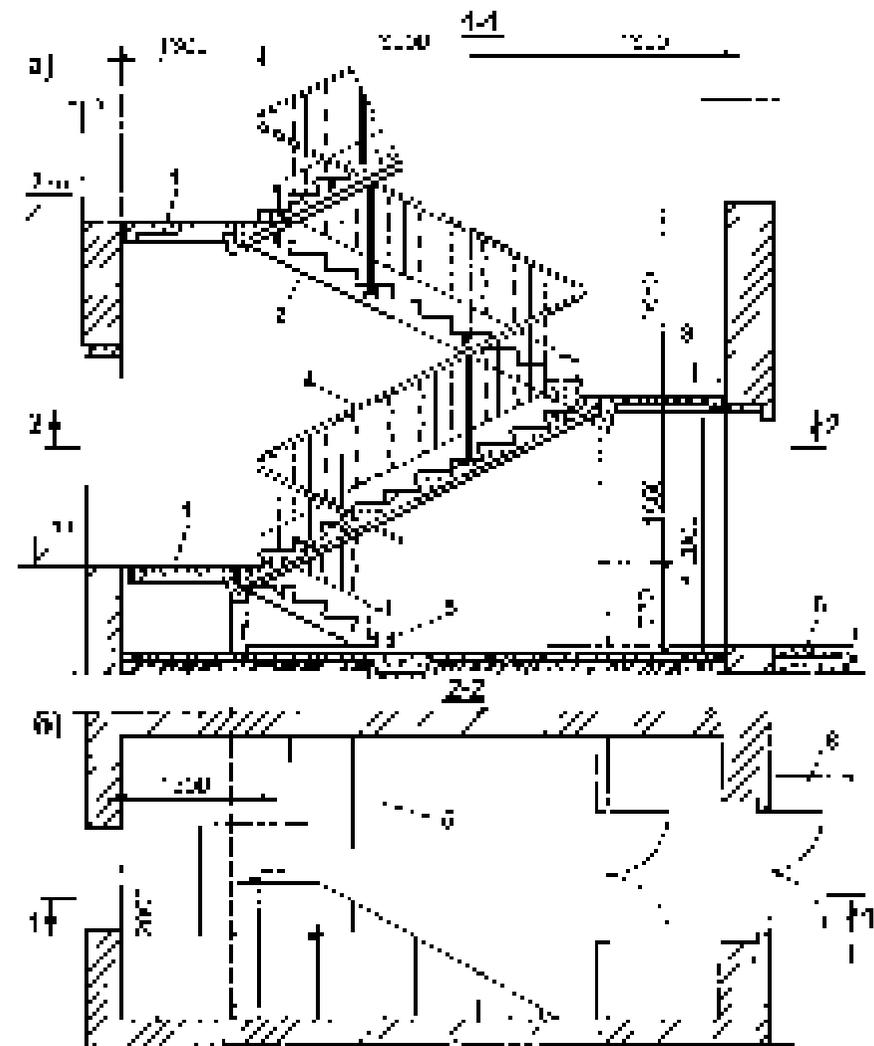


Рис. 156. Двухмаршевая лестница из сборных железобетонных маршей и площадок.

а – поперечный разрез, б – план первого этажа; 1 – этажные площадки; 2 – марш; 3 – промежуточная площадка; 4 – перила; 5 – цокольный марш; 6 – входная площадка

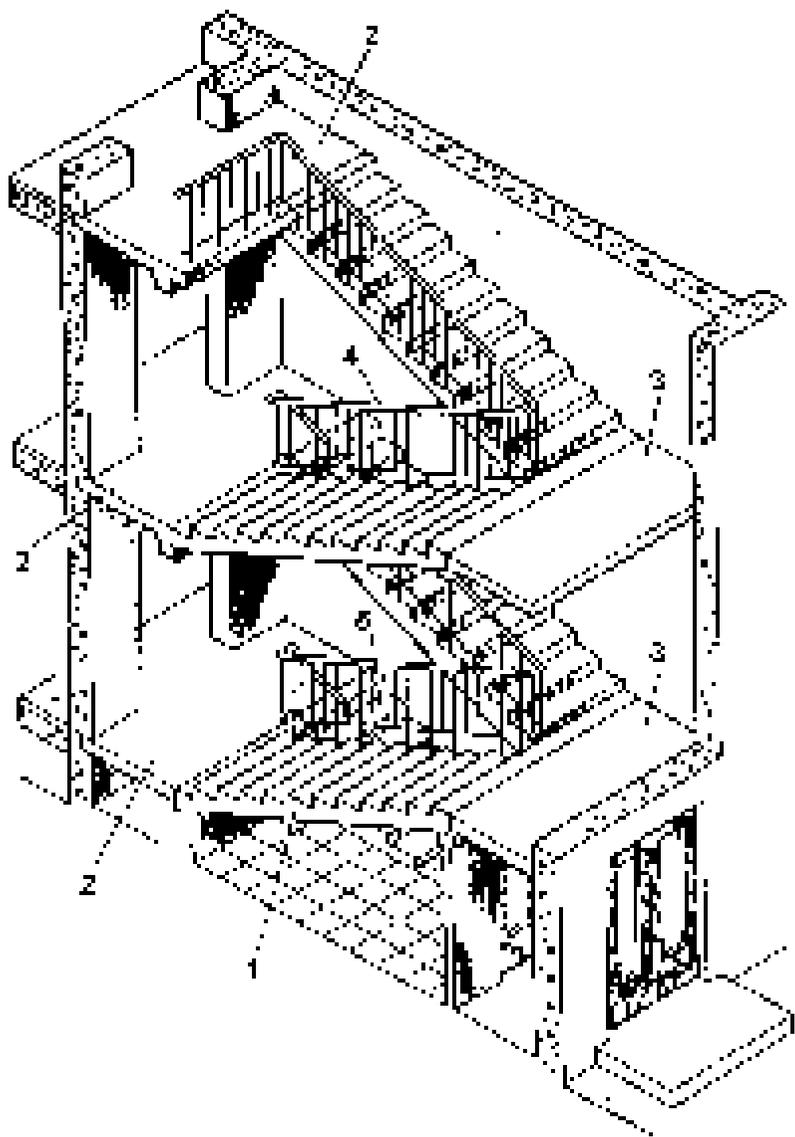


Рис. 157. Общий вид лестницы.

1 – марш; 2 – этажная площадка; 3 – промежуточная площадка; 4 – ограждение; 5 – цокольный марш

Размеры лестничной клетки определяют расчетом и производят графическое построение всех ее элементов (так называемую разбивку лестницы). Для разбивки лестницы высоту этажа делят на число частей, равное числу подступенков в этаже, а горизонтальное положение марша – на число проступей без одной. Проводят горизонтальные и вертикальные линии и по полученной сетке вычерчивают профиль лестницы (рис. 158).

Лестничные марши представляют собой ряд ступеней, опирающихся на наклонные плиты или ребра; соответственно конструкцию маршей называют плитной или ребристой. Ребра – наклонные балки – могут располагаться под ступенями или окаймлять их. В первом

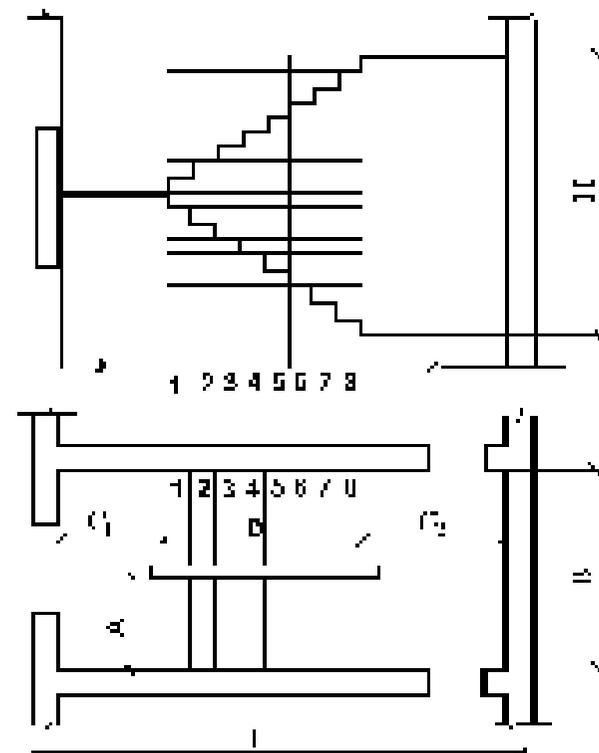


Рис. 158. Графическое построение двухмаршевой лестницы.

случае балки называют *косоурами*, во втором – при врезке ступеней в боковые поверхности балок – *тетивами*. В зависимости от количества косоуров марши называют одно- или двухкосоурными. Основные лестницы жилых зданий выполняют из бетонных материалов, а внутриквартирные – из дерева или металла.

При сооружении внутриквартирной лестницы следует соблюдать основные правила. В квартире с расположением комнат в двух–трех уровнях или в индивидуальном доме, заполненном до предела жилыми, подсобными, техническими и другими помещениями, лестница, на которую уходит до 10 % полезной площади, не может занимать случайного места. Располагать ее следует в зоне основных коммуникаций, максимально приближенной ко всем помещениям на различных уровнях – от подвала до мансарды. Иначе у жильцов неизбежно возникнут бесполезные проходы, затрудняющие нормальный ритм повседневной жизни.

При возведении лестницы следует помнить об обеспечении безопасности и удобства пользования ею, особенно в доме с детьми и пожилыми людьми. В этом случае важен выбор формы, материала и конструкции. Все имеет значение – крутизна подъема, ширина и высота ступеней, прочность материала, надежность конструкции. Форму лестницы диктует разница в уровнях этажей, способ сообщения между ними, зависящий от желания иметь открытые перетекающие или же, наоборот, изолированные помещения. Лестницы могут быть одно-двухмаршевые, с забежными ступенями, винтовые.

При входе в многоквартирные жилые дома и для подъема на первый этаж (до лифтового холла) для маломобильных групп населения должны быть предусмотрены *пандусы* – пологие наклонные плоскости с углом наклона не более 10–15°.

## 8.2. Устройство лестниц

В жилых зданиях малой этажности (до трех этажей) для сообщения между этажами целесообразно применять мелкоэлементные лестницы, состоящие из ступеней, косоуров, площадочных и подкосоурных балок, площадок. Применение полносборной лестницы, со-

стоящей из сборных железобетонных лестничных маршей и площадок или из маршей, совмещенных с площадками (рис. 159), целесообразно в зданиях любых конструктивных систем и любой этажности, кроме вышеуказанных.

Разрезку лестниц на сборные элементы выбирают в соответствии с конструктивной системой.

В бескаркасных зданиях лестницу в пределах этажа расчленяют на четыре сборных элемента: два марша и две (этажную и промежуточную) площадки; в каркасных зданиях – на два сборных элемента: марши с полуплощадками.

Конструкция лестницы, собираемая из четырех элементов, является наиболее массовой и применяется в зданиях различных строительных систем. Габариты площадок не унифицированы, в свя-

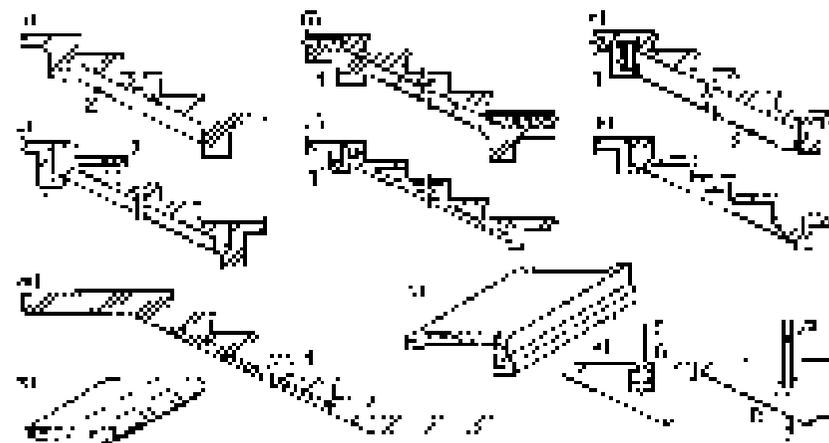


Рис. 159. Железобетонные лестницы.

а – монолитные, б – то же, с наборными ступенями, в – со сборными косоурами и наборными ступенями, г – сборная с накладными проступями, д – то же, с овально-пустотным маршем, е – то же, со складчатым маршем, ж – лестница с полуплощадками, з – вариант элемента площадки сборной лестницы, и – крепление стоек к ограждению, к – накладная проступь; 1 – балка площадки; 2 – косоур; 3 – накладная проступь; 4 – регистр отопления; 5 – стойка перил; 6 – гнездо; 7 – закладная деталь; 8 – сварка

зи с тем, что приняты разные варианты их опирания на несущие конструкции. В кирпичных зданиях приняты *ребристые* лестничные площадки, опорные ребра которых входят в гнезда каменных внутренних стен лестничной клетки. В крупноблочных зданиях этажную и междуэтажную площадки опирают на консоли в стенах лестничной клетки. В панельных домах этажные площадки опирают на панели внутренних стен лестничной клетки, а междуэтажные – на консоли в этих панелях (рис. 160).

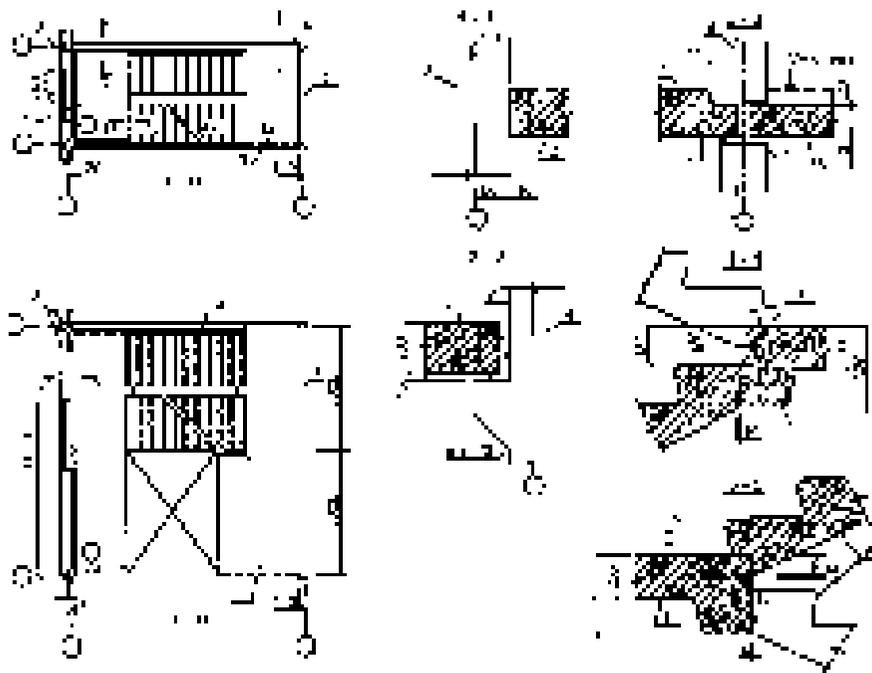


Рис. 160. Монтажные схемы и узлы лестничных клеток в крупнопанельных бескаркасных зданиях.

1 – этажная лестничная площадка; 2 – междуэтажная площадка; 3 – наружная стенная панель; 4 – панель внутренней стены; 5 – электропанель; 6 – панель перекрытия; 7 – цементно-песчаный раствор; 8 – лестничный марш

Мелкоэлементные лестницы собирают из наборных ступеней, которые укладывают на косоуры (рис. 161, 162). В местах примыкания лестничного марша к площадке укладывают специальные ступени, которые называются нижней фризовой и верхней фризовой, образующие переходы к горизонтальной плоскости площадок. Ступени, площадочные и подкосоурные балки, косоуры в большинстве случаев выполняют из железобетона. Применение металлических балок прокатного профиля для лестниц в жилищном строительстве в период массовой крупнопанельной застройки было ограничено.

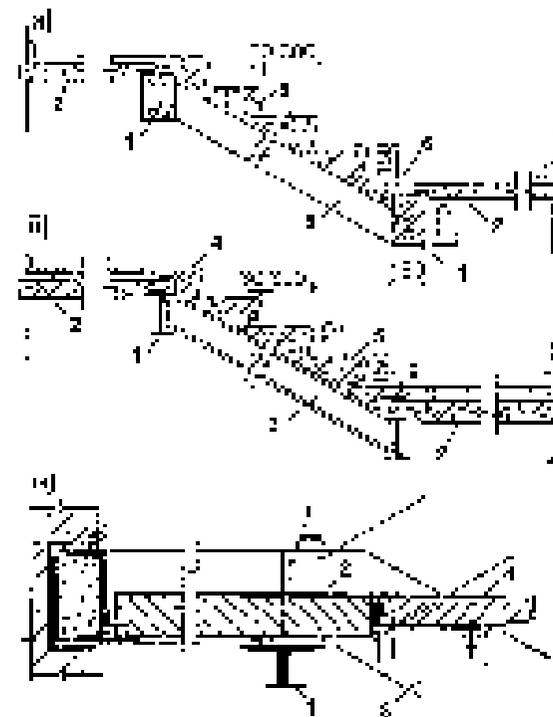


Рис. 161. Конструктивные решения мелкоэлементных лестниц.

а – по железобетонным косоурам; б – по металлическим косоурам; в – лестница облегченной конструкции из дерева и пластика по металлическим косоурам; 1 – подкосоурная балка; 2 – площадочная плита; 3 – косоур; 4 – верхняя фризовая ступень; 5 – рядовая ступень; 6 – нижняя фризовая ступень

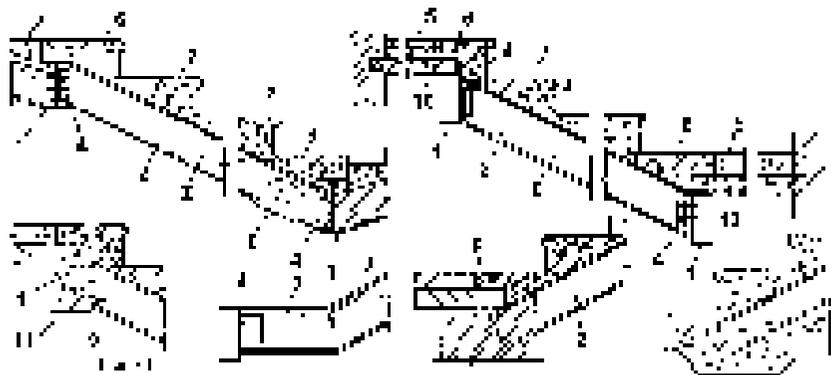


Рис. 162. Мелкоэлементные лестницы по металлическим косоурам.

1 – балка лестничной площадки; 2 – косоур; 3 – кирпичный или бетонный свод; 4 – соединительный уголок на сварке; 5 – пол площадки; 6 – верхняя фризная ступень; 7 – рядовая ступень; 8 – нижняя фризная ступень; 9 – штукатурка по сетке; 10 – сборные или монолитные плиты; 11 – закладная деталь

Внутриквартирные лестницы чаще всего выполняют из дерева (рис. 163), металла или в комбинации этих материалов. Деревянные лестницы устраивают на тетивах врезками, на прибоинах и на косоурах (рис. 164). Косоуры и тетивы опираются своими концами на балки перекрытия. В зависимости от ширины марша и конструкции ступеней их могут поддерживать один, два и даже три косоура. Если пространство под лестницей используется, то вертикальные плоскости ступеней закрывают подступенками. Над подступенками должен несколько выступать край горизонтальной поверхности проступи. В противном случае при спуске пятка идущего будет всегда задевать подступенок. Красиво выглядит легкая ажурная лестница, состоящая только из накладных ступеней, которые могут опираться на тетивы, на расположенный по центру косоур или же консольно выступать из стены.

Высота перил от уровня ступени должна составлять минимум 840–1000 мм. Безопасность использования лестницы обеспечивается, если можно удобно опираться на перила. Небезопасны гладкие отшуганные до блеска деревянные ступени, а также каменные ступени. Снижают безопасность также ступени, которые из-за неудачно подобранного цвета или недостаточного освещения плохо видны.

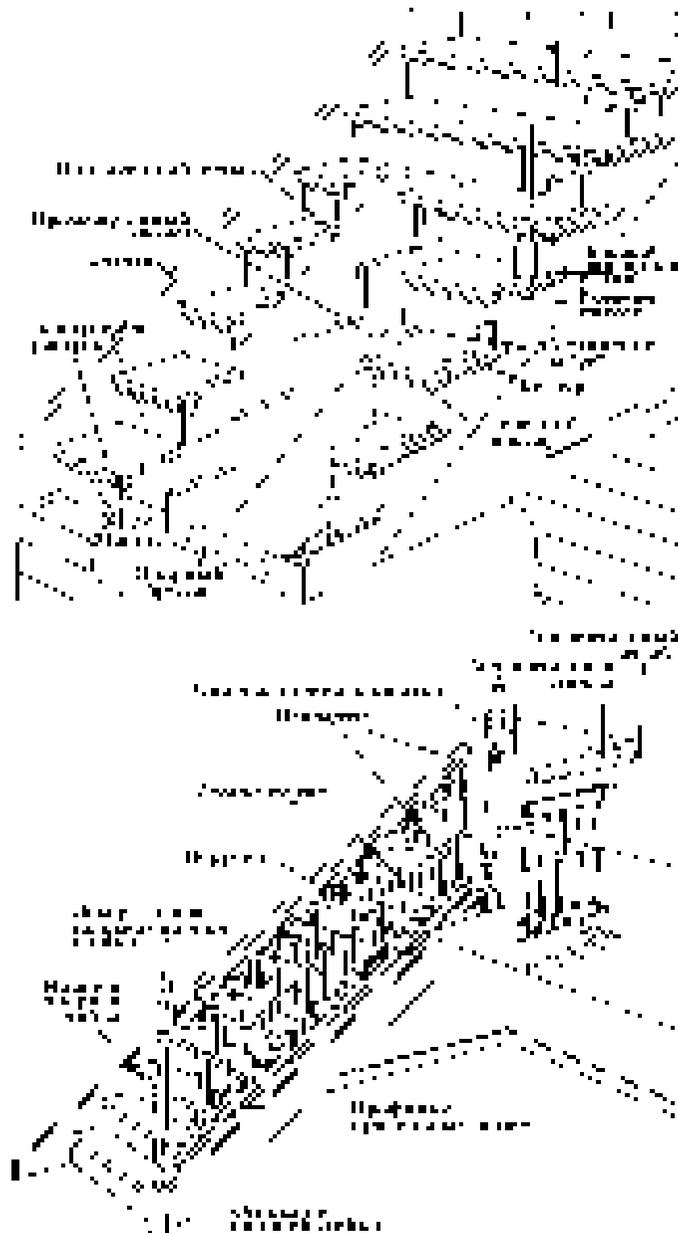


Рис. 163. Элементы внутренней деревянной лестницы.

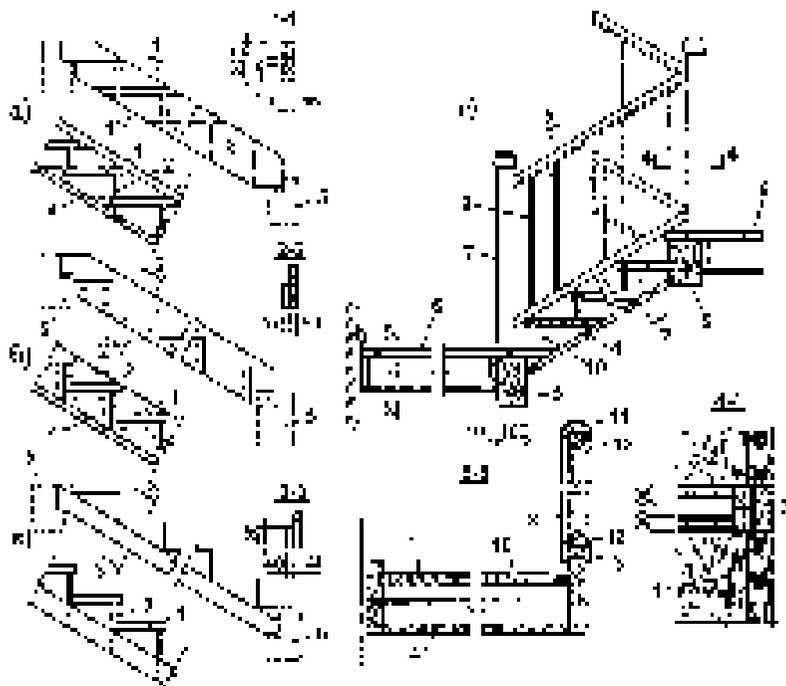


Рис. 164. Конструктивные решения деревянных лестниц.

а – на тетивах с врезками; б – то же, с прибоинами; в – на косоурах; г – разрез лестницы на тетивах с врезками; 1 – проступь; 2 – подступенок; 3 – обвязка; 4 – подшивка; 5 – балка площадочная; 6 – междуэтажная площадка; 7 – стойка ограждения; 8 – балясина; 9 – этажная площадка; 10 – стяжной болт; 11 – поручень; 12 – раскладка

Перила обычно выполняют из цельной древесины, металлических решеток, а промежутки между стойками перил могут быть заполнены прозрачным небьющимся стеклом. Разнообразие материалов позволяет приспособить лестницу к интерьеру дома с учетом индивидуального вкуса застройщика (рис. 165).

В архитектурно-строительной практике приняты минимально и максимально допустимые размеры элементов внутриквартирных лестниц: высота ступеней 150–200 мм, глубина 250–300 мм; угол наклона марша 45–60°; ширина марша 900–1200 мм, но может быть и

700–800 мм (но если такая лестница имеет поворот, то мебель по ней пронести будет нелегко). Для подвальных лестниц допускаются более узкие марши, наклоны их могут быть круче, ступеньки выше. Ширина площадки принимается не менее ширины марша, глубина ее 900–1200 мм. Количество ступеней в одном марше – от 3 до 18, оптимальное их число – 10.

Для того чтобы дверь, находящаяся под маршем, открывалась, высота от пола до косяка в пределах дверного проема должна быть не менее 2 м. Такую же высоту надо сохранить при проходе лестницы под перекрытием. Для обеспечения безопасности движения по лестнице важно, чтобы ступени были одной высоты. Чтобы легче было подниматься по лестнице, нужно выбрать правильное соотношение глубины и высоты ступеней. При этом следует учитывать, что чем ступень выше, тем лестница круче, тем по ней труднее подниматься, но зато она занимает меньше места в квартире и на ее изготовление требуется меньше строительных материалов.

При устройстве *винтовой лестницы* требуется выполнить несколько измерений. Во-первых, необходимо определить диаметр лестницы и ее расположение, которое наилучшим образом будет вписываться в планы этажей. Во-вторых, определить на планах этажей наиболее удобные места захода на лестницу и выхода с нее, а также направление вращения – по часовой стрелке или против нее.

Винтовые лестницы бывают для наружного и внутреннего применения. Наружные винтовые лестницы удобны для подъема из сада на балкон, а также для дополнительного отдельного входа. Конструкции винтовых лестниц бывают нескольких видов: открытые с круглой шахтой и центральной стойкой; закрытые с опиранием ступеней на стены и центральную стойку, с консольным опиранием на стены лестничной клетки (рисунки 165–167). Все конструкции в основном используются для вспомогательных лестниц. Использование винтовых лестниц как основных практически невозможно, если в доме есть пожилые люди, ибо подъем и спуск по такой конструкции очень затруднен.

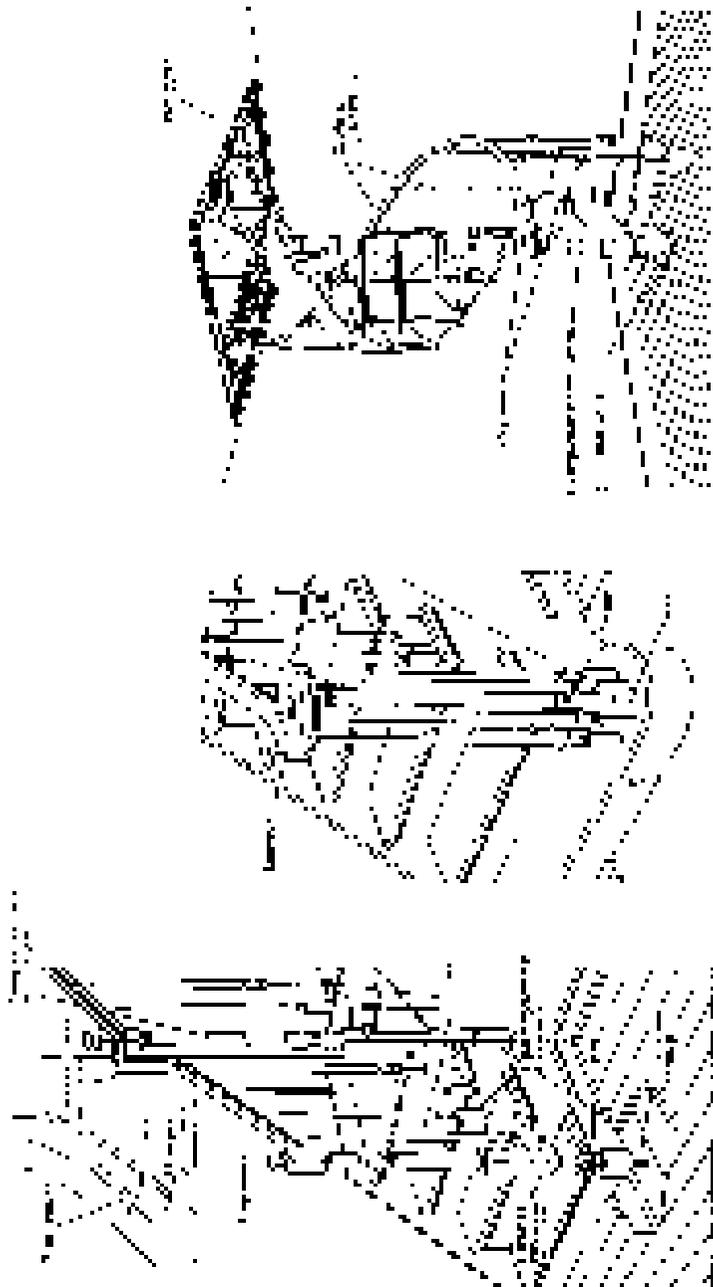


Рис. 165. Элементы ограждения внутренних деревянных лестниц, элементы винтовой лестницы

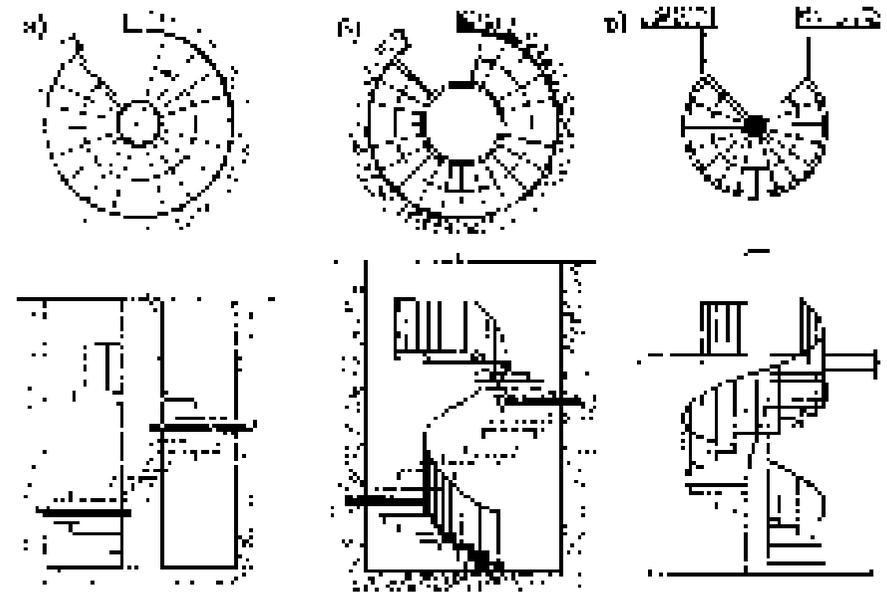


Рис. 166. Винтовые лестницы.

**а** – опирание ступеней на стойку и стены; **б** – консольное опирание ступеней на стену; **в** – опирание ступеней на центральную стойку

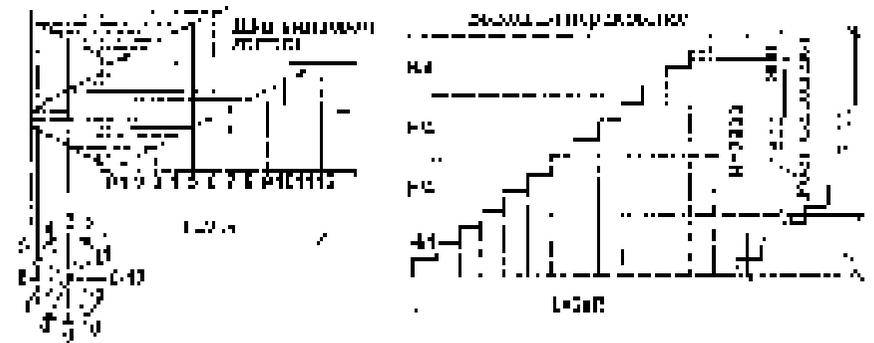


Рис. 167. Построение чертежа винтовой лестницы.

Винтовые лестницы, особенно с центральной стойкой, занимают мало места и могут стать украшением интерьера. Различие между винтовыми лестницами: круговые винтовые лестницы имеют круглую шахту посередине, а у винтовых лестниц с центральной стойкой ступени нанизываются на одну опору. Высота подъема ступеней составляет от 180 до 200 мм, а ширина колеблется от 500 до 1000 мм. Ширина ступеней у основания, т. е. со стороны опоры, должна быть минимум 100 мм. Детали ступеней не требуют дополнительных опор или креплений, благодаря чему возможны разнообразные варианты применения. Если необходимо установить лестницу в углу или в стенной нише, то предлагается угловая винтовая лестница, которая полностью заполняет угол стены. Там, где установка нормальной винтовой лестницы невозможна из-за проблем свободного места, используют малогабаритную винтовую лестницу. Минимальное отверстие люка – 1350×750 мм, ширина ступеней – 620–800 мм, высота подъема – от 2,5 м и выше.

Конструкция лестницы влияет на передачу звука, что может создавать неудобства при эксплуатации. Снизить нагрузку от ударного шума можно, используя мягкие покрытия для ступеней, например ковровые, или путем эластичного крепления ступеней.

### 8.3. Лифты

Лифты как разновидность вертикального транспорта широко применяются в жилых зданиях. Современные лифты являются довольно сложной системой, включающей в себя механические, электрические, автоматические и электронные подсистемы.

Лифт представляет собой подъемник прерывного действия, в котором люди и грузы перевозятся с одного уровня на другой в кабине, движущейся по вертикальным направляющим, установленным на всю высоту шахты. На посадочных площадках шахты снабжены запирающимися дверями.

По своему назначению лифты подразделяют на *пассажирские*, служащие для подъема и спуска людей; *грузопассажирские* – для подъема и опускания грузов и людей; *грузовые* – для перемещения

Таблица 7. Классификация и основные технические характеристики лифтов

| Вид лифта                              | Скорость движения, м/с | Грузоподъемность, кг                             |
|----------------------------------------|------------------------|--------------------------------------------------|
| Пассажирские:<br>обычный<br>скоростной | 0,71–1,4<br>1,4–4,0    | 320; 400; 500; 630; 1000<br>400; 630; 1000; 1600 |
| Специальные<br>(скоростные)            | 4,0–7,0                | 1600; 2000                                       |
| Грузопассажирские                      | 0,65                   | 500; 800; 1000 и более                           |
| Грузовые                               | 0,25–0,5               | 100; 200; 3000; 5000                             |

грузов (например, в магазинах, столовых и т. п.). В зданиях повышенной этажности, в которых устанавливается несколько лифтов, часть из них может быть *скоростными*. Классификация и технические характеристики основных типов лифтов приведена в табл. 7.

В жилых зданиях для размещения лифтов устраивают лифтовые шахты, внутри зданий – всегда глухие, с пределом огнестойкости ограждающих конструкций не менее одного часа. Грузоподъемность пассажирских лифтов устанавливают в зависимости от количества пассажиров, которые могут разместиться в кабине. Грузопассажирские и грузовые лифты по оборудованию практически не отличаются от пассажирских.

### 8.4. Основные элементы лифтов

Лифт любого назначения состоит из шахты с передвигающейся внутри ее кабиной и подъемного устройства – лебедки с электродвигателем и редуктора с бесшумной передачей. Неотъемлемыми частями лифта являются стальные канаты, противовес, направляющие, средства безопасности (упоры и буферы, ограничитель скорости, ловитель), элементы управления лифтом (рис. 168).

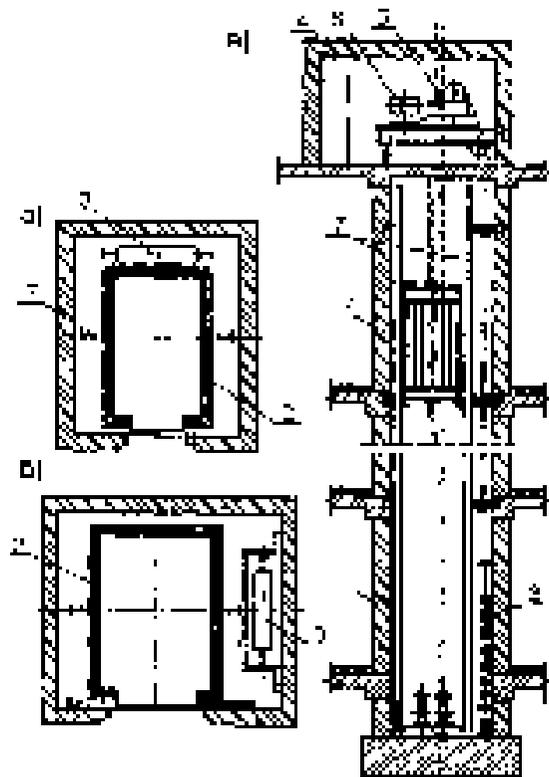


Рис. 168. Общий вид встроенного лифта.

а – шахта с противовесом позади кабины, б – шахта с противовесом сбоку кабины; 1 – шахта лифта, 2 – кабина, 3 – противовес, 4 – машинное отделение, 5 – лебедка, 6 – электродвигатель, 7 – направляющие

Шахта лифта представляет собой сооружение, огражденное со всех сторон, в котором движутся кабина и противовес, установлены направляющие, аппараты управления, натяжное устройство ограничителя скорости, упоры и буферы, электропроводка и другие узлы лифта. В соответствии с правилами Госгортехнадзора шахты всех лифтов должны быть ограждены со всех сторон и на всю высоту и иметь верхнее перекрытие и пол. Шахты обычно делают из железобетонных панелей, тубингов или металлических конструкций и сет-

ки. Прямо́к, расположенный в нижней части шахты, должен иметь гидроизоляцию, обеспечивающую его защиту от воды. Глубина приямка не менее 1300 мм. Габаритные размеры шахты лифта в плане определяются размерами и расположением кабин и противовеса (табл. 8).

При расположении нескольких лифтов в одной шахте они должны быть отделены один от другого по всей высоте шахты сетчатым ограждением (перегородкой).

Расположение шахт лифтов в плане настолько разнообразно, что каких-либо обоснованных норм не существует. В жилых зданиях шахты лифтов не следует располагать рядом со стенами жилых комнат.

На этажах в шахтах устраивают двери, которые бывают *распашные* и *раздвижные, глухие* и *сетчатые*. Предпочтения отдаются раздвижным дверям, занимающим в плане меньше места, имеющим пониженный уровень шума по сравнению с распашными и более безопасным. Все двери шахт имеют блокировку и движение кабины возможно лишь когда закрыты все двери шахты. Если кабины

Таблица 8. Размеры шахт лифтов различного назначения

| Тип лифта               | Грузоподъемность, кг | Наружные размеры кабины (ширина, глубина, высота), м | Внутренние размеры шахты, мм | Расположение противовеса по отношению к кабине |
|-------------------------|----------------------|------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|
| Пассажирские обычные    | 320                  | 980×1200×2100                                        | 1550×1700                    | Сзади                                          |
|                         | 400                  | 1800×1200×2100                                       | 1450×1700                    |                                                |
|                         | 500                  | 1080×1420×2100                                       | 1500×2000                    |                                                |
| Пассажирские скоростные | 1000                 | 1800×1500×2100                                       | 2250×2300                    | Сзади                                          |
| Грузопассажирские       | 500                  | 1200×2200×2100                                       | 1660×2550                    | Сбоку                                          |
|                         | 1000                 | 1800×1500×2100                                       | 2250×2300                    |                                                |
| Грузовые                | 100                  | 900×650×1000                                         | 1300×750                     | Сбоку                                          |
|                         | 1000<br>3000         | 2000×3000×2200<br>2000×3000×2200                     | 2700×3200<br>2700×3200       |                                                |

на этаже нет, двери нельзя открывать и они должны блокироваться от открывания. Раздвижные двери, которые устанавливаются во всех современных шахтах лифтов, открываются от блокирующегося с ними электропривода раздвижных дверей кабины автоматически.

### ? Вопросы для самопроверки

1. Что такое «проступь» и «подступенок»?
2. Каков максимально допустимый уклон лестницы?
3. Каковы минимальное и максимальное количество ступеней в одном марше лестницы?
4. Какие типы лестниц Вы знаете?
5. Из каких элементов состоит лестница?
6. Из каких материалов выполняют лестницы?
7. Из каких элементов собирают крупноразмерные железобетонные лестницы в бескаркасных зданиях? В каркасных?
8. Какие виды сечений крупноразмерных железобетонных лестничных маршей Вы знаете?
9. Какие элементы мелкоэлементных лестниц Вы знаете?
10. Какие материалы можно использовать для косоуров и подкосурных балок?
11. Почему верхние и нижние ступени в мелкоэлементных лестницах называются «фризовыми»?
12. Какие материалы чаще всего применяют для внутриквартирных лестниц?
13. Какие требования предъявляют к лестничным ограждениям?
14. Какие особенности проектирования винтовых лестниц?
15. Какие основные дефекты делают лестницу травмоопасной?
16. Какие типы лифтов по назначению Вы знаете?
17. Какие элементы лифтов Вы можете перечислить?
18. Что размещается в шахте лифта?
19. От чего зависит размер шахты лифта?
20. Какие требования к дверям шахт лифтов?

## Глава 9. КРЫША И КРОВЛЯ

Конструкция, ограждающая здание сверху, называется крышей. Крыша состоит из двух конструктивных частей: несущей части, называемой покрытием, и верхней несомой, называемой кровлей. Покрытие должно воспринимать постоянную нагрузку от собственной массы и массы кровли, а также временные нагрузки от снегового покрова, ветрового напора и эксплуатационные нагрузки при ремонтных работах. Кровля, защищающая здание от атмосферных осадков, должна быть водонепроницаемой, влагоустойчивой, морозостойкой, коррозионно-стойкой, биостойкой, стойкой против действия солнечной радиации и достаточно прочной. Содержание кровли в исправном состоянии – трудоемкая и дорогостоящая часть эксплуатационных расходов. Правильное конструктивное решение крыши, в том числе определение ее формы, является важным условием при проектировании жилых зданий.

Форма крыши и материал кровли играют важную роль в архитектуре малоэтажного жилого дома. При определении 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, через тангенс этого угла, в виде дроби (простой и десятичной) и в процентах.

Устанавливая уклон покрытия, необходимо принимать во внимание климатические условия места строительства. Форма и уклон крыши должны быть выбраны таким образом, чтобы избежать больших отложений снега и обеспечить сопротивление ветровому напору. Для районов Западной Сибири при сооружении малоэтажных домов подходит скатная чердачная крыша.

Уклон покрытий тесно связан с кровельным материалом: каждому материалу присущи допустимые пределы этого уклона: 8° для кровельной стали, 30–40° для черепицы, 35° для плоских асбестоцементных плиток и шифера, 15 и 10° для волнистых асбестоцементных листов соответственно обыкновенного и усиленного профиля, 15° для двухслойного рулонного ковра, 6° для трехслойного ковра, 50° для тесовой кровли.

**Основные элементы крыши.** По количеству скатов чердачные крыши бывают одно-, двух-, четырех- и многоскатными. Архитектуру крыши формируют такие ее элементы, как полувальмы, слуховые окна, мансарды и т. п. (рисунки 169, 170).

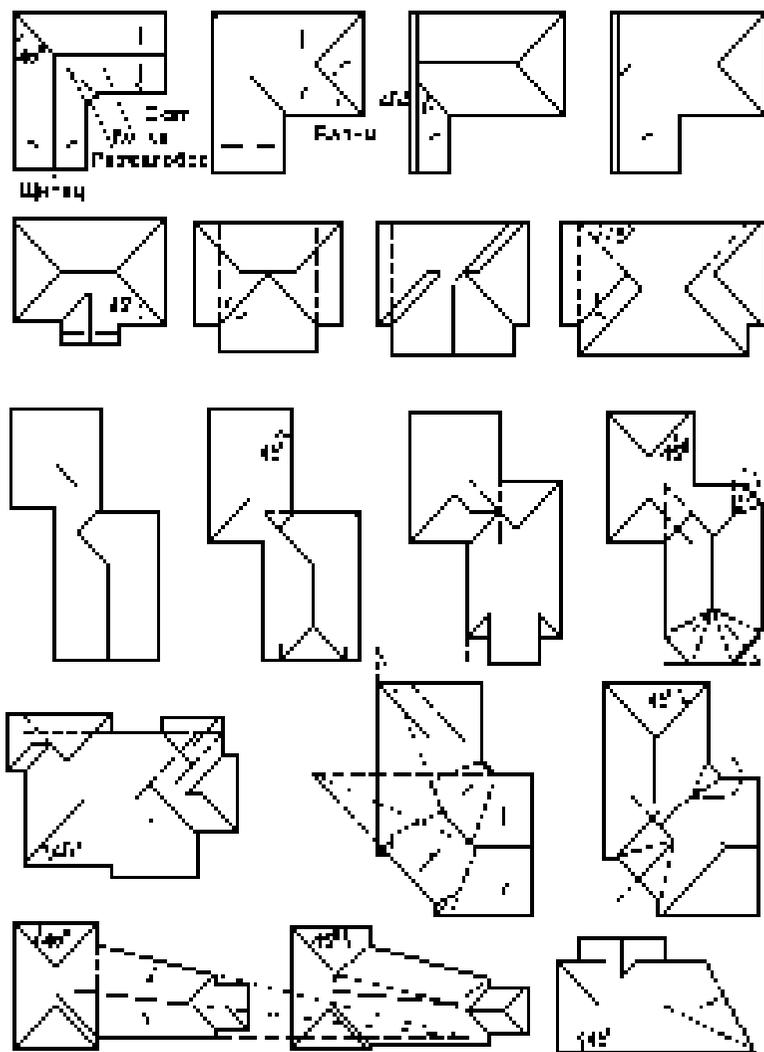


Рис. 169. Построение скатов чердачных крыш.

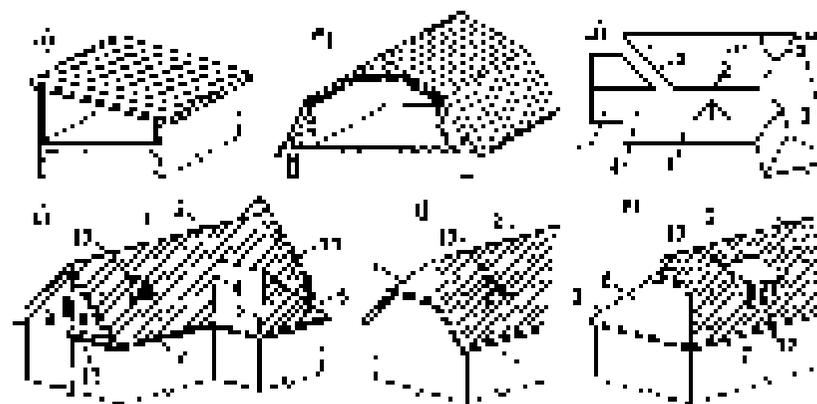


Рис. 170. Основные формы и элементы чердачных крыш.

**а** – односкатная крыша; **б** – двускатная ломаного профиля с мансардой; **в** – план скатов крыши; **г-е** – общий вид двускатных крыш с фронтоном, вальмой и полувальмой; **1** – скат; **2** – конек; **3** – накосное ребро; **4** – ендова (разжелобок); **5** – вальма; **6** – полувальма; **7** – свес крыши; **8** – фронтон; **9** – тимпан фронтона; **10** – слуховое окно; **11** – щипец; **12** – решетка жалюзи; **13** – карниз фронтона

**Вальмой** называется треугольный скат, которым завершают торец двускатной крыши. Если наклонный скат покрывает не весь торец двускатной крыши, а только его верхнюю или нижнюю часть, то такой скат называют **полувальмой**. Линия пересечения двух скатов в вершине крыши называется **коньком**. Пересечения скатов, образующие выступающие углы, называют **ребрами**, а образующие входящие углы – **ендовами** или **разжелобками**. Ендова – наиболее ответственное место кровли, так как здесь происходит наиболее интенсивное движение воды, скапливаются снег и мусор, создающие неблагоприятные условия для работы кровельных материалов. Выступ крыши у наружных стен называют **свесом**. Торец двускатной крыши решается двояко. Если скаты крыши перекрывают торцовую стену и выступают над ней в виде свода, то получается **фронтон**. Если торцовая стена поднимается выше кровли и выступает над ней в виде парапета, то получается **щипец**.

В каждом здании уклоны отдельных скатов целесообразно делать одинаковыми с целью создания одинаковых условий работы кровли и равной долговечности ее отдельных участков. Высоту чердака рекомендуется назначать с учетом удобного использования его для бытовых нужд. У наружных стен высота чердака должна быть не менее 0,4 м для возможностей осмотра и оценки состояния конструкций. Для проветривания неутепленного чердака применяют слуховые окна, равномерно размещенные вдоль крыши. Для обеспечения сквозного проветривания низ слухового окна располагают на 1–1,2 м выше верха чердачного перекрытия. Проветривание предохраняет теплоизоляцию чердачного перекрытия от попадания конденсатной влаги.

### 9.1. Несущий остов крыши

Несущими конструкциями чердачных покрытий являются стропила или стропильные системы. Стропила совместно с обрешеткой, стойками и подкосами образуют несущий остов крыши. Стропила подразделяются на две группы: наслонные и висячие.

**Наслонные стропила** применяют в тех случаях, когда в здании имеются два или несколько рядов вертикальных опор (стен или столбов), расстояние между которыми не превышает 5–8 м. Такие пролеты легко перекрыть наклонными балками (стропильными ногами), располагаемыми вдоль скатов на расстоянии друг от друга в осях 0,8 – 1,2 м. Величина шага устанавливается расчетом.

Внутренние стены и столбы доводятся до уровня, превышающего верх чердачного перекрытия на 150–200 мм: нет смысла загромождать пространство чердака (рис. 171). **Стропила** – основная несущая конструкция крыши, которая, опираясь на стены или отдельные опоры здания, определяет количество скатов и угол их наклона. Стропила выполняют из дерева в виде досок, брусьев, бревен. Все сопряжения отдельных элементов стропил выполняют с помощью врубок и металлических креплений (скоб, болтов, гвоздей, хомутов). Наслонные стропила, основные элементы которых – стропильные ноги, – работают как наклонно положенные балки.

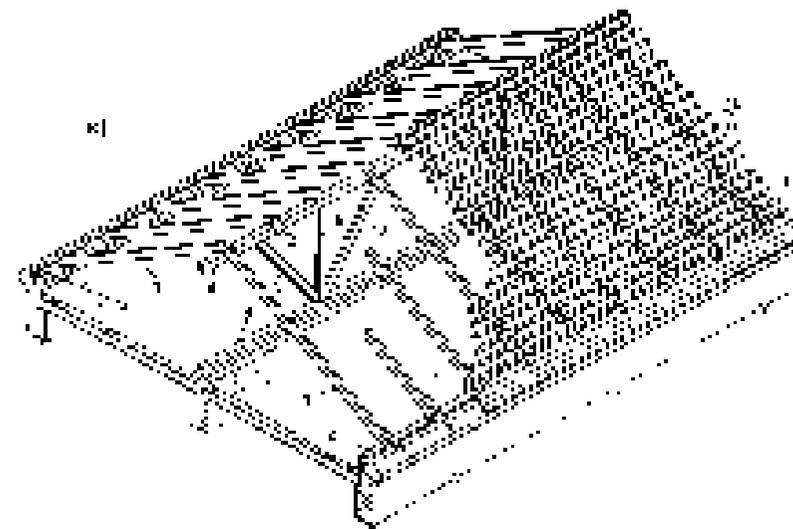
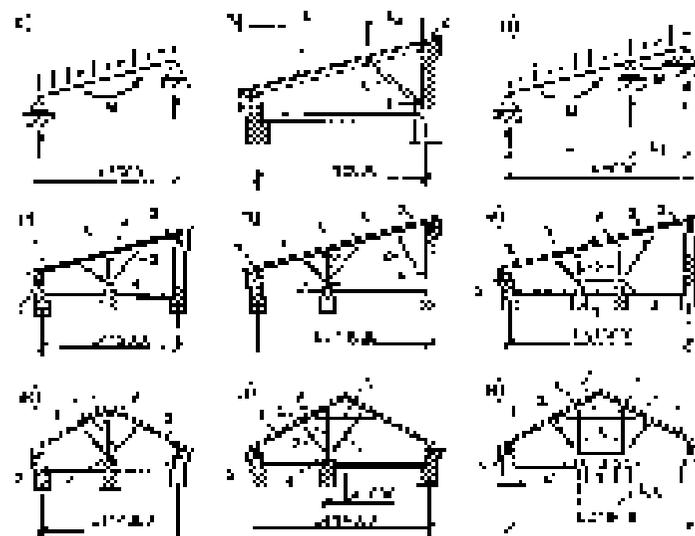


Рис. 171. Наслонные стропила скатных крыш.

а–е – схемы опирания односкатных стропил; ж–и – то же, двускатных; к – общий вид; 1 – стропильная нога; 2 – мауэрлат; 3 – подкос; 4 – лежень; 5 – стройка; 6 – прогон; 7 – распорка; 8 – схватка; 9 – кобылка; 10 – обрешетка; 11 – свес крыши

Длина таких балок обычно не превышает 6,5 м (максимальная длина стандартной деловой древесины). Если длина стропильной ноги превышает стандартную длину лесоматериалов, ее проектируют составной.

Простейший тип наслонных стропил применяют при односкатных крышах. Стропильные ноги опираются на брусья – *мауэрлаты*, уложенные по верхнему обрезу стен. Мауэрлаты служат для равномерного распределения нагрузки от стропильных ног на стену. Их изолируют от каменной стены прокладкой гидроизоляции.

При наличии внутри здания опор (внутренние стены, столбы) применяют двускатные наслонные стропила. В этом случае по внутренним опорам укладывают *лежни* (при внутренней стене) или *прогоны* (при отдельно стоящих опорах), по которым через 3–4 м устанавливают *стойки* как опоры для верхнего *конькового прогона* (см. рис. 171). На верхний прогон и на мауэрлаты опираются стропильные ноги. Для придания жесткости в продольном направлении от стоек к верхнему прогону подводят *подкосы*, которые, сокращая пролет верхнего прогона, дают возможность уменьшить его сечение.

При асимметричном расположении внутренних опор верхний прогон не совпадает с коньком крыши. В этом случае в общую конструктивную схему вводят горизонтальный элемент – *схватку* или *затяжку*, которая придает дополнительную жесткость в поперечном направлении и гасит возникающий в конструкции распор. При пролетах стропильной ноги более 4,8 м под нее подводят подкос, который позволяет уменьшить сечение стропильной ноги и придает так же, как и схватка, дополнительную жесткость в поперечном направлении (см. рис. 171).

Вальмовый скат образуется с помощью диагональных (накосных) стропильных ног и *нарожников* – укороченных стропильных ног, опирающихся на мауэрлат и диагональную стропильную ногу. Шаг стропильных ног выбирают из расчета оптимального пролета для досок или брусков обрешетки. Обычно его принимают равным 0,7 м для дощатой обрешетки и 1,2–1,5 м для брусчатой. Для устройства обрешетки на карнизных свесах применяются деревянные анти-

септированные доски, прикрепляемые гвоздями сбоку к стропильным балками и как бы продолжающие их вдоль ската в сторону свеса. Такие доски называются кобылками. На диагональных стропильных балках эти кобылки прибивают с двух сторон – вдоль двух скатов. Для предотвращения сноса крыши при сильном ветре стропильные балки (обычно через одну) крепят проволочными скрутками к костылям (или ершам), забиваемым в стену (рис. 172).

Более технологичны наслонные стропила заводского изготовления. Элементы этих стропил изготавливают из досок в виде укрупненных элементов – опорных ферм, коньковых фермочек, стропильных щитов, коньковых и карнизных обрешеченных щитов (рис. 173).

*Висячие стропила* применяют в тех случаях, когда между несущими наружными стенами значительное расстояние и устройство наслонных стропил с образованием скатов невозможно. В этих случаях пролет перекрывают стропильными фермами.

Стропильной фермой называют несущую конструкцию, которая состоит из системы стержней, шарнирно соединенных своими концами в узлы. Стержни наружного контура образуют верхний и нижний пояса ферм. Расположенные внутри контура вертикальные стержни называются стойками (или подвесками), наклонные стержни – подкосами или раскосами (рис. 174). Фермы изготавливают из досок или бревен. При пролетах более 12 м применяют металлодеревянные фермы, где элементы ферм, работающие на растяжение, выполняются из металла. Шаг ферм пролетом до 10 м применяют по тем же соображениям, что и шаг наслонных стропил. При пролетах свыше 10 м фермы устанавливают с шагом 3–4,5 м. В этом случае по узлам верхнего пояса фермы укладывают прогоны, а по ним – обычные наслонные стропила с шагом, определяемым характером обрешетки. При пролетах более 6 м чердачное перекрытие выполняют подвесным в виде прогонов, подвешенных к нижнему поясу, балок, опирающихся на прогоны, и в виде безбалочного заполнения. Если чердак холодный, в конструкцию перекрытия вводят утеплитель.

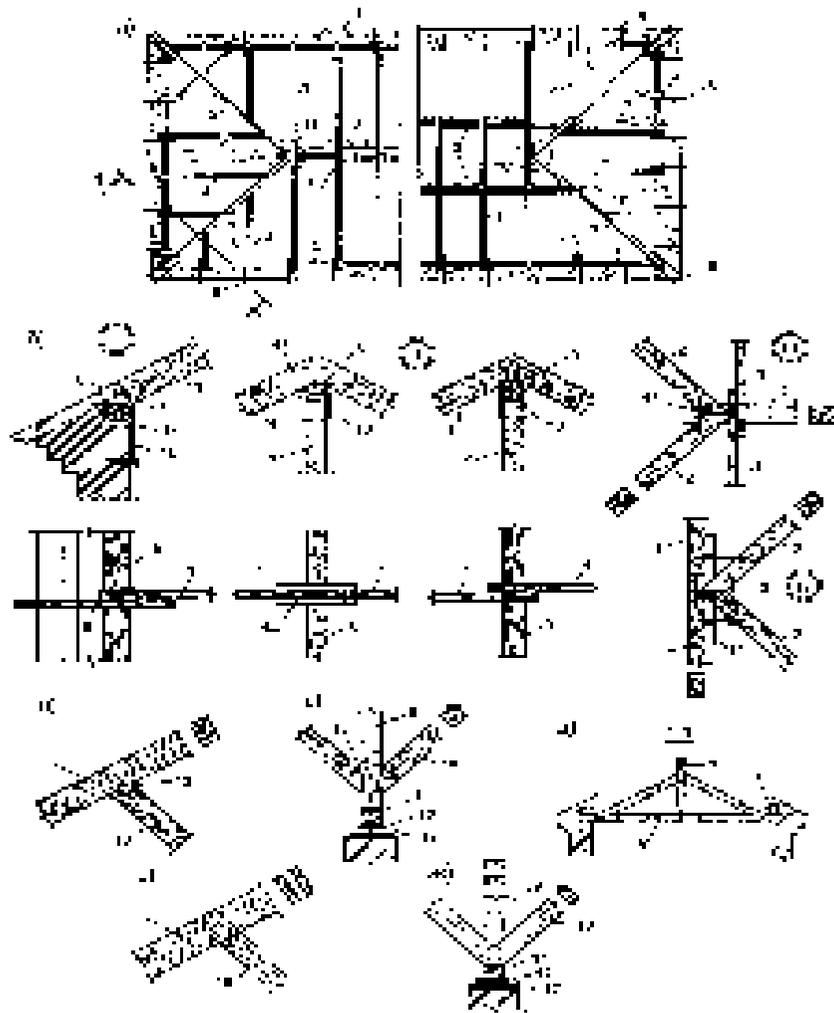


Рис. 172. План и детали наслонных стропил.

а – план стропил; б–г, е, ж – узлы сопряжений элементов; д – шпренгель под наклонную ногу; 1 – стропильная нога; 2 – 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

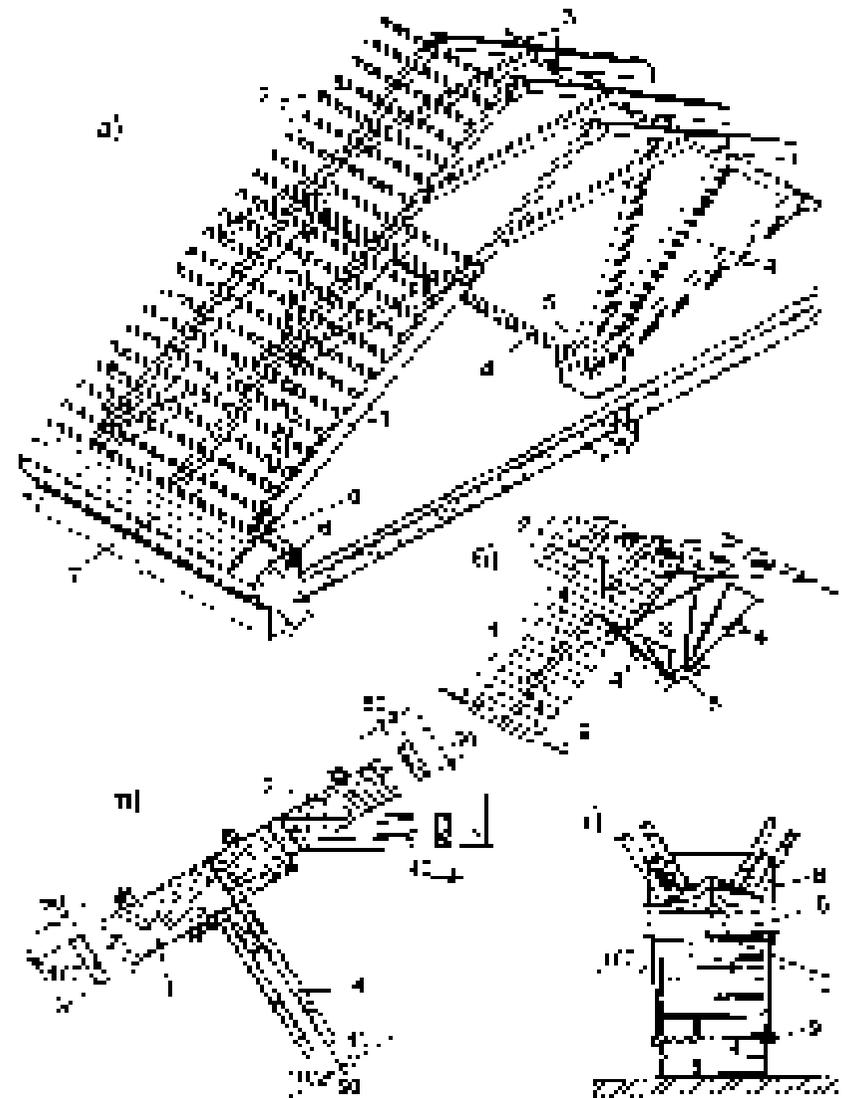


Рис. 173. Сборные дощатые стропила.

а – общий вид; б – схема элементов, в – сопряжение щита с коньковой фермочкой; г – опорный узел; 1 – стропильный щит; 2 – коньковая фермочка; 3 – стропильная рама; 4 – коньковый щит; 5 – подкладной элемент; 6 – карнизный щит; 7 – мауэрлат; 8 – скрутка из проволоки 4 мм; 9 – ерш; 10 – два слоя толи

## 9.2. Кровли чердачных крыш

**Металлическая кровля** выполняется из оцинкованных листов кровельной стали толщиной от 0,25 до 2 мм. Листы соединяют между собой с помощью фальцев, которые бывают двух типов – стоячие и лежачие. Первые располагают вдоль скатов крыши, вторые – поперек и в ендовах. Лежачие фальцы загибают в направлении стока воды; при небольших уклонах и в ендовах их делают для надежности двойными.

Листы кровельной стали с заранее отогнутыми краями (так называемые картины) укладывают на обрешетку крыши следующим образом. На расстоянии, равном длине картины, укладывают доски 50×200 мм, на которых картины скрепляют с помощью лежачего фальца. Между досками устанавливают обрешетку из брусков с шагом 250–300 мм. В ендовах и у карнизного свеса на всей его длине обрешетку выполняют сплошной из досок. Это делается для предотвращения срыва кровли ветром на карнизном свесе и для тщательной заделки кровли в ендове.

Кровлю крепят к обрешетке клямерами. Это узкая полоска кровельной стали, один конец которой прибивается под кровлей к обрешетке, другой заводится в стоячий фальц. Таким образом, никаких отверстий для крепления 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 которой подгибают кровельную сталь с образованием капельника.

Достоинства стальной кровли в том, что она имеет небольшую массу, ей можно придать разные формы, а также в том, что она обеспечивает надежную гидроизоляцию при уклонах 12–15 %. Не случайно при многих других видах кровли ответственные места (ендовы и т. п.) выполняют из кровельной стали (рис. 175, 176). К недостаткам такой кровли следует отнести большой расход металла и частая (через 3–4 года) окраска. Целесообразно использовать в качестве стальной кровли профилированный лист.

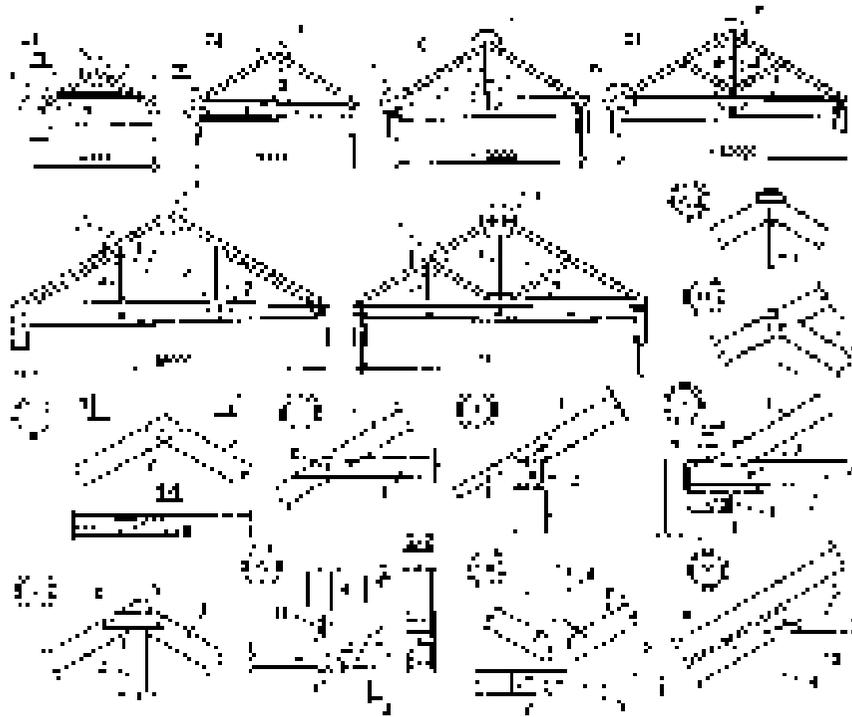


Рис. 174. Висячие стропила (стропильные фермы).

**а** – с поднятой затяжкой, **б** – с затяжкой, используемый для подвески чердачного перекрытия, **в** – с подвесной бабкой; **1** – стропильная нога; **2** – мауэрлат; **3** – затяжка; **4** – подвесная бабка; **5** – распорка; **6** – стальная стойка фермы; **7** – подкос; **8** – болт; **9** – коротыш; **10** – деревянная накладка; **11** – хомут; **12** – скоба

**Обрешетка** является непосредственным основанием для кровли и устраивается по стропильным ногам в виде настила из досок или брусков. Характер настила – сплошной или разреженный – зависит от применяемого кровельного материала.

Верхний гидроизоляционный слой крыши, который поддерживается несущими стропильными конструкциями и обрешеткой, называется кровлей. Для скатных крыш применяют различные кровельные материалы, каждый из которых требует определенных уклонов ската.

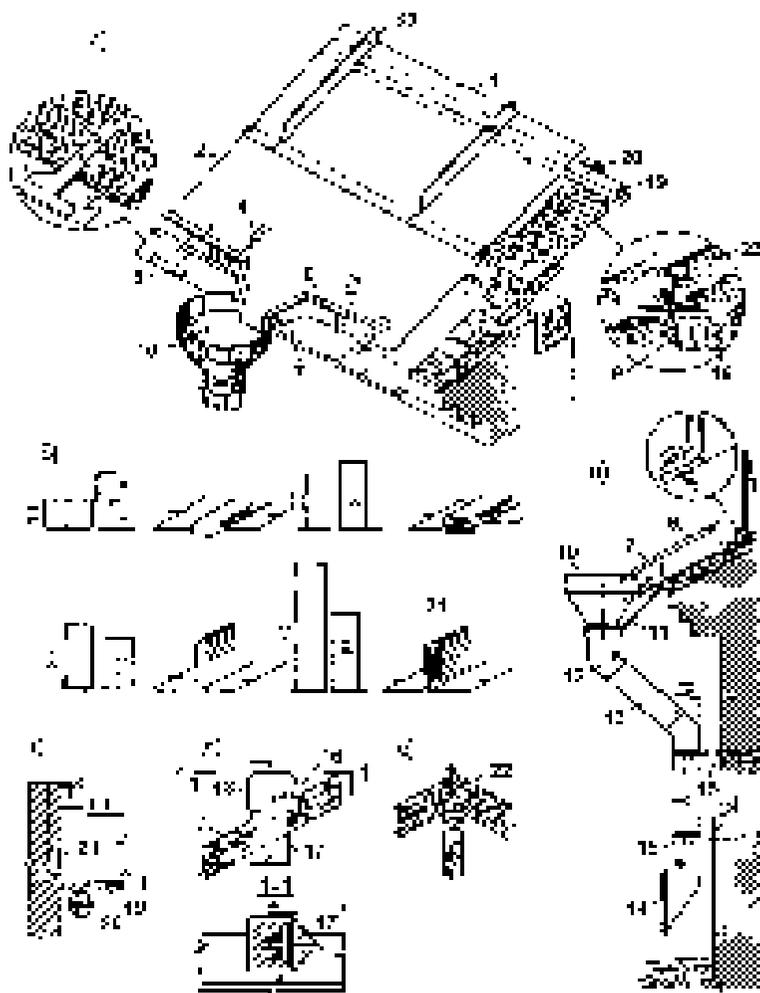


Рис. 175. Детали стальной кровли.

а – свес ската, б – горизонтальные и вертикальные фальцы, в – детали водосточных труб, г – примыкание кровли к стене, д – то же, к дымовой трубе, е – конек; 1 – кровля; 2 – картина настенного желоба; 3 – покрытие свеса; 4 – крючки через 700 мм; 5 – костыли через 700 мм; 6 – желоб; 7 – лоток; 8 – настил; 9 – клямера; 10 – воронка; 11 – карнизный штырь с хомутом; 12 – колено; 13 – звено; 14 – отмет; 15 – хомут; 16 – разжелобок; 17 – труба; 18 – распушка трубы; 19 – обрешетка; 20 – стропила; 21 – цементный раствор; 22 – доски



Рис. 176. Стальная кровля.

а – разрез, б – фалец лежачий одинарный, в – то же, двойной, г – фалец стоячий одинарный, д – то же, двойной; 1 – Т-образный стальной костыль через 700 мм; 2 – воронка водосточной трубы; 3 – карнизная картина; 4 – настенный желоб; 5 – картина настенного желоба; 6 – лежачий фалец; 7 – кровельная сталь; 8 – стоячий фалец; 9 – доска коньковая; 10 – обрешетка; 11 – клямера

**Кровли из асбестоцементных волнистых листов.** Асбестоцементные волнистые листы бывают нескольких типов, различающихся размерами: обыкновенного профиля (высота волны 30 мм, толщина 5,5 мм, длина 1200 мм, ширина 686 мм), усиленного (соответствующие размеры 50; 8; 2800 и 1000 мм), среднего и унифицированного профилей (соответствующие размеры: 15–54; 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. Листы укладывают по обрешетке из брусков 50×50 мм (с шагом 350–525 мм) с напусками: внахлестку поперек ската на 0,5 волны и вдоль ската. Величина нахлестки вдоль ската зависит от уклона кровли: при уклоне 35 % – не менее 100–120 мм, а при меньшем уклоне – не менее 200 мм.

Крепление листов осуществляется гвоздями или шурупами через отверстия в гребне волны. Под шляпкой устанавливают эластичные шайбы из резины, которые предохраняют кровлю от протечек. Для покрытия коньков, ендов, ребер и обрамления труб используют набор специальных профильных деталей из асбестоцемента или покрывают эти места оцинкованной кровельной сталью. Конек и ребра можно покрыть и деревянными досками. Свес кровли при организованном наружном отводе воды также покрывают кровельной сталью с устройством желоба. Уклон кровли должен быть не менее  $19^\circ$ . Допускается меньший уклон, но тогда продольный нахлест увеличивают до 200 мм и выполняют его на цементном растворе. Асбестоцементные кровли достаточно просты в устройстве, долговечны и декоративны. Основным их недостаток – хрупкость материала и появление трещин при механических воздействиях и температурных деформациях (рисунки 177, 178).

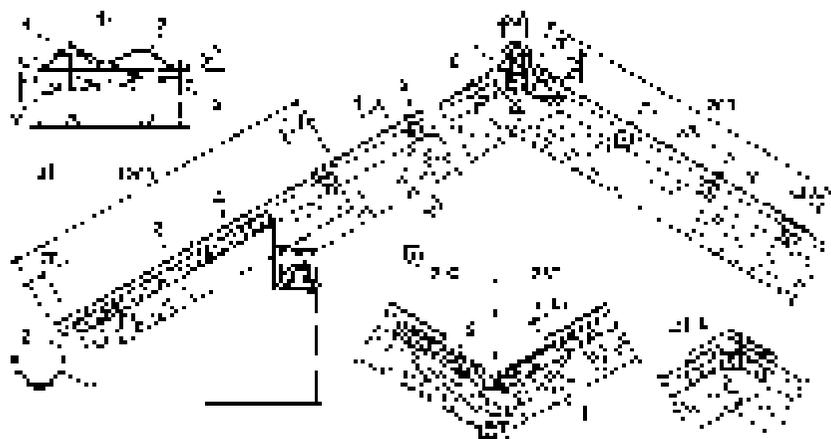


Рис. 177. Кровля из волнистых асбестоцементных листов.  
 а – разрез; б – устройство ендовы; в – вариант устройства конька; 1 – крюк для подвесного желоба; 2 – кровельная сталь; 3 – волнистый асбестоцементный лист; 4 – сплошные участки обрешетки у карниза и в ендовах; 5 – обрешетка; 6 – коньковые брусья; 7 – фасонная коньковая деталь; 8 – гвоздь или шуруп; 9 – упругая прокладка

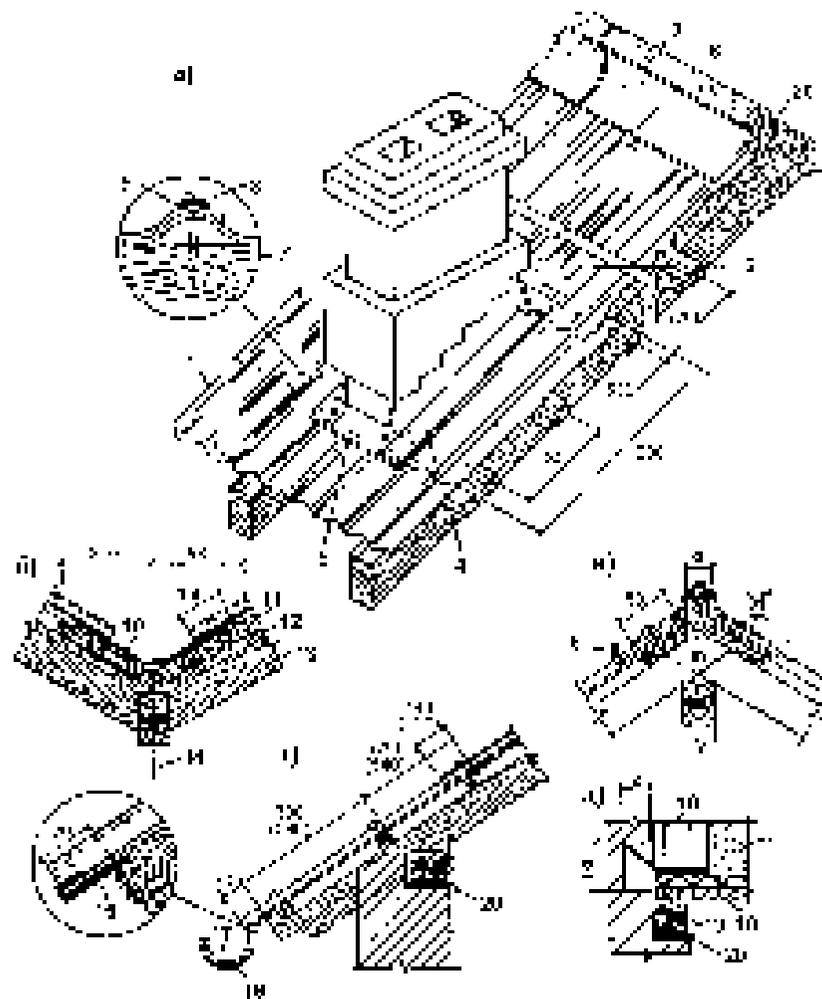


Рис. 178. Детали кровли из асбестоцементных листов.

а – общий вид, б – покрытие ендовы, в – покрытие конька, г – крепление листов на свесах, д – примыкание кровли к стене; 1 – волнистые асбестоцементные листы; 2 – листы коньков; 3–5 – уголки 60, 90 и  $120^\circ$ ; 6 – скоба  $30 \times 6$  мм; 7 – шурупы  $70 \times 5$  мм; 8 – шайбы  $\varnothing 14$  мм; 9 – шайбы  $\varnothing 20$  мм из прорезиненной ткани; 10 – лотки; 11 – дощатый настил; 12 – уравнивательная планка; 13 – наружник; 14 – ось ендовы; 15 – противветровая скоба; 16 – скоба подвесного желоба; 17 – подвесной желоб; 18 – обрешетка

**Черепичная кровля.** Черепица – наиболее долговечный кровельный материал. Благодаря своему большому разнообразию, она позволяет получить богатую цветовую гамму и выразительность форм. Недостаток черепичной кровли – большая масса. Имеется много разновидностей черепицы, различающихся формой и размерами. Наиболее распространены пазовая штампованная, пазовая ленточная и плоская ленточная.

Более совершенной является пазовая штампованная черепица. Наличие по всему контуру желобков и гребней позволяет осуществить водонепроницаемое сопряжение черепиц между собой. Обрешетку выполняют из брусков сечением 50×50 мм с шагом, соответствующим размеру черепицы, с учетом ее напуска. Черепица имеет уступ с внутренней стороны, которым она цепляется за обрешетку. В другом уступе предусмотрено отверстие, через которое черепица, чтобы ее не снесло ветром, дополнительно привязывается проволокой к обрешетке. Конек и ребра покрывают коньковой черепицей. Пазовая ленточная черепица имеет пазы только по краям, которые перекрывают только боковые швы. Это позволяет иметь кроющую длину в два раза больше, чем у плоской ленточной.

Плоская ленточная черепица проще по своей конструкции, чем пазовая. С нижней стороны она имеет только один выступ-шип, с помощью которого она цепляется за обрешетку. 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 (рисунки 179, 180).

**Кровля из листов Ондулин.** Ондулин – волнистый кровельный материал, выпускаемый по технологии французской фирмы ONDULINE. По внешнему виду листы Ондулин напоминают волнистый шифер, но на этом сходство заканчивается. Этот материал производится путем насыщения органических волокон битумом при высоких температуре и давлении. Ондулин – эластичный материал, что позволяет его использовать на криволинейных крышах с радиусом кривизны от 5 м. Температурный диапазон применения листов Ондулин – от +60 °С до –45 °С, т. е. от тропической жары до сибирских морозов.

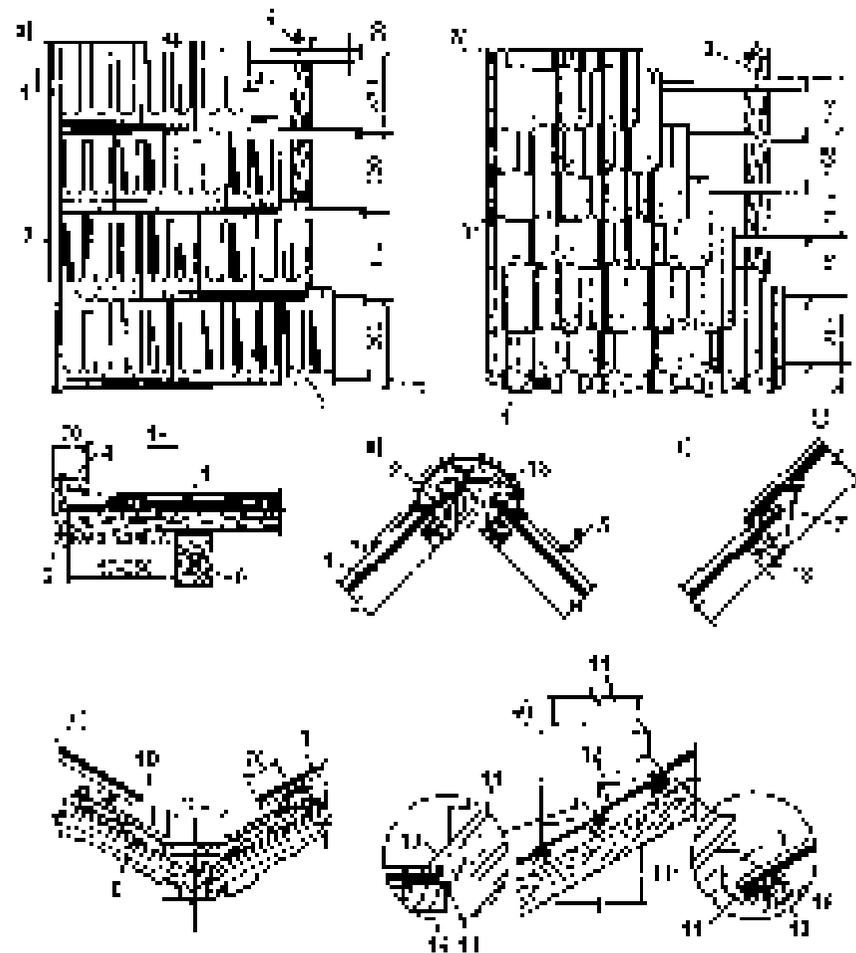


Рис. 179. Элементы черепичной кровли.

**а** – кровля из пазовой штампованной черепицы, **б** – из плоской черепицы, **в** – покрытие конька, **г** – крепление черепицы, **д** – покрытие ендовы, **е** – примыкание к трубе; **1** – черепица; **2** – то же, коньковая желобчатая; **3** – ветровая доска; **4** – прижимная доска; **5** – скоба; **6** – стропильная нога; **7** – мягкая проволока; **8** – гвоздь; **9** – дощатый настил; **10** – листовая сталь; **11** – труба; **12** – воротник из раствора; **13** – раствор; **14** – боковой подворотничок из листовой стали; **15** – обрешетка; **16** – изоляция обрешетки

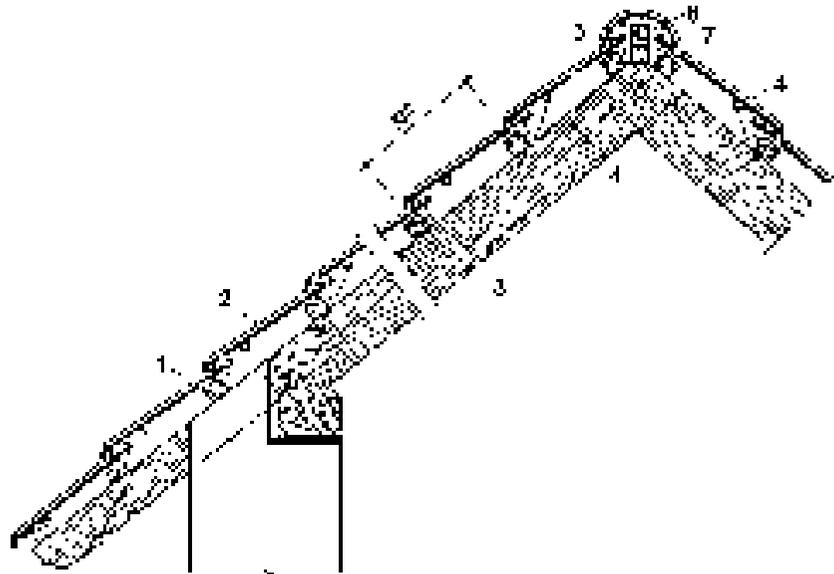


Рис. 180. Черепичная кровля.

1 – бруски обрешетки; 2 – штампованная пазовая черепица; 3 – уступ для опирания на обрешетку; 4 – шип с отверстием для крепления проволоки к обрешетке; 5 – коньковая черепица; 6 – коньковый брус; 7 – цементный раствор

Обладая эластичностью, листы Ондулин делают возможной их укладку поверх старой кровли из шифера, металла, мягкой кровли из рубероида без предварительной разборки. Кровля из листов Ондулин комплектуется фирменными гвоздями, деталями для устройства конька, ендов. Устройство кровли не требует специальных знаний и может найти широкое применение в строительстве индивидуальных жилых домов. Кровля Ондулин выпускается в виде листов длиной 2000, шириной 940, толщиной 2,7, высотой волны 36 мм.

**Эластичная битумная черепица Бордолин** – кровельный материал на основе стекловолокна с минеральной посыпкой. Это универсальный материал для покрытий жилых зданий, в том числе и со сложными крышами. Листы Бордолина выпускаются с прямоугольной и треугольной разрезками, овальные и в виде удлиненного овала. Размер листа 914×305 мм.

**Металлочерепица Ондустил** – это оцинкованный с двух сторон стальной лист толщиной 0,5 мм, покрытый эпоксидным слоем, поверх которого нанесен высококачественный акрилат, защищенный слоем природного минерального гранулята, уложенного в прозрачный акрилат. Ондустил воссоздает фактуру керамической черепицы. Этот кровельный материал долговечный, прочный, огнестойкий, устойчивый к жаре и морозу. Покрытие из минерального гранулята является

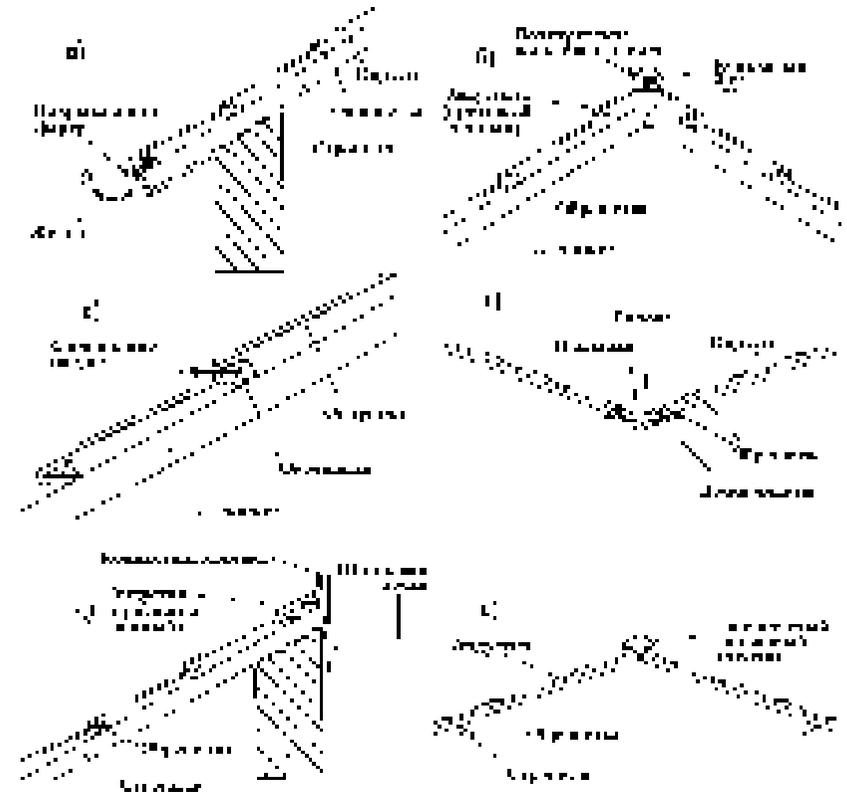


Рис. 181. Кровля с использованием металлочерепицы Ондустил (варианты применения).

а – крепление водосточного желоба, б – полукруглый неветилируемый конек, в – крепление к обрешетке, г – покрытие ендовы, д – конек односкатной крыши, е – покрытие ребра крыши полукруглое, ж – вентилируемый конек, з – мансардная кровля, и – мансардное окно, к – стык с вертикальной стеной

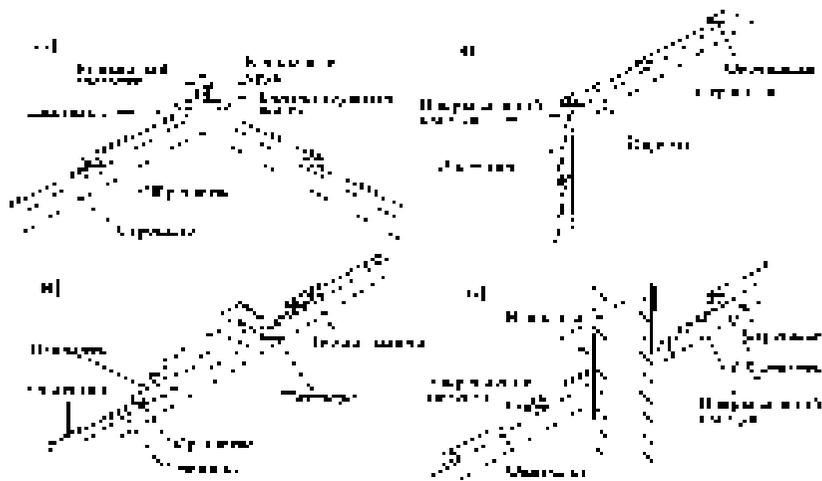


Рис. 181. Окончание.

дополнительной защитой от погодных влияний, повышает противопожарные качества кровли, а также значительно снижает шум от дождя. Детали крепления металлочерепицы Ondulit представлены на рис. 181.

### 9.3 Устройство мансарды

Необходимость использования чердачного пространства под жилые помещения определяется как на стадии проектирования жилого дома, так и в процессе реконструкции существующего жилья. Проектируя чердак, необходимо выбрать такую конструкцию стропил, которая бы исключила средние вертикальные опоры и раскосы – это может помешать будущим помещениям. Как правило, система беспрогонных стропил не создает трудностей при планировке помещений в объеме чердака (рис. 182). Конструкция стропил с ригелем, расположенным параллельно перекрытию, при достаточных размерах чердака дает возможность устройства помещений в двух уровнях.

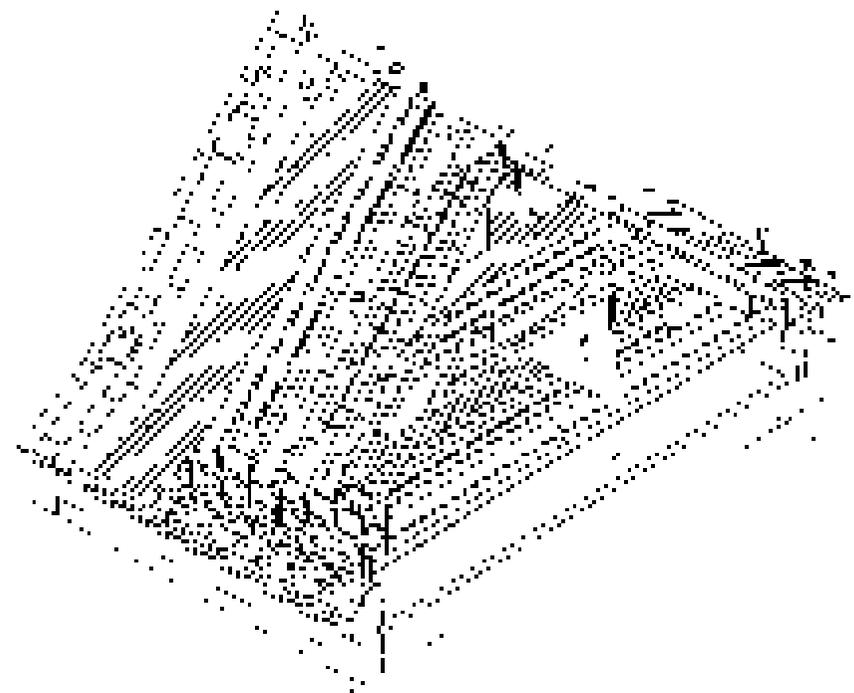


Рис. 182. Конструктивная схема мансардного этажа.

1 – стена; 2 – перекрытие; 3 – лаги; 4 – изоляция; 5 – внутренняя стена; 6 – шпунтованная доска пола; 7, 15 – гипсокартон; 8 – поддержка; 9 – нижняя ветровая доска; 10 – верхняя деревянная балка; 11 – сплошная шпунтованная обрешетка; 12 – стропила; 13 – пароизоляция; 14, 16 – изоляция в кровле; 17 – упор для вентиляции кровельного конька; 18 – конек; 19 – кровля металлическая; 20 – гидроизоляция; 21 – боковая ветровая доска; 22 – потолочная балка; 23 – каркас для внутренней обшивки; 24, 25, 26 – вентиляционные продухи и канал; 27 – окно

По объемно-планировочным решениям мансардных этажей, их расположению и ширине относительно строящегося (надстраиваемого) жилого дома, этажности, конфигурации крыши мансарды, взаимосвязи помещений мансарды с коммуникационной структурой здания они разделяются на 15 типов (рис. 183).

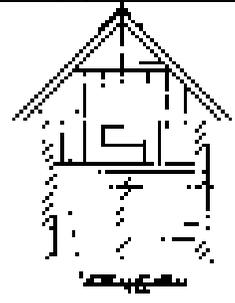
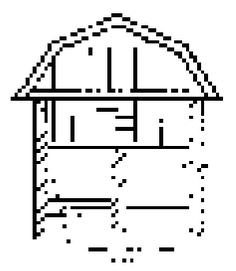
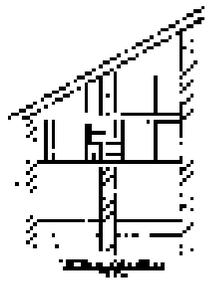
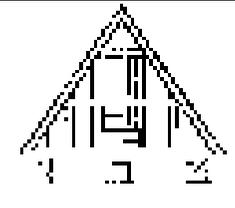
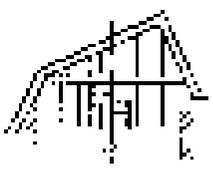
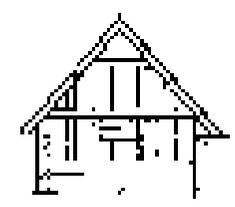
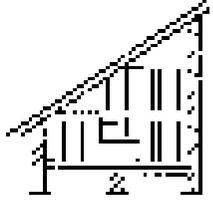
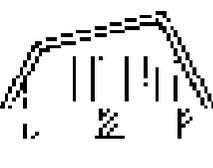
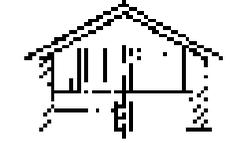
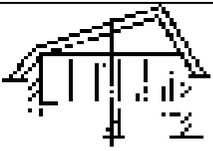
|                          | Симметричные                                                                        |                                                                                     | Асимметричные                                                                       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                          | треугольные                                                                         | ломаные                                                                             |                                                                                     |
| С дополнительными этажом |    |    |    |
| Двухуровневые            |    |    |    |
|                          |    |    |    |
| Одноуровневые            |   |  |   |
|                          |  |  |  |

Рис. 183. Одно-двухуровневые мансарды

Принимая решение об использовании чердака, не следует забывать о форме крыши: двускатная крыша имеет преимущества двух прямых скатов и дает возможность приподнять крышу с помощью так называемого полуэтажа, увеличив жилую площадь чердака. Недостаток вальмовой крыши в ее четырех скатах, из-за чего уменьшается основная площадь с достаточной высотой этажа. Наклон скатов крыши имеет также большое значение – наиболее благоприятным считается уклон от 35 до 55°. Чем круче крыша, тем больше шансов использовать чердак в двух уровнях. Для Москвы принят ряд нормативов по обустройству мансардных помещений. Например, две трети чердачной площади должны иметь свободную высоту не менее 2,4 м; общая площадь окон на чердаке должна составлять одну десятую чердачной площади; доступ на чердак должен обеспечиваться в индивидуальных домах (на одну–две семьи) лестницей шириной не менее 800 мм между перилами, а в многоквартирных домах – шириной 1000 мм; противопожарная безопасность обеспечивается наряду с огнестойкими строительными материалами также наличием путей эвакуации и пожарными лестницами. Эти требования носят рекомендательный характер и могут меняться в зависимости от особенностей регионов (рис. 184).

Жилые помещения в объеме чердака должны быть комфортны, и предпосылками для этого являются правильное конструирование крыши и ее теплоизоляция (рис. 185). Самое главное заключено в двух условиях, обязательных для наклонных крыш: они не должны пропускать в себя влагу ни извне, ни изнутри и должны выводить все-таки проникающую внутрь влагу.

Крыша над необорудованным чердаком, состоящая из стропил, обрешетки и кровли, не создает проблем, о которых пойдет речь ниже. Чердак постоянно проветривается, температура и влажность воздуха в нем близки к наружным. Иначе обстоит дело, когда элементы конструкции крыши, прежде всего теплоизоляционные слои, отделяют жилое помещение от наружного воздуха, т. е. температура и влажность внутри другие.



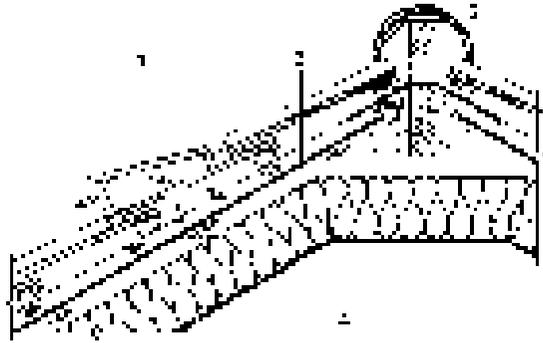


Рис. 186. Конек мансардной крыши.

1 – вентиляционная черепица; 2 – конек; 3 – прокладная лента; 4 – пароизоляция

Первое требование к теплоизоляционному компоненту крыши: на внутренней ее стороне должен находиться абсолютно герметичный паро- и гидроизоляционный слой (рис. 186).

Второе требование: проникающая снаружи влага отводится гидроизоляционным слоем, укрепленным на стропилах (рис. 187).

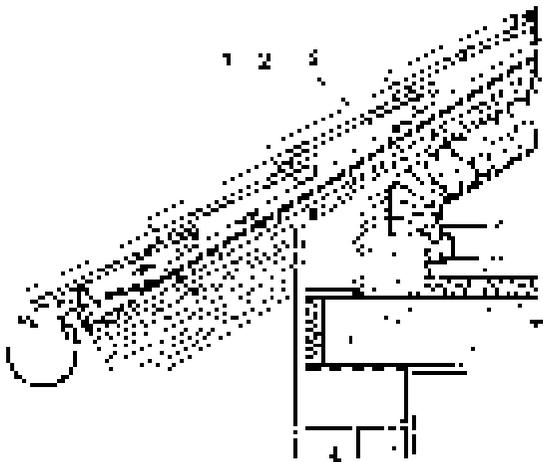


Рис. 187. Свес мансардной крыши.

1 – прокладная лента; 2 – контрбрус; 3 – теплоизоляция; 4 – пароизоляция

Правильно построенная крыша не пропускает влагу внутрь своей конструкции. Такая крыша должна также отводить проникшую влагу, что достигается обычно двумя уровнями внутренней вентиляции. Первый находится между кровельным покрытием и гидроизоляционным слоем, второй – между гидроизоляцией и теплоизоляцией. Эта вентиляция осуществляется, если на спуске кровли предусмотрены приточные вентиляционные отверстия, а на коньке – щель для отвода воздуха (рис. 186, 187).

**Виды изоляции крыши.** Имея крышу со скатами, можно выбирать из трех видов изоляции: между стропилами, на стропилах и под стропилами. Если глубина стропил недостаточна для укладки изоляционного слоя и затрудняется внутренняя вентиляция, то можно укладывать слой между и под стропилами (см. рисунки 186, 187).

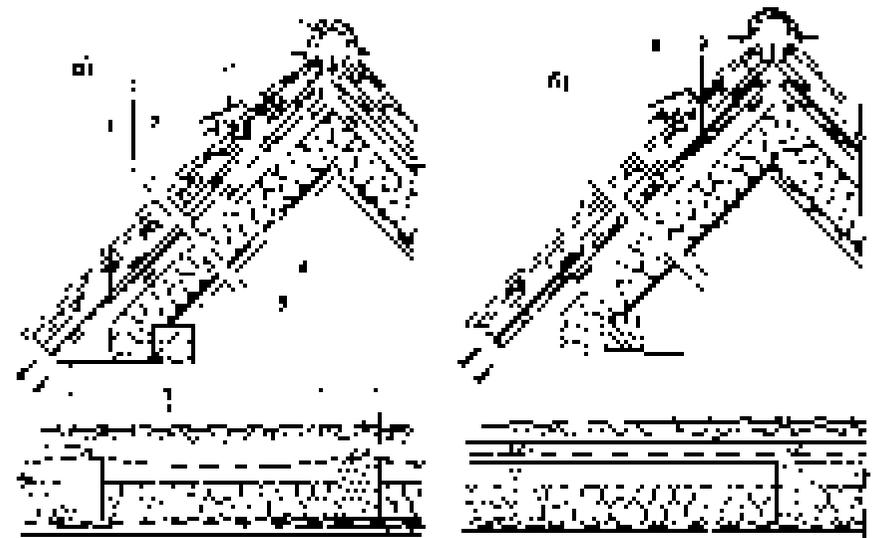


Рис. 186. Теплоизоляция между стропилами.

а – с прокладной лентой, б – с деревянной обшивкой и защитным слоем; 1 – прокладная лента; 2 – контрбрус; 3 – обрешетка; 4 – теплоизоляция; 5 – паро- и ветрозащита; 6 – вентиляционная черепица; 7 – вентиляционный конек; 8 – деревянная обшивка; 9 – защитный слой

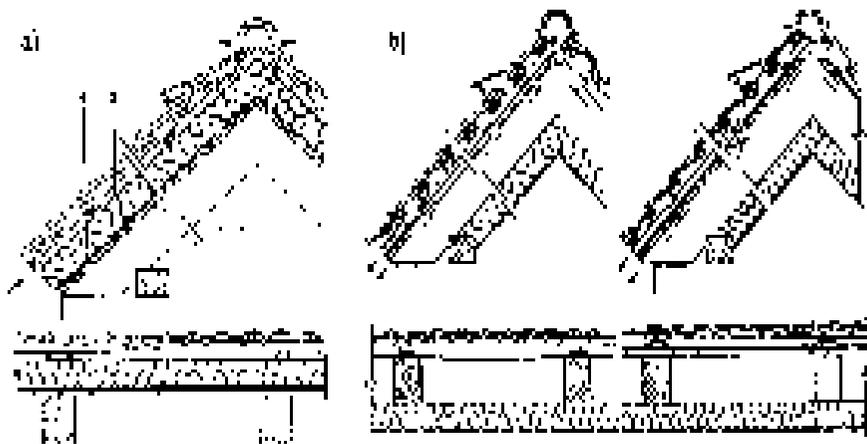


Рис. 187. Теплоизоляция мансарды над и под стропилами.

**а** – теплоизоляция над стропилами, **б** – теплоизоляция под стропилами; **1** – обшивка; **2** – защитный слой; **3** – контрбрус; **4** – теплоизоляция

Чаще всего изоляционные слои укладывают между стропилами, что сделать проще. Грамотное исполнение предполагает, что неизолированным не останется ни малейшего участка крыши, т. е. защищены стыки со стенами, с дымовой трубой, с оконными рамами и т. д. Вентиляционное пространство между верхней стороной теплоизоляции и гидроизоляцией на всех участках не должно быть меньше 20 мм. Это значит, что при протягивании гидроизоляционного слоя нужно проследить, чтобы он не провисал и не препятствовал вентиляции. Если для изоляции используется минеральное волокно, нужно учитывать, что оно после укладки может увеличиться в толщину на 10–30 %.

Если глубина стропил недостаточна для укладки изоляции, чтобы осталось вентиляционное пространство, то необходимо нарастить их с помощью досок и брусьев либо разделить изоляционный слой: половину уложить между стропилами, половину – под ними. Преимуществом сплошного изоляционного слоя обладает изоляция под стропилами. Недостаток: изоляция под стропилами уменьшает объем чердака (см. рис. 187).

Изоляция над стропилами имеет ряд преимуществ: предлагаемая как стандартный элемент крыши, она не служит проводником тепла. Вся несущая часть крыши расположена под изолирующей оболочкой и защищена от атмосферных влияний. Кроме того, выступающие в помещение стропила могут обогатить интерьер.

Элементы крыши, включая изоляцию, стропила и внутреннюю обшивку, должны служить долго. Поэтому необходимо, чтобы деревянные части были исправны, без дефектов и прочны. Высококачественные строительные материалы, нужные знания и опыт обеспечат такую конструкцию крыши, которая прослужит долгое время и оправдает расходы.

#### 9.4. Железобетонные крыши

Как следует из вышеизложенного, традиционные конструкции крыш по деревянным стропилам с наружным водостоком применяют преимущественно в малоэтажном строительстве, объем которого в последние годы значительно увеличился, что привело, в свою очередь, к некоторым усовершенствованиям в их конструкциях.

В средне- и многоэтажном капитальном жилищном строительстве в основном применяют малоуклонные чердачные крыши с внутренним водостоком, несущими и ограждающими конструкциями из железобетона.

Железобетонные крыши жилых зданий проектируют чердачными или бесчердачными с уклоном до 5 %. Основным типом является чердачная крыша. Бесчердачные крыши в жилых домах допускается применять для зданий высотой не более четырех этажей и над отдельными элементами многоэтажных домов – выступающими над крышами лестничными клетками, машинными отделениями лифтов, над лоджиями и эркерами, над выступающими из плоскости фасадов объемами вестибюлей и тамбуров.

Водоотвод с покрытий, как правило, проектируют внутренним. С совмещенных покрытий (совмещаются функции верхнего перекрытия и кровли) допускается устраивать наружный водосток: организованный – при размещении здания с наружным отступом горизонталь-

ной проекции карниза на 1,5 м от красной линии застройки, и неорганизованный – в малоэтажных зданиях высотой не более трех этажей и расположенных внутри квартала.

Расстояние между водосточными трубами при организованном наружном водоотводе должно быть не более 18–20 м. Сечение труб принимают из расчета 1,5 см<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> площади крыши. Водоприемные воронки внутреннего водостока размещают по одной на жилую секцию, но не менее двух на здание.

Гидроизоляцию малоуклонных крыш обеспечивает кровельный слой из рулонных материалов или мастик, наносимых на кровельные панели из обычного бетона, или окраска кремнийорганическими или другими, обладающими водозащитными свойствами составами совместно с водонепроницаемым и морозостойким бетоном кровельной панели.

В массовом строительстве применяют конструкции железобетонных крыш следующих типов (рис. 188–193): *чердачные* – с *холодным* или *теплым* чердаком и *рулонной* или *безрулонной* кровлей; *бесчердачные* – *вентилируемые* (раздельной конструкции с кровельной панелью и верхним перекрытием) и *невентилируемые*, с *рулонной* и *безрулонной* кровлей.

В качестве несущих элементов плоских совмещенных покрытий используются как многопустотные панели, так и плоские панели, аналогичные панелям перекрытий. Однако, чаще всего используются ребристые плиты типа ТТ длиной 9, 12 и 15 м при ширине 3,0 м (1,5 м – доборные), имеющие высоту соответственно 400, 500 и 600 мм, и специальные лотковые плиты, не требующие дополнительного рубероидного покрытия. Последние довольно широко использовались в гражданском строительстве в конце прошлого столетия. Следует отметить, что применение подобных конструкций в районах с устойчивым снежным покровом в зимнее время оказалось нерациональным, так как со временем, несмотря на повышенную плотность бетона, в конструкциях появляются трещины, что приводит к быстрому разрушению верхнего слоя. В результате подобные покрытия требуют ремонта и устройства рулонной кровли.

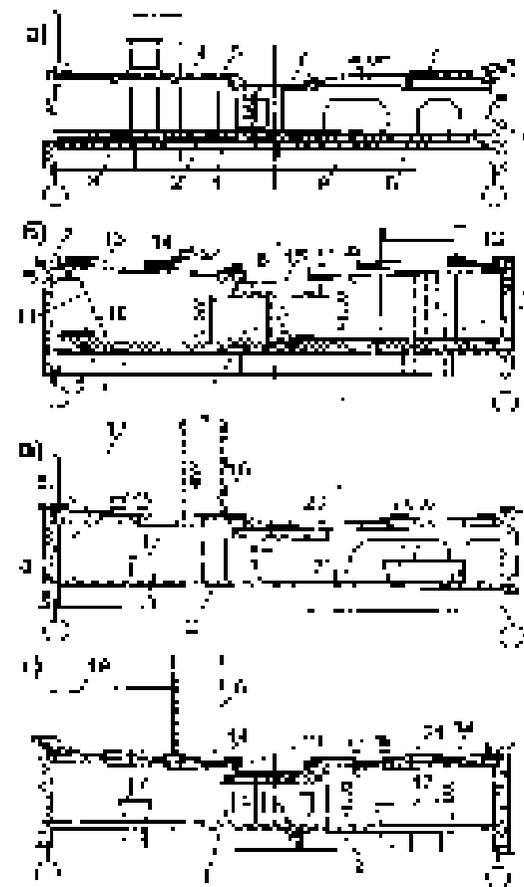


Рис. 188. Принципиальные схемы конструкций чердачных железобетонных крыш.

а – с холодным чердаком и рулонной кровлей; б – то же, с безрулонной; в – с теплым чердаком и рулонной кровлей; г – то же, с безрулонной кровлей; 1 – опорный элемент; 2 – панель чердачного перекрытия; 3 – утеплитель; 4 – кровельная ребристая панель; 5 – рулонный ковер; 6 – водосборный лоток; 7 – опорная рама; 8 – защитный слой; 9 – пароизоляционный слой; 10 – полоса рубероида; 11 – фасадный опорный элемент; 12 – железобетонная кровельная панель безрулонной крыши; 13 – гидроизоляционный слой из мастичных или окрасочных составов; 14 – П-образная плита-нащельник; 15 – водосточная воронка; 16 – вентиляционный блок (шахта); 17 – оголовок вентиляционного блока; 18 – легковесная панель покрытия; 19 – машинное помещение лифта; 20 – легковесная панель лотка; 21 – двухслойная кровельная панель

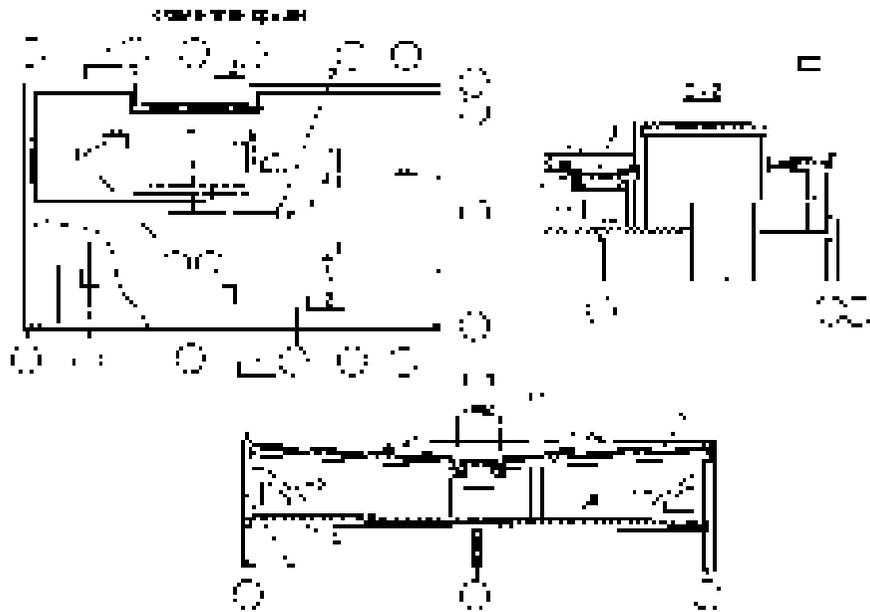


Рис. 189. Конструкция чердачной крыши с холодным чердаком и кровлей из рулонных интервалов.

1 – вентиляционный блок; 2 – водосточная воронка; 3 – панель чердачного перекрытия; 4 – фризная панель; 5 – опорный элемент фризной панели; 6 – утеплитель; 7 – опорная рама; 8 – лотковая панель; 9 – ребристая железобетонная кровельная панель

На рис. 190 показаны варианты решений чердачной крыши с холодным чердаком с безрулонной кровлей: а, б – схемы поперечных сечений при внутреннем и наружном водоотводе; в – конструкция сборных элементов водосборного лотка; г – то же, кровельных панелей для крыш с внутренним водоотводом; д – то же, с наружным неорганизованным водоотводом. 1 – фризная панель; 2 – опорный элемент фризной панели; 3 – решетчатое ограждение крыши; 4 – фризная панель торцевой стены; 5 – кровельная панель; 6 – нащельник; 7 – водосборный лоток; 8 – водосборная воронка; 9 – опорная балка; 10 – чердачное перекрытие; 11 – опорный столбик; 12 – опорный элемент лотка; 13 – сливное отверстие; 14 – монтажные петли

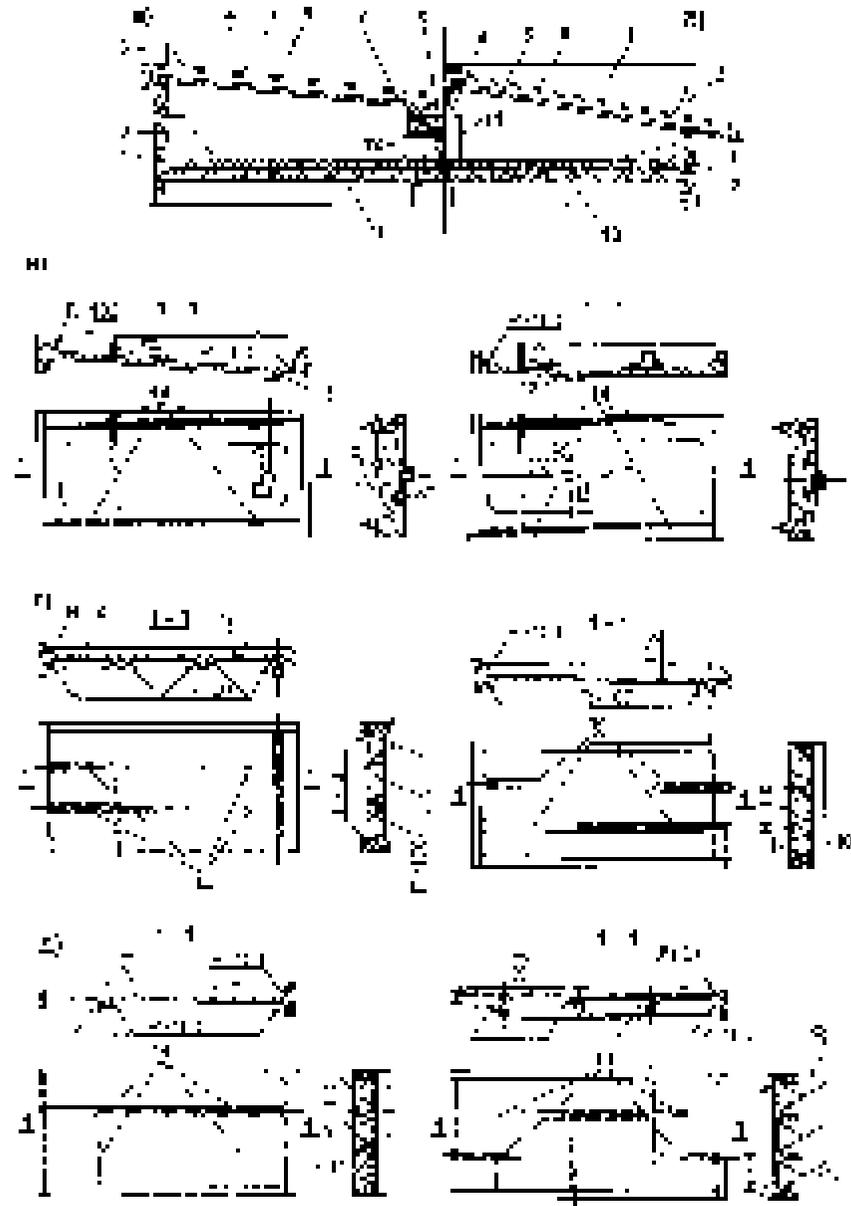


Рис. 190. Безрулонная крыша с холодным чердаком

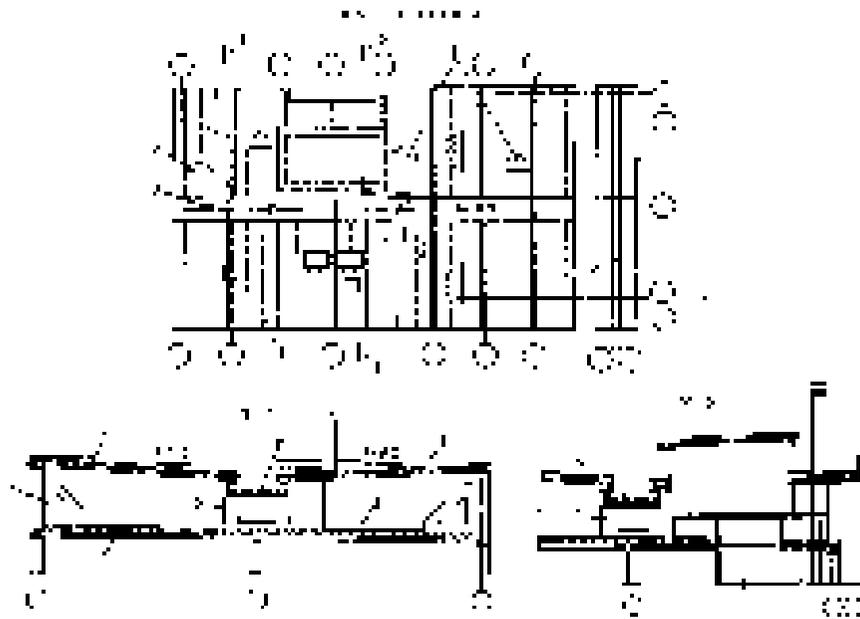


Рис. 191. Безрулонная крыша с холодным чердаком и внутренним водоотводом

1 – кровельная панель; 2 – водосточная воронка; 3 – вентиляционный блок; 4 – панель чердачного перекрытия; 5 – опорный элемент фризовой панели; 6 – лотковая панель; 7 – П-образная плита-нащельник; 8 – утеплитель; 9 – железобетонная опорная рама

В жилых зданиях, а также в общественных зданиях с верхней разводкой водоснабжения и отопления чердак чаще всего устраивается отапливаемым – теплым. В этом случае либо поверху кровельных панелей устраивается утепление с обеспечением гидроизоляции крыши с помощью рулонных материалов (рис. 192), либо верхние кровельные панели имеют дополнительное утепление снизу (рис. 193). Наличие отапливаемого чердака позволяет обеспечить лучшие условия теплозащиты верхнего жилого этажа, поэтому бесчердачные крыши в жилых домах почти не используются, но применяются в гражданских зданиях общественного назначения (рис. 194).

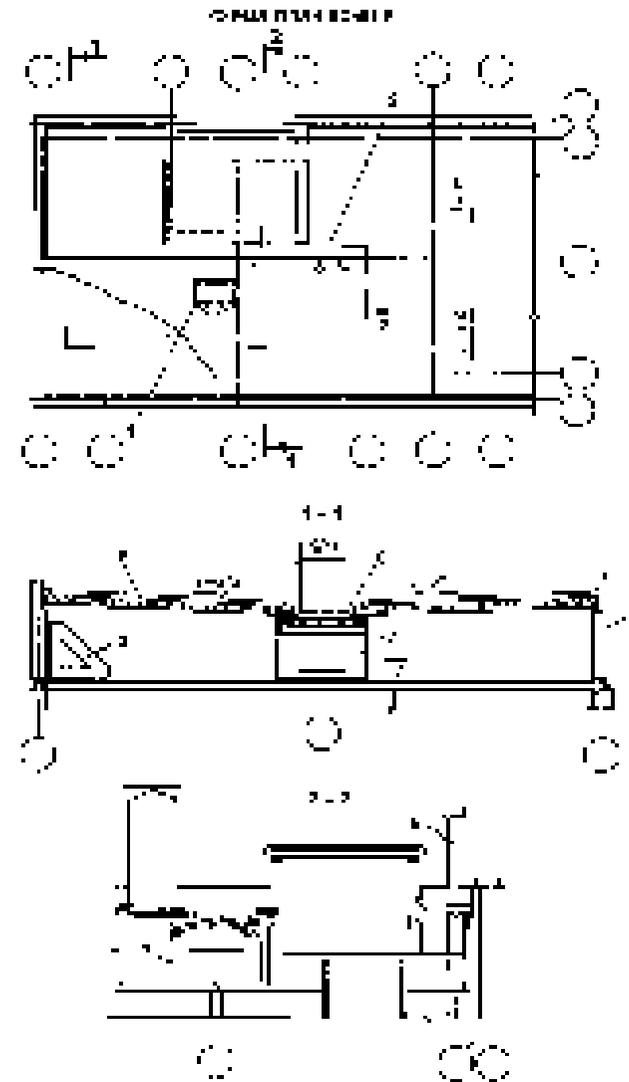


Рис. 192. Рулонная крыша с теплым чердаком.

1 – вытяжная шахта; 2 – водосточная воронка; 3 – опорный элемент фризовой панели; 4 – фризровая панель; 5 – кровельная панель; 6 – лотковая панель; 7 – опорная рама; 8 – вентиляционная труба

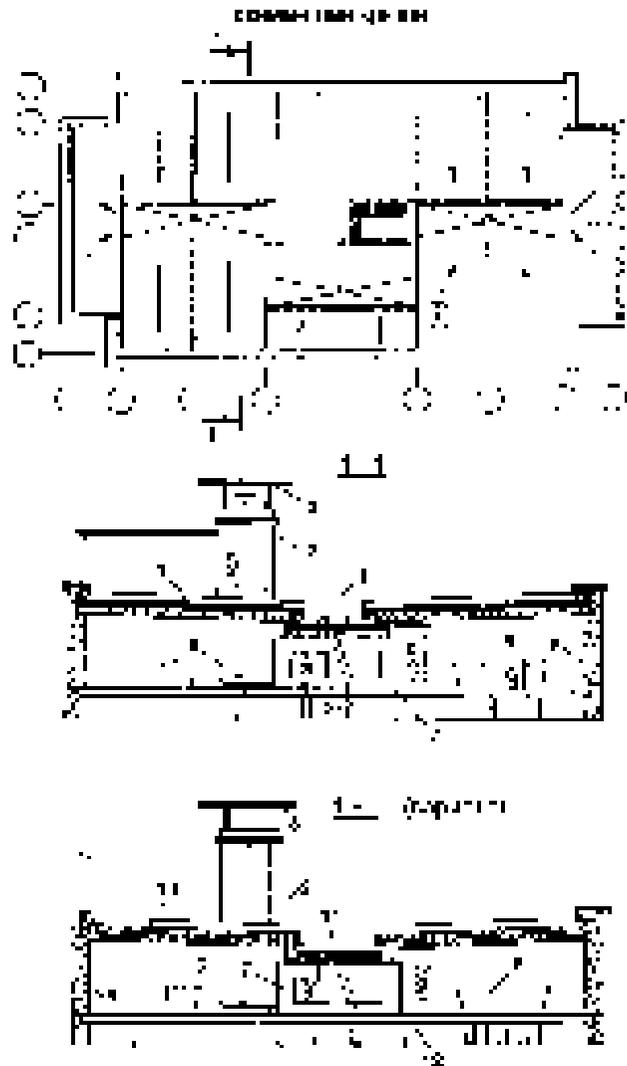


Рис. 193. Безрулонная крыша с теплым чердаком.

**1** – двуслойная теплая безрулонная кровельная панель; **2** – вытяжная шахта; **3** – защитный зонтик; **4** – двуслойная лотковая панель; **5** – фризовая панель; **6** – оголовок вентиляционной шахты; **7** – опорный элемент лотковой панели; **8** – стояк внутреннего водостока; **9** – водосборный лоток; **10** – трехслойная кровельная панель; **11** – то же, панель лотка; **12** – панель чердачного перекрытия

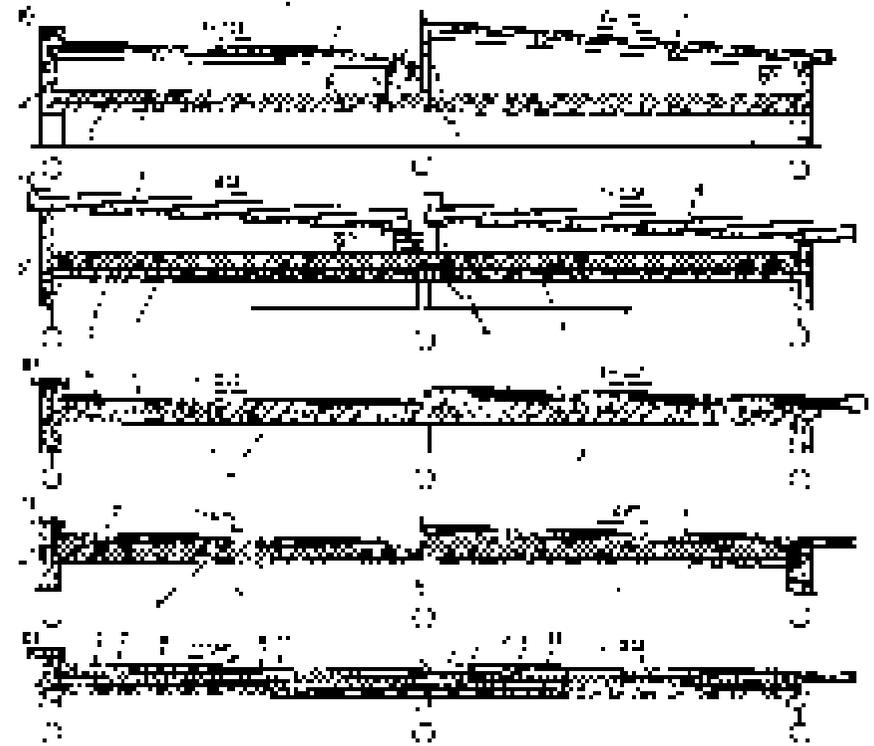


Рис. 194. Принципиальные схемы конструкций бесчердачных железобетонных крыш.

**а** – раздельной конструкции (вентилируемая) с рулонной кровлей; **б** – раздельной конструкции с безрулонной кровлей; **в** – совмещенной панельной однослойной конструкции; **г** – то же, трехслойной; **д** – то же, построеночного изготовления; **1** – панель чердачного перекрытия; **2** – утеплитель; **3** – фризовая панель; **4** – кровельная панель безрулонной крыши; **5** – опорный элемент; **6** – однослойная легковесная кровельная панель; **7** – рулонный ковер; **8** – трехслойная кровельная панель; **9** – цементная стяжка; **10** – слой керамзита по уклону; **11** – слой прокладочного рубероида на мастике

### ? Вопросы для самопроверки

1. Что такое «крыша»?
2. Чем отличается крыша от кровли?
3. Какие требования предъявляют к кровле?
4. От чего зависит уклон скатных крыш?
5. Что такое «щипец», «конек», «скат», «разжелобок», «ендова», «вальма», «фронтон», «свес» крыши?
6. Чем отличается ребро от ендовы?
7. Для чего нужны слуховые окна в чердачных крышах?
8. Что такое «стропила»?
9. Какие конструктивные элементы входят в состав скатных покрытий?
10. Чем отличаются наслонные и висячие стропила?
11. Для чего нужна обрешетка и от чего зависит ее вид – сплошной или разреженный?
12. Какие виды кровли применяются для скатных крыш?
13. Что такое «клямер»?
14. Как формируются горизонтальный и вертикальный фальцы металлической кровли?
15. Какие особенности устройства кровли из асбестоцементных волнистых листов?
16. Какие преимущества и недостатки классической глиняной черепицы Вы можете назвать?
17. Какие современные кровельные материалы Вы знаете?
18. Что такое мансарда? Какие типы мансард Вы знаете?
19. Какие требования к теплоизоляции крыши?
20. Какие преимущества и недостатки при расположении утеплителя под стропилами, между стропилами, над стропилами?
21. Какие уклоны применяют для плоских крыш?
22. Как организуется водоотвод с совмещенных покрытий?
23. Какие типы чердачных и бесчердачных совмещенных покрытий Вы можете назвать?
24. Какие несущие конструкции используются в совмещенных покрытиях?
25. Как обеспечивается гидроизоляция покрытий при безрулонных конструктивных решениях?

При проектировании и строительстве жилого дома окнам следует уделять особое внимание. Это объясняется не только стремлением обеспечить теплоизоляцию в соответствии с современными требованиями с целью экономии энергии, но и пониманием того, что только безупречные окна в состоянии обеспечить комфортный микроклимат помещений. Красивое окно делает дом привлекательным.

**Окна** – проемы в стенах, заполненные светопрозрачными конструкциями и предназначенные для обеспечения помещений естественным освещением, ультрафиолетовым облучением и инсоляцией, а также аэрацией и зрительной связью с внешним пространством. Одновременно окно защищает от воздействия неблагоприятных факторов, в том числе низких и высоких температур, осадков, ветра, шума, пыли и др. **Двери балконные** – входящие до пола проемы, заполненные частично или полностью остекленными конструкциями, открываемыми для прохода (рис. 195).

Окна и двери различают по архитектурно-конструктивным признакам, функциональным и эксплуатационным качествам, назначению, материалу остекления переплетов. Окна по своей форме являются элементами членения фасада дома, который имеет свою архитектуру. В зависимости от материала светопрозрачного заполнения и переплетов, конструкции окон подразделяют на стеклодеревянные, стеклометаллические, из полимерных материалов. Размеры и расположение окон, а также оптические свойства материала остекления определяют по светотехническим условиям. Количество слоев остекления и ограждения принимают исходя из теплотехнических и акустических требований. В зависимости от этого остекление бывает одинарное, двойное, тройное.

**Переплеты** предназначаются для установки крепления и герметизации остекления, восприятия ветровой нагрузки и передачи ее конструкциям здания. В конструктивном отношении переплеты разделяют на одинарные, одинарные из комбинированных профилей, спаренные, двойные раздельные, строенные, тройные раздельно-спаренные, тройные раздельные.



К разновидностям листового стекла относятся **строительные стекла со специальными свойствами**. Такие стекла позволяют ультрафиолетовой радиации проникнуть в помещение; снизить перегрев помещений лучистым теплом; устранить дискомфортные явления, возникающие в непосредственной близости от остекления в холодное время года, и снизить теплопотери через светопрозрачные ограждения. Для получения стекол со специальными свойствами изменяют химический состав стекломассы по всей толщине листа или в тонком слое у его поверхности, а также нанесением на поверхность обычного стекла пленок металлов и их оксидов.

**Стекла, пропускающие ультрафиолетовые лучи.** При строительстве жилья особое значение приобретает использование природного ультрафиолетового излучения. Так, в некоторых промышленных районах потери ультрафиолетовой радиации достигают 40 %, а в районах жилой застройки – 26 %. Кроме того, в I климатическом районе России наблюдается значительная неравномерность распределения ультрафиолетовой радиации в течение года. Особенно велика неравномерность в северных районах, где в течение нескольких месяцев ультрафиолетовая радиация отсутствует. Ультрафиолетовое голодание может привести к нарушению или ослаблению некоторых функций организма. Применение в окнах в качестве светопрозрачного остекления обычного силикатного стекла является непреодолимой преградой для биологически активной части ультрафиолетового излучения солнца. Устранить этот недостаток может остекление, пропускающее ультрафиолетовые лучи.

Способность данного вида стекол пропускать лучи ультрафиолетовой области спектра определяется их химическим составом. По химическому составу они разделяются на силикатные, боросиликатные и фосфатные. Фосфатные стекла по пропусканию ультрафиолетовых лучей имеют преимущества перед силикатными. При проектировании оконных проемов для такого остекления следует стремиться к тому, чтобы они имели минимальное количество затеняющих элементов, а стекло было бы доступным для тщательной очистки.

**Стекла, поглощающие ультрафиолетовые лучи.** Это специальный вид стекла, который используется для устройства светопроемов в общественных зданиях. Эти стекла ограниченно применяются и в жилых зданиях (особняки, частные городские дома и т. п.) для защиты помещений, где хранятся произведения искусства, библиотеки. По всем основным показателям стекла, поглощающие ультрафиолетовые лучи, должны соответствовать стандарту на обычное оконное стекло.

**Стекла с полупрозрачным зеркальным покрытием.** Стекла, обладающие высоким отражением в видимой части спектра, являются современным видом стекла для строительства. Этот вид стекла получают нанесением металлических полупрозрачных пленок на стекло, которое может быть обычным оконным, витринным полированным и неполированным, цветным, узорчатым, армированным. Бесцветные стекла с высокоотражающим покрытием получают нанесением пленки оксида титана, цветные – нанесением пленки оксидов железа, кобальта, меди.

Стекла с бесцветными полупрозрачными покрытиями из оксида титана хорошо отражают не только видимую, но и инфракрасную часть солнечного спектра, а это значит, что они обладают солнцезащитными свойствами и могут быть использованы с этой целью в наружном остеклении. Стекла с полупрозрачными зеркальными покрытиями могут использоваться во внутренних перегородках, а в тех случаях, когда нежелателен просмотр помещений со стороны улицы, их применяют в наружном остеклении жилых зданий.

**Стекла для солнцезащитного остекления.** При неблагоприятной организации светопроемов и неудачно выбранной ориентации жилого здания в летние месяцы наблюдается значительный перегрев помещений. Для устранения этого отрицательного явления применяется солнцезащитное остекление, в котором используются теплопоглощающие, теплоотражающие и нейтрально окрашенные стекла. Как видно из самих названий этих стекол, одни из них поглощают, а другие отражают значительную часть инфракрасных солнечных лучей. Нейтральные же стекла имеют пониженное пропускание по всему оптическому диапазону солнечного спектра.

Выбор вида стекла для солнцезащитного остекления является важным моментом в проектировании здания и должен осуществляться с учетом всех определяющих факторов: назначения здания, географической широты местности, климата, ориентации светопроемов по румбам горизонта, конструктивного решения остекления, реальных свойств стекол. При выборе вида стекла для солнцезащитного остекления следует учитывать границы допустимого снижения светопропускания в зависимости от климатического района строительства: для районов севернее 60° с.ш. – 60 %, для районов южнее 60° с.ш. – 45 %.

Теплопоглощающие стекла рационально применять в I–II климатических районах, при этом они устанавливаются только в наружном ряду остекления. Для защиты помещений от слепящего действия низко стоящего солнца и уменьшения яркостных контрастов целесообразно применять теплопоглощающее стекло в светопроемах зданий, располагаемых на высоких широтах.

Применение теплоотражающих стекол, как правило, не вызывает конструктивных изменений в остеклении. Проектирование же солнцезащитного остекления из теплопоглощающего и нейтрального стекла требует выполнения следующих правил и условий, связанных с особенностями применения.

1. Теплопоглощающее стекло следует всегда устанавливать в наружном ряду двойного остекления. Это вызвано тем, что во время инсоляции такое стекло сильно нагревается.

2. Для интенсивного теплосъема со стекол устраивают вентилируемое межстекольное пространство. Количество воздуха, поступающего в межстекольное пространство, регулируется с помощью фрамуг или дроссельных заслонок. Избежать устройства вентиляции межстекольного пространства можно путем применения во внутреннем слое солнцезащитного стекла, хорошо отражающего тепловой поток от нагретого теплопоглощающего стекла. Такое остекление является универсальным, так как в зимнее время снижает теплопотери из помещения.

**Стекло для теплоизоляционного остекления.** В зимний период в зоне, расположенной вблизи светопроемов, могут возникнуть дискомфортные явления, связанные с отрицательной радиацией от холодных поверхностей остекления и усилением находящихся конвективных потоков холодного воздуха. Эти явления часто служат причиной простудных заболеваний. Низкая температура внутренней поверхности остекления является причиной возникновения конденсата и наледей на стекле в холодные периоды года, а это нежелательно не только по санитарно-гигиеническим условиям, но и с точки зрения светового комфорта в помещении. И, наконец, низкое сопротивление теплопередаче у обычных конструкций остекления приводит к значительным теплопотерям. С целью сокращения энергетических затрат при эксплуатации жилых зданий СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» введено ограничение суммарной площади светопроемов жилых зданий. Так, в жилых зданиях площадь окон с приведенным сопротивлением теплопередаче меньше  $0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  по отношению к суммарной площади светопрозрачных и непрозрачных ограждающих конструкций стен должна быть не более 18 %.

Среди методов улучшения теплозащиты светопрозрачных конструкций в мировой строительной практике, помимо совершенствования конструкции переплетов, используют увеличение числа слоев стекла в остеклении, устройство кондиционированных окон, применение стекол с селективными оптическими свойствами, которые в значительной степени отражают энергию длинноволнового инфракрасного диапазона. Такими свойствами обладают некоторые полупрозрачные металлические и окисно-металлические покрытия. Например, золотое покрытие толщиной 0,1–0,2 мкм на одном из листов стеклопакета позволяет повысить его сопротивление теплопередаче на 35–40 %.

Для строительства наибольший интерес представляют менее дорогие стекла, например, стекла с покрытием из оксида олова. Стекла с таким покрытием при высоком коэффициенте светопропускания (75–79 %) весьма хорошо отражают длинноволновую часть инфракрасной радиации, излучаемой приборами отопления и пред-

метами, находящимися в помещении. Соответственно, такое стекло обладает очень низкой степенью черноты поверхности ( $\varepsilon < 0,25$ ) по сравнению с обычным стеклом в диапазоне температур от нуля до 100 °С, т. е. в условиях теплообмена при комнатных температурах. Такое теплозащитное стекло устанавливается во внутреннем ряду остекления и обращено покрытием в межстекольное пространство; наружным стеклом может быть обычное или солнцезащитное. При применении теплозащитного стекла сопротивление теплопередаче конструкции остекления возрастает приблизительно на 40 %.

## 10.2. Строительно-физические характеристики светопрозрачных ограждений

### *Естественное освещение и ультрафиолетовое облучение.*

Для обеспечения жилых зданий естественным освещением светопрозрачные ограждения должны обладать достаточным пропусканием видимого света, которое определяется общим коэффициентом светопропускания. При установке оконных блоков в проемы наблюдается снижение светопропускания из-за затенения остекления откосами стен. Площадь окон определяется исходя из условий обеспечения требуемой естественной освещенности. Ориентировочно площадь окон жилых комнат составляет 1/8–1/10 площади пола.

Пропускание окнами из обычного стекла естественной ультрафиолетовой радиации значительно ниже пропускания видимого света, однако оно имеет гигиеническое значение для помещений длительного пребывания (жилые комнаты, детские и др.). Для повышения пропускания ультрафиолетовой радиации следует применять ограждения из специального стекла (см. п. 1 настоящей главы). Ограждения, позволяющие в теплое время года трансформировать двойное остекление в одинарное, например окна с отдельными переплетами, имеют в 2,5 раза большую гигиеническую эффективность по сравнению с конструкциями, не допускающими такую трансформацию.

**Теплоизолирующая способность.** Обладая пониженным сопротивлением теплопередаче (по сравнению с глухими участками наружных стен), светопрозрачные ограждения существенно влияют

на микроклимат помещений, теплотери здания и расходы на отопление. Поэтому приведенное сопротивление теплопередаче  $R_{пр}$  окон, балконных дверей и других аналогично применяемых светопрозрачных ограждений в зависимости от климатических условий района строительства должно быть в соответствии со СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» не менее величины, приведенной в табл. 9.

Таблица 9. Приведенное сопротивление теплопередаче окон, балконных дверей

| Заполнение светового проема                                                      | Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{пр}$ ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ) |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Одинарное остекление в деревянных или пластмассовых переплетах                   | 0,18                                                                                          |
| Двойное остекление в деревянных или пластмассовых спаренных переплетах           | 0,39                                                                                          |
| Двойное остекление в деревянных или пластмассовых отдельных переплетах           | 0,42                                                                                          |
| Тройное остекление в деревянных или пластмассовых отдельно-спаренных переплетах. | 0,55                                                                                          |
| Двухслойные стеклопакеты в деревянных или пластмассовых переплетах:              |                                                                                               |
| из обычного стекла                                                               | 0,36                                                                                          |
| с твердым селективным покрытием внутреннего стекла                               | 0,48                                                                                          |
| то же с заполнением межстекольного пространства аргоном                          | 0,56                                                                                          |
| с мягким селективным покрытием внутреннего стекла                                | 0,52                                                                                          |
| то же, с заполнением межстекольного пространства аргоном с тепловым зеркалом     | 0,62                                                                                          |
| то же, с заполнением межстекольного пространства аргоном                         | 0,70                                                                                          |

Окончание таблицы 9

| Заполнение светового проема                                                                          | Приведенное сопротивление теплопередаче $R_{пр}$ ( $\text{м}^2 \cdot \text{°C} / \text{Вт}$ ) |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Двухслойные стеклопакеты и одинарное остекление: в отдельных деревянных или пластмассовых переплетах | 0,53                                                                                          |
| Трехслойные стеклопакеты в деревянных или пластмассовых переплетах:                                  |                                                                                               |
| из обычного стекла                                                                                   | 0,52                                                                                          |
| с мягким селективным покрытием среднего стекла                                                       | 0,72                                                                                          |
| то же с заполнением межстекольного пространства аргоном                                              | 0,86                                                                                          |

Сопротивление теплопередаче  $R_{пр}$  светопроемов определяется, прежде всего, теплоизолирующими качествами остекления, которое зависит от количества слоев остекления и толщины воздушной прослойки между ними. Сопротивление теплопередаче переплетов и непрозрачных участков ограждения не должно быть меньше сопротивления теплопередаче остекления.

**Герметичность.** Проницаемость светопрозрачных ограждений для воздуха зависит от зазора и неплотностей в притворах, наличия в них уплотнительных прокладок, а также от герметизации соединения стекла с переплетом. При недостаточном сопротивлении воздухопроницанию растут теплопотери, вследствие продуваемости ограждений увеличивается проникновение в помещение атмосферной влаги, пыли и шума. Согласно нормам, количество воздуха, проникающего через окна жилых зданий, не должно превышать нормативно допустимое значение воздухопроницаемости, принимаемого равным  $6 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ .

**Звукоизолирующая способность.** Светопрозрачные ограждения значительно уступают по звукоизолирующей способности массивным стенам, что объясняется их меньшей массой и наличием

притворов, в которых не всегда обеспечивается достаточная герметичность. Поэтому защита помещений от наружного шума, прежде всего, зависит от звукоизоляционных качеств светопрозрачных ограждений. Звукоизоляция обычных окон с простым или изолирующим остеклением составляет обычно 25 дБ, т. е. она в 1000 раз хуже, чем у хорошей наружной стены, у которой звукоизоляция достигает 55 дБ. Основные требования к окнам по звукоизоляции следующие: по возможности большее расстояние между стеклами (например, окна с двойным переплетом); толстые стекла; отдельные рамы створки и оконной коробки; многократное уплотнение швов; герметичная установка оконной рамы, предотвращающая появление пустот; дополнительная звукоизоляция оконной коробки; регулярный уход за окнами.

**Аэрация и проветривание.** Аэрация (постоянный воздухообмен между внешней средой и помещением через светопроемы) и проветривание (кратковременный интенсивный воздухообмен) обеспечиваются устройством в светопрозрачных ограждениях форточек, створок и фрамуг. Площадь открываемых элементов определяется расчетом количества необходимого для естественной вентиляции воздуха и должна приниматься не менее 20 % общей площади световых проемов. При размещении открываемых элементов следует учитывать предотвращение непосредственного воздействия наружного холодного воздуха на находящихся в помещениях людей, что достигается установкой фрамуг в верхней части ограждений, а также такой навески форточек или створок, которая позволяет направить холодный воздух в верхнюю зону помещений.

### 10.3. Устройство окон и балконных дверей

По форме и членению на части различают окна протяженно-вертикальные **1**, протяженно-горизонтальные **2**, квадратные **3**, ленточные **4**, одностворчатые **5**, одностворчатые с форточкой или фрамугой **6**, двухстворчатые с равными створками **7**, двухстворчатые с неравными створками **8**, с форточкой **9**, с форточкой-створкой **10**, с фрамугой **11**, трехстворчатые с равными створками **12**, с неравными

створками 13, с форточкой 14, с фрамугой 15, двери балконные однопольные 16, однопольные с фрамугой 17, двухпольные с фрамугой 18 (рис. 196, а).

В гражданском строительстве применяют окна и балконные двери со следующими конструкциями переплетов и остекления: с одинарными переплетами и одинарным остеклением 19, с одинарными переплетами и двойным остеклением, например, с помощью стеклопакетов 20, с одинарными переплетами из комбинированных профилей и двойным остеклением 21, со спаренными переплетами и двойным остеклением 22, с отдельными переплетами и двойным остеклением 23, со строенными переплетами и тройным остеклением 24, с отдельно-спаренными переплетами и тройным остеклением 25, с отдельными переплетами и тройным остеклением с помощью листового стекла и стеклопакетов 26, с отдельными переплетами и четверным остеклением с помощью стеклопакетов 27 (рис. 196, б).

В окнах применяют различные способы навески открывающихся створок, в связи с чем различают: окна со створками глухими 28, распашными 29, верхнеподвесными 30, откидными 31, поворотно-откидными 32, среднеподвесными 33, среднеповоротными 34, раздвижными 35, складными 36 (рис. 196, в).

Точность установки светопрозрачного заполнения, надежность закрепления и герметичность его примыкания к другим конструкциям во многом зависят от конструктивного решения проемов. На верхней и боковых гранях проема обычно предусматриваются четверти – продольные выступы, фиксирующие заполнение и защищающие снаружи место его примыкания к стене.

Верх проема с целью улучшения естественного освещения в глубине помещения располагается не ниже 500 мм от потолка. Боковые и верхняя грани проема образуют оконные откосы, которые внутри помещения оштукатуривают, облицовывают деревом или другими материалами. В нижней части оконного проема со стороны помещения устанавливают подоконную доску из дерева, железобетона или пластика, в которой могут быть отверстия или щели для пропускания и направления нагретого воздуха, поднимающегося от отопительных приборов вдоль остекления.

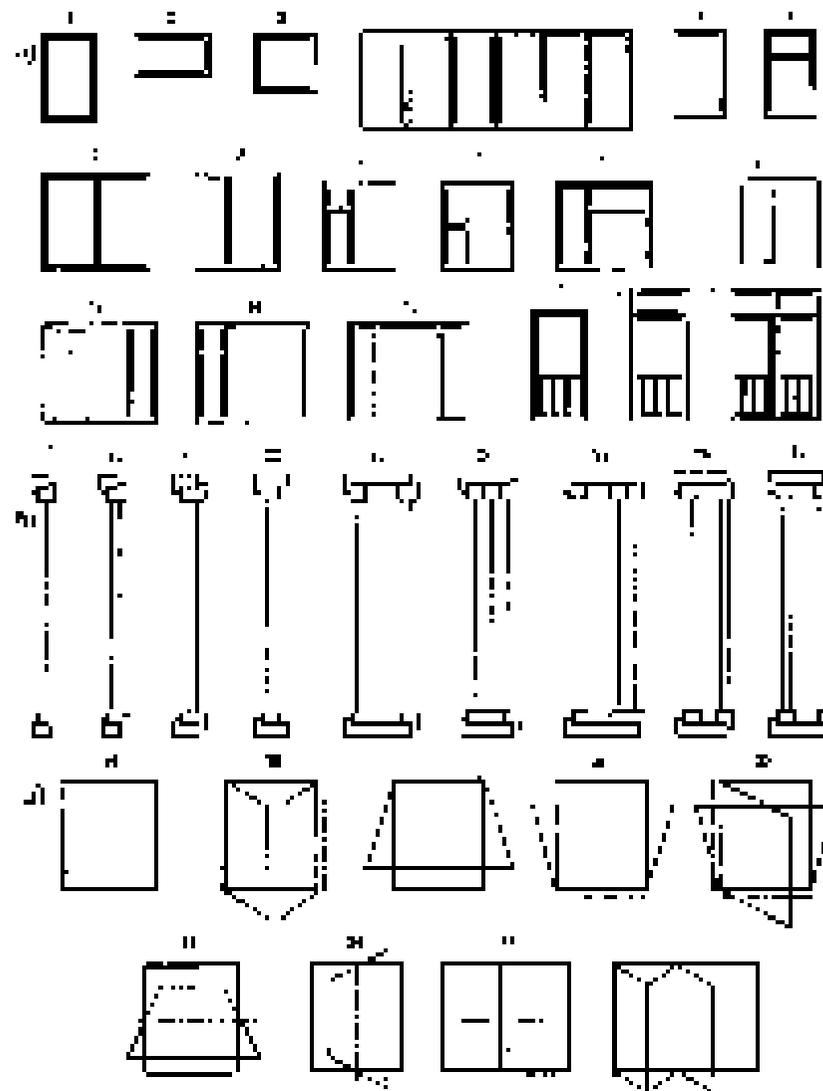


Рис. 196. Схемы окон и балконных дверей.

а – виды по форме и членению, б – по конструкции переплетов и остеклению, в – по системе открывания створных элементов

Высота подоконника принимается равной 800–900 мм от уровня пола (в зданиях повышенной этажности 1000–1200 мм). Допускается опускание нижней грани проема при наличии переплета или специального ограждения на уровне подоконника, а также при устройстве с наружной стороны балкона, лоджии или галереи.

Блоки оконного или балконно-дверного заполнения состоят из неподвижных элементов, образующих *коробку*, которая может разделяться брусками вертикальными – *импостами* и горизонтальными – *средниками*. Внутри коробки или ее участков навешивают створные элементы – *створки, дверные полотна, фрамуги, форточки*. Одностворчатые окна и створки, а также однопольные двери, в том числе и балконные, называют *правыми*, если створки и полотна закрываются по ходу часовой стрелки, и *левыми*, если они закрываются против хода. Выбор системы открывания створных элементов окон обуславливается архитектурными условиями и эксплуатационными требованиями. Так, окна с распашными створками применяют в большинстве жилых зданий. Они отличаются простотой конструкции и эксплуатации, позволяют полностью раскрывать световой проем.

Преимуществами распашной и нижнеподвесной систем обладает комбинированная система навески и открывания створок. Такие поворотнo-откидные створки летом открываются как распашные, а зимой как откидные, для чего используются специальные приборы, включающие нижние или боковые петли.

*Переплеты* створных элементов состоят из вертикальных и горизонтальных обвязок, жестко соединенных между собой. В нижней обвязке с наружной стороны устраивают отлив с капельником, а в нижней обвязке коробки или среднике – продольный паз для сбора проникшей в притвор дождевой воды и отверстия или прорези для отвода ее наружу. С внутренней стороны обвязки переплетов или полотна могут иметь наплав, перекрывающий зазор притвора. Наплав используют для крепления уплотнительной прокладки, он улучшает декоративные качества заполнения. Притворы деревянных переплетов герметизируют уплотнительными прокладками из пенополиуретана, а при металлических переплетах – из атмосферостойкой резины.

При строительстве массовых типов жилых зданий применяют стандартные или унифицированные оконные и балконно-дверные блоки заводского изготовления. Номинальные размеры блоков кратны укрупненному модулю 3М (300 мм) и 1,5М (150 мм) в соответствии с модульными размерами проемов и других конструктивных элементов. Разница между конструктивными размерами блоков и соответствующими размерами проемов равна величине зазора, необходимого для работ по установке заполнения (рис. 197).

Для остекления окон и балконных дверей применяется листовое оконное стекло. Остекление стандартных оконных и балконных дверных блоков целесообразно производить мерным стеклом, поставляемым со стекольных заводов с размерами, не требующими прирезки. Толщина стекла зависит от размеров остекления и ветровой нагрузки.

В современном строительстве для заполнения светопроемов широко применяются *стеклопакеты* – строительные стеклянные изделия, позволяющие получить конструкции остекления, обладающие свойствами, присущими светопрозрачным ограждениям с листовым стеклом, но в то же время позволяющие значительно улучшить его эксплуатационные характеристики. Стеклопакеты состоят из двух или нескольких стекол, разделенных прослойкой воздуха или инертного газа и герметически соединенных по контуру.

В зависимости от способа соединения стекол стеклопакеты могут быть клееными, паяными или сварными. Наиболее широко распространены клееные стеклопакеты. Положительные свойства стеклопакетов определяются, в основном, герметичными воздушными прослойками. От толщины и числа воздушных прослоек зависят теплоизоляционные свойства стеклопакетов. Повысить теплоизоляционные свойства конструкций остекления со стеклопакетами можно путем создания многокамерных стеклопакетов или применением стеклопакетов в сочетании с одинарным остеклением. Выбор сочетания стекол определяет свойства стеклопакета. Это могут быть стекла с заданными свойствами: поглощающие ультрафиолетовое излучение, теплозащитные, солнцезащитные и т. д.

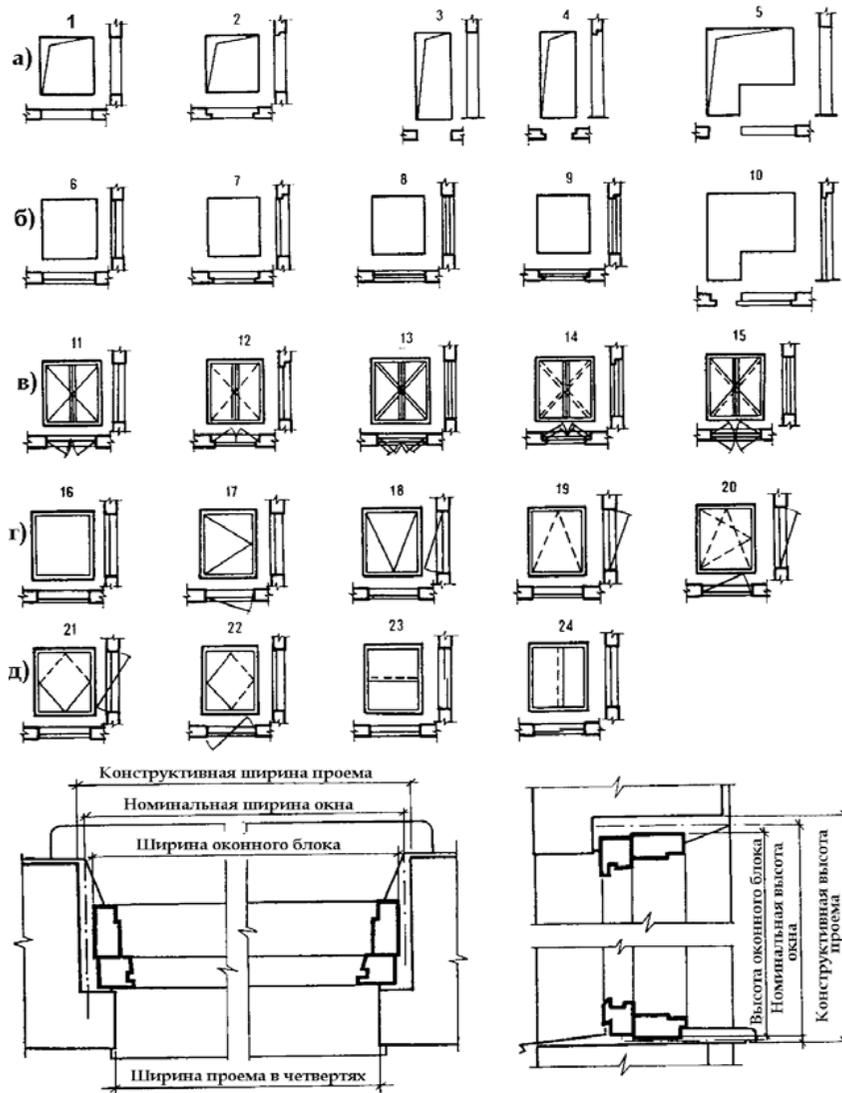


Рис. 197. Условные графические изображения и размеры окон и балконных дверей.

а – проемы, б – переплеты, в – направления открывания переплетов, г – створные элементы в зависимости от системы открывания, д – размеры окна

В табл. 10 приведены основные виды и характеристики стеклопакетов, производимых в России, – флоат-стекло производства, теплосберегающее низкоэмиссионное стекло. Графическое изображение окон и дверей, применяемое при проектировании, представлено на рис. 197, где приведены: проемы оконные без четвертей 1, с четвертями 2, дверные без четвертей 3, с четвертями 4, для окна и балконной двери 5; переплеты одинарные в проеме без четвертей 6, с четвертями 7, двойные в проеме без четвертей 8 и с четвертями 9, одинарные в проеме с четвертями для окна и балконной двери 10; направление открывания переплетов одинарных наружу 11 и внутрь 12, двойных наружу 13 и внутрь 14, двойных в разные стороны 15; окна в зависимости от системы открывания и навески створок глухие 16, распашные 17, верхнеподвесные 18, откидные 19, поворотно-откидные 20, среднеподвесные 21, среднеповоротные 22, подъемные 23, раздвижные 24.

Таблица 10. Основные виды и характеристики стеклопакетов

| Стеклопакет по ГОСТ 24806-89 на базе флоат-стекла толщиной 4 мм, однокамерный | Значения показателей для стеклопакетов с дистанционной рамкой 16 мм |       |                   |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-------|-------------------|---------------------|
|                                                                               | сопротивление теплопередаче, м <sup>2</sup> °С/Вт                   |       | шумопонижение, дБ | светопропускание, % |
|                                                                               | Воздух                                                              | Аргон | Воздух            | Аргон               |
| С прозрачным стеклом                                                          | 0,36                                                                | 0,39  | 31                | 82                  |
| С одним тонированным стеклом                                                  | 0,37                                                                | 0,41  | 31                | 5 – 58              |
| С одним цветным стеклом (голубой)                                             | 0,36                                                                | 0,39  | 31                | 10 – 50             |
| С одним приватным стеклом «Шпион»                                             | 0,37                                                                | 0,41  | 31                | 10 – 20             |
| С одним теплосберегающим низкоэмиссионным стеклом <b>ipius</b>                | 0,56                                                                | 0,67  | 31                | 75                  |
| С одним ламинированным стеклом «Триплекс»                                     | 0,37                                                                | 0,41  | 34                | 76                  |

#### 10.4. Элементы деревянных окон и балконных дверей

Дерево – самый старый материал для изготовления окон. Дерево легко поддается обработке и принимает любую желаемую форму. При регулярном уходе деревянные окна служат многие десятилетия. Для жилых зданий промышленность выпускает стандартные оконные и балконные дверные блоки по номенклатуре действующего ГОСТа или местных каталогов. При специальных требованиях к оконным заполнениям оконные конструкции выполняют по индивидуальным проектам. Форма и размеры оконных блоков, а также размеры сечений деталей установлены нормами с учетом их использования в жилых зданиях. Номинальные размеры оконных блоков, применяемых в жилых зданиях, составляют по ширине 5М, 9М, 12М, 14М, 15М, 18М, 21М; по высоте 6М, 9М, 12М, 15М, 18М, 21М (М = 100 мм). Наиболее распространенный тип заполнения окон и балконных дверей жилых зданий – конструкции окон с деревянными переплетами с использованием двойного остекления и отдельными переплетами; двойного остекления и спаренными переплетами; тройного остекления и раздельно-спаренными переплетами; со стеклопакетами.

Деревянный оконный блок состоит из рамы-коробки, вставляемой в проем стены, и открывающихся остекленных переплетов. Коробка состоит из верхника, боковых косяков и нижней обвязки, которые связываются на клею и деревянных или профилированных металлических нагелях. Коробки бывают раздельными, составными и цельными. Для обеспечения плотного притвора переплета в коробке устраивают четверти. Для облегчения открывания переплета притворы коробки скашивают в сторону его открывания на 1–2 мм.

Деревянные переплеты собирают из профилированных брусков на клею и нагелях. С наружной стороны переплетов выбирают фальц для вставки стекла. Стекла крепят деревянными штапиками на уплотняющей замазке шурупами (рис. 198).

Раздельная навеска створок позволяет получить равномерное обжатие уплотнительных прокладок в притворах и повысить их герметичность. Возможность независимого открывания внутренних створок облегчает уход за стеклом и позволяет получить одинарное остекление в теплое время года.

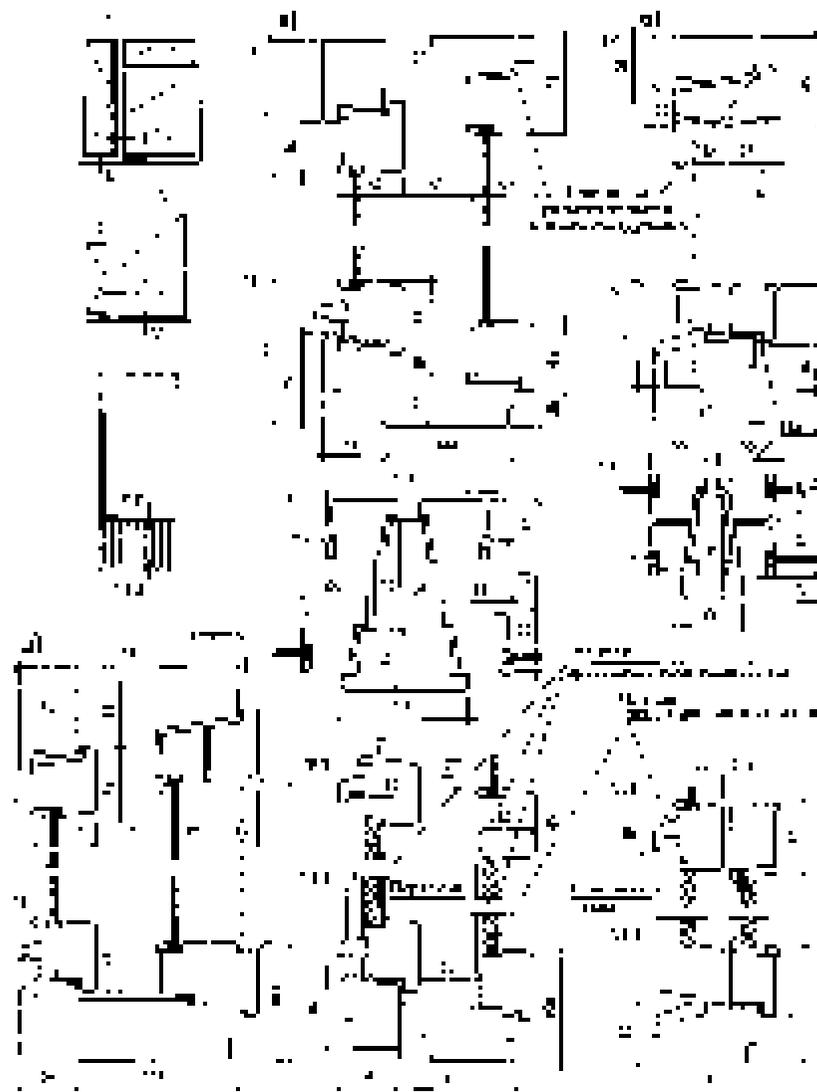


Рис. 198. Конструкции деревянных окон и балконных дверей.

а – раздельные переплеты, б – спаренные, в – раздельно-спаренные с тройным остеклением

Спаренные переплеты плотно примыкают друг к другу. При этом на коробку навешивают один внутренний переплет с наплавом, а наружный крепят к внутреннему. Спаренные переплеты разъединяют только для протирки стекол. По сравнению с конструкциями с отдельными переплетами, блоки со спаренными переплетами или полотнами имеют лучшие архитектурно-эстетические качества и более экономичны в изготовлении.

В жилых зданиях, возводимых в I климатическом районе, используют окна и балконные дверные блоки с тройным остеклением. Особенностью конструкции является применение раздельно-спаренных переплетов: наружных одинарных и внутренних спаренных, навешиваемых на общую коробку. В притворах устанавливаются три ряда уплотнительных прокладок. Наличие тройного остекления и многорядное уплотнение притворов придают данным блокам высокие тепло- и звукоизоляционные качества (см. рис. 198).

В окнах с деревянными одинарными переплетами (рис. 199) использование для остекления стеклопакетов позволяет получить светопрозрачные ограждения, не уступающие по теплоизоляционным качествам окнам с двойным остеклением. Толщину переплетов принимают по конструктивным требованиям с проверкой теплотехническим расчетом (50–70 мм). Благодаря меньшему затенению светопроема переплетами, окна со стеклопакетами отличаются улучшенными светотехническими показателями. На их изготовление расходуется на 30–40 % меньше древесины по сравнению с окнами со спаренными переплетами.

Высокими тепло- и звукоизоляционными качествами обладают деревянные окна с отдельными переплетами и многослойным остеклением из стеклопакетов и листового стекла благодаря наличию в ограждении тройного остекления и нескольких слоев уплотнительных прокладок в притворах (рис. 200). Применение в данных окнах стеклопакетов позволяет упростить конструктивное решение и обеспечить более высокие гигиенические качества по сравнению с окнами, имеющими тройное остекление по раздельно-спаренным переплетам.

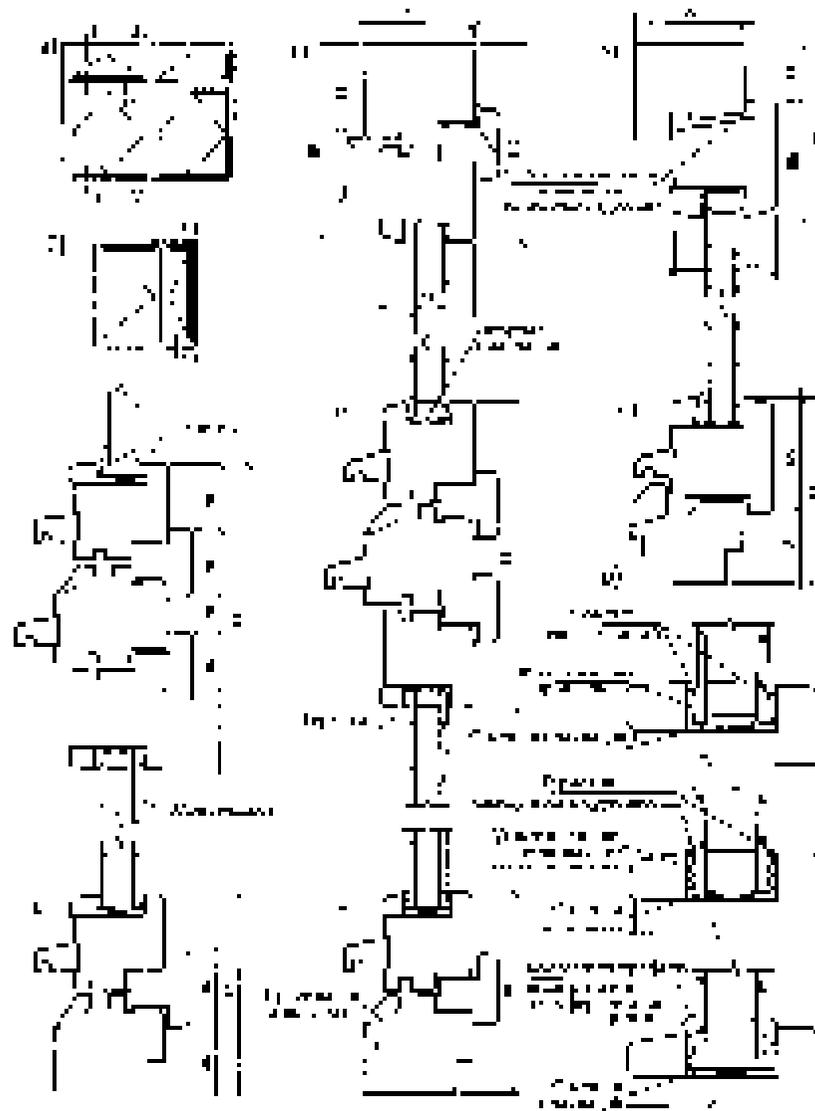


Рис. 199. Конструкции деревянных окон со стеклопакетами.

**а** – среднеповоротные створки, **б** – распашные, **в** – способы герметизации остекления





## 10.5. Окна из искусственных материалов

Поливинилхлоридные окна появились более 40 лет назад. Многокамерные оконные профили усилены алюминием или оцинкованной сталью, они достаточно стабильны, обладают хорошей тепло- и звукоизоляцией, быстро отводят воду (рис. 203).

Окна такого типа обладают следующими качествами.

1. Надежная **тепло-, пыле- и звукоизоляция** достигается путем создания надежной сбалансированной системы элементов конструкции окна.

2. Высокая **стабильность рамы** обеспечивается наличием полых усиливающих камер с жестким металлическим каркасом.

3. Отличное **проветривание рамы и удаление воды** из оконного паза происходит через скрытые полые отверстия, находящиеся в раме створки окна и раздельной раме.

4. **Долговечные эластичные противоударные уплотнения** оправдывают себя наилучшим образом. Хорошая сопротивляемость при любой погоде. В зимних условиях обеспечивается высокая эластичность.

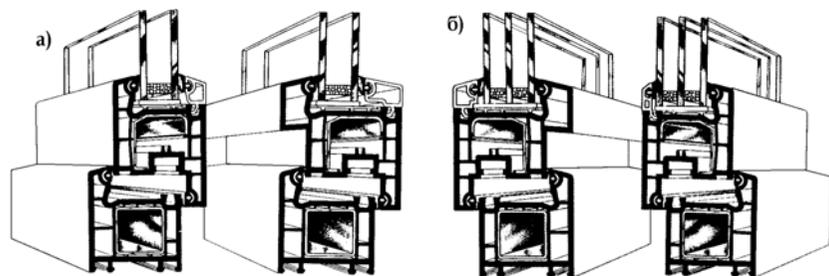


Рис. 203. Оконные профили из поливинилхлорида.

**а** – одинарный стеклопакет, **б** – двойной стеклопакет

5. **Эlegantный внешний вид** – удобство в эксплуатации непосредственно сочетается с современным дизайном.

6. **Высокое качество** определяется использованием исключительно фирменных марочных экологически чистых синтетических материалов. Гарантируется неизменяемость цвета в течение всего срока службы, устойчивость к самым суровым климатическим условиям.

7. **Чистая податливость фальца** облегчает мойку окна.

8. **Экологическая чистота и безопасность** гарантируются применением нейтрального кальция и цинка.

Большой интерес представляют окна из ПВХ, профили которых прошли успешные испытания на долговечность для условий Крайнего Севера (до  $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ). Они полностью соответствуют СНиП и другим нормативным документам. Срок службы таких окон – более 50 лет. На рисунках 204–207 представлены поставляемые на рынок России оконные системы из ПВХ.

Профили фирмы GEALAN имеют глубину 62 мм (что значительно больше, чем у профилей от большинства других поставщиков) с толщиной стенки 3 мм. Это обуславливает у них более высокие показатели прочности и теплоизоляции. Специально для условий холодного климата России предлагается пятикамерный профиль АРКТИКА. От четырехкамерных он отличается тем, что в прежнем трехкамерном профиле была разделена на две подкамеры только внутренняя камера, тогда как у профиля АРКТИКА, в силу его повышенной глубины (62 мм), было возможным разделить на две подкамеры и наружную камеру (рис. 205).

В результате такого конструктивного решения, даже при значительных перепадах температур, запотевания стекол не происходит. Для избежания появления влаги в оконном переплете при низких наружных температурах могут быть предложены рамы с высокой глубиной (рис. 206), а четырехкамерная створка в совокупности с тремя уплотнителями может обеспечить дополнительную теплоизоляцию (рис. 207).

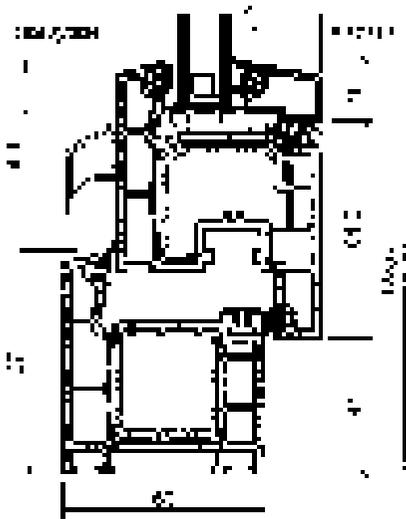


Рис. 204. Геометрические параметры трехкамерного оконного профиля ПВХ

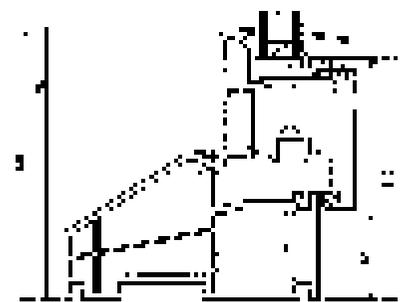


Рис. 206. Геометрические параметры четырехкамерного оконного профиля ПВХ для условий холодного климата

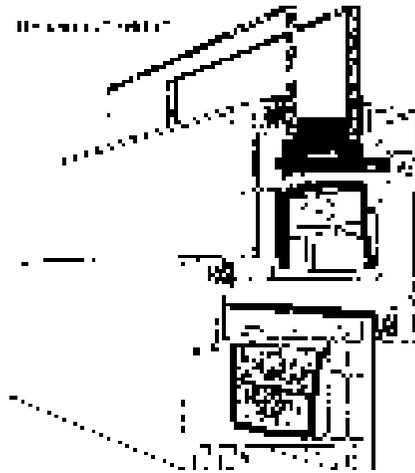


Рис. 205. Пятикамерный оконный профиль ПВХ для условий холодного климата

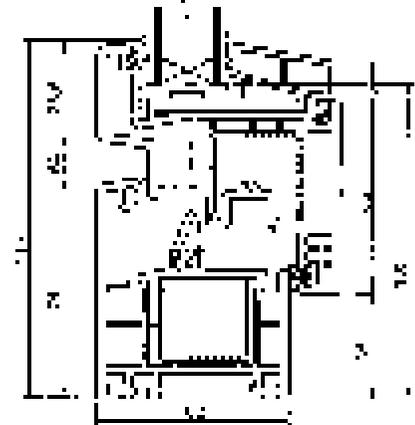


Рис. 207. Геометрические параметры четырехкамерного оконного профиля ПВХ с тремя уплотнениями для дополнительной теплоизоляции

В отличие от поливинилхлорида, рациональным новым материалом для изготовления переплетов новых видов окон и дверей является стеклопластик. Стеклопластик – уникальный экологически чистый стеклонаполненный (70 % стекловолна) материал на основе полиэфирных смол. До недавнего времени использовался только в авиастроении и кораблестроении.

Стеклопластик имеет низкое значение коэффициента теплопроводности, благодаря чему переплеты из этого материала отличаются высоким сопротивлением теплопередаче. Высокая прочность профилей из стеклопластика не требует установки в них усиливающих стальных элементов, как это имеет место в профилях из поливинилхлорида. Выполненные НИИ строительной физики испытания переплетов окон различных конструкций из стеклопластиков показали, что они имеют среднее значение сопротивления теплопередаче  $R_0 = 0,68 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Благодаря высокой точности изготовления сопротивление воздухопроницаемости таких конструкций значительно превосходит нормируемые показатели, принятые в действующих СНиП для окон и балконных дверей. Окна и двери с переплетами из стеклопластиков, остекленные однокамерными стеклопакетами, обеспечивают изоляцию от внешнего шума – 32 дБ. Окна и двери из стеклопластиков устойчивы к атмосферным воздействиям, имеют идеально гладкие поверхности. Долговечность конструкций оценивается более чем в 25 лет эксплуатации.

## 10.6. Мансардные окна

Использование чердака для увеличения полезной площади дома ставит вопрос: «Какими свойствами должно обладать окно в чердачном помещении, чтобы радовать живущих в нем?» Разработаны мансардные окна специального типа – наклонные. Такое окно устанавливается в плоскость крыши и дает на 40 % больше света, чем вертикальное такого же размера.

Мансардные окна, устанавливаемые в плоскости крыши представлены тремя типами: GZL, GGL и GHL (табл. 11–13).

Окна типа GZL изготовлены из высококачественной древесины (сосна) с красивой натуральной поверхностью. Снаружи окна имеют водонепроницаемые накладки из алюминия. В приоткрытом положении окно может быть зафиксировано сверху. Замок расположен на высоте, недостижимой для маленьких детей.

Мансардные окна типа GGL и GHL, в отличие от окон первого типа, имеют вентиляционный клапан наверху по всей ширине окна, который может открываться, когда оно закрыто. Тип GHL имеет верхнюю фиксацию и может быть использован как запасной выход.

Таблица 11. Технические характеристики окна GZL

| Код размера                                                         | 304   | 306  | 308  | 310  | 606  | 608  |
|---------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| Стандартные внешние размеры оконной коробки, мм:                    |       |      |      |      |      |      |
| ширина                                                              | 778   | 778  | 778  | 778  | 1138 | 1138 |
| высота                                                              | 978   | 1178 | 1398 | 1600 | 1178 | 1398 |
| Площадь остекления, м <sup>2</sup>                                  | 0,44  | 0,56 | 0,69 | 0,81 | 0,89 | 1,11 |
| Площадь оконной рамы, м <sup>2</sup>                                | 0,60  | 0,74 | 0,89 | 1,03 | 1,12 | 1,35 |
| Рекомендуемые расстояния между стропилами, мм                       | 810   | 810  | 810  | 810  | 1180 | 1180 |
| Размеры стеклопакета, мм                                            |       |      |      |      |      |      |
| наружное стекло                                                     | 3     | 3    | 3    | 4    | 3    | 4    |
| расстояния между стеклами                                           | 9     | 9    | 9    | 8    | 9    | 8    |
| внутреннее стекло                                                   | 3     | 3    | 3    | 4    | 3    | 4    |
| Заполнение стеклопакета                                             | Аргон |      |      |      |      |      |
| Коэффициент сопротивления окна теплопередаче, м <sup>2</sup> ·°C/Вт | 0,57  |      |      |      |      |      |
| Шумопонижение, дБ                                                   | 29    |      |      |      |      |      |
| Герметичность, м <sup>3</sup> /ч – ма<                              | 0,3   |      |      |      |      |      |

Таблица 12. Технические характеристики окна GGL

| Код размера                                                         | 304   | 306  | 308  | 310  | 606  | 608  |
|---------------------------------------------------------------------|-------|------|------|------|------|------|
| Стандартные внешние размеры оконной коробки, мм:                    |       |      |      |      |      |      |
| ширина                                                              | 778   | 778  | 778  | 778  | 1138 | 1138 |
| высота                                                              | 978   | 1178 | 1398 | 1600 | 1178 | 1398 |
| Вентиляционный проем, см <sup>2</sup>                               | 67    | 67   | 67   | 67   | 103  | 103  |
| Поток воздуха, м <sup>3</sup> /ч при 5 Па                           | 26    | 26   | 26   | 26   | 39   | 39   |
| Площадь остекления, м <sup>2</sup>                                  | 0,44  | 0,56 | 0,69 | 0,81 | 0,89 | 1,11 |
| Площадь оконной рамы, м <sup>2</sup>                                | 0,60  | 0,74 | 0,89 | 1,03 | 1,12 | 1,35 |
| Рекомендуемые расстояния между стропилами, мм                       | 810   | 810  | 810  | 810  | 1180 | 1180 |
| Размеры стеклопакета, мм                                            |       |      |      |      |      |      |
| наружное стекло                                                     | 4     |      |      |      |      |      |
| расстояния между стеклами                                           | 16    |      |      |      |      |      |
| внутреннее стекло                                                   | 4     |      |      |      |      |      |
| Заполнение стеклопакета                                             | Аргон |      |      |      |      |      |
| Коэффициент сопротивления окна теплопередаче, м <sup>2</sup> ·°C/Вт | 0,57  |      |      |      |      |      |
| Шумопонижение, дБ                                                   | 32    |      |      |      |      |      |
| Герметичность, м <sup>3</sup> /ч – ма<                              | 0,2   |      |      |      |      |      |

Таблица 13. Технические характеристики окна GH1

|                                                                |       |
|----------------------------------------------------------------|-------|
| Код размера                                                    | 308   |
| Стандартные внешние размеры оконной коробки, мм:               |       |
| ширина                                                         | 778   |
| высота                                                         | 1398  |
| Вентиляционный проем, см <sup>2</sup>                          | 67    |
| Поток воздуха, м <sup>3</sup> /ч при 5 Па                      | 26    |
| Площадь остекления, м <sup>2</sup>                             | 0,69  |
| Площадь оконной рамы, м <sup>2</sup>                           | 0,89  |
| Рекомендуемые расстояния между стропилами, мм                  | 810   |
| Размеры стеклопакета, мм                                       |       |
| наружное стекло                                                | 4     |
| расстояния между стеклами                                      | 16    |
| внутреннее стекло                                              | 4     |
| Заполнение стеклопакета                                        | Аргон |
| Коэффициент сопротивления теплопередаче, м <sup>2</sup> ·°C/Вт | 0,57  |
| Шумопонижение, дБ                                              | 32    |
| Герметичность, м <sup>3</sup> /ч – ма<                         | 0,2   |

Суммарная площадь остекления в чердачном помещении определяется строительными нормами, которые могут различаться в зависимости от региональных условий, но содержат минимальное требование: остекленная поверхность должна составлять от одной восьмой до одной десятой части жилой площади.

Глубина помещения также играет роль, имеют значение соседние дома, тонированные стекла, цвет стен и мебели. Окраска оконных коробок также влияет на освещенность. Белая поверхность коробки дает лучший коэффициент освещенности.

Расположение окна в плоскости крыши должно быть таким, чтобы обеспечить обзор как стоя, так и сидя. Нижний обрез окна должен находиться на высоте 800–1100 мм, причем при высоте 900 мм в окно можно смотреть сидя. Верхний обрез должен находиться на высоте 1900–2000 мм.

Мансардное окно состоит из коробки, рамы и оклада. Коробка и рама выполняются из дерева, оклад – из тонированного алюминия. Конструкция оклада устроена таким образом, чтобы повысить герметизацию притворов рамы и коробки с целью исключения засасывания атмосферной влаги наружным воздухом, проникающим в помещение. Сопряжение оклада с кровлей через устройство отливов и сливов обеспечивает отвод дождевой воды с наружной поверхности оконного заполнения и прилегающих участков кровли. Система окладов обеспечивает герметичную установку окна в любую крышу со скатом 15 градусов и больше.

Оклады употребляются для черепицы, волнистых листов и плоских кровельных материалов. В качестве оконного заполнения используют стеклопакеты. Схемы установки окон и окладов в зависимости от типа кровли представлены на рисунках 208–212.

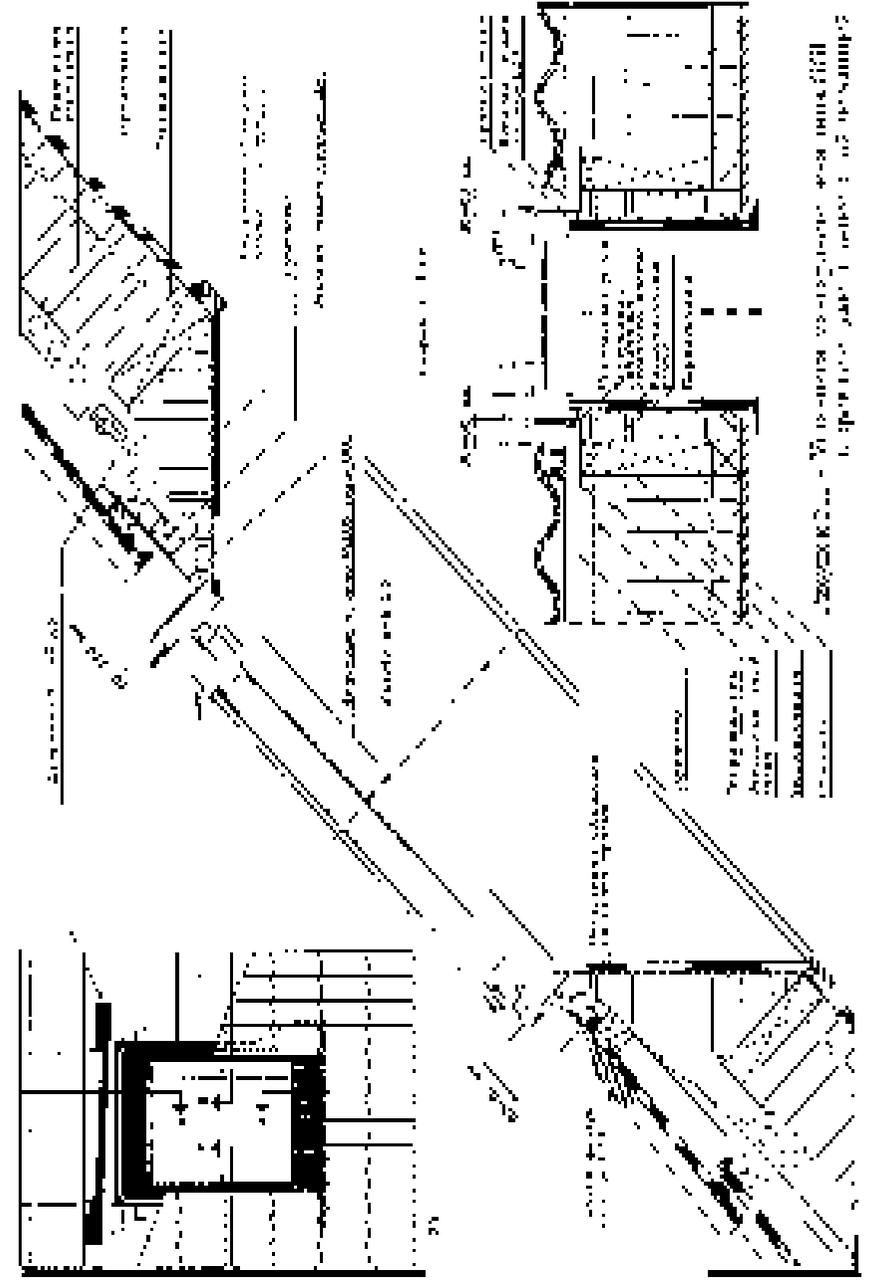
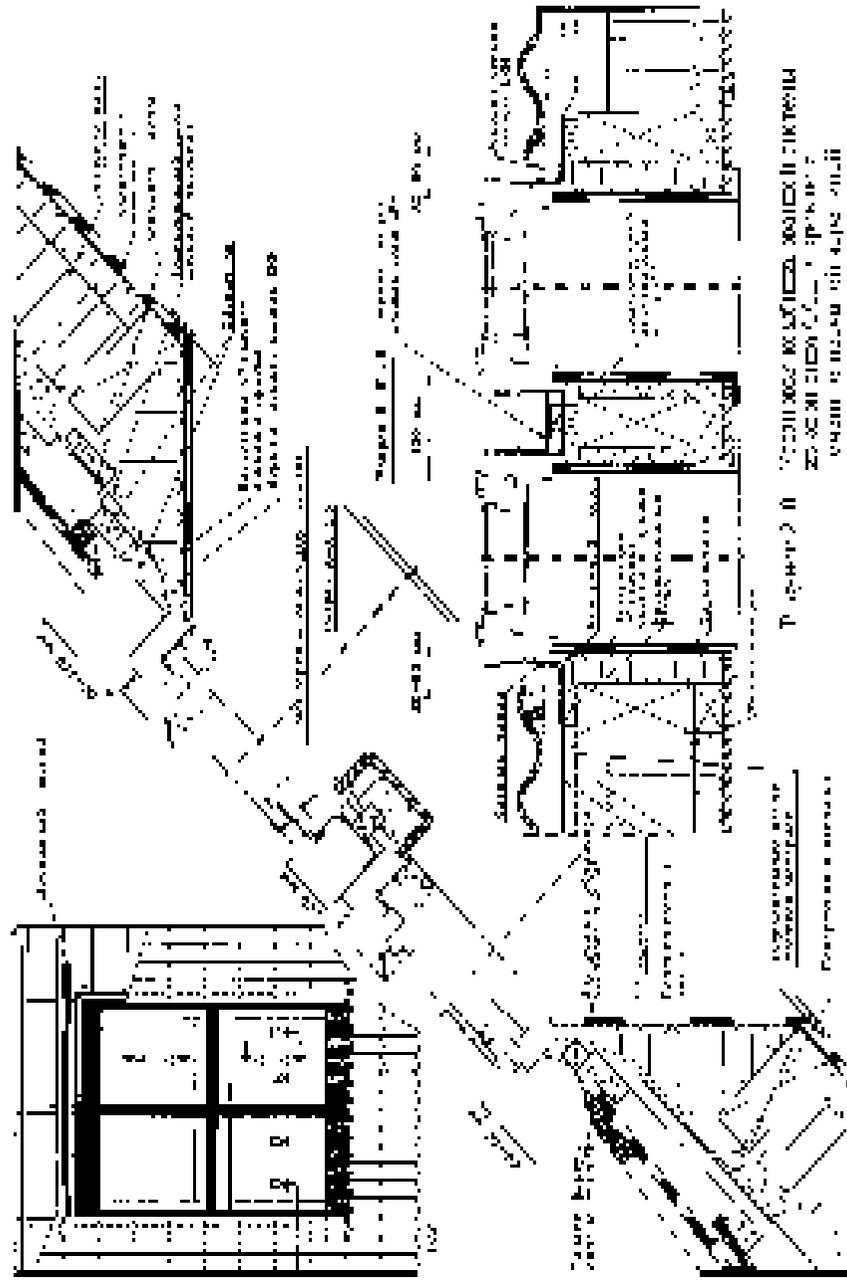
Чердачные окна испытывают на себе все погодные условия, поэтому их конструкция предусматривает надежную дозированную вентиляцию. Существует три варианта проветривания:

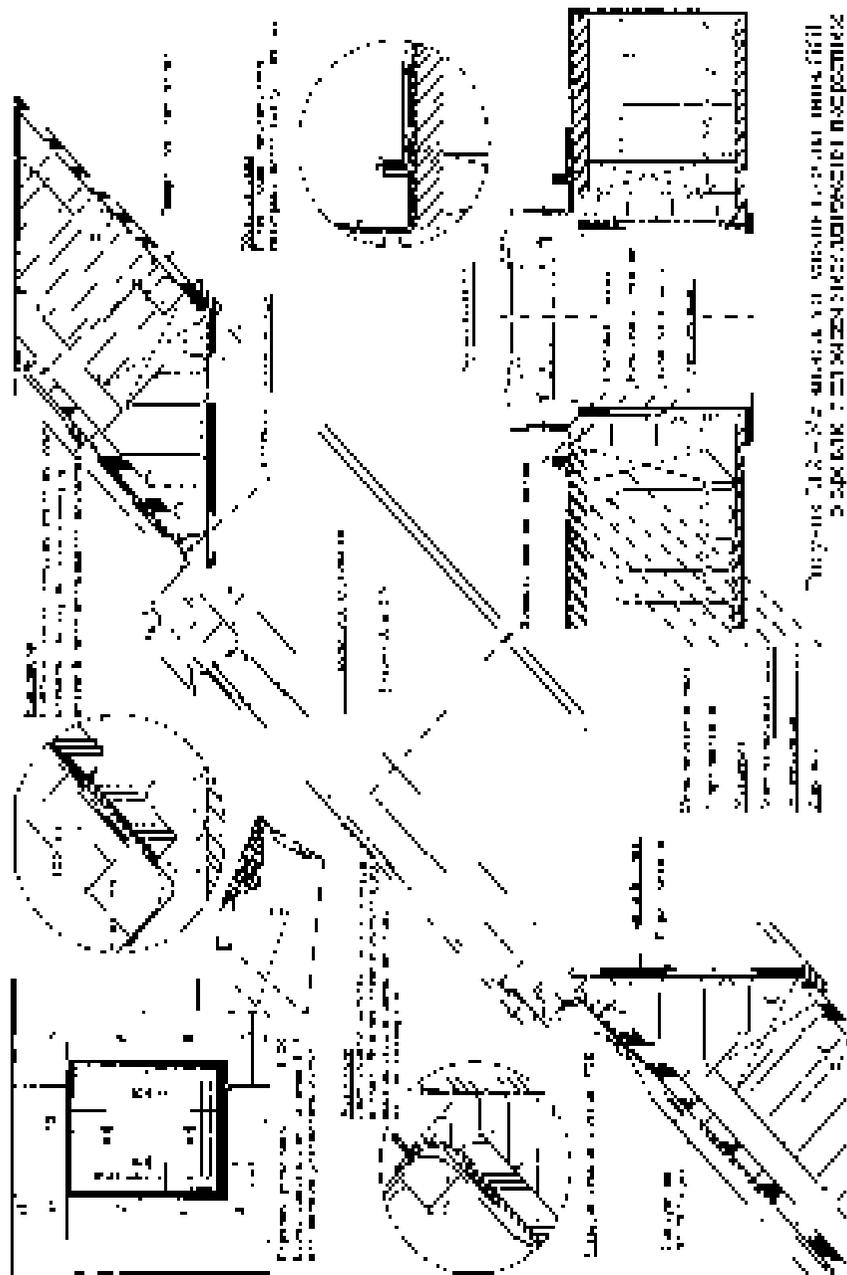
- постоянное проветривание при закрытом окне с фильтром;
- циркуляционная вентиляция со створками (они обеспечивают безопасность для детей и при сильном ветре);
- усиленный прием воздуха при наличии ступенчатой регулировки рамы.

В летнее время комфортность жилья под крышей зависит от того, насколько возможно дозировать световое и тепловое излучения. Это достигают различными методами (некоторые из приспособлений служат зимой для теплоизоляции), используя:

- шторы пластик-алюминиевые, управляемые дистанционно или шторным шнуром; окно остается свободным и открывается даже при задернутых шторах.
- жалюзи, которые можно закрепить в любой позиции, они регулируют освещенность. Жалюзи выпускают также со специальным серебряным покрытием: если обратить серебряную сторону пластинок внутрь, уменьшается тепловое излучение внутрь и в комнате прохладно; если зимой серебряную сторону обратить наружу, то она отдает меньше тепла в пространство, тем самым экономится энергия.







## 10.7. Двери

В зависимости от назначения двери должны обладать требуемой пропускной способностью, прочностью, воздухо- и водонепроницаемостью, теплоизолирующей способностью, огнестойкостью, звукоизолирующими свойствами. Размеры, количество и система открывания дверей должны отвечать нормативным требованиям, а пропорции, конструкция, материал и отделка соответствовать архитектурным задачам, решаемым при проектировании жилого здания.

Расположение дверей в здании предопределяет их размеры и архитектурно-конструктивное решение, в связи с чем различают двери входные наружные, тамбурные и внутренние. К наружным относят входные двери в здания, а также балконные. К тамбурным относят двери, ведущие из тамбуров в прихожую, на лестничные клетки. Внутренними считают двери между помещениями.

По способу открывания дверных полотен различают двери распашные, качающиеся, раздвижные и вращающиеся. Качающиеся и вращающиеся двери применяются в общественных зданиях. Наиболее широко распространены распашные двери, которые могут быть с одним дверным полотном – однопольные, с двумя – двупольные и полуторопольные – с двумя полотнами разной ширины, из которых широкое используется для прохода, а узкое открывается лишь в случае переноса крупногабаритных предметов.

Полотна дверей бывают глухими и остекленными. По конструктивному материалу двери подразделяют на деревянные, пластмассовые, стеклометаллические.

Принятыми в строительной практике размерами дверей являются высота дверного полотна и суммарная ширина полотен, установленных в один проем.

Направление открывания двери выбирают в зависимости от назначения и использования зоны, прилегающей к обеим сторонам дверного проема. Двери, ведущие из дома, должны отворяться наружу. Двери, ведущие из жилых комнат в передние и холлы небольшой площади, удобнее отворять внутрь основных помещений. Выходящие на лестничную клетку двери из квартиры также открываются

внутри квартиры. Открывание наружу обязательно для дверей из вспомогательных помещений – кладовых, подвалов, чердаков. При навеске дверей рекомендуется обеспечивать их открывание на себя правой рукой.

**Внутренние деревянные двери.** Для заполнения проемов внутренних стен и перегородок в жилых зданиях применяют стандартные внутренние двери. ГОСТ предусматривает высоту дверей от 2100 до 2400 мм, ширину однопольных дверей 700, 800, 900, 1000, 1100 мм и двухпольных от 1300 до 1900 мм. Стандартом предусматривается изготовление дверей с глухими или остекленными полотнами с притвором в четверть (рис. 213). Заполнение дверного проема состоит из дверной коробки и одного или более дверных полотен. Коробки состоят из косяков, вершника и порога, в которых отобраны четверти по толщине дверного полотна. При устройстве над дверью светового проема (фрамуги) в коробках предусматривают горизонтальный импост, разделяющий дверное полотно и фрамугу. Коробки балконных дверей выполняют по типу оконных. При установке дверных коробок в перегородках сечение элементов коробки должно соответствовать толщине перегородки вместе с отделочными слоями.

Конструкцию полотен выбирают в зависимости от назначения дверей. Дверные полотна могут быть щитовыми и филенчатыми. Щитовые двери изготавливают в виде столярной плиты из брусков, оклеенных с двух сторон фанерой, древесноволокнистой плитой, шпоном ценных пород (дуб, бук). Филенчатые двери состоят из обвязки и средников. В пазах обвязки и средников укрепляют филенки из столярных пиломатериалов. Дверные полотна окрашивают краской, лакируют (рис. 214).

Дверные коробки закрепляют в проемах стен так же, как и оконные коробки, с помощью шурупов, анкеров. При установке дверей во внутренних стенах проемы выполняют без четвертей. Зазоры между перегородкой и коробкой закрывают наличниками (рис. 215). Двери могут иметь различный рисунок, что позволяет разнообразить архитектурные решения входов.

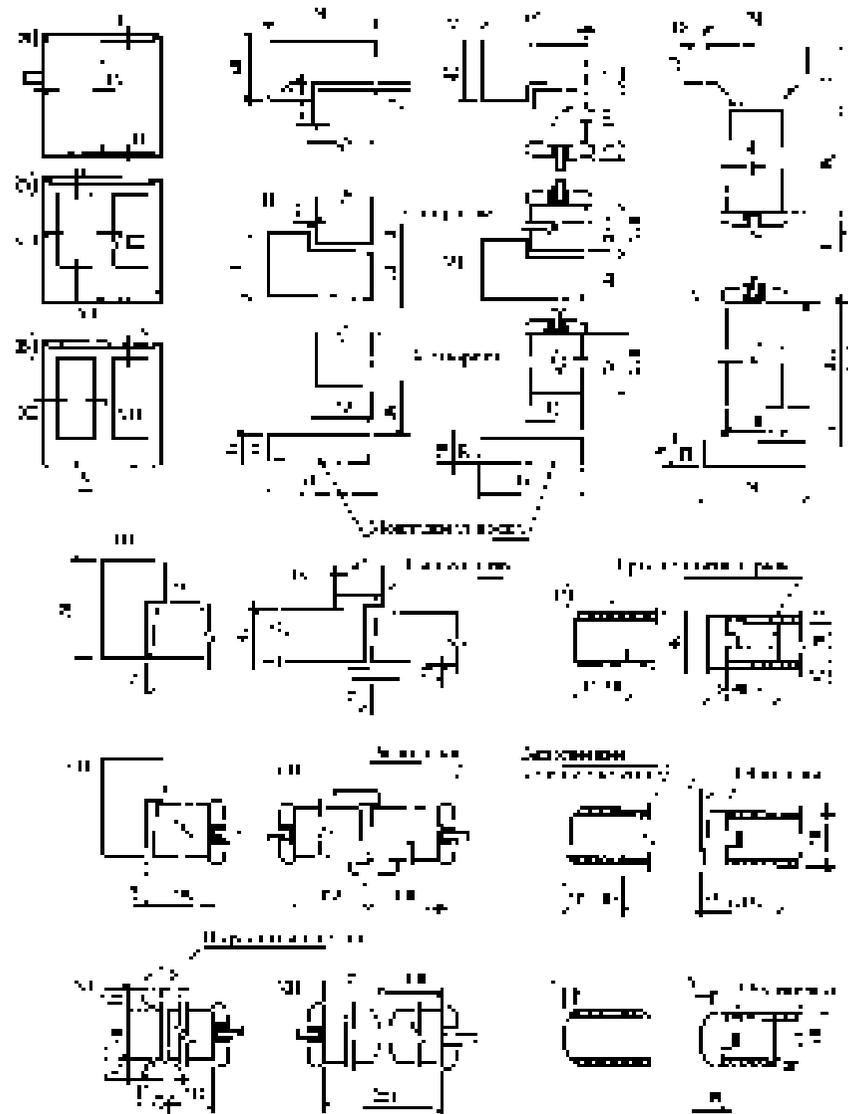


Рис. 213. Внутренние деревянные двери.

а – глухие двери щитовой конструкции, б – остекленные с притвором в четверть, в – остекленные обвязочной конструкции с качающимися полотнами, г – сечение элементов полотен по кромкам



Балконные двери утепляют минеральной ватой или другими теплоизоляционными материалами, укладываемыми между двойной филенкой и защищаемыми от конденсата гидроизоляцией. Хорошими теплоизоляционными свойствами обладают балконные двери со спаренными полотнами, верхняя часть которых остеклена, а нижняя часть имеет слоистую конструкцию с теплоизоляцией (рис. 216). Для увеличения теплозащитных качеств балконных дверей светопроем оснащают стеклопакетом.

**Наружные деревянные двери.** Номенклатура наружных дверей содержит деревянные блоки с полотнами, распашными глухими и остекленными (рис. 217). Входные двери отличаются от внутренних повышенной стойкостью от атмосферных воздействий. Дверные полотна изготавливают щитовой и обвязочной (филенчатой) конструкции. Щит входной двери представляет сплошное заполнение деревянными брусками с облицовкой твердой древесноволокнистой плитой. С наружной стороны полотна входных дверей обшивают профилированными деревянными рейками по слою пароизоляции (рис. 218). Полотна дверей обвязочной конструкции выполняют из цельных деревянных элементов, сопрягаемых по длине с помощью шпунта. Горизонтальные и вертикальные обвязки соединяют на шипах (рис. 219).

Остекление наружных дверей применяется редко, однако наличие светопрозрачного заполнения в наружной двери позволяет осветить тамбур естественным светом. Для остекления дверных полотен применяют прозрачное или узорчатое стекло, стеклопакеты. Коробки и полотна деревянных дверей изготавливают из древесины хвойных пород. Наружные поверхности окрашивают атмосферостойкими красками и лаками.

Последнее время широкое распространение получили металлические наружные двери, оснащенные запирающими устройствами с кодовыми замками и домофонами. Такие двери выполняются с металлической обшивкой и внутренним утепляющим слоем, они оснащаются доводчиками дабы избежать ударных воздействий при закрытии.

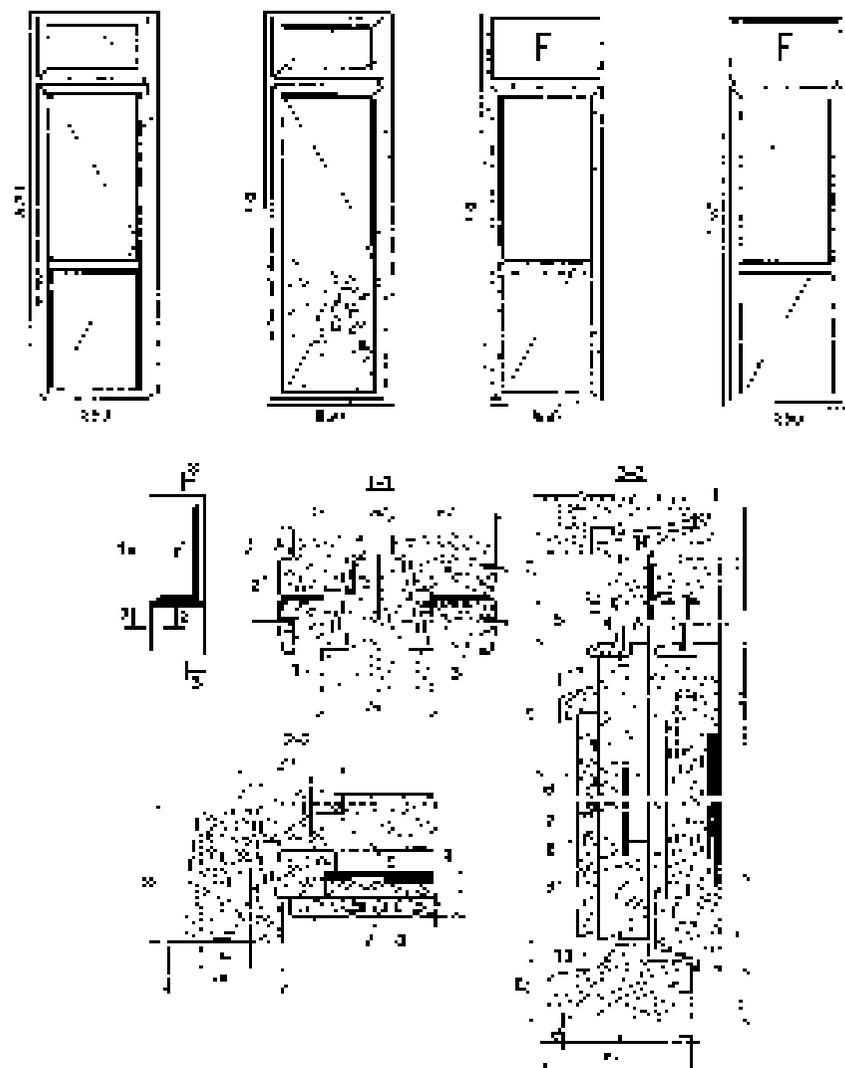


Рис. 216. Спаренная балконная дверь.

1 – вертикальный импост; 2 – оконный переплет; 3 – переплет балконной двери; 4 – прокладка; 5 – стекло; 6 – обшивка; 7 – паронепроницаемая пленка; 8 – древесноволокнистая плита; 9 – водостойкая фанера; 10 – прорезь для стока воды

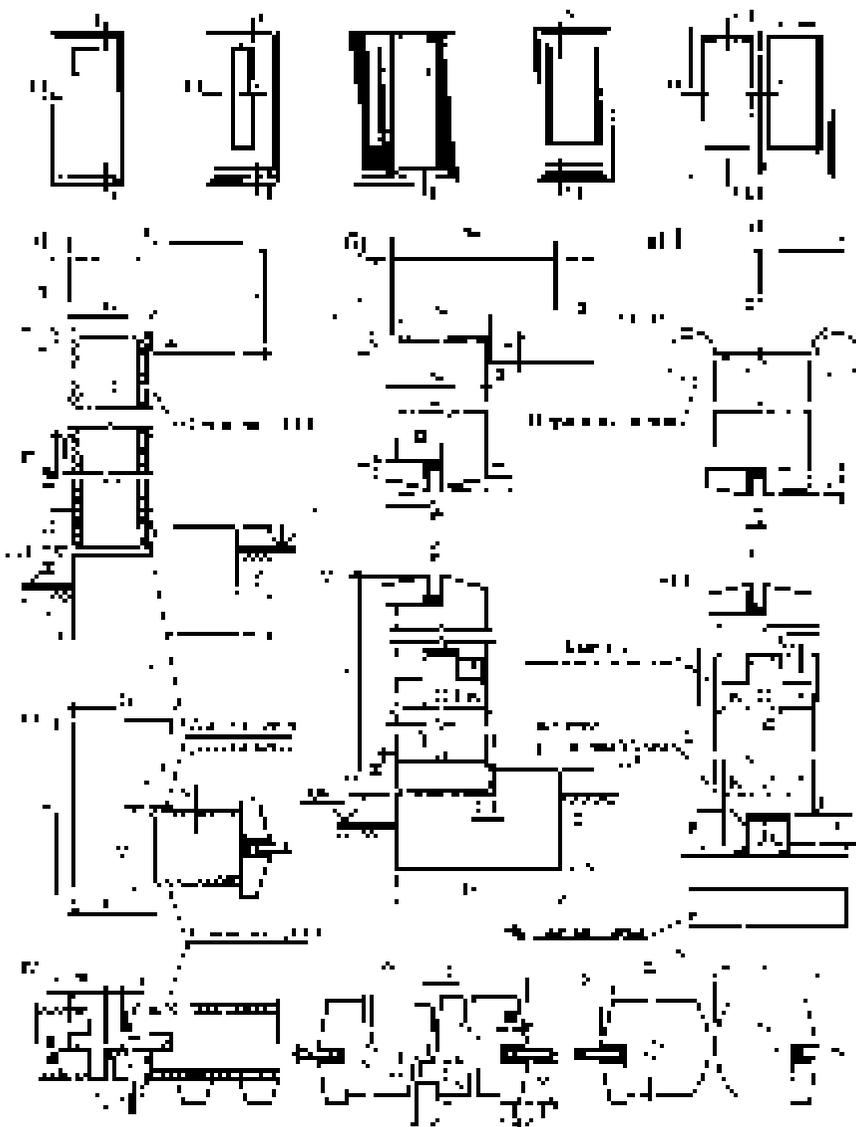


Рис. 217. Деревянные наружные и тамбурные двери.

а – щитовая, б – обвязочная с притворами в четверть, в – обвязочная с качающимися полотнами

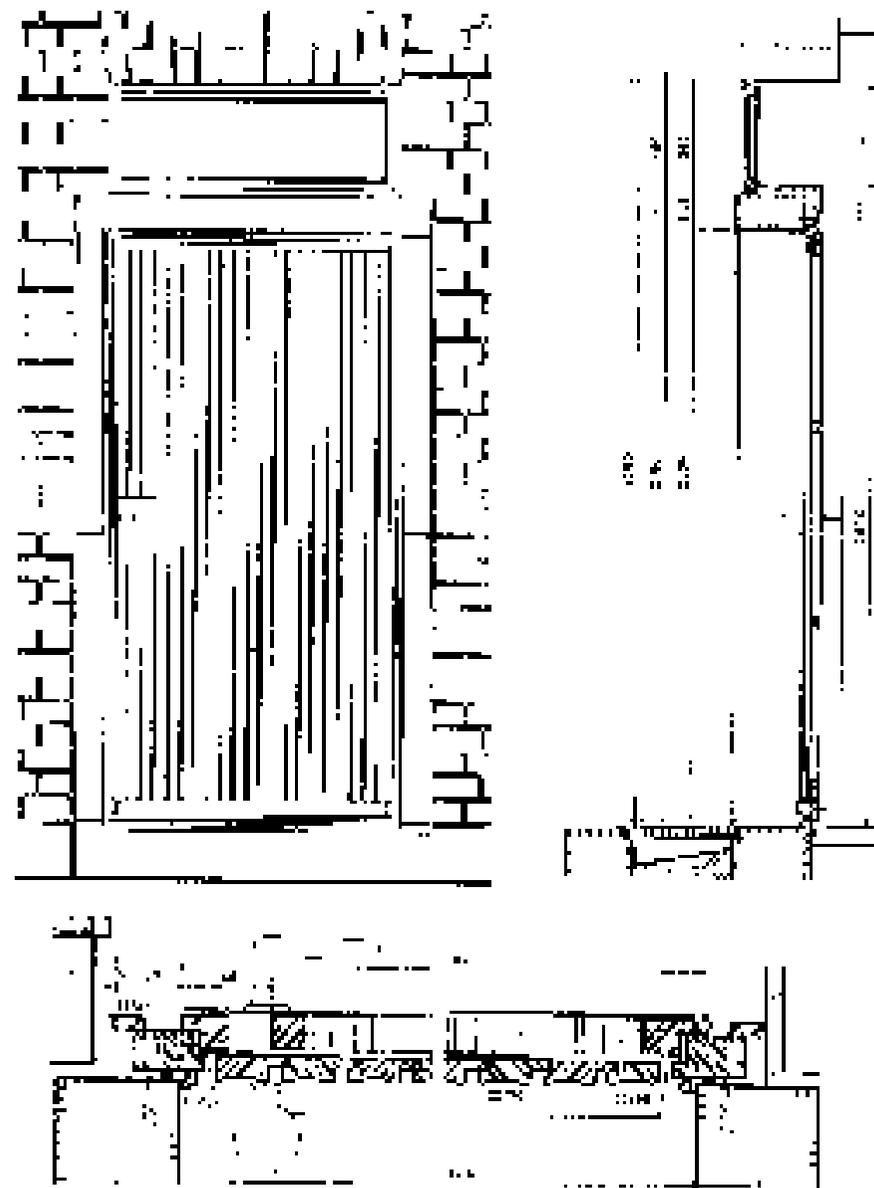


Рис. 218. Входная дверь щитовой конструкции

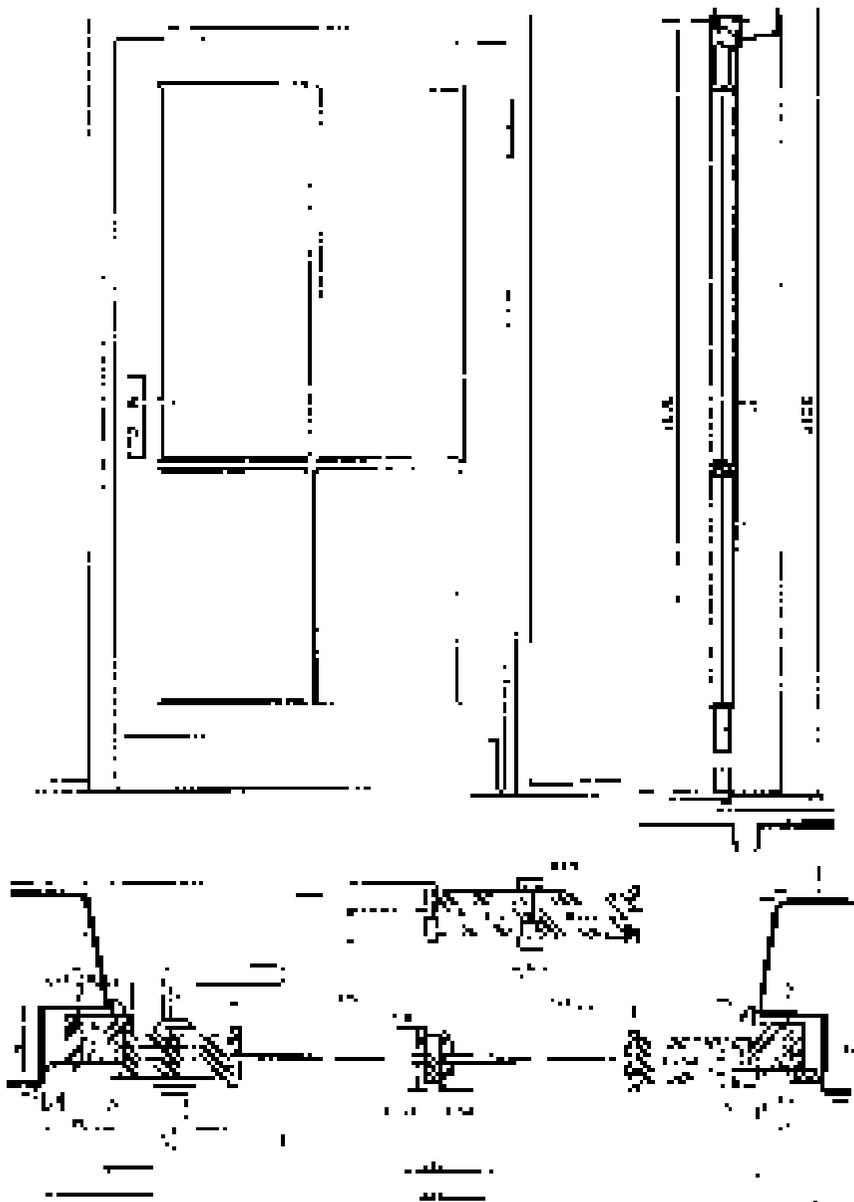


Рис. 219. Входная дверь обвязочной конструкции



### Вопросы для самопроверки

1. Что такое «балкон», «лоджия», «эркер»?
2. Какие виды окон по форме, конструкциям переплетов, системам открывания и навеса створок Вы знаете?
3. Какие виды листового стекла для заполнения светопроемов Вы можете назвать? Какие преимущества и недостатки каждого вида? В чем выражаются специальные свойства различных видов строительного стекла?
4. Какие виды стекла используют для теплозащитного остекления?
5. Чем отличаются теплоотражающие и теплопоглощающие виды стекла? Какие правила следует выполнять при установке теплопоглощающего стекла?
6. Как соотносится площадь окна жилой комнаты с площадью пола из условий обеспечения нормативной естественной освещенности?
7. Как соотносится сопротивление теплопередаче окон и глухих участков наружных стен?
8. На что влияет отсутствие герметичности оконных ограждений?
9. С помощью чего можно улучшить звукоизоляционные качества окон?
10. Какие элементы окон используются для обеспечения аэрации помещений? Как определяется их площадь?
11. На каком расстоянии от пола (потолка) находится низ (верх) окна?
12. Какие элементы оконных блоков Вы можете назвать?
13. Какие элементы имеют деревянные блоки?
14. С помощью чего достигается плотный притвор переплета к коробке в деревянных оконных блоках?
15. Как крепится оконное стекло в деревянных переплетах?
16. Что такое спаренные переплеты? Какие они имеют преимущества и недостатки?
17. В чем преимущества стеклопакетов по отношению к обычному листовому оконному стеклу?

18. Как утепляются откосы оконных проемов?
19. Какими качествами обладают пластиковые окна?
20. Чему способствует устройство нескольких камер в пластиковом профиле?
21. Чем отличаются переплеты из стеклопластика?
22. Какие преимущества имеют наклонные мансардные окна, устанавливаемые в плоскости крыши? Как обеспечивается водозащита таких окон? Как производится вентилирование помещений через наклонные окна?
23. На каком расстоянии от пола (потолка) должен находиться нижний (верхний) обрез наклонного окна?
24. Что такое «дверь»?
25. Какие Вы знаете виды дверей по способу открывания?
26. Из каких материалов выполняются двери?
27. Как определяется направление открывания дверей?
28. Что входит в состав дверного блока?
29. Из чего состоит дверная коробка?
30. Какие конструкции дверных полотен Вам известны?
31. Как утепляются балконные двери?
32. Чем отличается конструкция дверного полотна для наружных входных дверей?

## Глава 11. БАЛКОНЫ, ЛОДЖИИ, ЭРКЕРЫ

### 11.1. Устройство балконов, лоджий, эркеров

Балконы, лоджии, эркеры существенно влияют на формирование художественного облика здания. Являясь элементами здания, они значительно обогащают пластику фасадов. Балконы, лоджии, эркеры создают теньевую защиту помещений в летнее время, связывают жилое здание с окружающей средой и значительно повышают степень благоустройства. Рациональность применения балконов, лоджий и эркеров зависит от климатических условий района строительства, а также от конструктивных особенностей здания.

**Балконом** называется открытая сверху площадка с ограждениями, вынесенная из плоскости наружных стен здания. Состав основных элементов балкона; несущая плита, конструкция пола, ограждение. Балконы имеют различные формы (рис. 220) и размеры в плане. В жилых домах устраивают одиночные балконы прямоугольной, трапециевидной, треугольной, полукруглой и др. форм для отдельных комнат и общие балконы для смежных комнат и квартир. Вынос балкона обычно равен 0,8–1,2 м.

Конструктивное решение балконов выполняют по трем схемам: в виде консольной плиты, заземленной стеной; в виде плиты, опирающейся на кронштейны, заделанные в стену; плиты, опирающейся на стойки. Наиболее распространенным является решение балкона в виде консольной плиты, заделанной в стену (рис. 221). Надежность заземления обеспечивается весом вышележащей стены. Поэтому при устройстве балконной плиты необходимы монтажные крепления, которые обеспечивали бы проектное положение плиты до возведения вышележащего участка стены. Эти крепления осуществляют в виде металлических анкеров, закладываемых в кладку кирпичной стены, либо сваркой закладных деталей балконной плиты и плиты перекрытия.

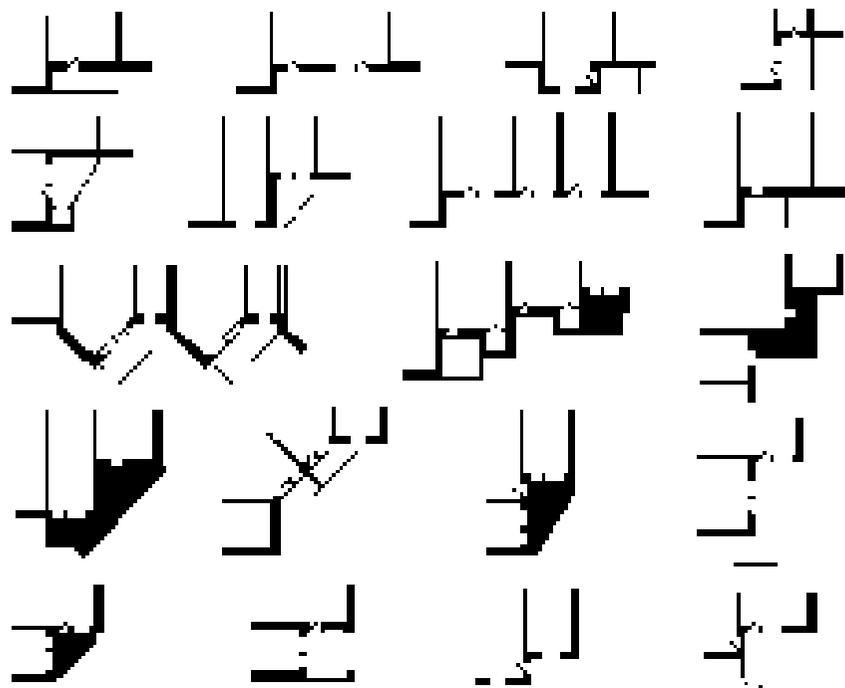


Рис. 220. Основные формы балконов

Для предотвращения в зимнее время мостиков холода между балконной плитой и плитами перекрытия укладывают теплоизолирующий материал. Пол балкона устраивают на 50–80 мм ниже уровня пола комнат и с небольшим уклоном от стены здания. С нижней стороны плита может быть гладкой или с ребрами по контуру.

Ограждение балкона может быть выполнено в виде металлической решетки, сплошной стенки из кирпича или железобетона с отверстиями в нижней части для стока дождевой воды, из стеклопластика и из других материалов. Стойки ограждения привариваются к закладным деталям плиты, горизонтальные элементы с поручнем заделывают в гнезда кирпичной кладки. Высота ограждения – 0,9–1,1 м.

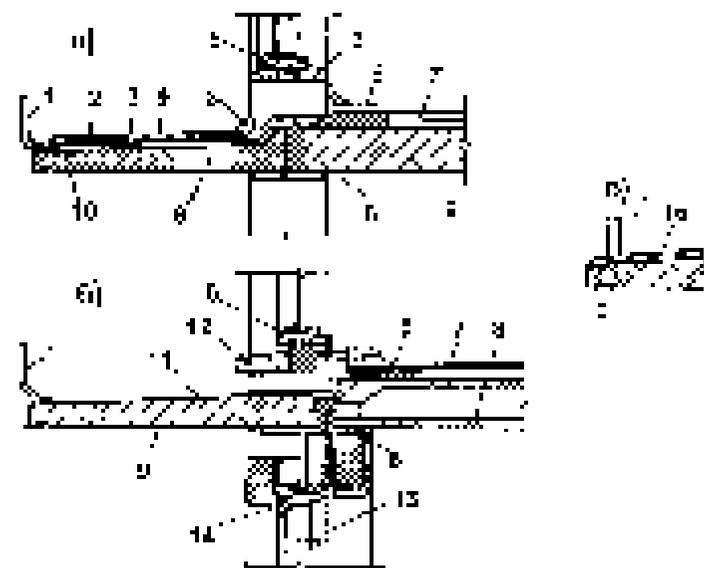


Рис. 221. Конструкция балкона на консольной плите.

**а** – в зданиях с панельными стенами, **б** – в кирпичном здании, **в** – вариант решения края балкона; 1 – стойка ограждения; 2 – гидроизоляция; 3 – цементный раствор; 4 – керамическая плитка; 5 – дверная коробка; 6 – утеплитель; 7 – конструкция пола; 8 – плита перекрытия; 9 – балконная плита; 10 – закладная деталь; 11 – поверхность балкона; 12 – сливной камень (брус); 13 – стальной анкер; 14 – оконная коробка; 15 – покрытие балкона

*Лоджии*, в противоположность балкону, врезаются внутрь объема здания, создавая западающие открытые помещения (рис. 222). Лоджии имеют ширину не менее 1,2 м. Несущие боковые стены лоджии, являющиеся продолжением наружных продольных стен, устраивают на всю высоту здания с опиранием на свои фундаменты. На них опираются плиты лоджии. Пол в лоджиях так же, как и на балконах, выполняют из керамической плитки, уложенной на растворе по слою гидроизоляции с уклоном 1–2 %. Ограждение лоджии выполняется аналогично ограждениям балконов.

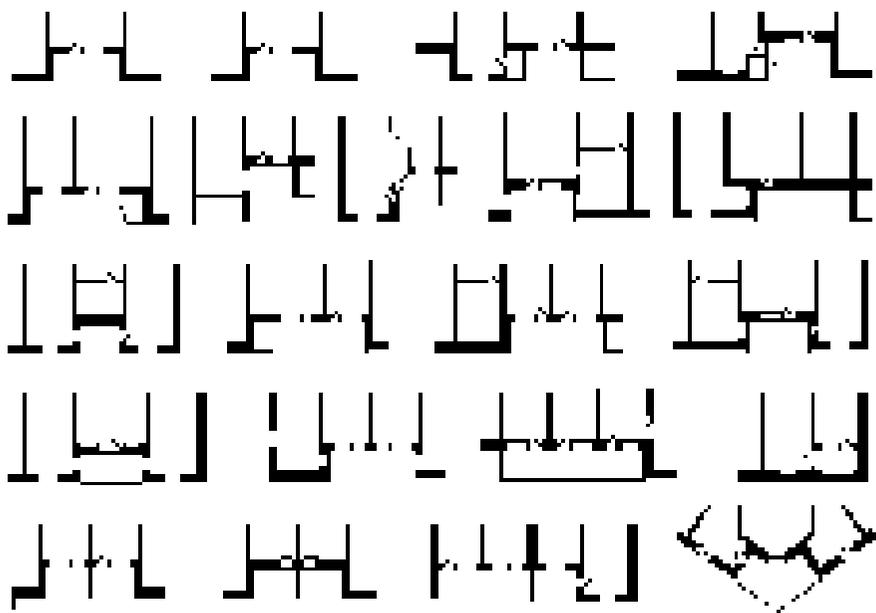


Рис. 222. Основные виды встроенных лоджий

*Эркер* представляет собой вынесенную из плоскости фасада часть жилой комнаты, огражденную с трех сторон стенами, имеющими оконные проемы или сплошное остекление. Эркер увеличивает жилую площадь и расширяет связь помещений с окружающим пространством. Эркеры устраивают либо на всю высоту здания с опиранием на собственный фундамент, либо на один или несколько этажей (рис. 223) с разными видами опирания. Несущими элементами эркеров, начинающихся со второго или последующих этажей (висячий эркер), служат консольные балки или плиты. Стены висячего эркера должны быть достаточно легкими, что достигается применением больших светопроемов и облегченной кладки с эффективным утеплителем. Междуэтажные перекрытия эркеров проектируют по аналогии с основными перекрытиями здания. Нижнее перекрытие висячего эркера может быть в виде самостоятельной конструкции, так как оно должно быть прочным и выполнять функции защиты по-

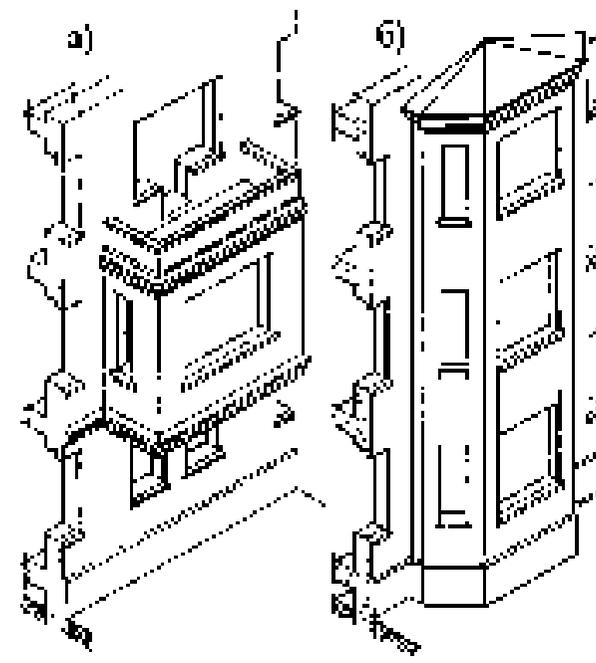


Рис. 223. Общий вид эркера.

**а** – расположение на втором этаже; **б** – то же, на 1 – 3 этажах

мещения эркера от холода. Верхнее перекрытие эркера решается по типу совмещенных покрытий или в виде чердачного перекрытия с маленьким чердаком и скатной крышей.

## 11.2. Остекление балконов и лоджий

Практически каждая квартира имеет балкон или лоджию. Это не только часть квартиры, это, в первую очередь, второй путь эвакуации жильцов в случае возникновения пожара. В последние годы остекление балконов и лоджий жилых домов стало массовым явлением, вызывающим головную боль у архитекторов, проектировщиков, пожарных, санитарных и эксплуатационных служб. И это справедливо: уродуются архитектурные решения фасадов, блокируются

запасные пути эвакуации, в аварийных ситуациях затрудняются действия спасательных служб, непрофессиональное устройство остекления грозит падением элементов конструкций и т.д. Но при этом следует и то обстоятельство, что за последние несколько лет социальный статус жильца кардинально изменился. Горожанин из квартиросъемщика превратился в собственника жилья. Приобретая дом, квартиру в собственность, будущий жилец, фактически, подтверждает права собственника квартиры распоряжаться своей лоджией или балконом по своему усмотрению. Проблема есть и ее надо решать, несмотря на то, что в России еще не разработаны нормы на остекление балконов и лоджий.

Вниманию читателей предлагается краткий обзор вариантов остекления балконов и лоджий. Один из вариантов – использование для остекления балконов и лоджий окон из поливинилхлорида (ПВХ). Высокое термическое сопротивление этих конструкций ( $R_k = 0,56 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$  и выше) позволяет превращать балконы и лоджии в «зимние сады». Все основные характеристики окон из ПВХ в первую очередь зависят от применяемого ПВХ-профиля. Рекомендуется трехконтурное уплотнение по всему периметру окон. Усиленное уплотнение в сочетании с трех–пятикамерной конструкцией как створки, так и коробки позволяет достигнуть высоких тепло- и шумозащитных свойств профиля. Вся конструкция в целом обеспечивает необходимую теплоизоляцию – сопротивление теплопередаче не менее  $0,63 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ . Трехконтурное уплотнение не ухудшает воздухопроницаемости оконного блока –  $4,8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$ . Набор штапиков позволяет использовать в конструкциях как традиционные одно- и двухкамерные (толщина 24 мм), так и специальные теплосберегающие стеклопакеты толщиной 36 мм (рис. 224).

Дешевыми считаются экологические лоджии из стекловолокна: речь идет о конструкции, изготовленной из стекловолоконного профиля. Этот материал экологичен, прочен и надежен. Конструктивное решение этой модели удачно вписывается в фасад любого строения, повторяя его различные формы.

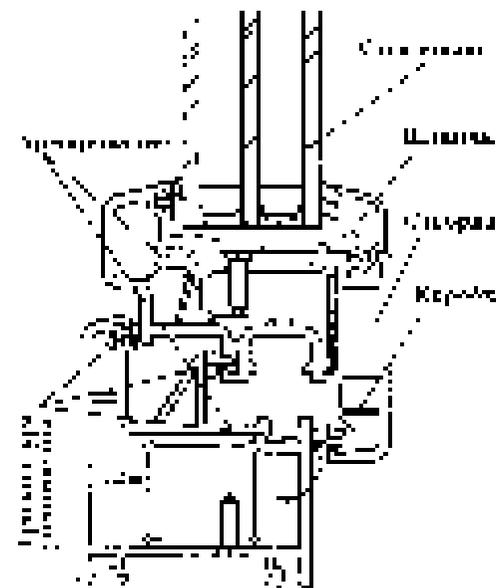


Рис. 224. Окно ПВХ для остекления балконов и лоджий

Внутреннее пространство лоджий в большинстве случаев не велико, и считается нерациональным иметь остекление с распашными створками, так как при открытых створках практически теряется возможность свободного передвижения и использования части лоджии для хозяйственных нужд. В конструкциях из стекловолокна проблема решена путем применения раздвижных створок, оснащенных подшипниковым механизмом, которые без особых усилий сдвигаются в стороны, обеспечивая максимальный просвет, при этом не занимают внутреннего пространства лоджии. Раздвижная конструкция предусматривает однослойное остекление, в котором применяются как стандартные, так и специальные виды стекол. Что касается теплопроводности, то следует отметить, что теплотехнические показатели стекловолоконного профиля близки к показателям деревянного. При испытании створки на предельно низких температурах было обнаружено обледенение профиля на внутренней части створки при температуре  $-70 \text{ °C}$ .

Разработано и широко используется балконное ограждение с раздвижными створками из алюминиевого профиля. Конструкция имеет две или три дорожки для перемещения створок. Высота ограждения, как правило, колеблется в пределах 1500–2000 мм в зависимости от высоты этажей жилого дома. Ограждения с двумя дорожками ставят на узких балконах, с тремя – на широких. Балконные ограждения с раздвижными створками имеют некоторую фильтрацию воздуха через неплотные стыки створок и уплотнителей, поэтому полной герметизации в них нет (рис. 225).

Наиболее надежными и проверенными в эксплуатации являются ограждения с поворотными и поворотно-откидными створками. Эти ограждения имеют полную герметизацию и шумозащиту, так как в притворах створок имеются три уплотнения и могут быть выполнены как на профилях под одинарное остекление, так и на комбинированных профилях под остекление стеклопакетами (рис. 226).

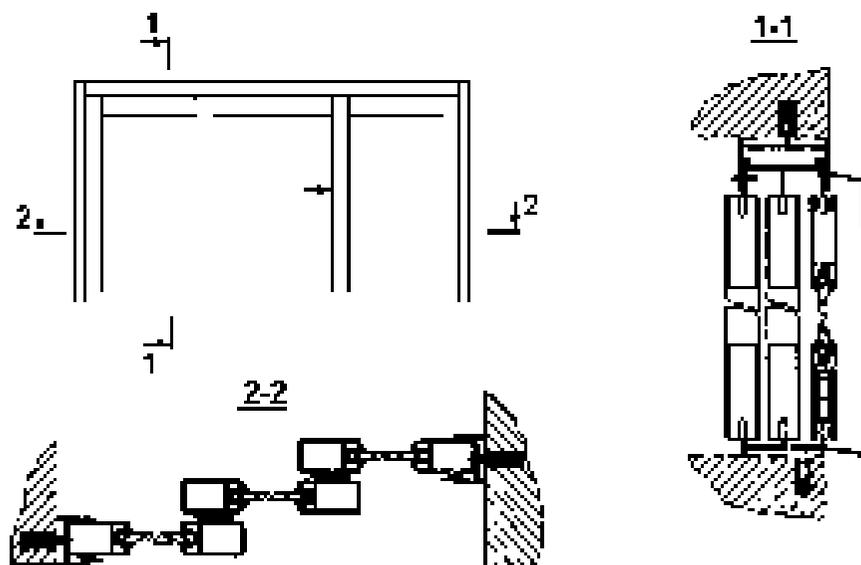


Рис. 225. Балконные ограждения с раздвижными створками

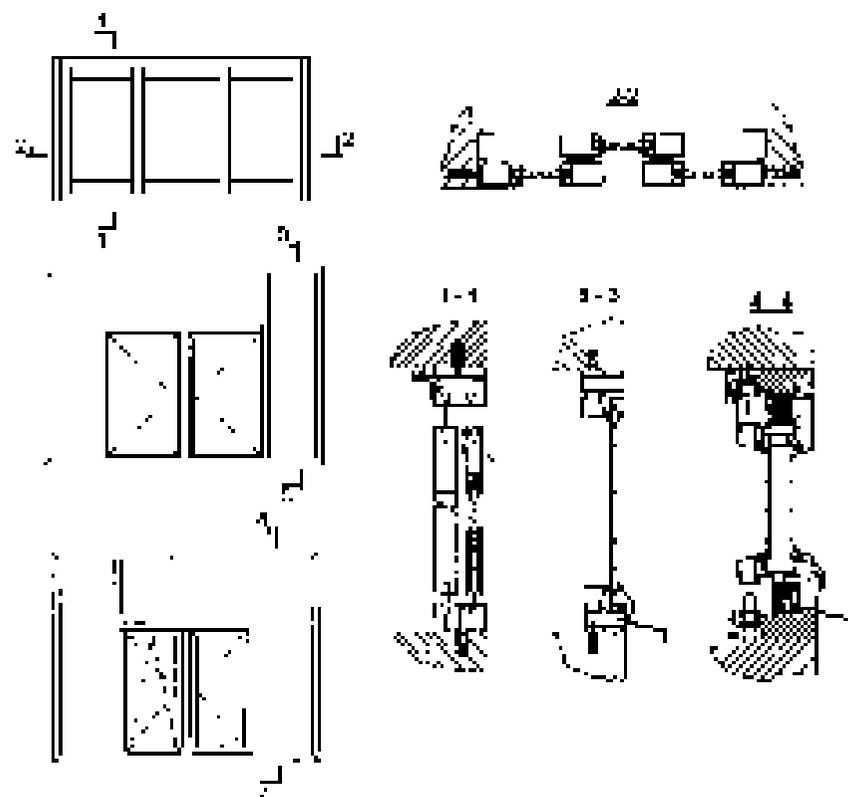


Рис. 226. Балконные ограждения с поворотными и поворотно-откидными створками

Используя ограждения из комбинированных профилей и утеплив балкон или лоджию, можно получить дополнительное теплое помещение, значительно повысив комфортность комнат, сопрягаемых с балконом. Эти ограждения в зависимости от типа стеклопакета, имеют сопротивление теплопередаче от 0,45 до 0,56 м<sup>2</sup>·°С/Вт и относятся к четвертой категории шумозащиты, обеспечивая снижение внешнего шума от городского транспорта на 30–32 дБ.



## Вопросы для самопроверки

1. Что такое «балкон», «лоджия», «эркер»?
2. Какие основные элементы балкона?
3. Какие формы может иметь балкон в плане?
4. Чему равен вынос балкона?
5. Какие виды опирания балконной плиты Вы знаете?
6. Для чего между балконной плитой и плитой перекрытия устанавливается термовкладыш?
7. На что опираются плиты лоджий?
8. Что служит несущими элементами эркеров?
9. За счет чего достигается облегчение стеновых ограждений висячих эркеров?
10. Какие виды верхних перекрытий эркеров Вы можете назвать?
11. Какие материалы и конструкции используют для остекления балконов и лоджий?
12. Почему конструкции остекления с раздвижными створками являются предпочтительными?
13. За счет чего можно улучшить утепление балконов и лоджий?
14. Влияет ли остекление летних помещений на степень снижения внешнего шума?
15. За счет чего увеличивается шумоизоляция помещений?

## Глава 12. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ДЛЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНОВ

### 12.1. Сейсмичность местности и сейсмостойкость зданий

Сейсмическими называют районы, в которых возможны землетрясения, т. е. колебания земной поверхности, вызванные различными, в основном тектоническими процессами, связанными с выделением огромной кинетической энергии.

Эти колебания распространяются от области возникновения подземного удара (очага) во все стороны в виде упругих волн, называемых сейсмическими волнами. В зонах сейсмической активности возможная сила и интенсивность землетрясений для различных районов различна. В пределах России выделены районы с сейсмичностью 6, 7, 8 и 9 баллов. Кемеровская область относится к району с сейсмичностью 7 баллов.

Строительные нормы не допускают возведения зданий на площадках, сейсмичность которых превышает 9 баллов. Сейсмичность не более 6 баллов для зданий и сооружений считается не опасной (при условии выполнении всех технологических требований возведения) и при проектировании дополнительно не учитывается. Однако, сейсмическое событие, которое произошло в июне 2013 г. на территории Кемеровской области, говорит об обратном. Повреждения получили около 5 тысяч малоэтажных жилых зданий и около 300 многоэтажных домов.

Проявление силы землетрясения даже в пределах небольшой территории в зависимости от геологических и гидрогеологических условий конкретного участка может отличаться от принятого по району на 1–2 балла. Это может привести к изменению сейсмических нагрузок на здание до 2–4 раз. Поэтому для размещения здания в том или ином районе расчетная сейсмостойкость его должна приниматься исходя не из общих сведений сейсмического районирования, а на основе конкретных данных о сейсмичности участка застройки.

Понятие сейсмостойкости здания нуждается в пояснении.

Конструкции здания могут быть рассчитаны и запроектированы на любые нагрузки, в том числе и максимальные сейсмические. Однако совершенно ясно, что массовое строительство такого рода зданий было бы экономически неоправданным, а в ряде случаев технически весьма затруднительным, что неприемлемо при возведении жилых зданий. Следовательно, при проектировании следует исходить из того, что здание должно иметь лишь требуемую сейсмостойкость. Последняя определяется исходя из условия, что при землетрясении, принятом по интенсивности за расчетное, обеспечивается, во-первых, сохранность несущих конструкций (при этом возможно повреждение второстепенных элементов, не угрожающих безопасности людей) и, во-вторых, возможность нормальной эксплуатации здания в соответствии с технологическими и бытовыми требованиями. Таким образом, для различных по сейсмичности районов и разных типов зданий сейсмостойкость будет различной.

Хорошая сейсмостойкость зданий может быть достигнута комплексом проектных, строительных и эксплуатационных мероприятий: выбором благоприятного с точки зрения сейсмических условий размещения объекта, его планировки, применением соответствующих материалов и конструктивных решений, расчетом конструкций здания на сейсмические нагрузки, высоким качеством выполнения работ по возведению здания, а также тщательным уходом, наблюдением за состоянием конструкций в ходе эксплуатации здания.

### **12.2. Планировочно-конструктивные мероприятия по уменьшению сейсмических воздействий на здание**

Выбор местоположения здания с учетом сейсмогеологических условий района должен основываться на материалах сейсмического микрорайонирования территории, так как чем выше балльность района, тем более жестки антисейсмические требования, а значит, и больше их стоимость.

Для снижения расчетных сейсмических нагрузок на здание предпочтение следует отдавать участкам со спокойным, ровным рельефом, с хорошо обеспеченным стоком атмосферных и глубоким

залеганием грунтовых вод, удаленным от тектонических разломов, с горизонтальным напластованием пород. При прочих равных условиях снизить расчетную сейсмичность (по сравнению с нормативной) позволяет размещение зданий на участках с грунтами I категории по сейсмическим свойствам: на не выветриваемых и слабо выветриваемых скальных и плотных маловлажных крупнообломочных грунтах. На это следует идти даже при необходимости значительного заглубления фундаментов и устройства подвалов даже в несколько этажей.

Неблагоприятны для застройки в сейсмических условиях участки с расчлененным рельефом, с крутизной склонов более 15° близостью плоскостей сбросов, сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами, просадочностью грунтов, с грунтами III категории по сейсмическим свойствам (песками рыхлыми, независимо от влажности, а остальными песчаными грунтами – влажными и водонасыщенными и т. д.), с осыпями, карстами, обвалами, плывунами, горными выработками, селями. Такие грунтовые условия повышают расчетную сейсмичность на 1 балл.

Необходимо иметь в виду, что в процессе строительства и эксплуатации зданий возможно изменение сейсмической характеристики строительной площадки, например, в связи с подъемом уровня грунтовых вод, что обычно для застраиваемых территорий.

Объемно-планировочное решение зданий в условиях сейсмичности отличается от обычного рядом особенностей. Форма здания в плане и разрезе, его габариты, взаиморасположение капитальных стен при бескаркасных решениях существенно сказываются на сейсмостойкости зданий и имеют прямое влияние на формирование расчетных нагрузок при проектировании конструкций.

Для обеспечения равномерного распределения сейсмических нагрузок форма зданий в плане желательна простая и компактная – круглая, многоугольная, квадратная или приближающаяся к квадратной, без выступов, впадин и переломов стен. Внутренние стены, рамы каркаса, диафрагмы следует располагать равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания. Внутренние стены должны быть сквозными на всю ширину или длину здания. Симмет-

ричное и равномерное в плане размещение масс и жесткостей позволяет избежать развития крутящих моментов при воздействии сейсмических сил, а значит, и смещения отдельных частей здания по отношению друг к другу и разрушения их. Общая протяженность здания и его высота не должны превышать установленных нормами для сейсмичности данной балльности.

В тех случаях, когда по функциональным требованиям здание должно быть протяженным или сложным по очертанию в плане, а также если перепады высот отдельных его частей достигают 5 м и более; здание следует разделять на отдельные, простые по форме отсеки. Разделяющие здание на отсеки антисейсмические швы устраивают в виде сдвоенных стен в бескаркасных зданиях или в виде спаренного ряда колонн в каркасных. Антисейсмический шов делит здание по всей высоте до фундамента. Обычно его совмещают с температурным или осадочным швом. Ширина шва для зданий высотой до 5 м должна быть не менее 3 см, увеличиваясь на 2 см на каждые последующие 5 м высоты. В одноэтажных зданиях высотой до 10 м при расчетной сейсмичности 7 баллов допустимо антисейсмические швы не делать.

В пределах отсека, ограниченного антисейсмическими швами, должны быть выдержаны одни и те же конструктивная схема, этажность, материалы конструкций и изделий.

Фундамент здания (или отсека) необходимо закладывать на одной отметке. В зданиях повышенной этажности глубину заложения фундаментов рекомендуется увеличивать за счет устройства коробчатых фундаментов. При устройстве свайных фундаментов следует применять забивные сваи, а не набивные. Для многоэтажных каркасных зданий часто применяют фундаменты в виде перекрестно-ребристой или сплошной плиты.

Каркасные здания конструируют обычным способом, но при расчете сечений конструктивных элементов и их стыков учитывают дополнительные сейсмические нагрузки. Особое внимание следует обращать на то, чтобы диафрагмы и связи, воспринимающие гори-

зонтальную нагрузку, устраивались на всю высоту здания и располагались симметрично по отношению к центру тяжести.

Ограждающие стеновые конструкции каркасных зданий следует выполнять из легких навесных панелей. Если заполнение стен делается из каменной кладки, ее необходимо надежно связать с каркасом выпусками арматуры. При сейсмичности 9 баллов кроме выпусков из колонн необходимо сквозное перекрестное армирование, связанное с выпусками арматуры из верхних и нижних ригелей. Высота самонесущих стен в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов не должна превышать соответственно 18, 16 и 9 м.

Крупнопанельные здания следует проектировать с продольными и поперечными стенами одинаковой жесткости, образующими совместно с перекрытиями жесткую устойчивую систему. Наружные стены рассчитывают на горизонтальную нагрузку. Расстояние между поперечными стенами принимают не более 6 м. Панели перекрытий изготовляют размером на комнату и с рифлеными гранями для последующего замоноличивания. Стыки панелей стен и перекрытий осуществляют путем сварки арматуры по принципу непрерывного армирования.

Этажность зданий с несущими каменными стенами не должна превышать в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов соответственно 6, 5 и 4 этажей. При этом отношение высоты этажа к толщине стены должно быть не больше 12. Расстояние между осями поперечных стен разрешается применять в пределах от 9 до 18 м в зависимости от категории кладок и расчетной сейсмичности.

Во всех продольных и поперечных стенах на уровне перекрытий устраивают антисейсмические пояса, образующие сплошную, непрерывно армированную горизонтальную раму. Кладка стен, расположенная под антисейсмическим поясом и над ним, должна быть связана вертикальными выпусками арматуры. Ширина антисейсмического пояса принимается на всю толщину стены или меньше на 0,5 кирпича с наружной стороны. Высота пояса должна быть не менее 150 мм.

Несущие конструкции первых этажей, включающие магазины и другие помещения со свободной планировкой, выполняют в монолитном железобетоне. В крупноблочных зданиях соблюдают перевязку блоков, а в качестве антисейсмических поясов используют перемычные и поясные блоки со сваркой верхней и нижней арматуры по принципу непрерывного армирования с тщательным замоноличиванием швов.

Устройство лоджий допускается в зданиях при сейсмичности до 8 баллов, причем их боковые стенки должны быть продолжением поперечных несущих стен. Проем лоджий должен иметь железобетонное обрамление. Устройство проездов под зданиями с несущими стенами не рекомендуется, а при сейсмичности 9 баллов не допускается.

Лестницы рекомендуется применять крупноборные с заделкой опорных частей в кладку не менее чем на 250 мм, с их анкерровкой или с надежными сварными креплениями. Консольная заделка ступеней не допускается. Дверные и оконные проемы при сейсмичности 8 и 9 баллов должны иметь монолитное железобетонное обрамление.

Перегородки следует применять крупнопанельные или каркасной конструкции, причем они должны быть надежно связаны с перекрытиями и стенами или колоннами. Балконы должны выполняться в виде консольных выпусков панелей перекрытий (или надежно с ними соединяться). Вынос балконов ограничивается до 1 м. Отделку помещений следует производить с использованием легких листовых материалов.

### **? Вопросы для самопроверки**

1. Какие районы называют «сейсмическими»?
2. Какова сейсмичность на территории Кемеровской области?
3. Какая сейсмичность является предельно допустимой для возведения зданий?
4. Землетрясения какой силы не требуют дополнительного учета при проектировании зданий?

5. Может ли отличаться сейсмичность участка застройки от принятой по региону в целом?
6. Что такое «сейсмостойкость» здания?
7. За счет чего достигается хорошая сейсмостойкость здания?
8. Какие местные природные условия особо неблагоприятны в сейсмических условиях, то есть могут повысить расчетные сейсмические воздействия на 1 балл?
9. Какие предъявляются требования к форме здания в плане, разрезе, к размещению внутри него нагрузок при строительстве в сейсмоопасных районах?
10. Возможно ли строительство сложных в плане зданий на сейсмических территориях?
11. Какие требования учитываются в пределах одного отсека здания?
12. Какие требования к устройству фундаментов зданий, строящихся в сейсмоопасных районах? Какие есть конструктивные решения сейсмостойких фундаментов (см. раздел 5.4)?
13. Как учитывается сейсмика при определении этажности зданий?
14. Что такое антисейсмические пояса?
15. Какие конструкции лестниц применяются в жилых зданиях в сейсмических районах? Какие ограничения следует учитывать?
16. Какие еще конструктивные решения следует принимать для зданий в сейсмоопасных районах?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Материальную оболочку дома составляют современные строительные конструкции, детали, материалы и изделия. Содержание учебного пособия охватывает вопросы проектирования жилых домов, начиная от выбора несущего остова и до конструирования отдельных элементов и частей здания.

Как известно, методика – это способ достижения какой-либо цели и решения конкретной задачи. Методика проектирования жилого дома – это совокупность приемов и операций, которые должны способствовать выявлению композиционных возможностей конструкций, способствовать формообразованию зданий. Методика изложения материала в пособии подчинена тем же задачам – от рассмотрения общих закономерностей до их конкретной реализации в отдельных частях зданий.

Все аспекты архитектурно-строительного проектирования рассмотрены с возможным учетом региональных особенностей места строительства (тепловая защита жилых зданий, учет местных условий грунтов, рельефа, геологических и гидрологических, конструирование сейсмоустойчивых фундаментов и общие рекомендации по проектированию жилых зданий в условиях повышенной сейсмичности).

Каждая глава учебного пособия содержит необходимый перечень контрольных вопросов, позволяющих самостоятельно формировать ответы на них и контролировать степень освоения материала.

Изложенный в учебном пособии материал позволит будущим и состоявшимся специалистам направлений 270100 «Архитектура» и 270800 «Строительство» овладеть и утвердиться в необходимых знаниях для разработки архитектурно-конструктивных проектов различных типов жилых домов.

## КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

**Анкер** – деталь, закладываемая в конструкцию для скрепления ее с другими конструкциями. Обычно используется в железобетонных сборных и монолитных конструкциях.

**Антисептика** – метод защиты древесины от поражения гнилью и грибком, повышения ее биологической и химической стойкости.

**Арматура** – элементы усиления, органически включенные в состав строительной конструкции, например, стальная стержневая или проволочная арматура в железобетонной конструкции.

**Архитектура** – область строительства, материально организующая пространственную среду, в которой люди живут и осуществляют многообразную деятельность; – искусство организовывать пространство, реализуемое через строительство; – наука и искусство проектирования зданий; – «застывшая музыка»... Термин «архитектура» может иметь множественные толкования. Первое из приведенных – каноническое, отражающее учебное определение предмета. Последующие – вариации на тему, отражающие суть нашего подхода и восприятие архитектурных творений.

**Балка** – сплошной горизонтальный несущий элемент перекрытия или каркаса выполненный из дерева, металла или железобетона, на который опираются плиты перекрытия, работающий, главным образом, на изгиб, подразделяющийся на ригели и прогоны.

**Балкон** – выступающая из плоскости стены фасада огражденная площадка, служащая для отдыха в летнее время.

**Биостойкость** – способность органических строительных материалов противостоять действию бактерий и насекомых.

**Благоустройство** – 1) совокупность работ на территории по инженерной подготовке, озеленению, обводнению и обеспечению элементами малых архитектурных форм в целях создания комфортности использования территорий по назначению; 2) обеспечение оптимальных условий функционального использования внутреннего объема жилых и общественных зданий путем создания удобной планировки и оснащения всеми видами инженерного оборудования.

**Брандмауэр** – несгораемая стена, предохраняющая от распространения пожара в смежные объемы здания.

**Веранда** – открытое или остекленное неотапливаемое помещение.

**Влагостойкость материалов** – способность противостоять длительному воздействию влаги (размягчению, короблению, набуханию, расслоению, растрескиванию и т. д.).

**Водоподготовка** – обработка воды для питания систем теплоснабжения и отопления путем обезжелезивания, обессоливания, опреснения и деаэрации.

**Водоупор** – слой, принимаемый за непроницаемый для фильтрации подземных и паводковых вод.

**Внутренняя стена** – вертикальная конструкция, отделяющая помещения друг от друга.

**Временные длительные нагрузки** – нагрузки, действующие весьма длительный период: от веса (массы) стационарного оборудования, собственного веса (массы) некоторых конструкций (например, перегородок).

**Вспомогательная площадь** – определяется для всех типов зданий, включает площади помещений вспомогательного и служебного назначения (например, для жилых домов это площадь кухонь, коридоров, прихожих, санитарных узлов, кладовых и т. п.).

**Герметики** – эластичные материалы, применяемые для обеспечения непроницаемости стыков конструктивных деталей зданий.

**Гидроизоляция** – способ защиты конструкций и помещений здания от атмосферной и грунтовой влаги.

**Грунты** – геологические породы, образующие верхнюю часть земной коры.

**Деформативность** – свойство податливости материалов и конструкций к изменению первоначальной формы под действием нагрузок.

**Диафрагма** – сплошной или решетчатый диск – элемент жесткости, способствующий увеличению прочности и устойчивости конструктивной системы.

**Дефлектор** – вытяжное устройство для отсоса воздуха из шахты (например, мусоропровода), работающее по эжекторному прин-

ципу, когда загрязненный воздух отсасывается под действием кинетической энергии ветра, обдувающего оголовки вентиляционной трубы или шахты.

**Долговечность** – продолжительность нормальной работы сооружения и его элементов, по истечении которой теряются их свойства и наступает предельное состояние.

**Допуск** – разность между допускаемыми отклонениями свойств элементов здания и номинала.

**Дренаж** – подземное инженерное сооружение для отвода грунтовых вод.

**Единая модульная система (ЕМС)** – совокупность правил координации размеров зданий и конструктивных элементов на основе кратности этих размеров установленной единице – модулю, равному 0,01 м.

**Ендова** – лоток для сброса воды в месте стыка двух смежных скатов крыши, образующих входящий угол.

**Жесткость** – способность конструкций сопротивляться деформациям.

**Жилая площадь** – определяется только для жилых домов, включает площадь комнат (по внутренним размерам между стенами).

**Затяжка** – стержневой элемент, воспринимающий растягивающие усилия от распорных конструкций арок, сводов, стропил.

**Здание** – наземное строение, предназначенное для пребывания и жизнедеятельности людей.

**Зодчество** (архитектура) — искусство проектировать и строить здания, сооружения и их комплексы.

**Износ** – 1) моральный, несоответствие сооружения и его элементов функциональному и технологическому назначению, возникающее под влиянием технического прогресса; 2) физический, естественное изменение эксплуатационных свойств сооружения и его элементов под длительным воздействием естественных факторов среды.

**Индустриализация** – в строительстве – такая организация строительного производства, которая превращает его в механизированный и автоматизированный процесс сборки и монтажа здания из крупных элементов высокой заводской готовности.

**Капитальность здания** – совокупность признаков долговечности и огнестойкости. Чем долговечнее сооружение и более огнестойки его конструкции, тем выше класс. При самых высоких значениях этих признаков сооружение относят к первому классу, при минимальных – к четвертому (временные сооружения)

**Капитель** – верхняя венчающая часть колонны или столба с развитой опорой для антаблемента или балки.

**Каркас** – несущая конструкция из стоек и опирающихся на них горизонтальных элементов – ригелей, прогонов, ферм и балок, воспринимающая нагрузки, обеспечивающая прочность и устойчивость сооружения.

**Карниз** – горизонтальный профилированный выступ стены, зрительно поддерживающий крышу здания и защищающий стену от стекающей воды. Карниз, расположенный по верху стены, называется **венчающим** или **главным**, карниз также верхняя часть антаблемента. Карнизы, располагаемые в средней части стены, имеют меньший вынос, чем главный карниз, и называются **поясками**. Карнизы, устраиваемые над оконными и дверными проемами, называются **сандриками**.

**Колонна (столб, стойка)** – вертикальный несущий элемент каркасного здания.

**Конструкция** – 1) элемент конструктивной системы (балка» ферма, колонна и т. д.), может быть деревянной, металлической, бетонной, железобетонной, клееной, пластмассовой и т. д.; 2) конструктивное решение.

**Конструкции строительные** – элементы сооружения, выполняющие несущие, ограждающие или совмещенные функции.

**Контрфорс** – устой, вертикальный выступ или поперечная стена, усиливающие основную несущую конструкцию и воспринимающие главным образом горизонтальные нагрузки.

**Коньковый брус (коньковый прогон)** – горизонтальный брус, являющийся верхней опорой стропильной балки.

**Коррозия** – самопроизвольное разрушение материалов в строительных конструкциях при взаимодействии с внешней средой, под влиянием химических и электрохимических процессов.

**Коррозиестойкость** – способность сопротивляться разрушению вследствие химических и электрохимических воздействий.

**Кратковременные нагрузки** – нагрузки, действующие ограниченный период существования здания, возникающие и исчезающие в процессе эксплуатации: от веса (массы) подвижного оборудования, людей, снега, ветра

**Кровля** – верхняя ограждающая конструкция, предназначенная для защиты здания от атмосферных осадков и внешних воздействий.

**Лежень** – горизонтальный брус, опирающийся на внутреннюю стену и являющийся опорой для стоек, поддерживающих коньковый брус стропильной конструкции скатной крыши.

**Ленточный фундамент** – фундамент, имеющий вид непрерывной ленты в плане. Используется для опирания наружных и внутренних несущих и самонесущих стен.

**Лестница** – средство вертикальных коммуникаций в здании для подъема с этажа на этаж. Состоит из маршей и лестничных площадок.

**Лифт** – механическое средство вертикальных коммуникаций в здании для подъема на нужный этаж периодического действия.

**Лоджия** – углубленный балкон на фасаде здания, обычно открытый с одной стороны.

**Мауэрлат** – брус, уложенный поверх наружной стены с внутренней ее стороны.

**Маяк** – гипсовая, цементная или стеклянная марка, закрепляемая на стене в месте дефекта. По развитию трещины на маяке судят о деформациях конструкции.

**Модернизация** – изменение, усовершенствование, отвечающее современным требованиям, например модернизация оборудования или перепланировка квартир в жилом здании.

**Модуль** – в строительстве – установленная единица, которой должны быть кратны размеры зданий, конструкций. В соответствии с ЕМС размер модуля принят равным 100 мм:  $M = 100$ .

**Морозостойкость** материалов – способность материала сопротивляться многократному замораживанию и оттаиванию.

**Нагрузка** – постоянное или временное воздействие, вызывающее изменение напряженного состояния материала в конструкциях

сооружения и его основании. Обычно на конструкции одновременно действуют постоянные и временные нагрузки.

**Надежность** – свойство сооружений, их конструкций и инженерного оборудования сохранять работоспособность (выполнять заданные функции) в течение всего срока службы.

**Надземный объем здания** – определяется как площадь, измеренная по наружному обводу стен в уровне первого этажа, умноженная на высоту от нулевой отметки здания (уровня пола первого этажа) до средней отметки совмещенной крыши или до верха теплоизоляционного слоя чердачной кровли.

**Наружная стена** – вертикальная конструкция, отделяющая помещения от внешнего пространства.

**Ненесущие (навесные) стены** – воспринимают нагрузку только от собственного веса в пределах одного этажа или его части и передают ее на каркас.

**Несущие стены** – воспринимают нагрузку от собственного веса, перекрытий и покрытия и передают ее на фундамент.

**Несущий остов** – пространственная система вертикальных и горизонтальных несущих элементов, воспринимающих все силовые воздействия на здание.

**Опора** – вид несущей конструкции, передающей вертикальные нагрузки здания или сооружения на основание.

**Ориентация здания** – расположение относительно стран света. Местная ориентация может относиться к соседней, застройке, магистралям и другим ориентирам города.

**Основание** – массив грунта, расположенный под подошвой фундамента, на который передается вся нагрузка от здания.

**Особые нагрузки** – нагрузки, возникающие при чрезвычайных ситуациях (сейсмические, аварийные) либо от особых условий эксплуатации здания, например, динамические.

**Ось** – воображаемая прямая, проходящая через геометрический центр какой-либо фигуры или предмета: средство привязки проектируемого объекта на чертеже или разбивки при его возведении на местности (см. разбивочные модульные оси).

**Отказ** – явление частичной или полной потери работоспособности в зданиях и их элементах.

**Отмостка** – покрытие (обычно асфальтовое) земли по периметру здания.

**Пандус** – пологая наклонная плоскость, в зданиях используется для подъема с уровня на уровень.

**Парапет** – невысокая сплошная или решетчатая конструкция, возвышающаяся выше поверхности и ограждающая кровлю, террасу, балкон, набережную или мост.

**Перегородка** – вертикальная ограждающая конструкция, разделяющая помещения между собой.

**Перемышка** – конструктивный элемент (балочного или арочного типа), перекрывающий проем в стене и воспринимающий нагрузки вышележащих конструкций.

**Перекрытие** – горизонтальные конструкции, разделяющие здание на уровни. Воспринимают собственный вес и все нагрузки от людей, оборудования и передают их на капитальные стены или каркас. Исходя из требований экономики, толщину перекрытий стараются сделать минимальной, так как ее увеличение приводит к увеличению расходов на возведение стен, а также на эксплуатацию здания (в частности, на отопление) вследствие увеличения общего объема здания.

**Пилястра** – плоский вертикальный элемент, выступающий из плоскости стены или столба, чаще повторяющий все части ордера колонны.

**План** – 1) генеральный чертеж, отражающий проектное решение планировки и благоустройства территории; 2) ситуационный, показывающий размещение существующих объектов на местности или привязку строящихся сооружений; 3) чертеж, полученный в результате сечения здания горизонтальной плоскостью, показывающий размещение несущих и ограждающих конструкций, габариты и площади помещений, местоположение оконных и дверных проемов, мебели, оборудования и пр.

**Плита покрытия** – горизонтальный плоскостной элемент, формирующий покрытие и предназначенный для восприятия нагрузок от кровли и снега (в зимнее время).

**Плитный фундамент** – то же, что и сплошной, – фундамент в виде сплошной плиты под всей площадью здания.

**Площадь застройки** – площадь, занимаемая зданием по наружному обводу стен в уровне цоколя.

**Подземный объем здания** – определяется как площадь, измеренная по наружному обводу стен в уровне первого этажа, умноженная на высоту от отметки пола нижнего подземного этажа до нулевой отметки.

**Подкос (раскос)** – наклонный стержень, обычно используемый для обеспечения жесткости конструкции.

**Подошва фундамента** – нижняя его плоскость, передающая нагрузку на основание.

**Полезная площадь** – является суммой жилой (рабочей) и вспомогательной площадей здания или его части (например, квартиры). В последнее время в общую площадь квартир включают и площадь летних помещений.

**Ползучесть материалов** – накапливание малых непрерывных деформаций от длительного действия нагрузок.

**Помещение** – огражденное со всех сторон единое пространство внутри здания.

**Постоянные нагрузки** – нагрузки, действующие весь период существования здания: от собственного веса (массы) здания, давления грунта.

**Портал** – архитектурно оформленный проем, чаще являющийся входом в здание.

**Поясок** – см. карниз.

**Привязка** – 1) расстояние от разбивочной модульной оси до грани или геометрической оси конструкции; 2) внесение дополнений в повторно или многократно применяемый проект, вызванных конкретными природными условиями и другими объективными факторами.

**Прочность** – способность материала и конструкций воспринимать внешние воздействия без разрушений и существенных остаточных деформаций.

**Работоспособность** – в строительстве – состояние, при котором здание и его элементы способны нормально функционировать в заданных режимах.

**Разбивочные модульные оси** – система линий на чертеже, проведенных во взаимно перпендикулярных направлениях, имею-

щих заданные координаты и определяющих местоположение всех основных несущих конструкций сооружения.

**Районная планировка** – план экономического развития территории, включающий промышленные зоны, транспортные артерии, сельскохозяйственные территории и т.д.

**Рампа** – пандус криволинейного очертания (см. пандус).

**Рандбалка** – многопролетная балка, опирающаяся на столбы фундамента и воспринимающая нагрузку от вышерасположенной кирпичной или каменной клаки стены.

**Растущая градация** – в строительстве – увеличение модульных разностей между смежными величинами ряда модулированных размеров зданий.

**Реконструкция** – коренное переустройство, перестройка с целью улучшения, усовершенствования, например реконструкция дома с изменением объема надстройкой, пристройкой и встройкой или реконструкция микрорайона, квартала и групп зданий с реставрацией памятников архитектуры и истории капитальным ремонтом и модернизацией зданий, сносом малоценных строений и строительством новых сооружений.

**Ремонт** – исправление дефектов, наладка, замена элементов. Текущий ремонт – устранение мелких неисправностей, капитальный ремонт – частичная или полная смена конструкций и инженерных систем.

**Ремонтопригодность** – одно из свойств надежности, заключается в приспособленности объекта к его техническому обслуживанию и ремонту.

**Ригель** – горизонтальный несущий элемент каркасного здания, на который опирается перекрытие.

**Ростверк** – конструкция свайного фундамента в виде плиты или балки, объединяющей сваи в одну систему, служащую для равномерной передачи нагрузки на основание.

**Самонесущие стены** – воспринимают нагрузку только от собственного веса на всю высоту стены и передают ее на фундамент.

**Сандрик** – небольшой карниз (см.), расположенный над проемами стены на фасаде здания, иногда опирающийся на консоли. Часто имеет фронтоны.

**Система осмотров** – неотъемлемая часть технической эксплуатации – заключается в постоянном наблюдении за работой элементов и инженерным оборудованием зданий.

**Система ремонтов** содержит текущие планово-предупредительные и аварийные ремонты, выборочные и комплексные капитальные ремонты. Система ремонтов несет профилактические функции, направленные на предупреждение преждевременного износа сооружения (здания) и его элементов.

**Совмещенное покрытие** – верхняя горизонтальная ограждающая конструкция, совмещающая функции чердачного перекрытия и кровли.

**Сооружение** – строение, подземное, наземное, не предназначенное для жизнедеятельности людей (например, станции метро, тоннели, водонапорные башни, мосты...).

**Спринклер** – оросительная головка, устанавливается на системах пожаротушения. Снабжена тепловым замком – клапаном, закрытым легкоплавким припоем. Автоматически действует при повышении температуры выше критической.

**Срок службы** – календарная продолжительность эксплуатации сооружения или его элемента до момента возникновения предельного состояния. Различают срок службы нормативный и фактический.

**Стандартизация** – в строительстве – установление и применение единых общеобязательных норм и требований к конструкциям, проектам и технологии строительства. Средства стандартизации – унификация, типизация и нормализация.

**Стена** – основной конструктивный элемент в стеновой конструктивной системе: наружная, внутренняя; капитальная; несущая и т. п.

**Степень огнестойкости** – время сопротивления конструкции действию огня до потери несущей способности или до прогрева конструкции на противоположной от источника огня стороне до температуры 140 °С – измеряется в часах.

**Стилобат** – верхняя поверхность ступенчатого, сильно выступающего из плоскости стен цоколя.

**Стоимость строительства сметная** – денежное выражение затрат, необходимых для строительства и ввода в действие объекта, называемых единовременными.

**Стоимость эксплуатации** – ежегодные затраты на содержание и ремонт объекта и прилегающей территории.

**Столбчатый фундамент** – фундамент в виде отдельностоящих столбов. Обычно используется для опирания колонн.

**Строительство** – возведение зданий и сооружений.

**Строительная физика** – совокупность научных знаний, охватывающих изучение физических явлений и процессов, происходящих в ограждающих конструкциях, окружающей среде и помещениях здания. Основные разделы строительной физики – теплотехника, строительная и архитектурная акустика, светотехника, строительная климатология и др.

**Стропильная балка (стропильная нога)** – наклонная несущая конструкция скатной крыши.

**Стулья** – простейший фундамент под небольшие сооружения.

**Тамбур** – проходное помещение для входа в здание с последовательно открывающимися дверями, препятствующими проникновению холодного воздуха извне.

**Тектоника** – (*строение*) конструктивное решение архитектурного сооружения, выявленное и использованное в архитектурных целях, проявление работы конструкции под нагрузкой в архитектурной форме, а также в примененных строительных материалах, художественное выражение закономерностей конструктивного построения здания или сооружения.

**Технико-экономические показатели** – количественное выражение факторов, определяющих эффективность проекта или организации эксплуатации сооружения.

**Техническая эксплуатация** – комплекс мероприятий, включающий техническое обслуживание, текущий и капитальный ремонт, направленных на обеспечение нормального функционирования сооружения (здания) и его элементов в течение всего срока службы.

**Техническое обслуживание** – мероприятия по содержанию конструкций и инженерных систем, которыми совместно с текущими ремонтами обеспечивают бесперебойность работы и надежность сооружения (здания). Комплекс технического обслуживания объединяет содержание, подготовку к сезонной эксплуатации, осмотры и наладку элементов и систем.

**Типизация** – в строительстве – сведение количества типоразмеров конструкций к обоснованному небольшому количеству, из которых могут «собираться» достаточно разнообразны здания. Типизация распространяется не только на конструкции, но и на проектные решения зданий массового назначения – жилых домов, детских садов, школ и т. п.

**Унификация** – в строительстве – приведение размеров частей зданий и размеров и форм конструктивных элементов к единообразию.

**Устойчивость (жесткость)** – способность сохранять равновесие и конструктивную форму в процессе эксплуатации.

**Фаркопф** — натяжное устройство растяжки обычно с резьбовым натяжением.

**Ферма** – плоская геометрически неизменяемая стержневая система значительной высоты, используемая для выполнения перекрытий и покрытий над большими помещениями.

**Фронтон** – завершение, обычно треугольное, фасада здания, портика, колоннады, ограниченное двумя скатами крыши, фронтон украшают и сандрики.

**Фундамент** – подземная часть сооружения, воспринимающая всю нагрузку от здания и передающая ее на основание, а также обеспечивающая устойчивость здания в целом.

**Фундаментная балка** – горизонтальный несущий элемент, предназначенный для восприятия нагрузок от стен при использовании столбчатых фундаментов.

**Цоколь** – нижняя часть стены, расположенная непосредственно над фундаментом.

**Шумозащита** – создание благоприятного звукового режима внутри помещений и на территории. Осуществляется с помощью грамотного размещения зданий, использования специальных типов зданий и ограждающих конструкций

**Щипец** – верхняя часть торцовых стен здания, ограждающая чердак при двух- и трехскатной крыше.

**Эксплуатация** – использование для определенных нужд и обслуживание здания в течение нормального срока службы.

**Эргономика** – наука, определяющая размеры человека в процессе его жизнедеятельности, а также размеры мебели, оборудования, формирования рабочего места и т. п.

**Эркер** — выступ на фасаде, многоугольный или полукруглый, застекленный целиком или имеющий несколько окон.

**Эскалатор** – «движущаяся лестница» – механическое средство вертикальных коммуникаций в здании для подъема с этажа на этаж непрерывного действия.

**Этаж** – совокупность помещений в здании, полы которых расположены на одном уровне.

**Этаж антресольный** – верхний этаж высокого помещения, частично разделенного на два этажа. В современном доме предназначается для хранения вещей.

**Этаж мансардный (мансарда)** – полезное помещение под скатами кровли, выгороженное внутри свободного чердачного пространства, используемое для размещения жилых или других полезных помещений.

**Этаж надземный** – этаж, уровень пола которого располагается выше уровня поверхности земли (тротуара, отмостки). Обычно имеет порядковый номер (первый, второй, третий...). Нумеруются надземные этажи снизу вверх.

**Этаж подвальный** – помещение с отметкой пола ниже отмостки или тротуара более чем на половину этажа.

**Этаж технический** – этаж, предназначенный для размещения инженерно-технического оборудования и коммуникаций. Может быть расположен в нижней части здания (техническое подполье), в верхней (технический чердак), либо в средней части (например, над проездом; либо над первым этажом жилого дома, в котором расположены помещения общественного назначения – магазины, офисы; в междуэтажном перекрытии промышленного здания с большими пролетами – в межферменном пространстве и т. п.)

**Этаж цокольный (полуподземный)** – помещение с отметкой пола ниже отмостки или тротуара меньше, чем на половину высоты этажа.

**Этаж чердачный (чердак)** – этаж (см.), расположенный между крышей и верхним перекрытием над последним надземным этажом.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. 100 деревянных домов. Справочное издание. – М.: Экология, 1992. – 191 с.
2. Алексеева Т.И. Региональные особенности градостроительства в Сибири и на Севере – Л., 1987. – 208 с.
3. Архитектурное проектирование жилых зданий: Учеб. для вузов. / Под ред. М.В. Лисициана, Е.С. Пронина. – М.: Стройиздат, 1990. – 488 с., ил.
4. Архитектурные конструкции / Под ред. З.А. Казбек-Казиева. – М.: Высшая школа, 1989. – 337 с., ил.
5. Архитектурные конструкции гражданских зданий. Части зданий, фундаменты. / Д.В. Кузнецов, Л.И. Армановский. – Киев, Будивельник, 1978. – 87 с., ил.
6. Архитектурные конструкции. / Н.Э. Бартонь, И.Е. Чернов. – М.: Высшая школа, 1985. – 330 с., ил.
7. Атлас деревянных конструкций. / К.Г. Гетц и др. – М.: Стройиздат, 1985. – 270 с., ил.
8. Бархин Б.Г. Методика архитектурного проектирования. – М.: Стройиздат, 1993. – 222 с.
9. Внутриквартирные лестницы // Архитектура сегодня. – 1991. – № 2. – с. 95.
10. Губернский Ю.Д., Лицкевич В.К. Жилище для человека – М.: Стройиздат, 1991 – 280 с., ил.
11. Исаков О.А. Применение теплопоглощающего стекла в гражданском строительстве // Жилищное строительство. – 1985. – № 1. – С. 10 – 11.
12. Конструктивные решения малоэтажных жилых домов / Ю.К. Осипов, Ю.М. Журавков. – Новокузнецк; Издательский центр СибГИУ, 1999. – 240 с.
13. Конструкции гражданских зданий / Под ред. Н.С. Дюрнбаума. Изд. Академии архитектуры СССР. – М., 1946. – 540 с.
14. Краткий справочник архитектора. Гражданские здания и сооружения / Ю.Н. Коваленко, В.П. Шевченко, И.Ф. Михайличенко. – Киев, 1975. – 704 с.

15. Лицкевич В.К. Жилище и климат. – М.: Стройиздат, 1984. – 288 с., ил.
16. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий. Изд. 2-е, доп. и перераб. – М.: Стройиздат, 2000. – 274 с.
17. Методические указания по проектированию жилых домов // Промышленное гражданское строительство. – 1993. – № 9. – С. 43–44.
18. Назаренко И.К. Проектирование ресурсосберегающего жилья в суровых природно-климатических и жестких антропогенных условиях: Пособие по проектированию – Новокузнецк, 2004. – 422 с., ил.
19. Нейферт Э. Строительное проектирование. Справочное пособие для архитекторов, инженеров и техников-строителей в двух книгах. / Пер. с нем. Калиша В.Г., Эстрова З.И., Данилова Н.Н. /Под ред. Хазанова Д.Б. – М.: Стройиздат, 1965. – 165 с.
20. Осипов Ю.К., Журавков Ю.М. Малоэтажное жилище: учеб. пособие. – Новокузнецк: СибГИУ, 1998. – 250 с.
21. Осипов Ю.К., Матехина О.В. Архитектурно-типологические основы проектирования жилых зданий: учеб. пособие / Сиб. гос. индустр. ун-т – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2013. – 253 с.
22. Осипов Ю.К., Матехина О.В., Журавков Ю.М. Архитектурные конструкции. Часть I. Фундаменты: учеб. пособие. – Новокузнецк, 2003 – 129 с.
23. Попова Е.В., Назаренко И.К. Сбережение теплоэнергетических ресурсов с помощью оконного заполнения // Научно-технический потенциал строительного комплекса Кузбасса: Материалы регионального научно-технического совещания. – Новокузнецк: Изд. СибГИУ, 1999. – с. 110–112.
24. Проектирование энергоэкономичных и энергоактивных гражданских зданий / В.С. Беляев, Л.П. Хохлова. – М.: Высшая школа, 1991. – 253 с., ил.
25. Савельев А.А. Конструкции крыш. Строительные системы. – М.: ООО «Издательство Аделант», 2009. – 120 с.

26. Свод правил по проектированию и строительству. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий. – М.: Стройиздат, 2004. – 229 с.
27. Соловьев С.П., Пермяков С.И., Липилин Д.П. Теплоизоляционные и электрообогреваемые остекления жилых и общественных зданий // Жилищное строительство. – 1980. – № 7. – С. 19–21.
28. Страшнов В.Г. Окно, создающее комфорт вашего жилища // Жилищное строительство. – 1994. – № 10. – С. 29.
29. Строительные нормы и правила. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий – М.: Стройиздат, 2003. – 46 с.
30. Строительные нормы и правила. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
31. Строительные нормы и правила СНиП II-7-81. Строительство в сейсмических районах.
32. Табунщиков Ю.А., Хромец Д.Ю., Матросов Ю.А. Тепловая защита ограждающих конструкций зданий и сооружений. – М.: Стройиздат, 1986. – 379 с.
33. Табунщиков и др. Инженерное оборудование зданий и сооружений. – М.: Высшая школа, 1989. – 237 с., ил.
34. Термины российского архитектурного наследия / В.И. Плужников. – М.: Искусство, 1995.
35. Хилл. П. Наука и искусство проектирования. – М.: Мир, 1973. – 262 с.
36. Частный малоэтажный дом для городской застройки / Ю.К. Осипов, Ю.М. Журавков. – Новокузнецк: Издательский центр СибГГМА, 1996. – 120 с.
37. Шевцов К.К. Проектирование зданий для районов с особыми природно-климатическими условиями: Учеб. пособие для студентов вузов по спец. «Промышленное и гражданское строительство». – М.: Высш. шк., 1986. – 232 с., ил.
38. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий: Учеб. пособие для техникумов. – Л.: Стройиздат, 1981. – 176 с., ил.

Учебное издание

Осипов Юрий Константинович  
Матехина Ольга Владимировна  
Семенов Александр Петрович

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
КОНСТРУКЦИИ И ДЕТАЛИ  
ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

Учебное пособие

Редакторы *Т.И. Комиссарова, Н.А. Лившиц*  
Компьютерная верстка *О.В. Матехиной, С.Ю. Бадалян*

Подписано в печать г.

Формат бумаги 60×84 1/16. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 23,71. Уч.-изд. л. 21. Тираж 1000 экз. Заказ 155