

Белорусский национальный технический университет

Факультет Архитектурный

**Кафедра «Архитектура производственных объектов и архитектурные
конструкции»**

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
Морозова Е.Б.

_____ 2022 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан факультета
Сардаров А.С.

_____ 2022 г.

**ЭЛЕКТРОННЫЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ПО
УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ «АРХИТЕКТУРА»**

Раздел 1 «Гражданские здания из мелкогабаритных элементов»

Составитель: Платонова Р.М.

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета архитектурного факультета 28 ноября 2022 г.,
протокол № 4

Ключевые слова: жилые здания, общественные здания, планировочные схемы, конструктивные системы, конструктивные схемы, строительные системы, фундаменты, каменные стены, оконные блоки, дверные блоки, перемычки, перегородки, мелкогабаритные перекрытия, крупногабаритные перекрытия, полы, лестницы, лифт, пандус, эскалатор, траволатор, чердачные скатные крыши, мансардные крыши, эксплуатируемые крыши, железобетонные крыши.

Перечень материалов.

Учебно-методический комплекс содержит электронный документ, состоящий из разделов:

1. Теоретический раздел представлен конспектом лекций с иллюстративными материалами к лекциям.
2. Практический раздел представлен тематикой научно-исследовательских работ и рефератов для самостоятельной подготовки и материалы для проведения практических учебных занятий.
3. Раздел контроля знаний содержит вопросы к зачету по дисциплине.
4. Вспомогательный раздел содержит учебную программу по дисциплине по дисциплине «Архитектура» раздел I «Гражданские здания из мелкогабаритных элементов» (регистр. №УД-АФ63-12/уч.), утвержденная 16.07.2017 г., перечнем учебников, учебных пособий и нормативно-справочной литературы, рекомендуемых к использованию в образовательном процессе.

Пояснительная записка

Цели ЭУМК.

Электронный учебно-методический комплекс разработан в соответствии с утвержденным учебным планом I ступени высшего образования для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» по учебной дисциплине «Архитектура», раздел 1 «Гражданские здания из мелкогабаритных элементов» и является доступным и наглядным изложением базовой информации дисциплины.

Целью изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущего инженера-строителя к архитектурно-конструктивному проектированию гражданских и промышленных зданий различного назначения, капитальности, этажности, конструктивного решения.

Задачей изучения дисциплины «Архитектура» является освоение основ проектирования гражданских и промышленных зданий и сооружений и их конструктивных элементов с учетом их функционального назначения, то есть создания для человека материально организованной среды, в которой протекает его жизнедеятельность. Достижение решения этой задачи обеспечивается комплексной методикой преподавания функциональных, конструктивных и эстетических основ проектирования, построенной на сочетании лекционных и практических занятий с курсовым проектированием, в котором теоретические знания закрепляются в процессе принятия и обоснования студентами (под руководством преподавателя) конкретных проектных решений.

Для изучения данного курса необходимо знание следующих дисциплин: «Инженерная графика», «Физика», «Химия», «Строительные материалы и изделия», «Сопротивление материалов».

В результате изучения дисциплины «Архитектуры» студент должен:

знать:

- основы архитектурно-конструктивного проектирования гражданских и промышленных зданий;
- основные конструктивные системы зданий и сооружений;
- виды конструкций жилых, гражданских и промышленных зданий, области их применения;
- основы проектирования и типологию современных зданий и сооружений надземного и подземного строительства;
- методологию объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений различного назначения;
- методы расчета технико-экономических показателей проектных решений зданий и сооружений;

уметь:

- пользоваться приемами и примерами объемно-планировочных и конструктивных решений гражданских и промышленных зданий;
- применять нормативно-техническую документацию;

- использовать нормативную, справочную и научную литературу;

владеть:

- проектированием гражданских и промышленных зданий на стадии техно-рабочего проекта;
- использованием учебно-методической и нормативной литературой по архитектурно-конструктивному проектированию.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

- УК-1. Владеть основами научной деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.
- УК-5. Быть способными к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.
- СК-5. Применять требования технологических нормативных правовых актов, разрабатывать проектную (конструкторскую) и иную техническую документацию для строительства.

Особенности структурирования и подачи учебного материала

Структура ЭУМК раздела I «Гражданские здания из мелкогабаритных элементов» дисциплины «Архитектура» включает восемь разделов: «Основы проектирования гражданских зданий», «Общие положения проектирования жилых зданий», «Принципы конструктивных решений жилых зданий», «Основания и фундаменты», «Наружные и внутренние стены и их элементы», «Перекрытия и полы», «Лестницы», «Проектирование покрытий».

Разделы предусматривают изложение тем по подразделам и пунктам и содержат рисунки, фотографии, таблицы, которые представлены как отдельными файлами, так и в тексте.

В рамках учебного комплекса представлены разделы:

- «Основы проектирования гражданских зданий» - в данном разделе последовательно представлены понятие об архитектуре, общие сведения о зданиях и сооружениях и требования, предъявляемые к зданиям, нагрузки и воздействия, основные части и конструктивные элементы здания, планировочные схемы зданий, вопросы индустриализации строительства, понятия унификации, типизации и стандартизации, модульная координация основных геометрических параметров в проектировании жилых и общественных зданий, номинальные, конструктивные и натурные размеры, правила привязки конструктивных элементов зданий к разбивочным осям;
- «Общие положения проектирования жилых зданий» - в разделе представлена классификация жилых зданий, основные требования, предъявляемые жилым зданиям, объемно-планировочные решения жилых зданий, малоэтажные жилые здания и противопожарная защита жилых зданий;
- «Принципы конструктивных решений жилых зданий», - в разделе

показаны основные и комбинированные конструктивные системы зданий, их конструктивные схемы и строительные системы зданий с примерами их применения, отмечены особенности строительства зданий малой и средней этажности в Республике Беларусь (РБ) и за рубежом;

- «Основания и фундаменты» - в разделе дано определение понятию «основание» и их классификация, представлены общие сведения о фундаментах с их конструктивными решениями основных видов (ленточных, свайных, столбчатых и сплошных) и наиболее эффективные конструкции фундаментов, применяемых в РБ;

- «Наружные и внутренние стены и их элементы», раздел, представляющий общие требования, классификацию и архитектурно-конструктивные детали стен. В нем также рассмотрены различные виды каменных стен из мелкогабаритных элементов и их составляющие: оконные и дверные проемы, перемычки, перегородки и вопросы утепления наружных стен при реконструкции;

- «Перекрытия и полы» - раздел, представляющий классификацию перекрытий и их различные конструктивные решения: по деревянным и металлическим балкам, железобетонные перекрытия, а также их неотъемлемая часть – полы;

- «Лестницы» - в разделе рассмотрены общие сведения о лестницах и их основные конструктивные решения и архитектурно-конструктивные детали: из мелкогабаритных элементов с различными материалами, сборные железобетонные из крупногабаритных элементов. Имеются краткие сведения о лифтах, пандусах, эскалаторах.

- «Проектирование покрытий» - в разделе дана классификация и основные требования, предъявляемые к покрытиям, представлены различные виды крыш: чердачные скатные крыши, мансардные, железобетонные малоуклонные и эксплуатируемые, отмечена важность и значимость применения деревянных ферм на металлических зубчатых пластинах в покрытиях гражданских зданий.

Содержание

Часть I. Теоретический раздел	8
Введение	8
Раздел 1. Гражданские здания из мелкогазмерных элементов	10
1. Основы проектирования гражданских зданий	10
1.1. Общие сведения о зданиях и сооружениях.	10
1.2. Требования, предъявляемые к зданиям.	16
1.3. Нагрузки и воздействия и основные конструктивные элементы здания.	18
1.4. Планировочные схемы зданий.	23
1.5. Индустриализация строительства. Понятие унификации, типизации и стандартизации.	25
1.6. Модульная координация основных геометрических параметров в проектировании жилых и общественных зданий. Номинальные, конструктивные и натурные размеры.	28
1.7. Правила привязки конструктивных элементов зданий к разбивочным осям.	30
2. Общие положения проектирования жилых зданий	34
2.1. Классификация жилых зданий.	34
2.2. Основные требования, предъявляемые к жилым зданиям.	36
2.3. Малоэтажные жилые здания.	37
2.4. Противопожарная защита жилых зданий.	44
3. Принципы конструктивных решений жилых зданий	52
3.1. Конструктивные системы зданий	52
3.2. Конструктивные схемы зданий	59
3.3. Строительные системы зданий и их применение	64
3.4. Особенности строительства зданий малой и средней этажности в Республике Беларусь и за рубежом	72
4. Основания и фундаменты	80
4.1. Понятие об основаниях, их классификация	80
4.2. Общие сведения о фундаментах	84
4.3. Конструктивные решения основных видов фундаментов	89
4.3.1. Ленточные фундаменты.	89
4.3.2. Столбчатые и сплошные фундаменты.	95
4.3.3. Свайные фундаменты.	97
4.4. Применение эффективных конструкций фундаментов в Республике Беларусь	104
5. Наружные и внутренние стены и их элементы	114
5.1. Общие требования и классификация стен	114
5.2. Архитектурно-конструктивные детали стен	120
5.3. Каменные стены из мелкогазмерных элементов	127
5.4. Оконные и дверные проемы	143

5.5. Перемычки	148
5.6. Перегородки	153
5.7. Утепление наружных стен при реконструкции	159
6. Перекрытия и полы	166
6.1. Классификация перекрытий.	166
6.2. Перекрытия по деревянным балкам.	168
6.3. Перекрытия по металлическим балкам.	173
6.4. Железобетонные перекрытия.	175
6.5. Монолитные и сборно-монолитные перекрытия	182
6.6. Полы.	187
7. Лестницы	197
7.1. Общие сведения о лестницах.	197
7.2. Лестницы из мелкогабаритных элементов.	203
7.2.1. Стеклопластиковые лестницы.	203
7.2.2. Лестницы с применением натуральных камней.	210
7.2.3. Деревянные лестницы.	212
7.2.4. Железобетонные лестницы из мелкогабаритных элементов.	219
7.3. Сборные железобетонные лестницы из крупногабаритных элементов.	221
7.4. Краткие сведения о лифтах, пандусах, эскалаторах и траволаторах	225
8. Проектирование покрытий	230
8.1. Классификация и основные требования, предъявляемые к покрытиям	230
8.2. Чердачные скатные крыши	242
8.3. Мансардные крыши	248
8.4. Применение ферм на металлических зубчатых пластинах в покрытиях гражданских зданий.	257
8.5. Железобетонные крыши.	265
8.6. Эксплуатируемые крыши.	276
Часть II. Практический раздел	287
Часть III. Раздел контроля знаний	335
Часть VI. Вспомогательный раздел	337

ЧАСТЬ I. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

ВВЕДЕНИЕ

«Архитектура» - дисциплина, изучающая элементы гражданских (жилых и общественных зданий), промышленных и сельскохозяйственных зданий.

Само слово «архитектура» происходит от древнегреческого слова *architekthon* (лат. *Architectura*) – строитель, зодчество - *искусство и наука строить, проектировать здания и сооружения* (включая их комплексы), а также сама совокупность зданий и сооружений, создающих пространственную среду для жизни и деятельности человека. Архитектура создает материально организованную среду, необходимую *людям* для их жизни и деятельности, в соответствии с их устремлениями, а также современными *техническими* возможностями и *эстетическими* воззрениями. В архитектуре взаимосвязаны функциональные (назначение, польза), технические (прочность, долговечность) и эстетические (красота) свойства объектов.

Архитектурные работы часто воспринимаются как произведения искусства, как культурные или политические символы. Исторические *цивилизации* характеризуются своими архитектурными достижениями. Архитектура позволяет выполняться жизненным функциям общества, в то же время направляет жизненные процессы. Однако архитектура создается в соответствии с возможностями и потребностями людей.

Еще в I в. до н.э. римским архитектором Витрувием была создана основополагающая формула: польза, прочность, красота, которая остается справедливой и сейчас, наполняясь в зависимости от времени и места новым конкретным содержанием.

Польза (социальный заказ общества) + Прочность (инженерные конструкции) + Красота (сочетание отдельных элементов в единое гармоничное целое).

Польза — это цель, ради которой создается здание или сооружение, то есть функциональное предназначение.

Прочность — обязательное условие материального существования здания.

Красота нужна для удовлетворения наших эстетических потребностей.

Архитектура одновременно решает три задачи: функциональную, конструктивную и идейно-художественную.

Архитектурой называют область человеческой деятельности, направленную на создание зданий и сооружений, и их комплексов для удовлетворения социально-бытовых и духовно-эстетических потребностей общества.

Назначение архитектуры: создание искусственной среды, в которой протекают жизненные процессы общества и отдельных людей.

Таким образом, архитектура определяется, как искусство проектировать и строить.

Сама архитектура не является наукой, но использует для решения своих задач достижения многих областей знания. Задача архитектора заключается в разработке законченной идеи архитектурного объекта и представлении ее в графическом виде. Архитектура, как проект, является результатом творческого процесса, который называется *архитектурным проектированием*.

Процесс возведения архитектурных объектов - *строительный процесс или строительство*. Инженеры-строители занимаются строительным проектированием, разрабатывая рабочую проектную документацию на строительство архитектурных объектов, непосредственно организуют и руководят строительным процессом.

Архитектура и строительство, в конечном счете, имеют единую цель - формирование среды для жизни и деятельности людей, поэтому неразрывно связаны друг с другом.

РАЗДЕЛ 1. ГРАЖДАНСКИЕ ЗДАНИЯ ИЗ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

1. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

1.1. Общие сведения о зданиях и сооружениях.

В строительной практике различают понятия «здание» и «сооружение».

Здания — это наземные сооружения, имеющие внутреннее пространство, предназначенное для удовлетворения тех или иных потребностей человеческого общества (жилые дома, вокзалы, заводские корпуса).

Наземные сооружения, не имеющие внутреннего пространства, а также все подземные и подводные сооружения носят название **инженерных сооружений**.

Сооружения - все, что искусственно возведено человеком для удовлетворения материальных и духовных потребностей общества.

Внутреннее пространство здания состоит из отдельных помещений.

Помещение — это огражденное со всех сторон единое пространство внутри здания (рис.1.1 -1.3). Помещения, полы которых находятся на одном уровне, образуют этаж.



Рис.1.1. – Интерьер жилого помещения

В зависимости от расположения этажи бывают *подвальные, цокольные, надземные и мансардные*. Если заглубление менее половины высоты помещения, то этаж называют **цокольным**, а 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.



Рис.1.2. – Интерьер общественного помещения



Рис.1.3. – Интерьер офиса в промышленном здании

Все здания в зависимости от их назначения подразделяются на:

- *гражданские (жилые и общественные);*
- *промышленные;*
- *сельскохозяйственные*

К гражданским относят здания, предназначенные для обслуживания бытовых и общественных потребностей людей.

Жилые здания (рис.1.4) - жилые дома, гостиницы, общежития. В зависимости от места расположения гражданские здания могут быть городского или сельского типа.



Рис.1.4. Жилые здания

К *общественным зданиям* (рис.1.5) и их комплексам относят здания, в которых протекают один или несколько взаимосвязанных процессов жизнедеятельности людей. Они предназначены для кратковременного или длительного пребывания.



Рис.1.5. Общественные здания

Общественные здания могут быть предназначены для целей образования, воспитания и подготовки кадров (дошкольные учреждения, общеобразовательные и специализированные школы и школы-интернаты, гимназии, лицеи, профтехучилища, средние специальные учебные заведения, колледжи и высшие учебные заведения); здания и сооружения системы здравоохранения, отдыха, физической культуры и спорта (поликлиники, аптеки, санатории, дома-отдыха, пансионаты, здания спортивно-оздоровительные и другие); здания научно-исследовательских институтов (проектные и проектно-изыскательные институты, конструкторские бюро и другие); здания культурно-просветительные и зрелищные (библиотеки, музеи и выставки,

театры, кинотеатры и другие); здания предприятий бытового обслуживания населения; здания коммунального хозяйства; здания управления; здания для транспорта и другие.

Промышленные здания (рис.1.6) служат для осуществления в них производственных процессов различных отраслей промышленности. Они делятся на:

- производственные;
- подсобные;
- энергетические;
- складские.



Рис.1.6. Промышленные здания

Сельскохозяйственные здания (рис.1.7) - здания, в которых осуществляются производственные процессы, связанные с сельским хозяйством (здания для содержания скота и птицы, хранения и ремонта сельскохозяйственной техники и т.п.).



Рис.1.7. Сельскохозяйственные здания

По степени распространенности различают здания **массового**

строительства (жилые дома, магазины, школы, заводские цехи) и **уникальные** здания (крупные театры, музеи, административные здания областного и республиканского значения).

В зависимости от материала, из которого выполнены стены, все здания подразделяются на: **каменные; деревянные, бетонные** и другие.

По конструкциям стен – мелкоэлементные (из кирпича, керамического камня и другие), крупноэлементные (из крупных блоков, панелей, объемных блоков).

По способу возведения – возводимые из мелкоштучных изделий (кирпича, керамического камня), полносборные, монтируемые из конструкций и деталей заводского изготовления.

По степени долговечности: I - со сроком службы более 100 лет, II– 50 – 100 лет, III – 20 – 50 лет, IV– до 20 лет.

По степени огнестойкости здания делятся на 8 степеней огнестойкости (ТКП 45-2.02-142-2011 (02250) «Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации»):

Огнестойкость характеризуется:

- пределом огнестойкости (R, измеряется временем в минутах от начала стандартного огневого испытания до наступления нормируемого предельного состояния, для данной конструкции 1 степень – 120мин.; 7 степень – 15мин.; 8 - не нормируется);

- классом пожарной опасности основных строительных конструкций: К0 - не пожароопасные; К1 - мало пожароопасные; К2 – умеренно пожароопасные; К3 – пожароопасные. Минимальная степень огнестойкости здания- 1.

Здания, сооружения, а также их части подразделяют на классы функциональной пожарной опасности:

Ф1 – здания для постоянного проживания и временного пребывания людей (дошкольные учреждения, больницы, дома престарелых, гостиницы, общежития, многоквартирные и многоквартирные жилые дома);

Ф2 – Здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений (театры, концертные залы, музеи, цирки, клубы);

Ф3 – здания предприятий по обслуживанию населения (предприятия торговли, вокзалы, станции метрополитена, поликлиники, амбулатории, аптеки, почты);

Ф4 – здания органов управления, учреждений образования, научных и проектных учреждений (школы, ССУЗ, ВУЗ, банки, конторы, офисы, пожарные депо);

Ф5 – здания, сооружения и помещения производственного и складского назначения (производственные здания, мастерские, складские здания, гаражи-стоянки, сельскохозяйственные здания, административные и бытовые здания предприятий).

По классам, то есть по совокупности требований, касающихся степени долговечности, огнестойкости и других эксплуатационных качеств в соответствии с СТБ 2331-2015 «Здания и сооружения. Классификация. Основные положения» подразделяются на следующие классы сложности:

К-1 - высотные здания; большепролетные здания и сооружения с пролетами св. 100 м; производственные и складские здания и сооружения площадью св. 40 000 м²; здания и сооружения, в которых используют, хранят и транспортируют взрывчатые и взрывоопасные продукты, высокотоксичные и сильнодействующие ядовитые вещества в определенных количествах; здания и сооружения атомной энергетики; здания и сооружения тепловой энергетики мощностью выше 50 МВт; сооружения метрополитенов; аэродромные сооружения и др.;

К-2 - здания повышенной этажности; здания с массовым пребыванием людей; большепролетные здания и сооружения с пролетами от 36 до 100 м; производственные и складские здания и сооружения площадью св. 20 000 до 40 000 м²; здания и сооружения по хранению и переработке зерна, кроме сооружений зерноочистительно-сушильных комплексов; здания и сооружения животноводческих комплексов выращивания крупного рогатого скота, доращивания и откорма молодняка — на 6 тыс. и более скотомест; здания и сооружения животноводческих комплексов выращивания свиней — на 54 тыс. и более голов в год; здания и сооружения птицеводческих комплексов по производству яиц — на 300 тыс. голов и более; по производству мяса птицы — на 6 млн и более бройлеров в год, 500 тыс. и более утят и индюшат в год и др.;

К-3 - здания и сооружения различного назначения высотой св. 15 до 30 м; производственные и складские здания и сооружения площадью св. 5000 до 20 000 м²; сооружения зерноочистительно-сушильных комплексов; здания и сооружения животноводческих комплексов по производству молока; здания и сооружения животноводческих комплексов выращивания крупного рогатого скота, доращивания и откорма молодняка, свиноводческие, птицеводческие, овцеводческие, козоводческие, коневодческие, звероводческие и кролиководческие; здания и сооружения тепличных комбинатов и теплиц площадью св. 1 га; здания учреждений дошкольного образования вместимостью св. 50 мест; здания школ и учебных корпусов школ-интернатов вместимостью св. 200 до 1000 учащихся; здания учебных корпусов средних специальных и высших учебных заведений, которые по техническим характеристикам не могут быть отнесены к классу сложности К-1 или К-2; здания спальных корпусов школ-интернатов и интернатов при школах вместимостью до 800 мест; здания домов для престарелых и инвалидов; здания лечебных и амбулаторно-поликлинических учреждений, которые по техническим характеристикам не могут быть отнесены к классу сложности К-1 или К-2; здания и сооружения музеев и выставок, которые по техническим характеристикам не могут быть отнесены к классу сложности К-1 или К-2; здания торговых объектов торговой площадью св. 1000 до 5000 м²; культовые здания и сооружения, которые по техническим характеристикам не могут быть

отнесены к классу сложности К-1 или К-2; здания и сооружения автозаправочных станций, в том числе в состав которых входят объекты сопутствующего сервиса (объекты торговли и общественного питания, пункты поста, станции технического обслуживания, мойки, охраняемые стоянки и т. п.) и др.;

К-4 - здания и сооружения различного назначения высотой до 15 м; производственные и складские здания и сооружения площадью до 5000 м²; здания и сооружения тепличных комбинатов и теплиц площадью до 1 га; сооружения ветроэнергетических и гелиоэнергетических установок; здания торговых объектов торговой площадью до 1000 м²; здания учреждений дошкольного образования вместимостью до 50 мест; здания школ и учебных корпусов школ-интернатов вместимостью до 200 учащихся; здания одноэтажных надземных гаражей-стоянок боксового типа без подвала, с выездами непосредственно наружу, вместимостью св. 100 автомобилей; сооружения стоянок вместимостью св. 100 автомобилей; многоквартирные и блокированные жилые дома, которые по техническим характеристикам не могут быть отнесены к более высокому классу и др.;

К-5 - многоквартирные, а также блокированные, состоящие из двух квартир, жилые дома высотой до 7 м; временные здания и сооружения; сооружения сезонного и вспомогательного назначения, навесы, ограждения и т. п.; павильоны, киоски торгового и вспомогательного назначения комплектного заводского изготовления площадью до 50 м²; мобильные (инвентарные) здания или сооружения; садовые домики, хозяйственные постройки на приусадебных, садовых и дачных участках; отдельно стоящие здания и сооружения подсобного и вспомогательного назначения сельскохозяйственных агропромышленных комплексов площадью до 200 м² и др.

1.2. Требования, предъявляемые к зданиям

Основными требованиями, предъявляемыми к зданию, являются:

- функциональная целесообразность;
- прочность;
- архитектурная выразительность;
- экономичность.

Функциональная целесообразность здания заключается в полном соответствии его своему назначению. Функциональной целесообразности должны подчиняться объемно-планировочные решения (состав и размеры помещений, их взаимосвязь) и конструктивные решения (конструктивная схема здания, материал основных конструкций, отделочные материалы). В соответствии с функциональным назначением к отдельным помещениям здания предъявляются требования по обеспечению надлежащей освещенности, температуры и влажности внутреннего воздуха, звукоизоляции помещения, вентиляцией, отоплением, водо- и газоснабжением, канализацией, лифтами,

бытовым оборудованием, теле- и радиофикацией и другим инженерным оборудованием, а также требования к отделке помещений можно объединить как требования по *благоустройству здания*, которые относятся к группе требований функциональной целесообразности.

Прочность здания — это его способность не разрушаться, в какие бы условия при своей эксплуатации оно ни попало. Прочность здания обеспечивается прежде всего прочностью основных конструкций. Понятие «прочность» включает понятие - *устойчивость здания*, то есть сопротивление опрокидыванию и сдвигу, *жесткость* здания - неизменяемость его геометрических форм и размеров, *долговечность* здания также относится к прочностным показателям.

Требуемая степень долговечности здания обеспечивается выбором для основных конструкций здания строительных материалов, имеющих надлежащую огнестойкость, морозостойкость, влаго- и биостойкость, стойкость против коррозии.

Требования *архитектурной выразительности*, связанные с понятием красоты в архитектуре, рассматриваются в курсе «Архитектурное проектирование».

Экономичность строительства — одно из важнейших требований, значение которого особенно возрастает при увеличении масштабов строительства, при его массовом характере.

Все эти разнородные требования при проектировании следует учитывать *комплексно* в их взаимосвязи и взаимозависимости от особенностей окружающей среды.

Здания в Республике Беларусь должны проектироваться с учетом необходимости:

- обеспечения требуемой эксплуатационной надежности, капитальности и долговечности;
- обеспечения возможности создания разнообразных объемно-планировочных решений при проектировании, трансформации их при строительстве и эксплуатации;
- разделения функций несущих и ограждающих конструкций;
- снижения материалоемкости, трудоемкости, сметной стоимости строительства, эксплуатационных расходов, а также экономии энергетических ресурсов;
- применения эффективных строительных материалов и конструкций, максимального и пользования имеющейся базы производства строительных материалов, изделий и конструкций;
- снижения массы несущих и ограждающих конструкций;
- наиболее полного использования физико-механических свойств материалов, а также прочностных и деформационных характеристик грунтов основания.

1.3. Нагрузки и воздействия и основные конструктивные элементы здания

В процессе строительства и эксплуатации здание испытывает на себе действие различных нагрузок (рис.1.8).

Внешние воздействия можно разделить на два вида: *силовые и не силовые* или воздействия среды.

К **силовым** воздействиям относятся различные виды нагрузок:

- **постоянные** – от собственного веса (массы) элементов здания, давления грунта на его подземные элементы;
- **временные (длительные)** – от веса стационарного оборудования, длительно хранящихся грузов, собственного веса постоянных элементов здания (например, перегородок);
- **кратковременные** – от веса (массы) подвижного оборудования (например, кранов в промышленных зданиях), людей, мебели, снега, от действия ветра;
- **особые** – от сейсмических воздействий, воздействий в результате аварий оборудования и т.п.

К **не силовым** относятся:

- **температурные воздействия**, вызывающие изменения линейных размеров материалов и конструкций, которое приводит в свою очередь к возникновению силовых воздействий, а также влияющие на тепловой режим помещения;
 - **воздействия атмосферной и грунтовой влаги**, а также **парообразной влаги**, содержащейся в атмосфере и в воздухе помещений, вызывающие изменения свойств материалов из которых выполнены конструкции здания;
 - **движения воздуха** вызывающее не только нагрузки (при ветре), но и его проникновение внутрь конструкции и помещений, изменение их влажностного и теплового режима;
- воздействие лучистой энергии** солнца (солнечная радиация) вызывающие в результате местного нагрева изменение физико-технических свойств поверхностных слоев материала, конструкций, изменение светового и теплового режима помещений;
- **воздействие агрессивных химических примесей**, содержащихся в воздухе, которые в присутствии влаги могут привести к разрушению материала конструкций здания (явлению коррозии);
 - **биологические воздействия**, вызываемые микроорганизмами или насекомыми, приводящие к разрушению конструкций из органических строительных материалов;
 - **воздействие звуковой энергии** (шума) и вибрации от источников внутри или вне здания.

По месту приложения усилий **нагрузки** разделяются на:

- **сосредоточенные** (например, вес оборудования);

- **равномерно-распределенные** (собственный вес, снег).

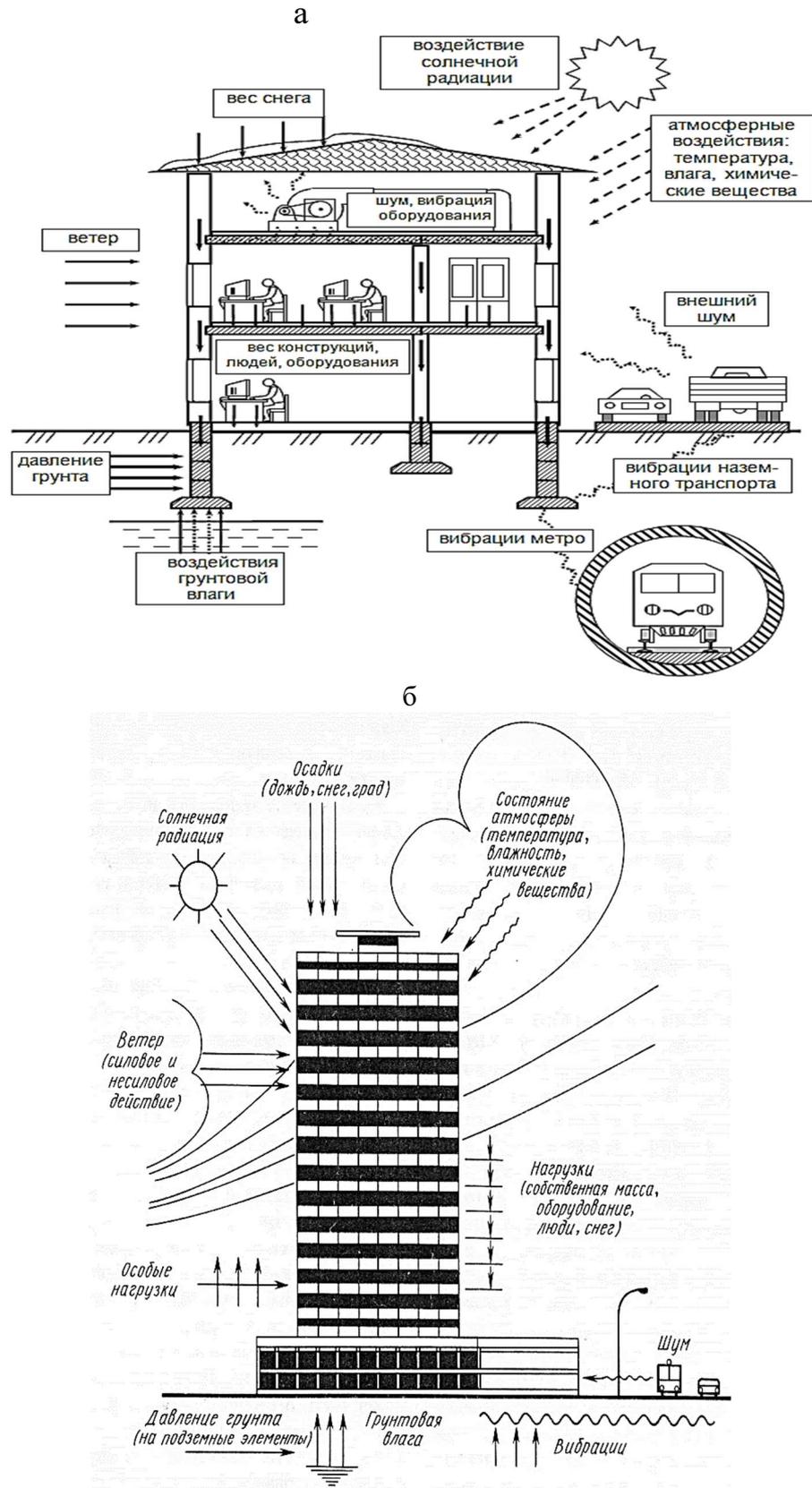


Рис. 1.8. Нагрузки и воздействия на здание: а – малоэтажное; б -многоэтажное.

По характеру действия нагрузки могут быть:

- **статическими**, т.е. постоянными по величине во времени;
- **динамическими** (ударными).

По направлению:

- горизонтальные (ветровой напор);
- и вертикальные (собственный вес).

Таким образом, на здание действует самые различные нагрузки по величине, направлению, характеру действия и месту приложения. Может получиться такое сочетание нагрузок, при котором все они будут действовать в одном направлении, усиливая друг друга. Именно на такие неблагоприятные сочетания нагрузок рассчитывают конструкции здания. Следует помнить, что воздействия на конструкции начинаются с момента их изготовления, продолжаются при транспортировке, в процессе возведения здания и его эксплуатации.

В основу планировочного решения здания должно быть положено осуществление функционального процесса. При составлении проекта плана здания необходимо, прежде всего, установить состав отдельных помещений, их форму и размеры в зависимости от характера размещения людей и оборудования.

Помещения, составляющие объем здания, по их роли в функциональном процессе подразделяются на группы:

- **основные** – соответствуют основным функциям здания (жилые комнаты жилых домов, школьные классы и кабинеты, зрительные залы театров и кино, торговые залы магазинов);

- **вспомогательные** – предназначены для обеспечения основных функций здания, но не определяют их (конференц-залы, архивы, фойе и кулуары театров, подсобные помещения магазинов и музеев и др.);

- **обслуживающие** – повышающие комфорт и санитарно-гигиенические условия, но не имеющие прямого отношения к основной функции здания (вестибюли, холлы, санитарные узлы, буфеты общественных зданий);

- **коммуникационные** – необходимы для связи внутри здания (лестницы, лифты, эскалаторы, коридоры, галереи);

- **технические** – иногда целые этажи – предусматривают для размещения инженерно-технического оборудования (машинные отделения лифтов, камеры мусоросборные, вентиляционные и кондиционирования).

Соответствующий функциям здания набор помещений в процессе архитектурного проектирования складывается в объем определенной формы. Общую форму здания, основанную на простых или сложных геометрических телах, расчленяют разнообразные элементы: ризалиты, эркеры, балконы, лоджии, оконные и дверные проемы, ниши, раскреповки, колонны, пилястры, карнизы, пояса, швы, цоколи, пилястры, тяги, карнизы, аттики, фронтоны, сандрики, порталы и т.д.

Здание состоит из отдельных взаимосвязанных между собой частей, имеющих определенное назначение. Эти части подразделяются на три основные группы: **объемно-планировочные элементы** — крупные части, на которые можно разделить весь объем здания (этаж, лестничная клетка, веранда, чердак, мансарда и т. д.); **конструктивные элементы** — отдельные части здания, которые определяют структуру здания, составляют его скелет (фундаменты, стены, отдельные опоры, перекрытия, лестницы и др.); **строительные изделия** — сравнительно мелкие элементы, из которых слагаются конструктивные элементы (стены выкладываются из отдельных кирпичей, лестницы — из ступеней и косоуров, перекрытия — из отдельных плит и балок и т. д.).

По своему назначению все конструктивные элементы здания подразделяются на **несущие и ограждающие**.

Несущие конструктивные элементы воспринимают все нагрузки, возникающие в здании или действующие на здание, **ограждающие** отделяют помещения от внешнего пространства и одно помещение от другого. В ряде случаев конструктивные элементы выполняют и несущую, и ограждающую функции одновременно.

Основными конструктивными элементами (рис.1.9) здания являются: фундаменты, стены, отдельные опоры, перекрытия, крыши, лестницы, перегородки, двери, окна.

Фундаменты представляют собой нижние, подземные части здания, которые воспринимают на себя всю *нагрузку от* здания и действующих на него сил (ветер, снег и др.) и распределяют эту нагрузку на грунт.

Стены — вертикальные ограждающие конструкции, бывают наружные и внутренние. Часто они выполняют и несущую функцию. В зависимости от этого их разделяют на *несущие, самонесущие и ненесущие* (навесные).

Несущие стены воспринимают нагрузку от перекрытий и крыши здания и передают их вместе с собственным весом на фундамент.

Самонесущие стены тоже опираются на фундамент, но передают ему лишь собственный вес, так как являются только ограждающими конструкциями и не воспринимают нагрузок от перекрытий и крыши.

Навесные стены — только ограждающие конструкции, но опираются не на фундамент, а на колонны или перекрытия с помощью специальных конструктивных деталей.

Отдельные опоры (колонны, стойки, столбы) — вертикальные несущие элементы, воспринимающие нагрузку от перекрытий и других элементов здания (например, от навесных стен), и передающие эту нагрузку вместе с собственным весом на фундамент.

Крыша - конструкция, защищающая здание от атмосферных осадков. Крыша состоит из водонепроницаемой оболочки — *кровли* и поддерживающих ее несущих конструкций. При отсутствии чердака верхнее перекрытие называют *совмещенным покрытием*.

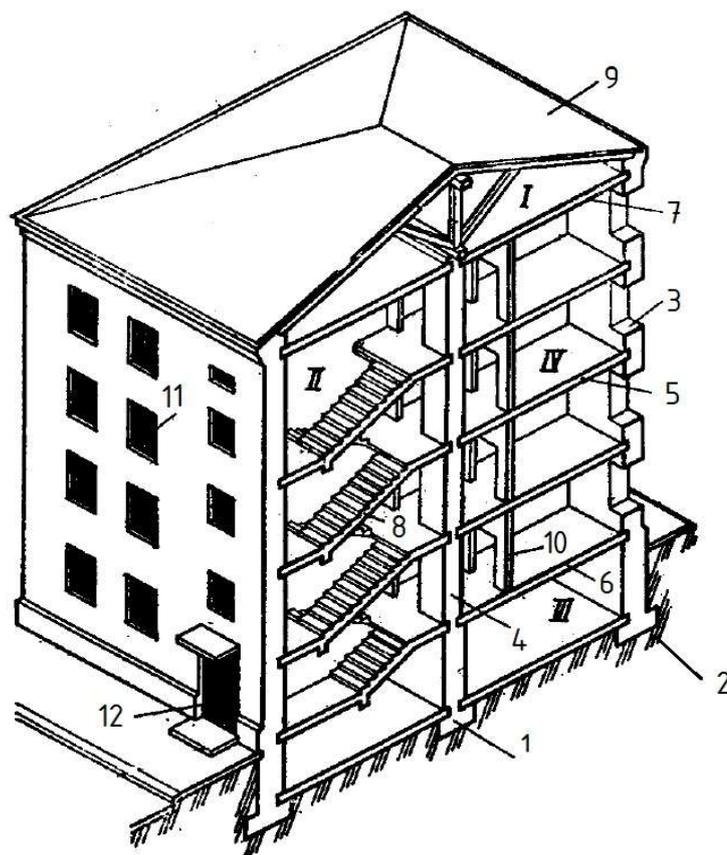


Рис.1.9. Основные конструктивные элементы здания: 1– фундамент; 2 - основание; 3 – наружная стена; 4 – внутренняя стена; 5 - междуэтажное перекрытие; 6 - надподвальное перекрытие; 7 – чердачное перекрытие; 8 – лестничная клетка с маршем; 9 – крыша; 10 – перегородка; 11 – окно; 12 – дверь.

Лестница — конструкция, которая служит средством сообщения между этажами. Лестницы бывают внутренние и наружные. Внутренние лестницы по противопожарным требованиям ограждают со всех сторон несгораемыми стенами. Это помещение называется *лестничной клеткой*.

Перегородки — вертикальные ограждающие конструкции, отделяющие одно помещение от другого. Перегородки опираются на междуэтажные перекрытия и этим отличаются от внутренних стен, которые опираются на фундамент.

Двери — проемы в стенах и перегородках для сообщения между отдельными помещениями — заполняют, как правило, деревянными конструкциями, которые, называются *дверным блоком*. Дверной блок состоит из коробки и дверного полотна.

Окна — проемы в наружных стенах, предусмотренные для обеспечения помещений естественным освещением, для зрительной связи внутреннего пространства с наружным и для проветривания помещений. Проемы заполняют ограждающей светопрозрачной конструкцией, которая называется *оконным блоком*, состоящим из коробки и переплетов.

Существуют и другие конструктивные элементы зданий: балконы, козырьки, шахты лифтов, фонари и др. Но, не являясь обязательными для каждого здания, они не входят в состав основных конструктивных элементов. В состав здания также входят санитарно-технические устройства и инженерное оборудование для нужд отопления, вентиляции, водоснабжения, мусороудаления, тепло-, электро- и газоснабжения и др.

1.4. Планировочные схемы зданий

Планировочные решения гражданских зданий очень разнообразны, так как отражают различные функциональные процессы, происходящие определенных условиях. Однако это многообразие решений сводится всего лишь к нескольким планировочным схемам: коридорной, анфиладной, центральной, зальной, секционной и смешанной (их сочетаниями).

Коридорная схема (рис. 1.10, а) характеризуется расположением помещений с одной, двух или частично с одной и частично с двух сторон коридора, связанного с лестничными клетками. При одностороннем расположении помещений планировка называется **галерейной** (рис.1.10, б). Через коридор или галерею осуществляется связь между помещениями, Коридорная схема широко применяется в различных гражданских зданиях: общежитиях, гостиницах, интернатах, административных, учебных, лечебно-профилактических и др.

При двустороннем расположении помещений освещение коридора обеспечивают через окна в торцовых стенах коридора. Длина общих коридоров в зданиях коридорной системы, освещенных естественным светом только с торцов, не должна превышать при освещении его с одного торца 20 м, а при освещении с двух торцов – 40 м.

При устройстве в общих коридорах кроме освещения с торцов дополнительного освещения через уширение коридоров (световые разрывы) расстояние между такими разрывами не должно превышать 20 м, а между световыми разрывами и окном в торце коридора – 30 м.

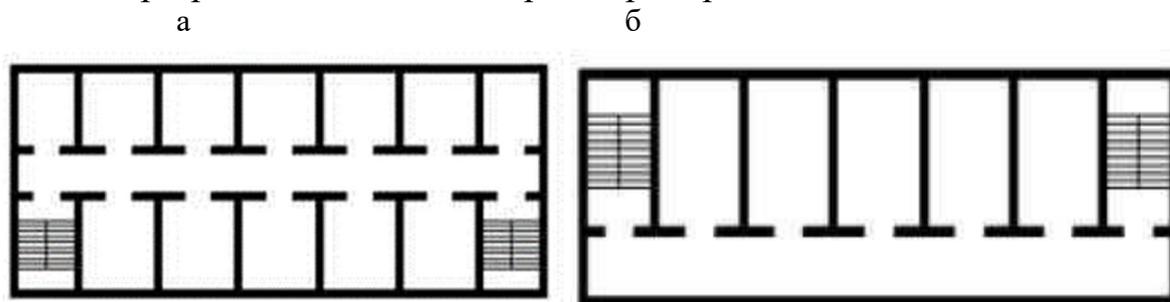


Рис.1.10. Коридорная (а) и галерейная (б) схемы

Анфиладная схема (рис.1.11) планировки характеризуется отсутствием коридоров: помещения располагают последовательно одно за другим, и связана

они между собой дверными проемами, расположенными по одной оси. Анфиладная схема, прежде всего распространенная в жилых, культовых и дворцовых постройках, имеет ограниченное применение: музеи и выставки, торговые здания.

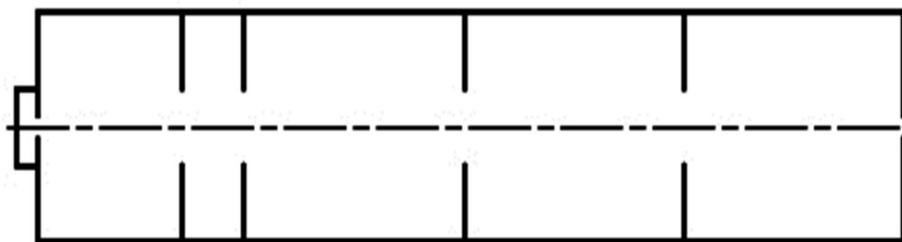


Рис.1.11. Анфиладная схема

Центрической (рис.1.12, а) называют такую планировочную схему, в которой четко выделяется: главное большое помещение, а вокруг него группируются второстепенные меньшие вспомогательные помещения. Примерами применения этой схемы могут быть зрелищные здания – театры, кинотеатры, концертные залы, цирки.

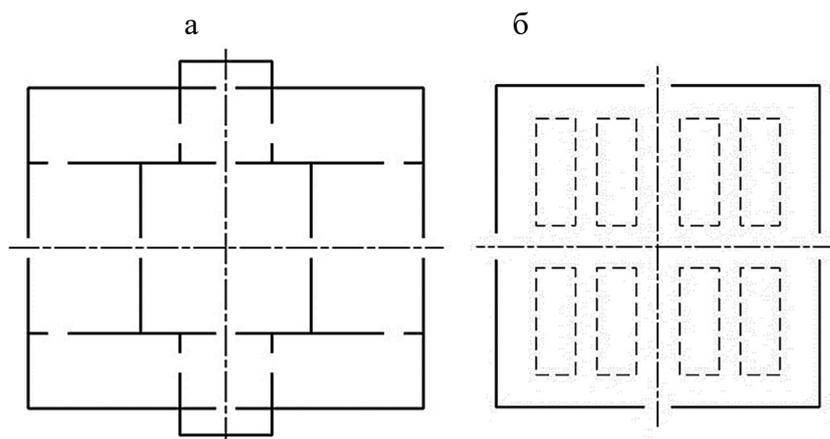


Рис.1.12. Центрическая (а) и зальная (б) схемы.

Зальная планировочная схема характерная для зданий, состоящих из одного помещения на этаже – крытых рынков, выставочных павильонов, спортивных сооружений, гаражей и т.п. (рис.1. 12, б).

Секционная схема включает ряд повторяющихся и изолированных друг от друга частей – секций. В пределах секции помещения могут быть расположены по разным планировочным схемам (рис.1.13). Эта схема широко применяется в жилых зданиях.

В многофункциональных и сложных по условиям строительства зданиях и комплексах, как правило, сочетается несколько планировочных схем. Композиционные схемы, в которых сочетается несколько планировочных схем, называют смешанными.

Смешанная схема планировки – в здании имеются основные помещения небольших размеров и основные помещения в виде больших залов.

Такая планировка применяется в зданиях высших учебных заведений (небольшие групповые аудитории и большие поточные аудитории-залы) и в зданиях проектных институтов (небольшие рабочие комнаты и проектные залы).

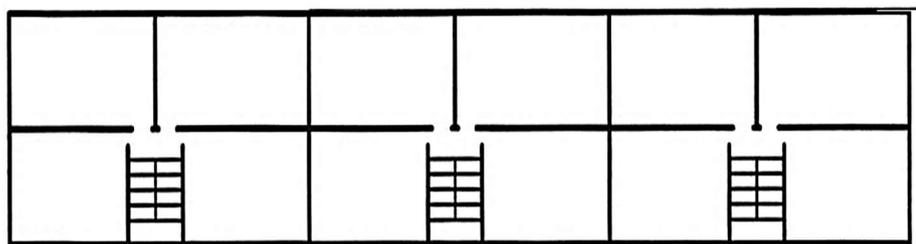


Рис.1.13. Секционная схема

1.5. Индустриализация строительства. Понятие унификации, типизации и стандартизации

Индустриализация строительства предполагает изготовление строительных конструкций в заводских условиях с применением специального оборудования, транспортировку готовых конструкций к месту строительства и монтаж их на строительной площадке. Монтаж готовых конструкций должен производиться механизированным способом и полностью исключить ручной труд по возведению основных конструкций здания.

Индустриализация строительства позволяет уменьшить расход материалов и трудовых затрат, улучшить качество, сократить сроки и снизить стоимость строительства. Индустриализация строительства предполагает не только механизацию строительных процессов, но и вызывает необходимость типизации конструктивных решений и стандартизации строительных изделий и деталей. Заводской способ производства требует уменьшения количества типоразмеров изделий и увеличения серийности выпуска. Только в этом случае заводское производство будет рентабельно. Значит, необходимо из всех применяемых размеров балок выбрать несколько размеров, наиболее употребляемых, и сделать их обязательными к применению.

Отбор лучших с технической и экономической сторон объемно-планировочных и конструктивных решений для многократного использования в строительстве называется *типизацией*. Типизация в нашей стране развивается по четырем основным направлениям:

1. Проектирование типовых зданий.

В основном проектируют типовыми жилые дома, общественные здания массового строительства (школы, торговые центры и др.), промышленные здания сельскохозяйственного и вспомогательного назначения (компрессорные, трансформаторные подстанции и др.).

2. Проектирование типовых объемно-планировочных элементов зданий.

В основном это секции жилых домов, отдельные планировочные узлы вспомогательных промышленных зданий и др. Применяя различные сочетания таких типовых элементов, можно создавать разнообразные компоновки зданий, успешно преодолевая однообразие застройки из полностью типовых домов.

3. Проектирование типовых конструкций и изделий.

В настоящее время у нас в стране нет конструктивных элементов, для которых не разработаны типовые решения. Фундаменты, колонны, балки, фермы, плиты и остальные конструктивные элементы здания имеют типовые решения для различных объемно-планировочных схем. В нашей стране действуют единые строительные нормы и правила (СНиП), в альбомах которого приведены все типовые конструктивные элементы с основными характеристиками.

4. Проектирование типовых узлов и деталей зданий.

Например, различные детали устройства кровли, детали кирпичных и панельных стен и др.

Технологический процесс современного строительства основан на применении типовых сборных деталей и конструкций.

Типовыми называют детали и конструкции, имеющие более рациональное решение для данного момента времени, предназначенные для многократного использования (применения).

Количество типов и размеров сборных деталей и конструкций для здания должно быть ограничено, так как изготовить большое количество одинаковых изделий проще, а монтаж их вести легче. Это приводит к снижению стоимости строительства.

В связи с этим типизация сопровождается **унификацией**, то есть приведением многообразных видов типовых деталей к небольшому числу определенных типов, единообразных по форме и размерам. Унификация позволяет применять однотипные изделия в зданиях различного назначения.

Унификация должна обеспечивать взаимозаменяемость и универсальность различных деталей.

Под **взаимозаменяемостью** понимают возможность замены данного изделия другим без изменения объемно-планировочных параметров здания. Например, взаимозаменяемость плит перекрытий шириной 3000 мм – вместо нее можно применить две плиты шириной по 1500 мм.

Универсальность деталей позволяет применять один и тот же типоразмер для зданий различных видов с различными конструктивными схемами.

Наиболее современные типовые детали и конструкции стандартизируют, после чего они становятся обязательными для применения в проектировании и для заводского изготовления.

Стандартизация – это завершающий этап унификации и типизации строительных конструкций и деталей. Типовые конструкции, прошедшие

проверку в эксплуатации и получившие широкое распространение, утверждаются в качестве стандартов. Размеры, формы, качество, технические условия изготовления таких конструкций устанавливаются стандартами.

Основные размеры деталей определяются объемно-планировочными решениями зданий, поэтому унификация объемно-планировочных параметров зданий базируется на унификации объемно-планировочных параметров зданий, которыми являются: шаг, пролет, высота этажа.

Шаг – расстояние между разбивочными осями, которые расчленяют здание на планировочные элементы или определяют расположение вертикальных несущих конструкций зданий – стен и отдельных опор (рис.1.14).

Пролет – расстояние между разбивочными осями несущих стен или отдельных опор в направлении, соответствующем пролету основной несущей конструкции перекрытия или покрытия. В зависимости от конструктивно-планировочной схемы пролет совпадает по направлению с поперечным или продольным шагом, а в отдельных случаях (например, в железобетонных безбалочных перекрытиях) – с тем и другим.

В основном шаг – это меньшее расстояние, а пролет – большее.

Разбивочные оси указывают обычно на плане во взаимно-перпендикулярных направлениях. Оси маркируют: в наиболее протяженном направлении (по длине здания) цифрами, а в другом – заглавными буквами русского алфавита.

Высота этажа – расстояние по вертикали от уровня пола данного этажа до уровня пола вышележащего этажа, а верхних этажах и одноэтажных зданиях – расстояние от уровня пола до отметки верха чердачного перекрытия.

Принятие в проектах единого или ограниченного числа размеров, шагов, пролетов и высот этажей дает возможность применять ограниченное число типоразмеров деталей.

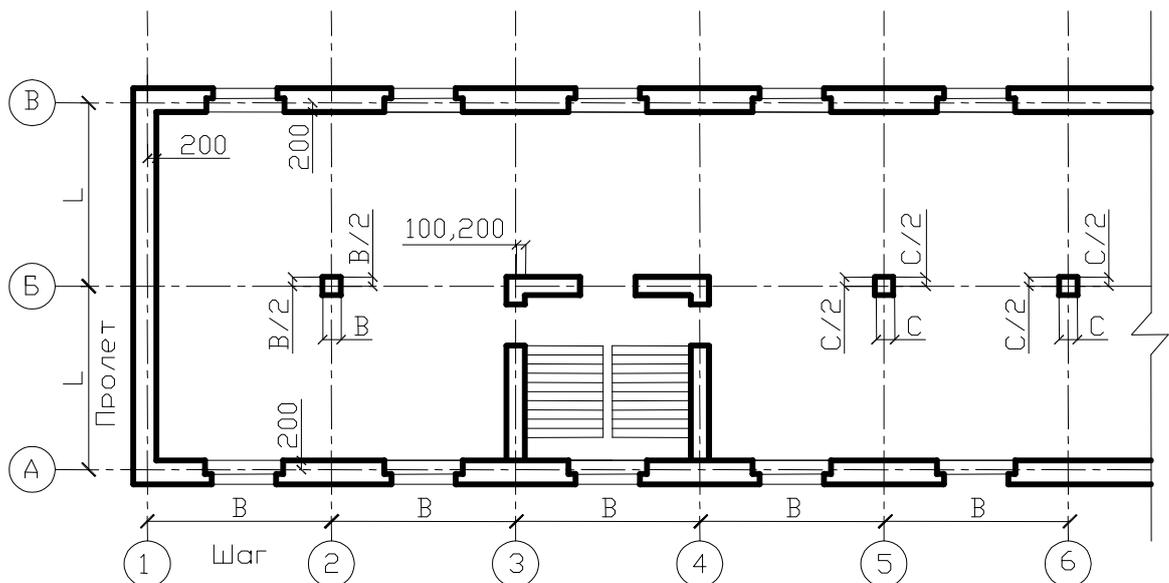


Рис. 1.14. Схема расположения разбивочных осей в плане здания.

В – шаг, L – пролет

Таким образом, унификация конструктивных схем зданий и их объемно-планировочных параметров является важнейшей предпосылкой унификации строительных деталей и конструкций.

1.6. Модульная координация основных геометрических параметров в проектировании гражданских зданий. Номинальные конструктивные и натурные размеры

Унификация объемно-планировочных параметров зданий, размеров конструкций и строительных изделий осуществляется на основе *Единой модульной системы (ЕМС)*.

ЕМС – совокупность правил координации размеров объемно-планировочных и конструктивных элементов зданий, размеров строительных изделий и оборудования на основе кратности этих размеров установленной единице, то есть *модулю (М)*.

В соответствии со строительными нормами *объемно-планировочный элемент* – часть объема здания с размерами, равными шагу, пролету и высоте этажа.

Конструктивным элементом считают отдельную относительно самостоятельную конструктивную часть здания (например, лестничный марш, перекрытие, заполнение оконного или дверного проема).

В качестве основного модуля (*М*) принята величина 100 мм. Все размеры здания должны быть кратными *М*. Для повышения степени унификации приняты производные модули: укрупненные и дробные.

Укрупненные модули 6000, 3000, 1500, 1200, 600, 300, 200 мм, обозначаемые соответственно: 60М, 30М, 15М, 12М, 6М, 3М, 2М.

Они предусмотрены для уменьшения количества объемно-планировочных параметров зданий (шагов, пролетов, высот этажей) и соответственно количества типоразмеров унифицированных конструкций.

Дробные модули 50, 20, 10, 5, 2, 1 мм, обозначаемые соответственно: 1/2М, 1/5 М, 1/10М, 1/20М, 1/50М, 1/100М.

Применяются для назначения размеров относительно небольших сечений конструктивных элементов, толщины плитных и листовых материалов.

Взаимное расположение объемно-планировочных элементов здания в пространстве устанавливают с помощью трехмерной пространственной системы плоскостей (рис. 1.15).

Линии пересечения модульных плоскостей принимают кратными основному или производному модулю.

Положение всех конструктивных элементов определяется по отношению к разбивочным осям.

При привязке конструктивных элементов к разбивочным осям применяют следующие условные термины:

номинальный (модульный) размер – обозначает проектное расстояние между модульными разбивочными осями здания или условный размер конструктивного элемента, включающий соответствующие части швов и зазоров, назначенный в соответствии с правилами модульной системы;

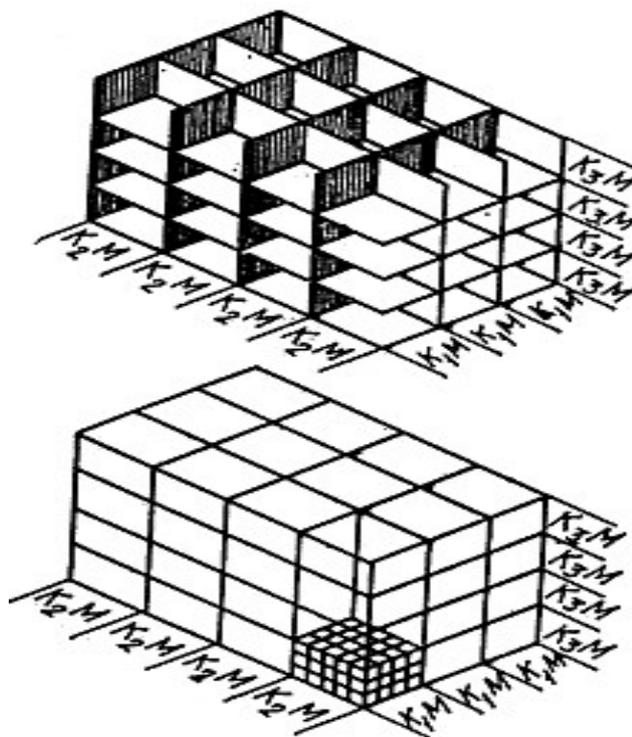


Рис. 1.15. Схема пространственной системы модульных плоскостей. K_1 , K_2 , K_3 – коэффициенты кратности модулей в плане и по высоте здания (сооружения)

конструктивный размер – проектный размер конструктивного элемента, строительного изделия или оборудования, отличающийся от номинального размера, как правило, на величину нормативного зазора;

натурный размер – фактическое расстояние между разбивочными осями построенного здания или сооружения, или фактические размеры его частей или элементов с учетом допусков (рис.1.16).

Допуск размера (положения) – разность между наибольшими и наименьшими предельными размерами (или положениями).

Высоту этажа принимают: в многоэтажных зданиях (кроме верхнего этажа) равным расстоянию между отметками чистого пола двух смежных этажей; в одноэтажных зданиях с чердаком и в верхних этажах многоэтажных зданий с чердаком – от отметки чистого пола до отметки верха чердачного перекрытия, толщину которого условно принимают равной толщине междуэтажного перекрытия; в одноэтажных зданиях и верхних этажах многоэтажных зданий без чердака – от отметки чистого пола до низа несущих конструкций (балок, ферм).

Уровень чистого пола первого этажа (в м) принимают за условную отметку 0,000. Уровень ниже нуля имеет знак «—» (минус).

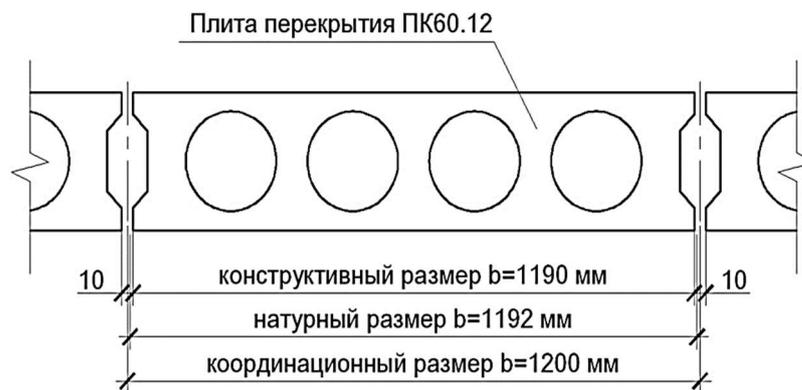


Рис.1.16. Привязка конструктивных элементов к координационным осям

1.7. Правила привязки конструктивных элементов зданий к разбивочным осям

Привязка – процесс определения расположения конструктивного элемента, детали или встроенного оборудования в плане к модульной разбивочной оси. Иначе привязка выражает расстояние от модульной координационной оси (продольной, поперечной) до грани или геометрической оси конструктивного элемента.

При проектировании зданий *с несущими стенами* руководствуются следующими правилами привязки (рис.1.17):

- в наружных несущих стенах внутреннюю грань следует размещать на расстоянии от модульной разбивочной оси, равном половине номинальной толщины внутренней несущей стены $b/2$ или кратном M или $1/2 M$ (рис. 1.17, а), допускается также совмещать внутреннюю грань стены с модульной разбивочной осью, если при этом не увеличивается количество типоразмеров плит перекрытий (рис. 1.17, б);

- во внутренних стенах геометрическую ось совмещают с модульной разбивочной осью; отступать от этого правила допускается при привязке стен лестничных клеток и стен с вентиляционными каналами для возможности применения унифицированных элементов лестниц и перекрытий;

- в наружных самонесущих и ненесущих стенах внутренняя их грань совмещается с модульной разбивочной осью.

В каркасных зданиях колонны средних рядов следует располагать так, чтобы геометрический центр их сечения совмещался с пересечением модульных разбивочных осей (рис.1.17, в, г).

При размещении крайних рядов колонн по отношению к модульной разбивочной оси, идущей вдоль крайнего ряда, наружную грань колонны

следует совмещать с модульной разбивочной осью (краевая или нулевая привязка), если ригель перекрывает все сечение колонны или, когда это целесообразно по условиям раскладки элементов перекрытий или покрытий (рис. 1.17, в). Если же ригель опираются на консоли колонн, а панели перекрытий на консоли ригелей, то внутреннюю грань колонн размещают от модульной разбивочной оси на расстоянии, равном половине толщины внутренней колонны (рис.1.17, з).

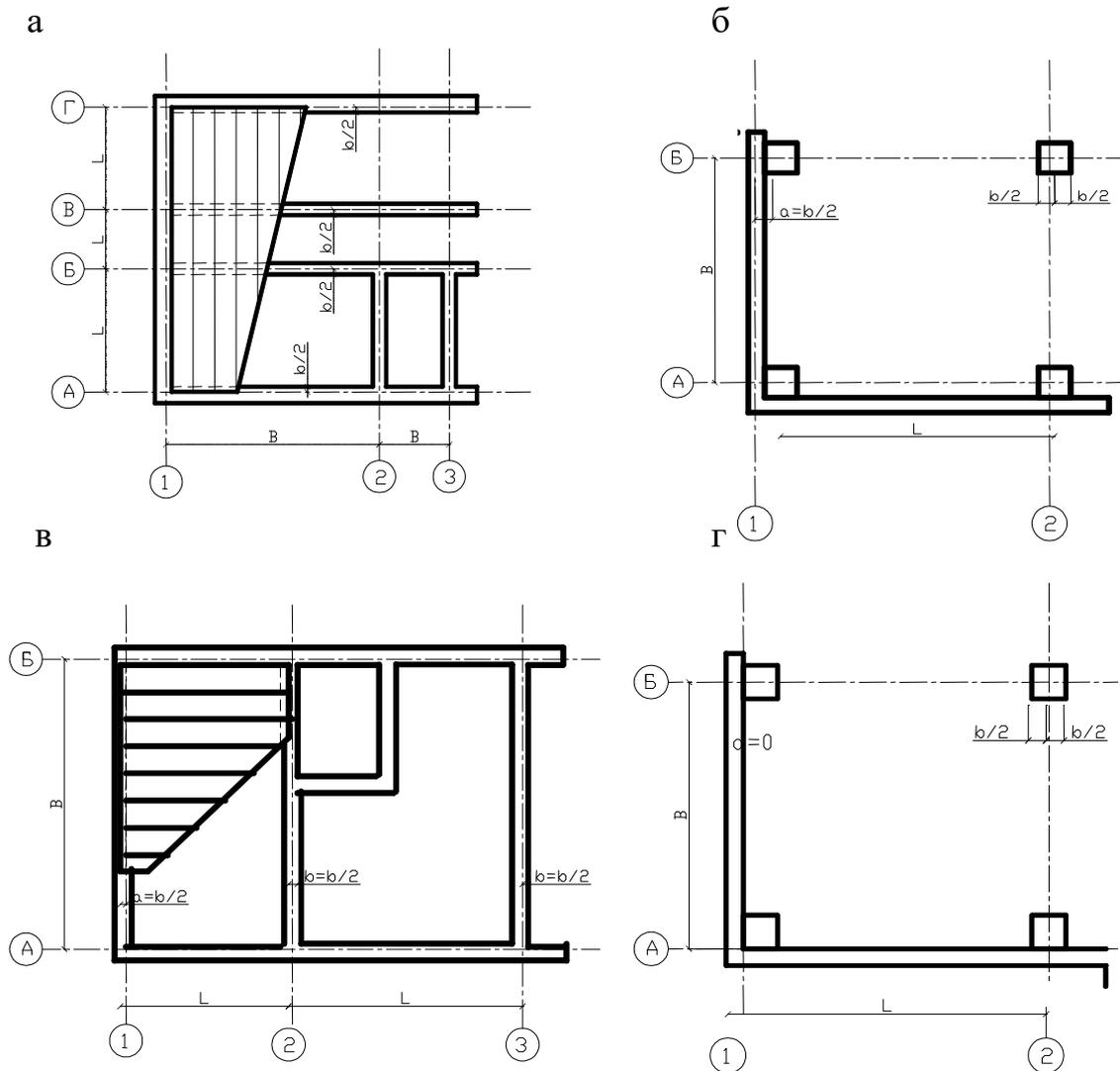


Рис. 1.17. Примеры привязки стен к модульным разбивочным осям в плане здания: а – здание с продольными несущими стенами (привязка $b/2$); б – то же, с поперечными (привязка наружных продольных стен нулевая); в – крайний пролет каркасного здания (привязка нулевая); г – то же, привязка $b/2$; В – шаг, L – пролет

При размещении колонн крайнего ряда торцовых стен возможны как осевая, так и краевая (нулевая) привязки в зависимости от особенностей конструктивных узлов

Примеры привязки колонн к координационным осям в каркасных зданиях представлены также на рис.1.18.

Привязка колонн и стен к координационным осям в местах деформационных швов представлена на рис. 1.19.

В зданиях в местах перепада высот и деформационных швов, осуществляемых на парных или одинарных колоннах (или несущих стенах), привязываемых к двойным или одинарным координационным осям, следует руководствоваться следующими правилами:

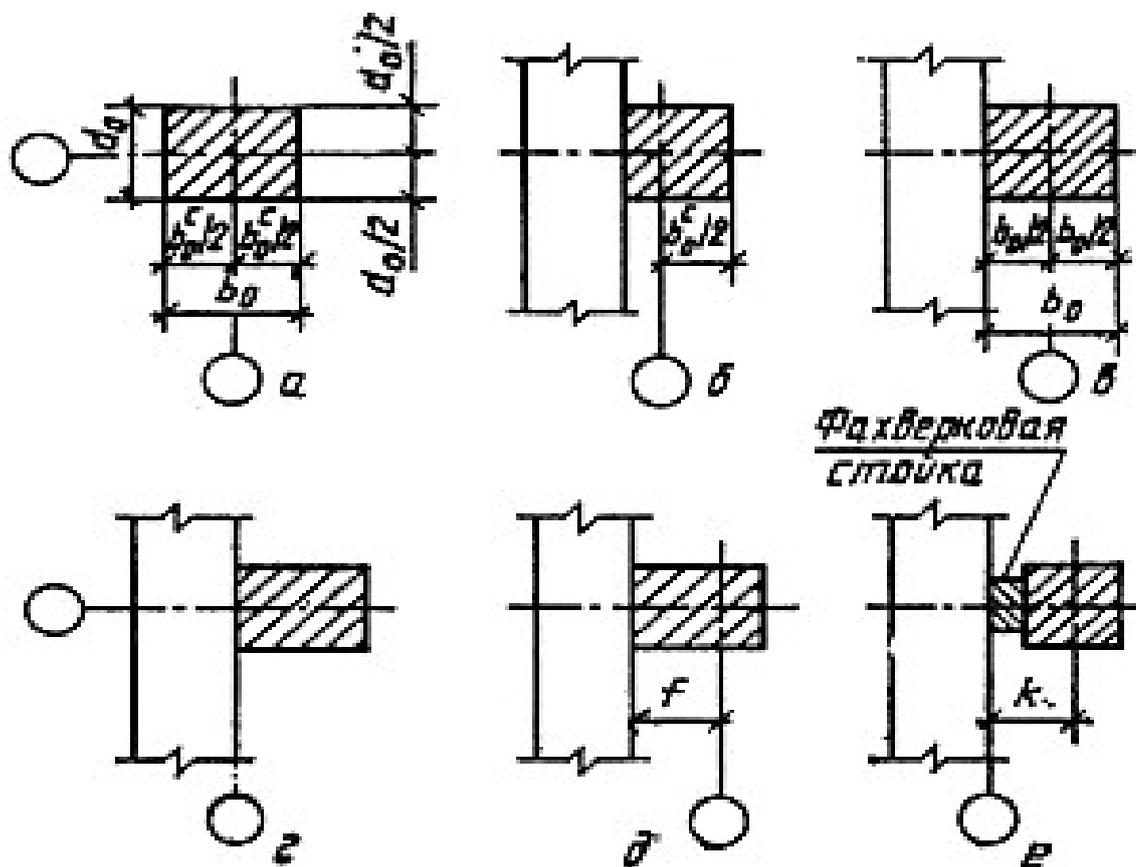


Рис. 1.18. Примеры привязки колонн к координационным осям в каркасных зданиях: а – колонн средних рядов; б – г – колонн крайних рядов; в – внешнюю координационную ось колонн допускается смещать от координационных осей наружу на расстояние f , кратное модулю $3M$ и, при необходимости, M или $1/2M$; е – в торцах зданий допускается смещать геометрические оси колонн внутрь здания на расстояние k (см. «в»).

- расстояние c между парными координационными осями (рис.1.19, а, б, в) должно быть кратным модулю $3M$ и, при необходимости, M или $1/2 M$; привязка каждой из колонн к координационным осям должна приниматься в соответствии с рис. 1.19, з;

- при парных колоннах (или несущих стенах), привязываемых к одинарной координационной оси, расстояние k от координационной оси до геометрической оси каждой из колонн (рис. 1.19, з) должно быть кратным модулю $3M$ и, при необходимости, M или $1/2 M$;

- при одинарных колоннах, привязываемых к одинарной координа-

ционной оси, геометрическую ось колонн совмещают с координационной осью (рис. 1.19, *д*).

При расположении стены между парными колоннами одна из ее координационных плоскостей совпадает с координационной плоскостью одной из колонн.

В объемно-блочных зданиях объемные блоки следует, как правило, располагать симметрично между координационными осями непрерывной модульной сетки.

В многоэтажных зданиях координационные плоскости чистого пола лестничных площадок следует совмещать с горизонтальными основными координационными плоскостями (рис. 1.19, *а*).

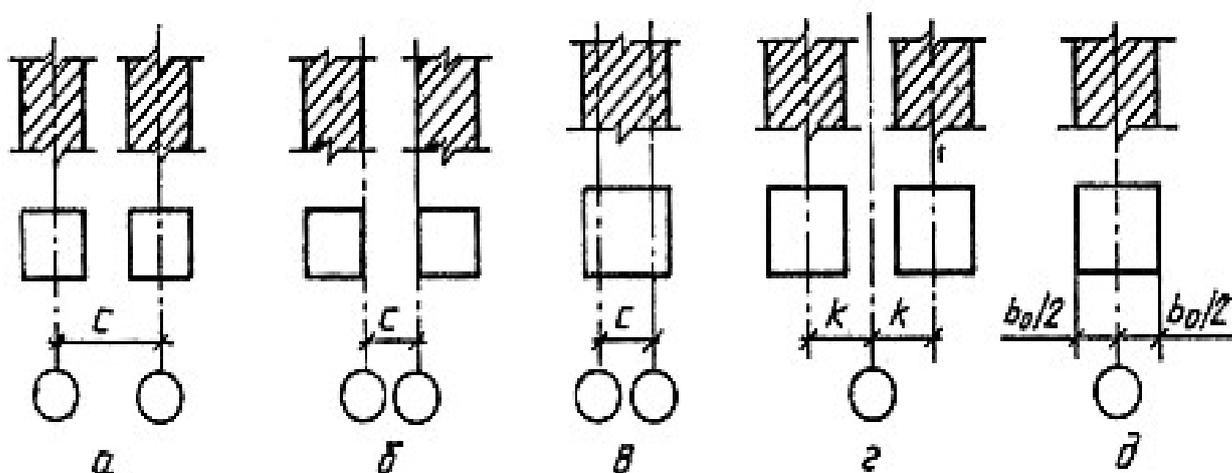


Рис. 1.19. Привязка колонн и стен к координационным осям в местах деформационных швов

В одноэтажных зданиях координационную плоскость чистого пола следует совмещать с нижней горизонтальной основной координационной плоскостью (черт. 1.19, *б*).

В одноэтажных зданиях, имеющих наклонный пол, с нижней горизонтальной основной координационной плоскостью следует совмещать верхнюю линию пересечения пола с координационной плоскостью наружных стен.

В одноэтажных зданиях с верхней горизонтальной основной координационной плоскостью совмещают наиболее низкую опорную плоскость конструкции покрытия (рис. 1.20, *б*).

Привязку элементов цокольной части стен к нижней горизонтальной основной координационной плоскости первого этажа и привязку фризовой части стен к верхней горизонтальной основной координационной плоскости верхнего этажа принимают с таким расчетом, чтобы координационные размеры

нижних и верхних элементов стен были кратными модулю $3M$ и, при необходимости, M или $\frac{1}{2}M$.

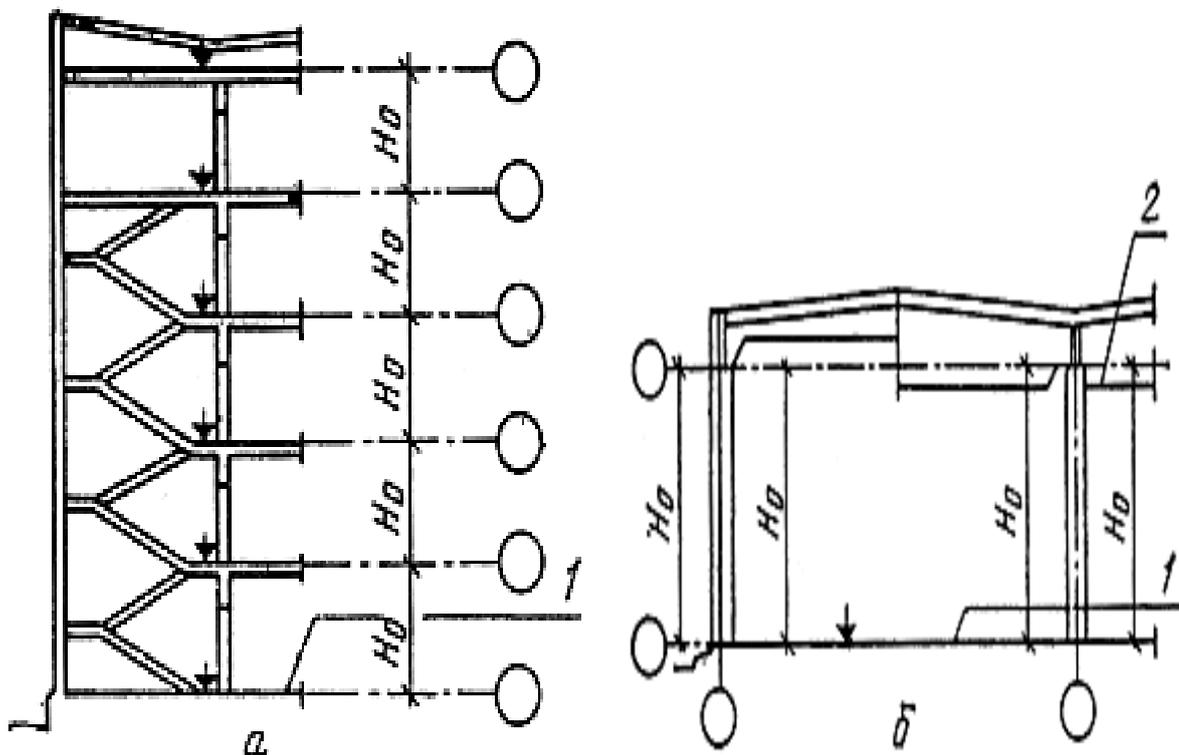


Рис. 1.20. Привязка зданий по высоте:

1 – координационная плоскость чистого пола; 2 – подвесной потолок

2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

2.1. Классификация жилых зданий

По своему назначению, то есть по контингенту заселения, для которого они предназначены, и времени проживания жилые здания подразделяются на четыре основных типа (рис. 2.1.):

- жилые квартирные дома для посемейного заселения и постоянного проживания;
- общежития для временного (длительного) проживания рабочих на период учебы;
- гостиницы для кратковременного проживания периодически сменяющихся контингентов, приезжающих из других населенных мест;
- интернаты для постоянного проживания инвалидов и престарелых, одиноких и малосемейных.

В соответствии с СТБ 1154-99 «Жилище. Основные положения» все жилые здания подразделяются по назначению:

- жилые дома общего типа, в т.ч. дома социального пользования;

- жилые дома специального назначения;
- жилые дома смешанного назначения.

По этажности:

- малоэтажные жилые дома – 1-3 этажей;
- жилые дома средней этажности – 4-5 этажей;
- многоэтажные жилые дома – 6-9 этажей;
- жилые дома повышенной этажности – 10-16 этажей;
- высотные жилые дома – 17 и более этажей.

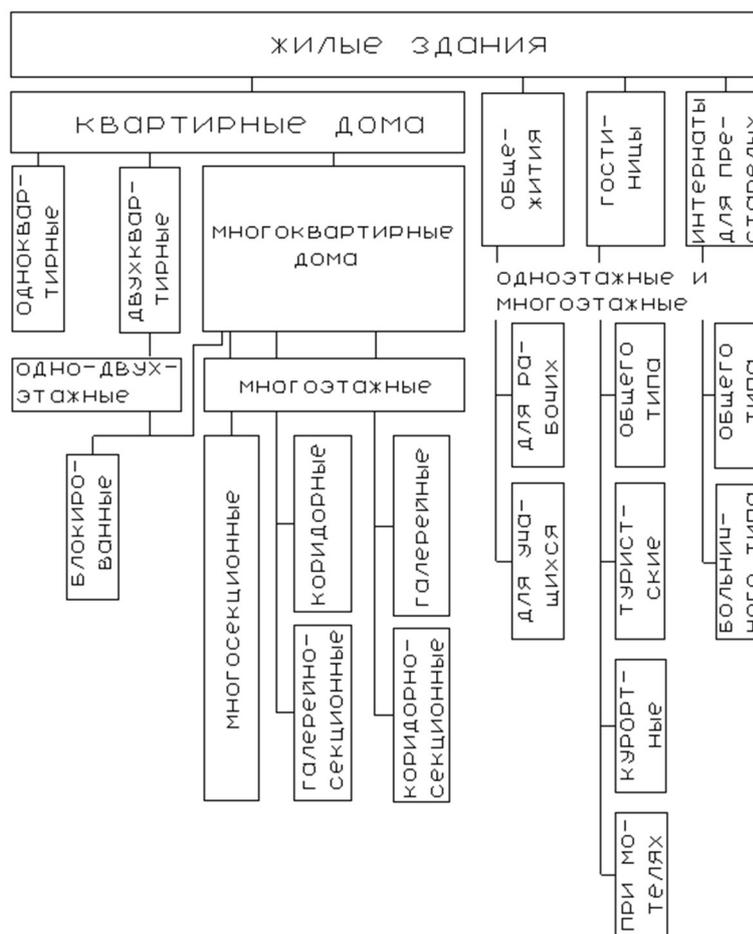


Рис. 2.1. Схема классификации жилищ по функциональному назначению

По числу квартир:

- одноквартирные жилые дома;
- многоквартирные жилые дома.

По наличию приквартирных участков:

- усадебные жилые дома;
- безусадебные жилые дома.

По наличию встроенно-пристроенных нежилых помещений:

- жилые дома с встроенно-пристроенными нежилыми помещениями;
- жилые дома без встроенно-пристроенных нежилых помещений;

В зависимости от материала, из которого выполнены стены здания, подразделяются на:

- каменные;
- бетонные;
- деревянные;
- с применением металла и другие.

По конструкциям стен:

- мелкоэлементные (из кирпича, керамического и бетонного камня и другие);
- крупноэлементные (из крупных блоков, панелей, объемных блоков).

По способу возведения:

- возводимые из мелкоштучных изделий (кирпича, бетонного и керамического камня);
- полносборные, монтируемые из конструкций и деталей заводского изготовления.

По степени долговечности:

- первая – со сроком службы более 100 лет;
- вторая – 50 – 100 лет;
- третья – 20 – 50 лет;
- четвертая – до 20 лет.

По степени огнестойкости и по классам классификация представлена в разделе 1.2.

2.2. Основные требования, предъявляемые к жилым зданиям

Основная задача проектирования жилищ – создание наиболее благоприятной жизненной среды обитания, отвечающей функциональным, физиологическим, эстетическим потребностям людей.

Функциональные потребности обеспечивают путем создания наиболее удобных условий для всех видов жизнедеятельности в жилище: отдыха, воспитания детей, ведения хозяйства, общения, личных занятий и др.

Физиологические свойства людей находят отражение в санитарно-гигиенических требованиях к физическим качествам жизненной среды жилищ: температуре, влажности, чистоте воздуха, естественному освещению, инсоляции, звукоизоляции от внешних шумов. Внутренняя среда жилища тесно связана с внешней окружающей средой, в связи с чем санитарно-гигиеническими требованиями к жилищам находятся в прямой зависимости от природно-климатических и других местных условий и могут устанавливаться только в связи с ними.

Эстетические потребности людей должны удовлетворяться высоким качеством архитектурно-художественных решений внутренних пространств

жилищ, отделки интерьеров, внешней архитектуры зданий и окружающей застройки.

Вместе с тем жилые здания должны отвечать *техническим и экономическим требованиям*, предъявляемым ко всем видам зданий: прочности, долговечности, обеспечению инженерным оборудованием (водоснабжением, энергоснабжением, канализацией и др.), пожарной безопасности, экономичности возведения и эксплуатации.

Все эти разнородные требования следует учитывать комплексно в их взаимосвязи и взаимозависимости от особенностей окружающей среды.

Таким образом, жилые здания в Республике Беларусь должны проектироваться с учетом необходимости:

- обеспечения требуемой эксплуатационной надежности, капитальности и долговечности;
- обеспечения возможности создания разнообразных объемно-планировочных решений при проектировании, трансформации их при строительстве и эксплуатации;
- разделения функций несущих и ограждающих конструкций;
- снижения материалоемкости, трудоемкости, сметной стоимости строительства, эксплуатационных расходов, а также экономии энергетических ресурсов;
- применения эффективных строительных материалов и конструкций, максимального и пользования имеющейся базы производства строительных материалов, изделий и конструкций;
- снижения массы несущих и ограждающих конструкций;
- наиболее полного использования физико-механических свойств материалов, а также прочностных и деформационных характеристик грунтов основания.

2.3. Малоэтажные жилые дома

Малоэтажные жилые дома наибольшее распространение получили в сельских и городских поселках, а также в малых городах. Они классифицируются по:

- этажности;
- объемно-планировочной структуре;
- виду проживания;
- конструктивному решению;
- применяемым строительным материалам;
- благоустройству квартир.

Малоэтажные жилые дома проектируют и строят одно-, двух- и трехэтажными. Такой этажности возводятся одно- и двухквартирные, и блокированные (с односторонним и двусторонним блокированием квартир) и секционные (рис. 2.2).

Этажность и состав помещений одноквартирных домов зависит от финансовых возможностей застройщика. Обычно такие дома имеют небольшой приусадебный участок, что предъявляет определенные требования к планировочному решению. Они могут иметь два входа в дом (с улицы и со стороны садового участка), гараж (встроенный или пристроенный), открытые летние помещения (террасы, балконы, веранды, подвалы).

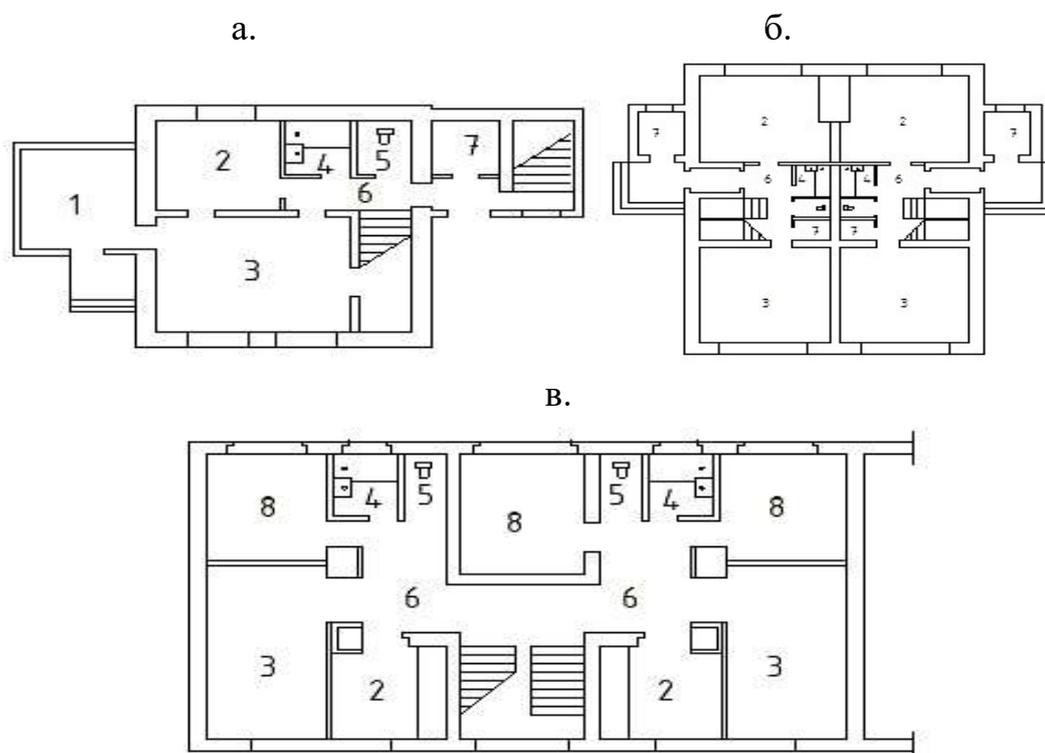


Рис. 2.2. Схемы объемно-планировочных решений малоэтажных жилых домов: а – одно- и двухэтажных одноквартирных и блокированных; б – секционных; 1 – веранда; 2 – кухня; 3 – общая комната; 4 – ванная; 5 – санузел; 6 – передняя; 7 – кладовая; 8 – спальня

Двухквартирные дома состоят из двух одноквартирных домов, соединенных общей внутренней стеной. Застройка участка двухквартирными домами уменьшает его ширину, что сокращает длину улицы и инженерных коммуникаций.

Промежуточными между одно- и двухэтажными жилыми домами являются мансардные. Мансардным называется жилой дом, имеющий жилые помещения в объеме чердака (рис.2.3 – 2.4).

Высоту мансардного этажа допускается проектировать ниже высоты основного, главное условие мансарды – площадь горизонтальной части потолка должна быть не менее половины площади полов, а высота стен до наклонной части потолка принимается:

- 1,5 м при наклоне 30° к горизонту;
- 1,1 м при наклоне 45° к горизонту;
- 0,5 м при наклоне 60° и более к горизонту.

При промежуточных значениях высота определяется по интерполяции.

Площадь помещения с меньшей высотой следует учитывать в общей площади с коэффициентом 0,7, при этом минимальная высота стены должна быть 1,2 м – при наклоне потолка 30° , 0,8 м – при наклоне потолка 45° , не ограничивается при наклоне 60° и более (рис. 2.5).



Рис.2.3. Общий вид здания с мансардой

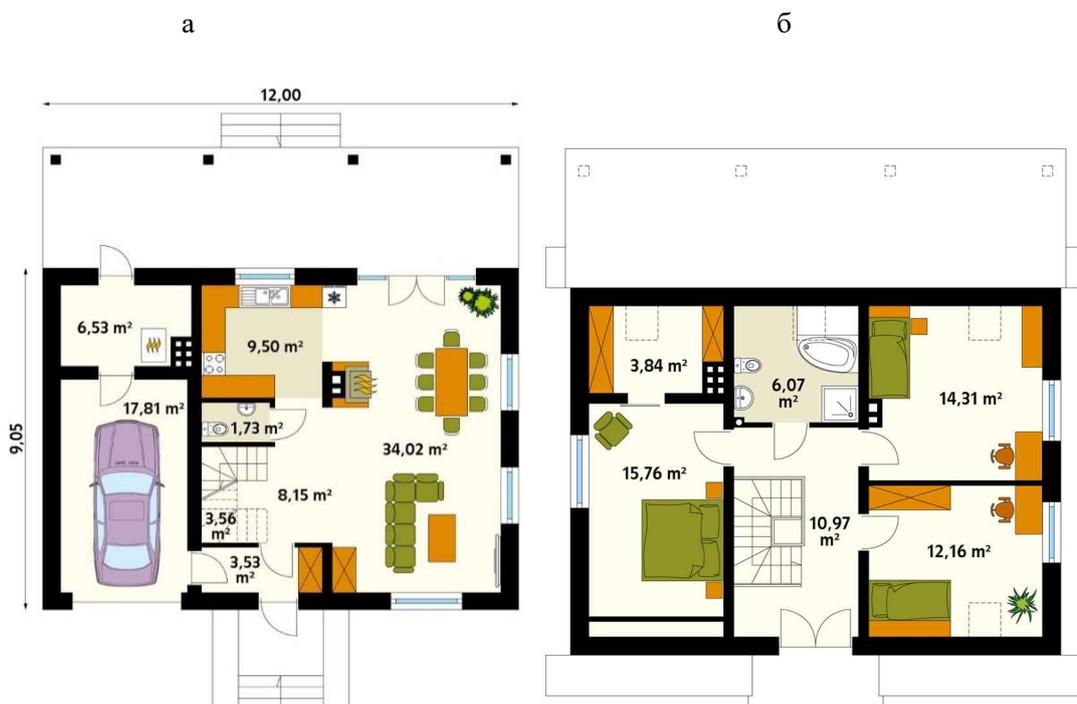


Рис.2.4. Планы мансардного здания: а – первого этажа; б - мансарды



Рис. 2.5. Расчет площади помещений мансардного этажа

Блокированные дома – это соединенные между собой изолированные блок-квартиры. Количество соединяемых блоков – от 4 до 8, причем соединения могут быть разнообразны по своей конфигурации, позволяющей обеспечивать каждый блок земельным участком и в то же время максимально изолировать друг от друга (рис.2.6).



Рис.2.6. Современный малоэтажный блокированный дом

Основная особенность квартир в блокированных домах заключается в том, что помещения ее располагают в двух уровнях по высоте и связывают между собой внутриквартирной лестницей, как правило, на первом этаже

размещают общую комнату, кухню, кладовые, санитарные узлы, на втором – спальни, детские комнаты и санитарные узлы.

Секционные дома являются наиболее экономичными по сравнению с другими типами домов за счет высокой плотности застройки, сокращения длины инженерных сетей. Секционные жилые дома обеспечивают расселение всех типов семей. В их проектах предусмотрен широкий набор типов квартир. Двухэтажные секционные дома проектируют, как правило, двух-, трех- и четырехсекционными. В секции на этаже может быть размещено от двух до четырех квартир. Малоэтажные жилые дома могут быть одно- и многосекционными (рис.2.7).



Рис.2.7. Фасад и план односекционного малоэтажного дома

Они возводятся из различных строительных материалов:

- кирпича;
- из бетонных камней;
- дерева;
- монолитного бетона;
- сборного железобетона и др.

Применение того или иного вида материала зависит от наличия сырья, материально-технической базы, дорожно-строительных и других местных условий строительства.

Выделяют следующие основные конструктивные схемы малоэтажных зданий: каркасные, бескаркасные с несущими наружными и внутренними стенами, с неполным каркасом.

У бескаркасных домов продольные или поперечные наружные стены выполняют одновременно несущие и ограждающие функции (рис. 2.8.).

Несущие конструкции перекрытия укладывают на несущие стены. По расположению несущих стен различают бескаркасные здания с поперечными (рис. 2.8. а, б) и продольными (рис. 2.8. в) несущими стенами. Бескаркасные дома возводят из бревен, кирпича и бетонных блоков.

Стены домов такой конструкции выполняют из деревянных стоек, которые обшивают досками изнутри и снаружи, а внутреннее пространство заполняют местными строительными материалами, обладающими высокими теплоизоляционными свойствами (гранулированный шлак, шлаковата, минеральная вата и др.). В каркасных домах можно применять легкие навесные стены с большими плоскостями остекления. Трудоемкость возведения каркасных домов меньше, а огнестойкость и долговечность ниже, чем у домов с несущими стенами.

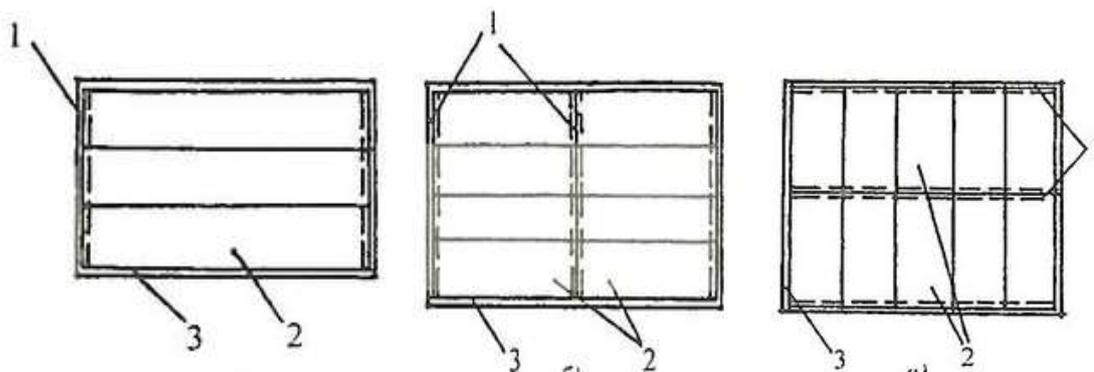


Рис. 2.8. Бескаркасные конструктивные схемы: а, б, — с поперечным расположением несущих стен; в — с продольным расположением стен, 1 — несущая стена; 2 — плита перекрытия; 3 — самонесущая стена

Несущая система каркасных домов состоит из стоек, балок, настилов перекрытий и связей жесткости, воспринимающих горизонтальные и вертикальные нагрузки. Известны каркасные конструктивные схемы с

продольным (рис. 2.9. а), поперечным (рис. 2.9. б), перекрестным (рис. 2.9. в) расположением ригелей и безригельные (рис. 2.9. г).

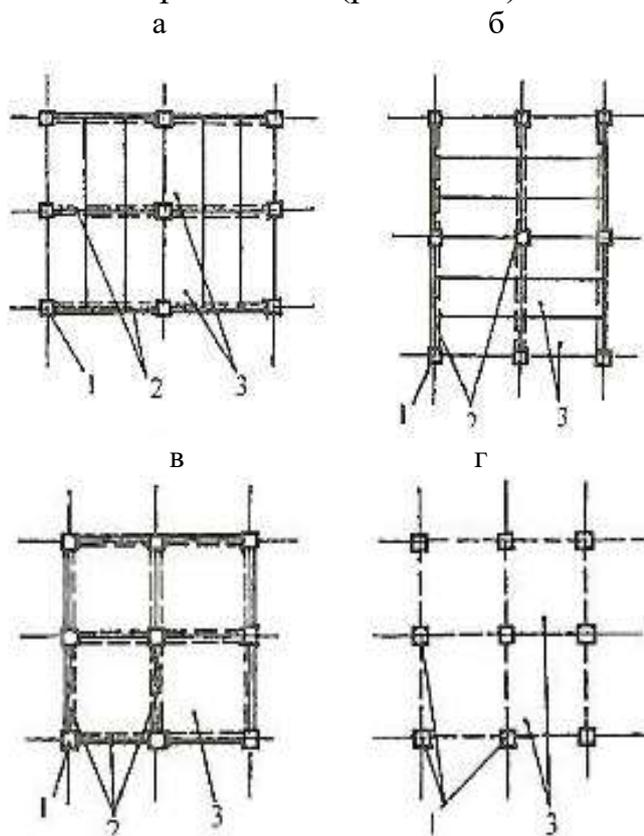


Рис. 2.9. Каркасные конструктивные схемы: а — с продольным расположением ригелей; б — с поперечным расположением ригелей; в — с перекрестным расположением ригелей; г — безригельное решение; 1 — колонны каркаса; 2 — ригели перекрытия; 3 — плиты перекрытия

Неполный каркас — сочетание наружных несущих стен и внутреннего каркаса (рис. 2.10.). В неполном каркасе выделяют здания с продольным (рис. 2.10. а), поперечным расположением ригелей (рис. 2.10. б) и безригельные (рис. 2.10. в).

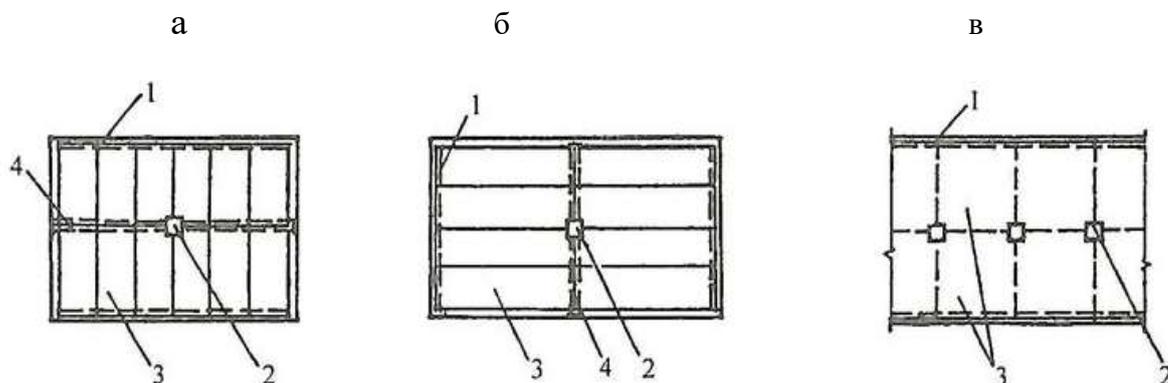


Рис. 2.10. Здания с неполным каркасом: а — с продольным расположением ригелей; б — с поперечным расположением ригелей; в — безригельное решение; 1 — несущие и наружные стены; 2 — колонны внутреннего каркаса; 3 — 3 плиты перекрытия; 4 — ригели

2.4. Противопожарная защита жилых зданий

Соблюдение и выполнение противопожарных требований строительных норм и правил, других нормативных документов при проектировании и строительстве объектов является основой для обеспечения пожаро- и взрывобезопасности зданий и сооружений, гарантированной защиты и эвакуации людей при возможном пожаре. основополагающим документом здесь является ТКП 45-2.02-142-2011 Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации.

Для обеспечения необходимой защиты объектов при разработке нормативных документов, проектировании и строительстве зданий и надзоре во время строительства принята следующая структурно-логическая схема (функциональные блоки I – IX):

- I. Ограничение или исключение горячей среды;
- II. Предотвращение образования источников зажигания;
- III. Обеспечение эвакуации людей, животных и материально-технических ценностей;
- IV. Обеспечение устойчивости зданий и сооружений, их огнестойкости за счет объемно-планировочных и конструктивных решений;
- V. Предотвращение (исключение) путей распространения пожара;
- VI. Обнаружение и локализация пожара;
- VII. Обеспечение ликвидации (тушения) пожара, спасения людей и работы пожарных подразделений;
- VIII. Решение организационно-технических мероприятий;
- IX. Защита окружающей среды от последствий пожара, предотвращение вредного воздействия.

Функциональные блоки имеют свои подсистемы, объединяющие и группирующие соответствующие противопожарные мероприятия.

Выполнение условий блока I по ограничению (исключению) горячей среды определяется заданием на проектирование, функциональным назначением объекта, технологией производства (для зданий и сооружений промышленного назначения) или складирования, прямопропорционально зависит от количества пожарной и взрывопожарной нагрузки в виде оборудования, веществ, материалов, конструкций, мебели и т.п., размещенных в зданиях, сооружениях и помещениях.

II. Предотвращение образования источников зажигания достигается:

- за счет правильного определения категории зданий и помещений от пожарной и взрывопожарной опасности;
- обеспечением требуемых нормами противопожарных разрывов при размещении аппаратов и установок, работающих с применением открытого огня по отношению к соседним зданиям и сооружениям;

- устройством заземлений для исключения образования статического электричества и др.

III. Обеспечение эвакуации людей, животных и материально-технических ценностей.

Согласно ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования» безопасность людей должна быть гарантирована при любых обстоятельствах с учетом безусловного выполнения противопожарных требований, норм и правил при проектировании, строительстве и эксплуатации объектов, зданий и сооружений.

В этой связи своевременная и организованная эвакуация людей в случае пожара является одной из главных задач в решении жизнеобеспечения людей.

Эвакуационные пути и выходы должны обеспечивать при пожаре безопасную и своевременную эвакуацию людей.

Это обеспечивается при соблюдении условий безопасности:

$$t_p \leq t_{нб} , \quad (2.1.)$$

где: t_p – расчетное время эвакуации людей из помещений, коридоров, лестничных клеток и зданий в целом, зависящие от размеров эвакуационных путей и параметров движения; измеряется в минутах, определяется специальным расчетом.

$t_{нб}$ – необходимое время эвакуации, в течение которого человек должен покинуть помещение, здание или сооружение, не подвергаясь опасному для жизни и здоровья воздействию пожара (в минутах). Определяется по нормам, справочным данным или расчетом исходя из времени достижения опасными факторами пожара критических значений.

Поэтому при проектировании эвакуационных путей особое внимание необходимо обращать на:

- количество и параметры эвакуационных путей из каждого помещения и здания в целом;
- количество, размещение и суммарную ширину эвакуационных выходов;
- минимальную и максимальную ширину эвакуационных путей и выходов;
- протяженность путей эвакуации;
- конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов;
- отсутствие препятствий на путях эвакуации;
- исключение сгораемой отделки;
- обеспечение путей эвакуации необходимой освещенностью и дымоудалением.

Выходы являются *эвакуационными*, если они ведут из помещений:

- а) первого этажа наружу непосредственно или через коридор, вестибюль, лестничную клетку;

б) любого этажа, кроме первого, в коридор, ведущий на лестничную клетку или непосредственно в лестничную клетку (в том числе через холл). При этом лестничные клетки должны иметь выход наружу непосредственно или через вестибюль, отделенный от примыкающих коридоров перегородками с дверями;

в) в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными в подпунктах «а» и «б».

Выходы наружу допускаются через тамбуры.

Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено.

Минимальное расстояние между выходами:

$$l \geq \sqrt{P} \quad , \quad (2.2)$$

где P – периметр помещения.

Из помещения площадью 300 квадратных метров (в подвале или цокольном этаже) может быть один эвакуационный выход, если в нем постоянно находится не более пяти человек.

Если от 6 до 15 человек, то второй выход через люк размерами 0,6×0,8 м с вертикальной лестницей или через окно размерами не менее 0,75×1,5 м с приспособлением для выхода, более 15 человек – следует предусматривать не менее двух эвакуационных выходов.

Из расположенного на любом этаже помещения с одновременным пребыванием в нем не более 50 чел., если расстояние от наиболее удаленной точки пола помещения по путям эвакуации до указанного выхода не превышает 25 м.

Количество эвакуационных выходов из здания должно быть не менее количества эвакуационных выходов с любого этажа здания.

Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания.

Допускается предусматривать открывание дверей вовнутрь:

- при входе в воздушную зону (за исключением дверей, ведущих в воздушную зону лестничных клеток типа Н1);
- при входе на площадки лестниц 3 типа;
- из зданий и помещений с одновременным пребыванием не более 15 чел. (кроме помещений парильных саун);
- из кладовых площадью не более 200 м² и помещений санитарных узлов.

Устройство винтовых лестниц, разрезных площадок, забежных ступеней, раздвижных и подъемных дверей и ворот, а также вращающихся дверей и турникетов на путях эвакуации не допускается.

Высота путей эвакуации и дверей в свету должна быть не менее 2 м.

Высоту дверей и проходов, ведущих в помещения без постоянного пребывания в них людей, а также в подвальные, цокольные и технические этажи,

допускается уменьшать до 1,9 м, а дверей, являющихся входом на чердак или выходом на бесчердачное покрытие – до 1,5 м.

Ширина наружных дверей лестничных клеток и дверей при выходе в вестибюль должна быть не менее расчетной ширины марша лестницы.

Двери лестничных клеток в открытом положении не должны уменьшать нормируемую ширину лестничных площадок и маршей.

При дверях, открывающихся из помещений в общие коридоры, за ширину эвакуационного пути по коридору следует принимать ширину коридора в свету, уменьшенную:

- на половину ширины дверного полотна – при одностороннем расположении дверей;
- на ширину дверного полотна – при двустороннем расположении дверей.

Ширина марша лестницы должна быть не менее ширины эвакуационного выхода (двери) с наиболее населенного этажа в лестничную клетку, но не менее 1 м, за исключением специально оговоренных случаев.

Ширина лестничных площадок должна быть не менее ширины марша, а перед входами в лифты с распашными дверями – не менее ширины марша и половины ширины двери лифта, но не менее 1,6 м.

Расчет суммарной ширины эвакуационных выходов из раздевальных при гардеробных, расположенных отдельно от вестибюля в подвальном или цокольном этаже, следует выполнять исходя из числа людей перед барьером, равного 30 % количества мест в гардеробной.

Ширину тамбуров и тамбур-шлюзов следует принимать больше ширины проемов не менее чем на 0,5 м (по 0,25 м с каждой стороны проема), а глубину – более ширины дверного или воротного проема на 0,2 м, но не менее 1,2 м.

При движении людей по коридорам, холлам, фойе, лестничным клеткам, а также при входе в здание (через крыльцо, тепловые тамбуры, вестибюли) должны предусматриваться мероприятия по предотвращению скольжений и возможных падений.

В полу на путях эвакуации не допускаются перепады высот менее 0,45 м и выступы, за исключением порогов в дверных проемах высотой не более 0,06 м. В местах перепада высот следует предусматривать лестницы с числом ступеней не менее трех или пандусы, при этом эти ступени (пандусы) должны отличаться по цвету и контрастности от других конструкций покрытия пола, за исключением специально оговоренных случаев.

Устройство порогов у выходов из подвалов и перепадов в уровне пола не допускается, за исключением маслоподвалов, где на выходах должны быть пороги высотой 0,3 м со ступенями или пандусами

В случае перепада высоты галереи или эстакады необходимо в проходе предусматривать пандус с уклоном не более 12 (или лестницу с уклоном не более 1:1). Расстояние от начала или конца пандуса или лестницы до двери должно быть не менее 1,5 м. Уклон пандусов следует принимать по таблице 2.1.

Наружные эвакуационные двери зданий (в том числе двери выходов на лестницы 3 типа) не должны иметь запоров, которые не могут быть открыты изнутри при пожаре.

В случаях необходимости устройства запоров на дверях по условиям сохранности ценностей допускается устройство электромагнитных замыкателей, срабатывающих вручную, дистанционно и автоматически (от установок пожарной автоматики).

В лестничных клетках не допускается предусматривать помещения любого назначения, промышленные газопроводы и паропроводы, воздухопроводы и дымоходы, трубопроводы с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, электрические кабели и провода (за исключением электропроводок для освещения коридоров и лестничных клеток), выходы из подъемников и грузовых лифтов, мусоропроводы, а также оборудование, выступающее из плоскости стен на высоте до 2,2 м от поверхности проступей и площадок.

Таблица 2.1

Допустимые уклоны пандусов

Устройство пандусов	Уклон пандусов
В общем случае:	
внутри зданий	1:6
снаружи при выходе из зданий	1:8
Внутри и снаружи зданий всех классов на путях передвижения инвалидов на колясках	1:12
В стационарах лечебных учреждений зданий класса Ф.1.1	1:20

Между маршами лестниц следует предусматривать зазор шириной не менее 50 мм.

Лестницы 3 типа, используемые в качестве второго эвакуационного выхода, должны выполняться из негорючих материалов и сообщаться с помещениями через площадки или балконы, устраиваемые на уровне эвакуационных выходов.

Конструкции лестницы должны иметь предел огнестойкости не менее R15.

В многоэтажных зданиях указанные лестницы следует, как правило, размещать у глухих участков наружных стен. Допускается располагать эти лестницы против остекленных проемов с простенком не менее 1 м, при этом со стороны остекления лестницы должны иметь сплошное ограждение высотой 1,2 м из негорючих материалов, а выходы с этажей на лестницы располагаться вне ограждения.

Число подъемов в одном лестничном марше или на перепаде уровней должно быть не менее трех и не более 16. В одномаршевых лестницах, а также в одном марше двух- трехмаршевых лестниц в пределах первого этажа допускается не более 18 подъемов.

Лестничные марши и площадки внутри зданий должны иметь ограждения с поручнями, в домах для престарелых и семей с инвалидами дополнительно пристенные поручни.

Наружные лестницы (или их части) и площадки высотой от уровня тротуара более 0,45 м при входах в здания в зависимости от назначения и местных условий должны иметь ограждения.

В общих коридорах не допускается предусматривать устройство встроенных шкафов, за исключением шкафов для коммуникаций и пожарных кранов. Приборы отопления и другое оборудование, установленное на путях эвакуации, не должны выступать за плоскость стен на высоте до 2 м от уровня пола.

Лифты, эскалаторы и другие механические средства транспортирования людей, в том числе пожарные лифты, не следует учитывать при проектировании путей эвакуации.

В помещениях с наличием постоянных рабочих мест свыше пяти запрещается устройство на окнах глухих решеток.

Выходы из пассажирских лифтов следует, как правило, проектировать через лифтовый холл.

В лестничных клетках (кроме незадымляемых) допускается размещать не более двух пассажирских лифтов, опускающихся не ниже первого этажа.

Рекомендуемые параметры лестничных маршей представлены в таблице 2.2.

Для эвакуации людей из зданий предусматриваются:

1. Лестницы типов:

1-й – внутренние, размещаемые в лестничных клетках;

2-й – внутренние открытые (без ограждающих стен);

3-й – наружные открытые.

2. Обычные лестничные клетки типов:

1-й – с естественным освещением через окна в наружных стенах (в том числе открытые во внешнюю среду);

2-й без естественного освещения через окна в наружных стенах (в том числе с верхним освещением).

3. Незадымляемые лестничные клетки типов:

1-й – с выходом через наружную воздушную зону по балконам, лоджиям, открытым переходам, галереям;

2-й – с подпором воздуха при пожаре;

3-й – с выходом в клетку через тамбур-шлюз с подпором воздуха (постоянным или при пожаре).

Одним из комплексов эвакуационных мероприятий является противодымная защита зданий, которая включает в себя следующие решения:

1. Объемно-планировочные, которые предусматривают:
- деление здания на противопожарные секции и отсеки;
 - изоляцию путей эвакуации от смежных помещений; – изоляцию пожароопасных процессов от путей эвакуации.

Таблица 2.2.

Рекомендуемые параметры лестничных маршей

Назначение марша	Минимальная ширина марша, м	Наибольший уклон марша
1 Лестницы, ведущие в надземные этажи в зданиях классов Ф1.2, Ф1.3: а) секционного типа: двухэтажных трехэтажных и более б) коридорного типа	1,05 1,05; 1,20	1:1,5 1:1,75; 1:1,75
2 В зданиях классов Ф1.1 и Ф3.4	1,15	1:1,75
3 Лестницы, ведущие в подвальные и цокольные этажи, а также внутриквартирные лестницы	0,9	1:1,25
4 Лестницы в зданиях класса Ф5: при ширине проступи 0,3 м для подвальных и цокольных этажей при ширине проступи 0,26 м открытые для прохода к одиночным рабочим местам для эвакуации не более 50 чел. для осмотра оборудования (при высоте подъема не более 10 м) в общем случае (при отсутствии стен лестничных клеток)	1,0 0,9 0,7 0,9 0,6 1,0	1:2 1:1,5 1:1 1:1,5 Вертикальные 1:1
5. Лестницы, не предназначенные для эвакуации людей и ведущие в подвальные, цокольные этажи или на чердак	0,7	1:1,5
6. Лестницы трибун в зданиях класса Ф2.3: в общем случае при установке вдоль путей эвакуации поручней	1,35 1,35	1:1,6 1:1,4
7. Лестницы в зданиях всех классов, если они ведут в помещения с одновременным пребыванием не более 5 чел.	0,9	1,15
8 Лестницы в зданиях классов Ф1, Ф2, Ф3, Ф4 (с учетом предыдущих позиций настоящей таблицы): при одновременном пребывании хотя бы на одном из этажей 200 и более чел. в общих случаях	1,35 1,2	1:1,75 1:1,75

2. Конструктивные решения:

- применение дымо непроницаемых конструкций с требуемыми пределами огнестойкости и соответствующей защитой в них;
- защита отверстий для прокладки коммуникаций;
- устройство специальных шахт и проемов для удаления дыма.

3. Специальные технические решения:

- создание систем, обеспечивающих избыточное давление для защиты от проникновения дыма в лестничные клетки, шахты лифтов, тамбуры-шлюзы и т.д.;
- создание систем дымоудаления с механическим, электрическим, пневматическим или естественным побуждением.

IV. Противопожарная устойчивость зданий и сооружений.

Определяется свойствами объектов противостоять воздействию опасных факторов пожара в течение периода, необходимого для обеспечения безопасности людей, защиты материальных ценностей или ликвидации горения. Для каждого здания в зависимости от пределов огнестойкости основных строительных конструкций устанавливается определенная степень огнестойкости – показатель противопожарной устойчивости. Существует восемь степеней огнестойкости I – VIII.

Степени огнестойкости могут быть требуемыми и фактическими.

Требуемая – степень огнестойкости, которая требуется по нормам (определяется документами).

Фактическая – определяется исходя из фактических пределов огнестойкости и пределов распространения огня.

Главное условие противопожарной устойчивости, чтобы фактическая огнестойкость была не ниже требуемой.

V. Предотвращение (исключение) путей распространения пожара.

Достигается за счет устройства противопожарных преград (общих и местных).

1. Общие преграды.

- противопожарные разрывы между зданиями (сооружениями) и технологическими установками;
- пожарные отсеки и секции;
- противопожарные стены (брандмауэры), перегородки, перекрытия;
- противопожарные зоны.

2. Местные преграды.

Делятся на две группы:

- ограничивающие растекание горючих и легковоспламеняющихся жидкостей;
- ограничивающие распространение огня по строительным конструкциям (например, огнезащита).

Местные эффективны в течение небольшого времени.

VI. Обнаружение и локализация пожара.

Решение этого вопроса достигается внедрением систем противопожарной автоматики.

VII. Обеспечение ликвидации (тушения) пожара, спасения людей и работы пожарных подразделений.

Осуществляется за счет устройства систем надежного противопожарного водоснабжения, созданием оптимальных условий для работы пожарных подразделений при спасении людей и ликвидации пожара.

Надежность систем водоснабжения на нужды пожаротушения для объектов обеспечивается полнотой выполнения требований норм на проектирование наружных сетей и сооружений и на устройство внутреннего водопровода.

Оптимальные условия для работы пожарных обеспечиваются за счет рационального размещения пожарных депо, проектирование проездов и путей для пожарных машин устройство выходов на кровлю, чердаки и т.д.

VIII. Решение организационно-технических мероприятий.

Осуществляются за счет:

- устройства систем оповещения;
- устройства аварийного и эвакуационного освещения;
- исключение самовольной реконструкции.

IX. Защита окружающей среды от последствий пожара, предотвращение вредного воздействия.

Решается за счет:

- исключения пожароопасных и взрывоопасных производств с наветренной стороны для ветров, преобладающего направления по отношению к селитебной застройке;
- противопожарные разрывы от взрыво- и пожароопасных объектов до границ лесного массива или открытого залегания торфа;
- исключения при авариях резервуаров разлива легковоспламеняющейся жидкости на территории населенного пункта или предприятия, железной и автомобильной дорог.

3. ПРИНЦИПЫ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

3.1. Конструктивные системы зданий

Проектирование здания начинается с выбора его конструктивной, строительной системы и схемы.

Конструктивная система представляет совокупность взаимосвязанных несущих конструкций здания, обеспечивающих его прочность, жесткость и устойчивость.

При выборе конструктивной системы здания проектировщик устанавливает назначение каждого конструктивного элемента.

Конструктивная система здания должна удовлетворять основным требованиям:

- эксплуатационно-техническим;
- экономическим;
- санитарно-гигиеническим;
- эстетическим и другим.

С древнейших времен известны три конструктивные системы:

- **стоечно-балочная** (рис. 3,1, а), где горизонтальный элемент (балка) работает на изгиб;
- **сводчатая и арочная** (рис. 3,1, б), где материал работает на сжатие, последовательно передавая полезную нагрузку и собственный вес верхних элементов на нижележащие;
- **подвесная** (рис. 3, 1, в), где горизонтальные элементы работают на растяжение.

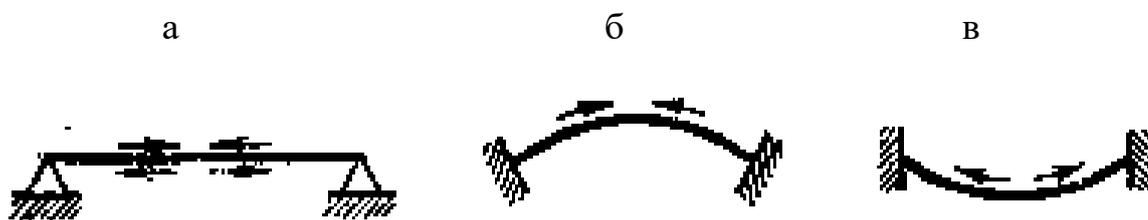


Рис. 3.1. Традиционные конструктивные системы:

а - стоечно-балочная, где горизонтальный элемент (балка) работает на изгиб; *б* – сводчатая и арочная, где материал работает на сжатие, последовательно передавая полезную нагрузку и собственный вес верхних элементов на нижележащие; *в* – подвесная, где горизонтальные элементы работают на растяжение.

Каждой из этих систем соответствовал определенный материал. Для работающей на изгиб балки более всего подходило дерево. Именно деревянными конструкциями перекрывались все большепролетные сооружения древности, пролет которых не превышал 10 м. Каменные балки, плохо работающие на изгиб, обеспечивали перекрытие пролета лишь до 3,5 м. Зато в арочных и сводчатых конструкциях камень был незаменимым материалом. Еще в древности были возведены из камня выдающиеся арочные и купольные здания, например, здание Пантеона в Риме, диаметр купола которого равен 43,5 м.

Для подвесных систем в древности не было подходящего материала и их начали широко применять лишь после внедрения в строительную практику металлических конструкций.

В современном массовом строительстве, где не требуется перекрывать большие пролеты, в основном используется стоечно-балочная система.

Конструктивные элементы, из которых состоит жилое здание, в зависимости от их назначения подразделяется на две группы:

- несущие;
- ограждающие.

Несущие конструкции здания состоят из взаимосвязанных вертикальных и горизонтальных элементов. В совокупности они образуют систему, которую называют *несущим остовом здания*.

Горизонтальные несущие конструкции – перекрытия и покрытия здания воспринимают приходящиеся на них вертикальные и горизонтальные нагрузки и воздействия, передавая их поэтажно на вертикальные несущие конструкции, последние в свою очередь передают эти нагрузки и воздействия через фундаменты основанию. Горизонтальные несущие конструкции массовых капитальных гражданских зданий, как правило, однотипны и обычно представляют собой железобетонный диск (сборный, монолитный или сборно-монолитный).

Вертикальные несущие конструкции разнообразны. Различают:

- стержневые сплошного сечения (стойки каркаса) несущие конструкции;
- плоскостные (стены, диафрагмы);
- объемно-пространственные элементы высотой в этаж (объемные блоки);
- внутренние объемно-пространственные стержни полого сечения на высоту здания (стволы жесткости). Ствол жесткости обычно располагают в центральной части здания; во внутреннем пространстве ствола размещают лифтовые, вентиляционные шахты и другие коммуникации. В зданиях большой протяженности предусматривают несколько стволов жесткости;
- объемно-пространственные наружные конструкции на высоту здания в виде тонкостенной оболочки замкнутого сечения. В зависимости от архитектурного решения внешняя несущая оболочка может иметь призматическую, цилиндрическую, пирамидальную или другую форму.

Ограждающие конструкции отделяют помещение от внешней среды или одни помещения от других (наружные и внутренние стены, перекрытия, полы, перегородки, покрытия и кровли, фонари, окна и двери).

Соответственно примененному виду вертикальных несущих конструкций различают пять основных конструктивных систем гражданских зданий:

- ***стенная (бескаркасная)*** – самая распространенная в жилищном строительстве, ее используют в зданиях различных планировочных типов высотой от одного до 30 этажей (рис.3.2, б);
- ***каркасная*** – с пространственным рамным каркасом, применяется преимущественно в строительстве многоэтажных сейсмостойких зданий (в 9 и более этажей) или при обычных условиях строительства (при наличии соответствующей производственной базы) в строительстве общественных и промышленных зданий. В жилищном ее объем ограничен по экономическим соображениям (рис.3.2, а);
- ***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, столбы объединяют друг с другом гибкими или жесткими связями (рис.3.3).

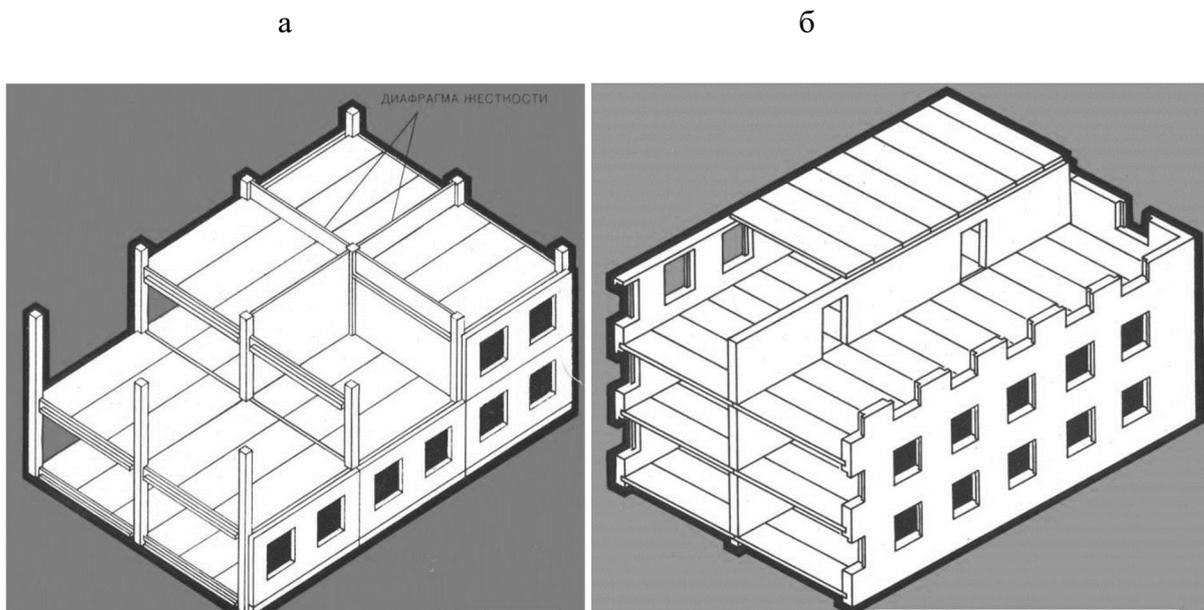


Рис.3.2. Каркасная (а) и бескаркасная (б) стеновые конструктивные системы

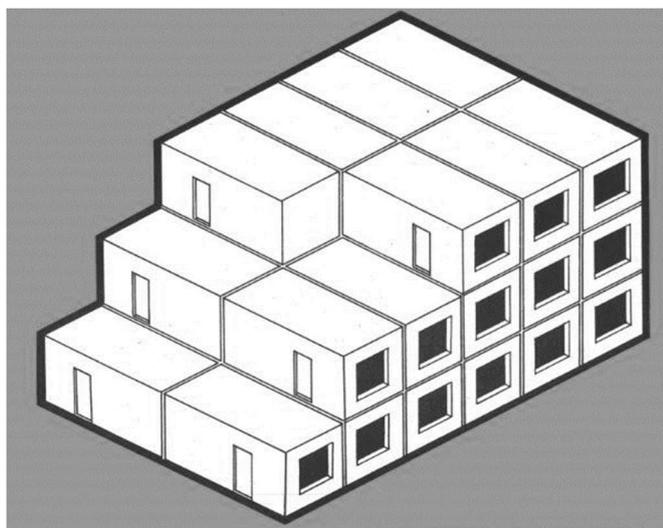


Рис.3.3. Объемно-блочная конструктивная система

- **ствольная система** применяется в зданиях свыше 16 этажей.

Наиболее целесообразно применение ствольной системы для компактных в плане многоэтажных зданий, особенно в сейсмостойком строительстве, а также в условиях неравномерных деформаций основания (на просадочных грунтах, над горными выработками и др. (рис.3.4, а);

- **оболочковая система** присуща уникальным высотным зданиям жилого, административного или многофункционального назначения (рис.3.4, б).

Наряду с основными конструктивными системами широко применяют комбинированные, в которых вертикальные несущие конструкции компонуют

из различных элементов – стержневых и плоскостных, стержневых и ствольных и т.п.

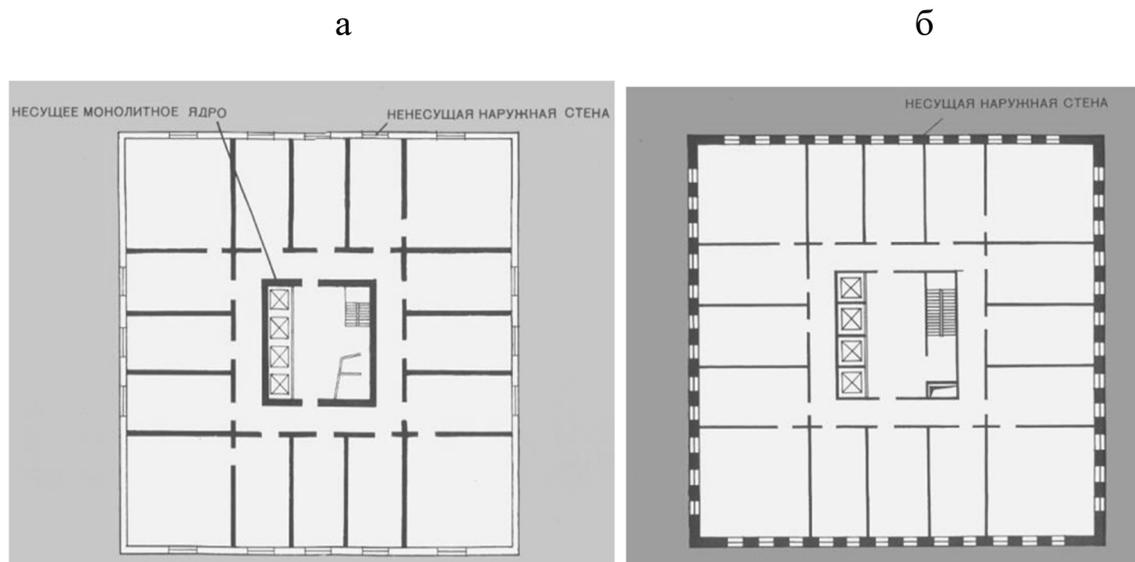


Рис.3.4. Ствольная (а) и оболочковая (б) основные конструктивные систем

На рис. 3.5, представлена классификация конструктивных систем, а схемы основных конструктивных систем – на рис. 3.6.

Наибольшее распространение получили следующие **комбинированные системы** (рис. 3.7):

- **система с неполным каркасом**, основана на сочетании несущих стен и каркаса, воспринимает все нагрузки – вертикальные и горизонтальные.

Существует два варианта этой системы: с несущими наружными стенами и внутренним каркасом либо с наружным каркасом и внутренними стенами. Первый вариант используют при повышенных требованиях к свободе планировочных решений здания, второй – при целесообразности применения ненесущих легких конструкций наружных стен. Систему применяют при проектировании зданий средней и повышенной этажности;

- **каркасно-диафрагмовая система** основана на разделении статических функций между стеновыми (связевыми) и стержневыми элементами несущих конструкций: на стеновые элементы (вертикальные диафрагмы жесткости) передают всю или большую часть горизонтальных нагрузок и воздействий, на стержневые (каркас) – преимущественно вертикальные нагрузки. Система получила широкое применение в строительстве каркасно-панельных общественных зданий разной этажности и многоэтажных жилых зданий в обычных условиях и сейсмостойком строительстве;

- **каркасно-блочная система** основана на сочетании каркаса 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 расположенных с шагом три

– пять этажей горизонтальных несущих платформах (перекрытиях) каркаса. Система применяется в зданиях выше 12 этажей;

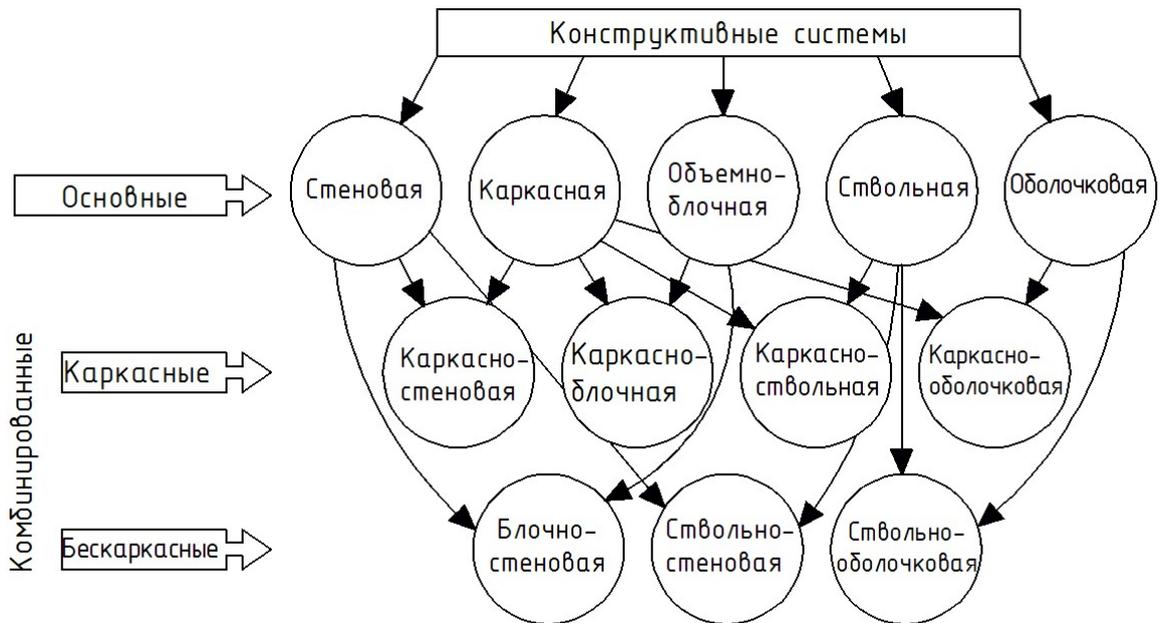


Рис. 3.5. Классификация конструктивных систем зданий

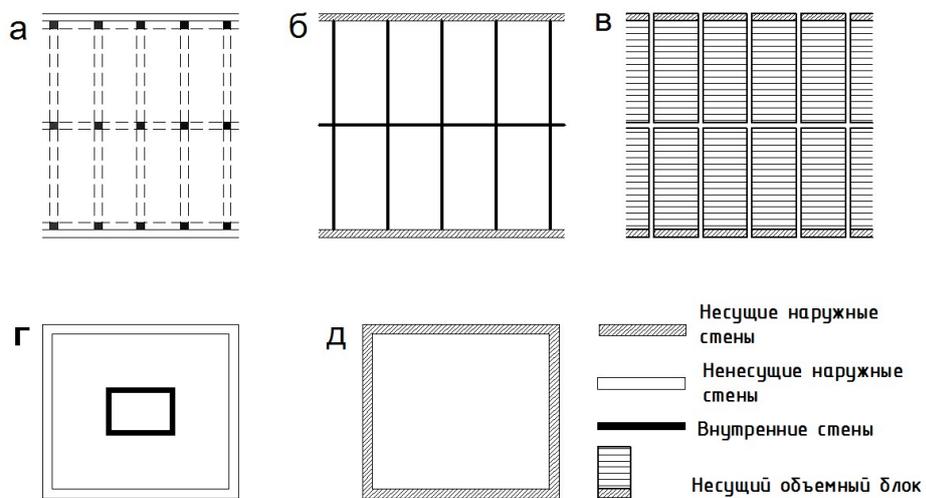


Рис. 3.6. Классификация основных конструктивных систем зданий и их схемы: а - каркасная; б - бескаркасная (стеновая); в - объемно-блочная (столбчатая); г - ствольная; д – оболочковая.

▪ **каркасно-ствольная система** 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.3.8, а);

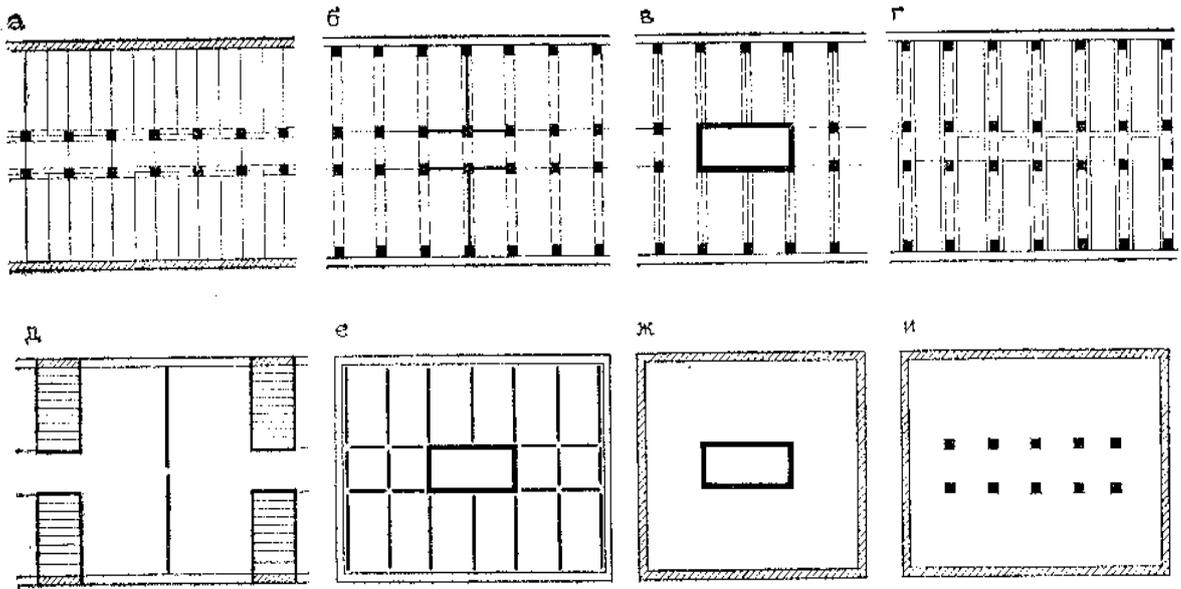


Рис. 3.7. Классификация комбинированных конструктивных систем зданий и их схемы: а - с неполным каркасом; б - каркасно-диафрагмовая; г - каркасно-стволовая; д - блочно-стенная; е - ствольно-стенная; ж - оболочково- ствольная; и - каркасно-оболочковая

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

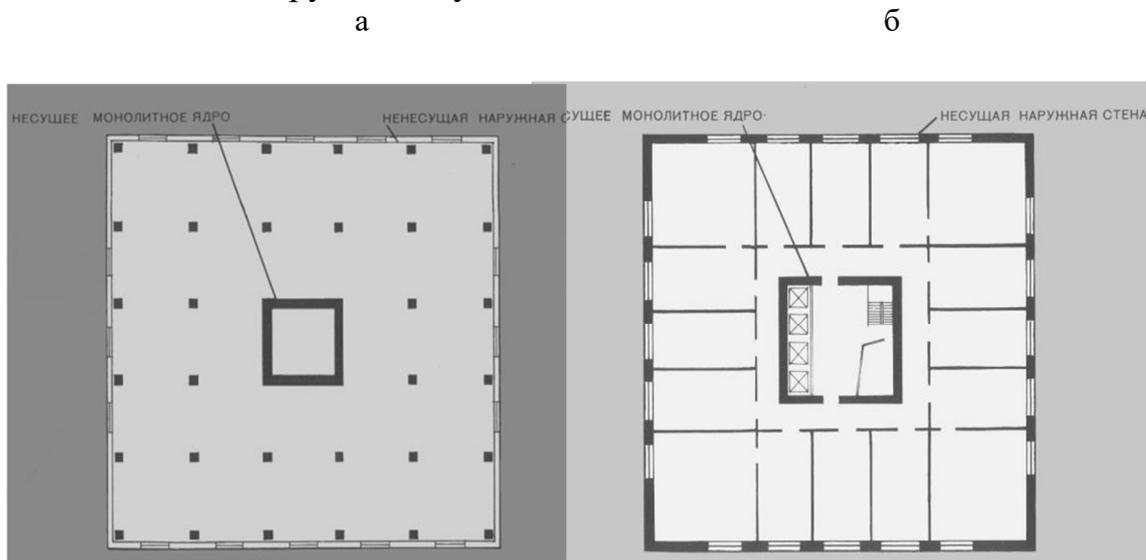


Рис. 3.8. Каркасно-стволовая (а) и ствольно-оболочковая (б) комбинированные конструктивные системы.

▪ **ствольно-стенная система** основана сочетании несущих стен и ствола (стволов) с распределением вертикальных и горизонтальных нагрузок между этими элементами в различных соотношениях. Применяют при проектировании зданий свыше 16 этажей;

▪ **ствольно-оболочковая система** основана на сочетании наружной несущей оболочки и несущего ствола внутри здания, работающих совместно на восприятие вертикальных и горизонтальных нагрузок, Совместность перемещений ствола и оболочки обеспечивается горизонтальными несущими конструкциями отдельных ригельных этажей, редко расположенных по высоте здания. Система применяется при проектировании высотных этажей (рис.3.8,б);

▪ **каркасно-оболочковая система** основана на сочетании наружной несущей оболочки здания с внутренним каркасом при работе оболочки на все виды нагрузок и воздействий, а каркаса – преимущественно на вертикальные нагрузки. Совместность горизонтальных перемещений оболочки и каркаса обеспечивается также, как в зданиях оболочково-ствольной системы. Применяют при проектировании высотных зданий.

Понятие «конструктивная система» – обобщенная конструктивно-статическая характеристика здания, не зависящая от материала, из которого оно возводится, и способа возведения. На основе бескаркасной конструктивной системы может быть запроектировано здание со стенами кирпичными, бетонными, панельными и др.

Наряду с основными и комбинированными в проектировании получают применение смешанные конструктивные системы – сочетание в здании по его высоте или протяженности двух, или нескольких конструктивных систем. Такое решение может быть продиктовано функциональными требованиями. Например, при устройстве магазинов в первых этажах может быть переход от бескаркасной системы в типовых этажах к каркасной в первых.

3.2. Конструктивные схемы зданий

Выбор той или иной конструктивной схемы здания зависит от его этажности, объемно-планировочной структуры, наличия стройматериалов и базы стройиндустрии.

Конструктивная схема представляет собой вариант конструктивной системы по признакам состава и размещения в пространстве основных несущих конструкций – продольному, поперечному или др.

В настоящее время применяются следующие конструктивные схемы бескаркасных зданий:

- **с несущими (продольными, поперечными) стенами (бескаркасные)** наиболее широко применяются при строительстве кирпичных или крупноблочных жилых зданий, а также в крупнопанельных зданиях, продольные стены которых имеют большую прочность (рис.3.9, а). Панели перекрытий и покрытий опираются на продольные несущие стены (в основном на две наружные и внутреннюю центральную стены);

- **бескаркасные здания с несущими поперечными стенами** имеют более

жесткий остов и позволяют применять облегченные самонесущие или навесные наружные стены, к которым предъявляются только теплозащитные требования (рис.3.9, б). Перекрытия и покрытия при этой схеме опираются только на поперечные несущие стены. Поперечные стены при этой схеме ставятся лишь для ограждения лестничных клеток и вентиляционных каналов. Эти схемы могут совмещаться, т.е. – бескаркасные здания с продольными и поперечными несущими стенами;

- **бескаркасная смешанного типа** (рис.3.9, в) применяется, когда планировка зданий бывает довольно сложной, с разнообразными помещениями. В этом случае расположение плит перекрытий в одном направлении не представляется возможным или не является оптимальным вариантом.

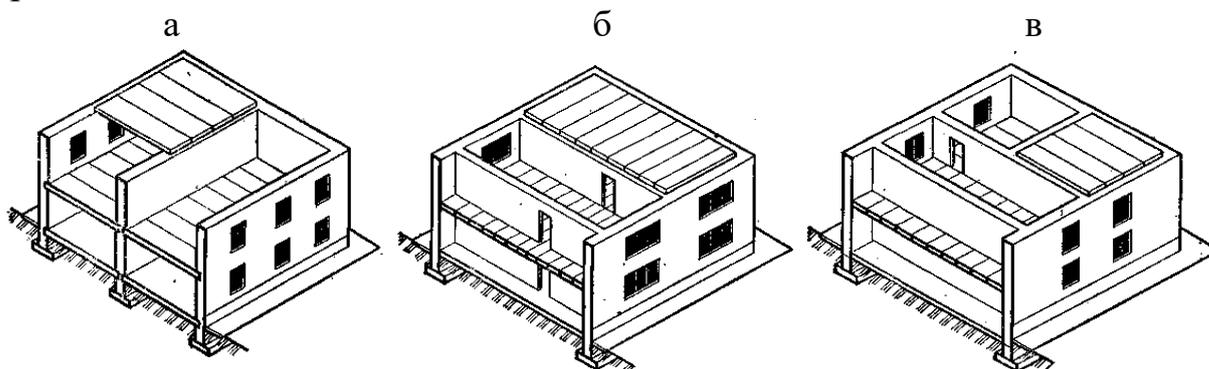


Рис. 3.9. Здания с несущими стенами:

а – конструктивная схема с продольными несущими стенами; б - конструктивная схема с поперечными несущими стенами; в – здание смешанного типа

Конструктивные схемы с несущими стенами очень надежны и просты по своему устройству. Но они имеют существенные недостатки. Длина плит перекрытий ограничена. Это значит, что надо возводить стену для опирания плит, поэтому запроектировать большое помещение при этих схемах затруднительно.

Кроме того, при эксплуатации зданий иногда возникает необходимость перепланировки. Передвинуть или убрать несущую стену практически невозможно. Значит, и приспособить здание с несущими стенами под другие нужды сложно и экономически невыгодно. Возможность в процессе эксплуатации здания менять расположение и размеры помещений обеспечивает **гибкую планировку**. Гибкость планировочных решений — очень важное качество не только для промышленных зданий с жесткими технологическими требованиями к помещениям, но и для гражданских зданий, в том числе и для жилых.

Поэтому вместо внутренних несущих стен можно поставить отдельные опоры (колонны), соединить их ригелями (балками перекрытий) и уже на ригели опирать плиты перекрытий. При таком решении можно получить большие помещения, внутри которых будут стоять колонны. Передвинуть или убрать перегородку, чтоб изменить размеры помещений, не сложно. Этим

требованиям удовлетворяет схема с *наружными несущими стенами и с внутренним каркасом* или *здание с неполным каркасом* (рис.3.10).

При *неполном каркасе* колонны устанавливают только внутри здания, а ригели и прогоны одной стороной укладывают на наружные стены. Стены здесь являются несущей и ограждающей конструкцией. В этих конструктивных схемах несущие внутренние стены заменены колоннами и перегородками между ними, что уменьшает расход стеновых материалов. Нагрузка от ригелей и перекрытий воспринимается также и наружными стенами.

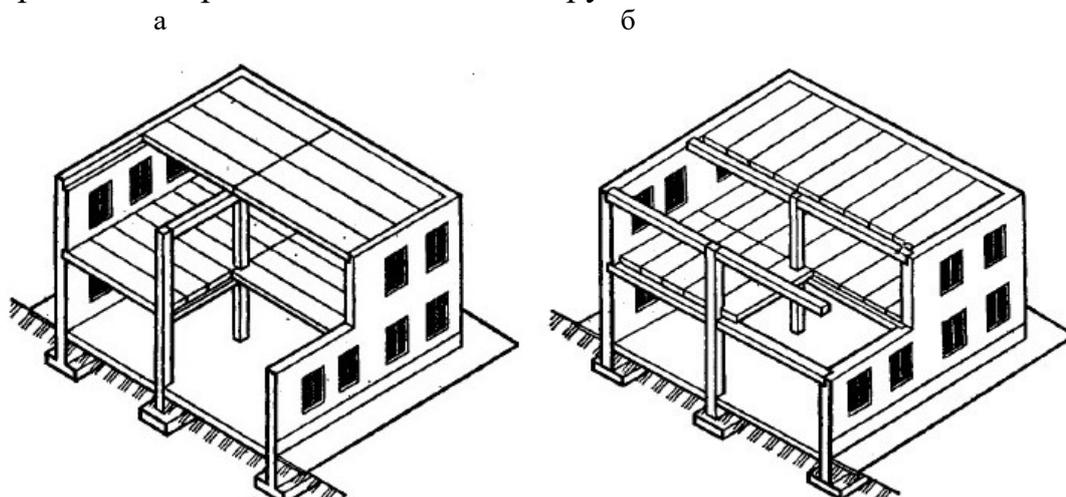


Рис.3.10. Здание с неполным каркасом:
с продольным (а) и поперечным (б) расположением ригеля

Необходимо отметить, что у зданий с несущими стенами есть еще один недостаток. Они материалоемкие, очень тяжелые, что не экономично. Чтобы избежать этого, достаточно заменить не только внутренние, но и наружные несущие стены на отдельные опоры и получить, таким образом, *каркасное здание*. Наружные стены в этом случае несут только ограждающую функцию и могут выполняться из легких материалов в виде навесной конструкции. При навесной конструкции сборные щиты или панели стенового ограждения крепятся к каркасу здания и передают свой вес не на фундамент, а на каркас. Каркасные здания наиболее полно отвечают требованиям современного строительства, обладают хорошей планировочной гибкостью, намного легче зданий с несущими стенами, поэтому этот тип зданий стал наиболее распространенным. Правда, для жилых домов и небольших общественных и промышленных зданий конструктивную схему с несущими стенами продолжают применять.

По характеру работы каркасы бывают трех типов:

- рамные;
- связевые;
- рамно-связевые.

В *рамном каркасе* ригели перекрытий располагаются в продольном и поперечном направлениях и соединяются с колоннами жесткими узлами. Таким

образом получают рамные конструкции в продольном и поперечном направлениях, которые и воспринимают все вертикальные и горизонтальные нагрузки. Рамный каркас очень прочный и жесткий, но выполнение жестких узлов соединений ригелей с колоннами в обоих направлениях представляет определенные конструктивные трудности и легко решается только в монолитном железобетоне. Поэтому такие каркасы применяют сравнительно редко.

При **связевом каркасе** соединения ригелей и колонн выполняются в виде нежестких, шарнирных соединений, поэтому для восприятия горизонтальных и несимметрических вертикальных нагрузок нужны дополнительные элементы жесткости. Соединенные между собой плиты перекрытия образуют жесткий горизонтальный элемент здания. Жесткий диск перекрытия хорошо распределяет нагрузки по всему зданию и включает в совместную работу все колонны каркаса. Но чтобы здание не «сложилось» под воздействием горизонтальных сил, нужны еще вертикальные элементы жесткости. Их выполняют в виде вертикальных металлических конструкций (**связи жесткости**) или в виде специальных железобетонных перегородок (**диафрагмы жесткости**).

Диафрагмы и связи жесткости должны располагаться как в поперечном, так и в продольном направлениях, что весьма затрудняет планировочные решения и ограничивает гибкость планировки.

Рамно-связевой каркас — это комбинированный каркас, который часто применяется в практике строительства. В одном направлении такого каркаса предусматривают рамы с жестким креплением ригелей к колоннам, в другом направлении — вертикальные связи жесткости. Рамно-связевой каркас легко выполняется в сборных железобетонных конструкциях, наиболее распространенных для каркасного здания.

Основные конструктивные схемы каркасных зданий представлены на рис.3.11.

Каркас с продольным расположением ригеля применяют в жилых домах квартирного типа и массовых общественных зданиях сложной планировочной структуры, например, в зданиях школ.

Каркас с поперечным расположением ригеля применяют в многоэтажных зданиях с регулярной планировочной структурой (общежития, гостиницы), совмещая шаг поперечных перегородок с шагом несущих конструкций.

Безригельный (безбалочный) каркас, в основном используют в многоэтажных промышленных зданиях, реже в общественных и жилых, в связи с отсутствием соответствующей производственной базы в сборном жилищном строительстве и относительно малой экономичностью такой схемы.

Преимущество безригельного каркаса используется в жилых и общественных зданиях при их возведении в сборно-монолитных конструкциях методом подъема перекрытий или этажей. При этом имеется возможность произвольной установки колонн в плане здания: их размещение определяется

только статическими и архитектурными требованиями и может не подчиняться закономерностям модульной координации шагов и пролетов.

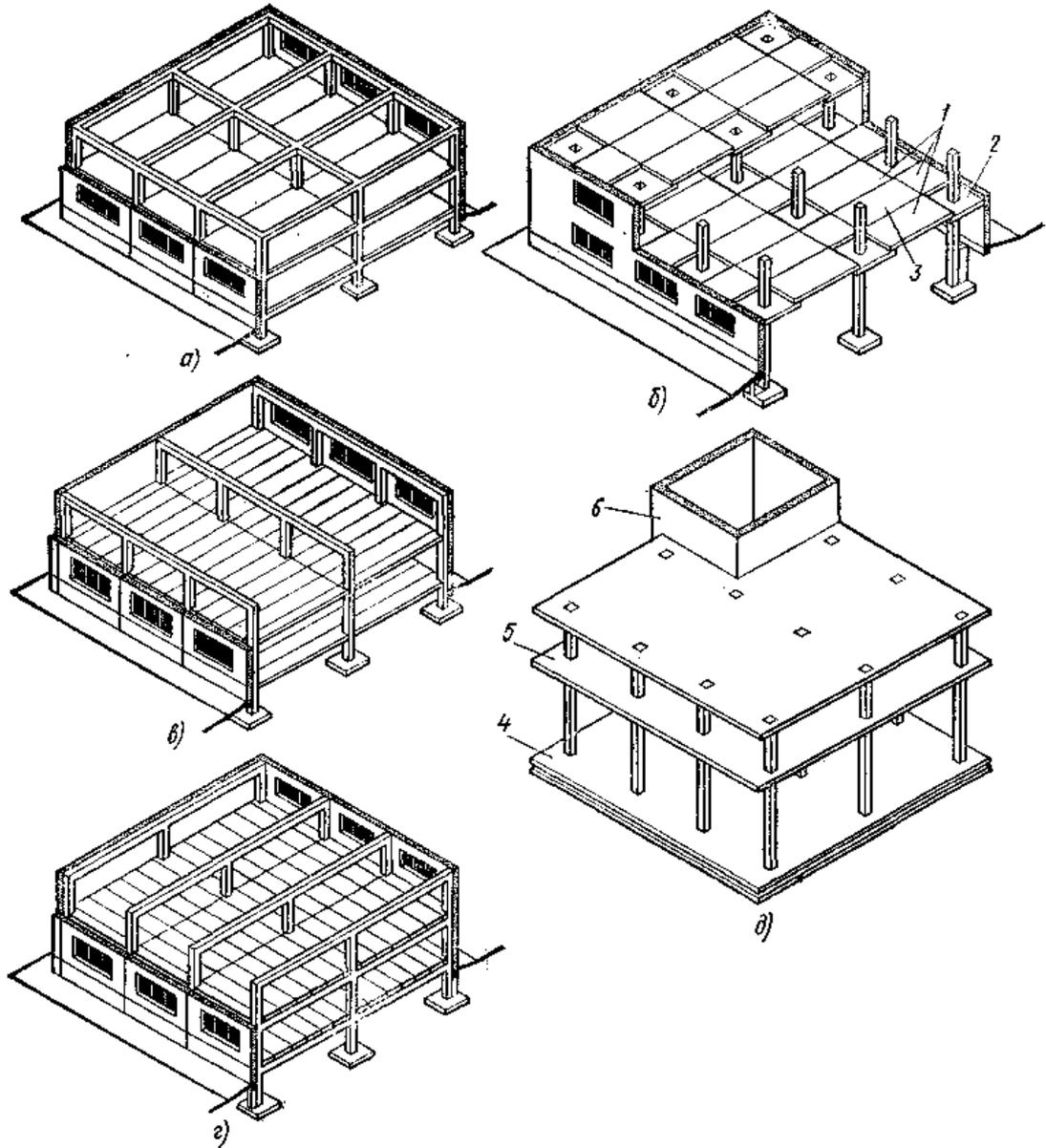


Рис. 3.11. Конструктивные схемы каркасных зданий:

а – с перекрестным расположением ригелей; б – то же, с продольным; в – то же, с поперечным; г – с безбалочным (безригельным) сборным перекрытием; д – с монолитным безбалочным перекрытием и ядрами жесткости (строительство методом подъема этажей); 1 – надколонные плиты; 2 – плита-капитель; 3 – пролетная плита с опиранием по контуру; 4 – плита перекрытия, изготовленная на нулевой отметке; 5 – то же, установленное на проектную отметку; 6 – ядро жесткости

Основные области применения конструктивных систем и схем представлены в таблице 3.1.

Области применения конструктивных систем и схем

Конструктивная система	Конструктивная схема здания	Количество этажей			
		До 5	До 12	16	Более 16
Бескаркасная	Крупнопанельные с поперечными несущими стенами	+	+	+	
	То же, с продольными несущими стенами	+	+		
	То же, с продольными и поперечными несущими стенами	+	+	+	
	Монолитные (при бетонировании в скользящей опалубке) с продольными и поперечными несущими стенами				+
	Крупноблочные	+	+		
	С поперечными несущими стенами из местных материалов		+		
Каркасная	Каркасно-панельные	+	+	+	+
	С монолитным каркасом				+
Объемно-блочная	С продольным или поперечным сплошным размещением блоков	+	+		
Смешанная схема	Каркасно-панельная с монолитным ядром				+
	Панельно-блочные	+	+	+	

3.3. Строительные системы зданий и их применение

Строительная система – комплексная характеристика конструктивного решения зданий по материалу и технологии возведения основных несущих конструкций. Схема классификации строительных систем дана на рис. 3.12.

По материалу конструкций:

- камень;
- бетон;
- дерево и пластмассы;
- металл.

Строительные системы зданий с несущими стенами из *кирпича и мелких блоков из керамики, легкого бетона или естественного камня* бывают *традиционные и полносборные*.

Традиционная система основана на возведении стен в технике ручной кладки, полносборная – на механизированном монтаже стен из крупных блоков или панелей, выполненных в заводских условиях из кирпича, каменных или керамических блоков. При этом крупноблочная система почти повсеместно уступает место панельной.

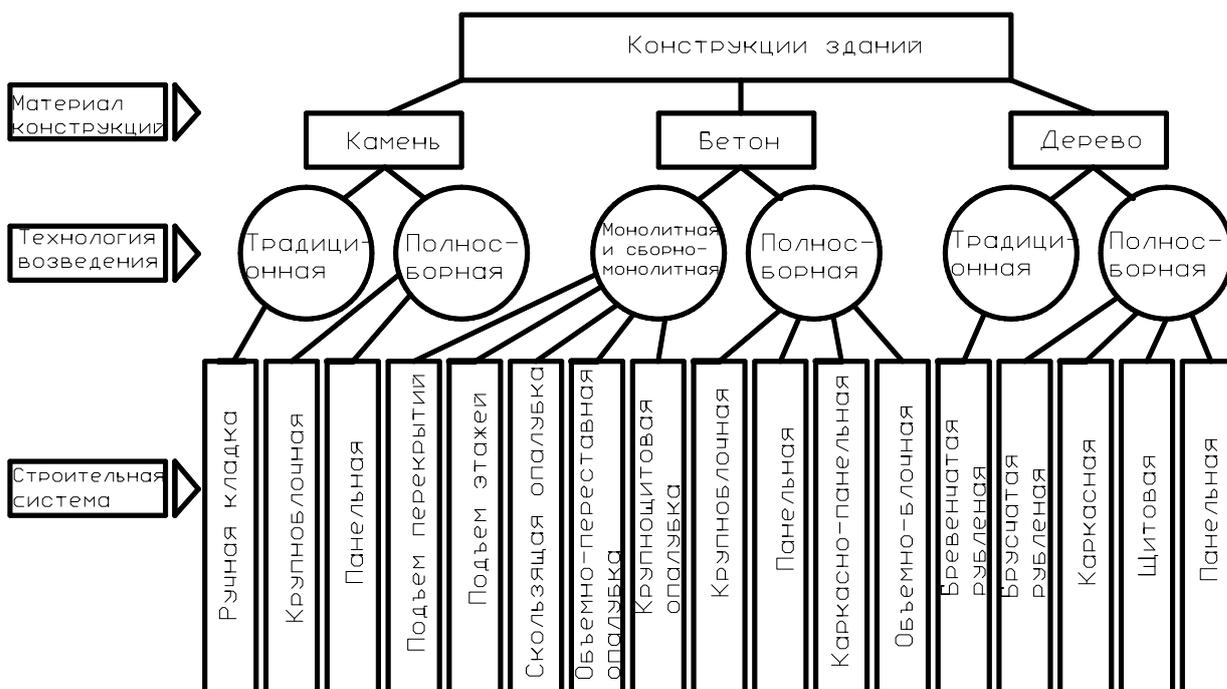


Рис. 3.12. Схема классификации строительных систем

Традиционная система обладает существенными архитектурными преимуществами. Благодаря малым размерам основного конструктивного элемента стены (кирпича, камня) эта система позволяет проектировать здания любой формы с различными высотами этажей и разнообразными по размерам и форме проемами. Применение традиционной системы особенно целесообразно для зданий, доминирующих в застройке. Конструкции зданий со стенами ручной кладки надежны в эксплуатации: они огнестойки, долговечны и теплоустойчивы. Наряду с архитектурными и эксплуатационными преимуществами ручная кладка стен является причиной основных технических и экономических недостатков каменных зданий: трудоемкости возведения, и нестабильности прочностных характеристик кладки, подверженных влиянию сезона возведения и квалификации каменщика.

Повышению экономичности и индустриальности конструкций зданий с каменными стенами способствуют применение камня или кирпича высоких марок, замена ручной кладки монтажом кирпичных (каменных) панелей заводского изготовления.

Панели несущих стен изготавливают высотой в этаж и длиной в один-два конструктивно-планировочных шага (одно-, двухмодульные панели). Объединения отдельных камней, мелких блоков естественного камня, керамических блоков или кирпича в панель достигают их предварительной укладкой на цементном растворе в стальные формы с вибрированием (виброкирпичные и виброкаменные панели) либо без вибрирования, но со специальными синтетическими добавками в раствор, повышающими сопротивление кладки растяжению (кирпичные и каменные панели).

Полносборные здания с несущими конструкциями из бетонных и железобетонных элементов возводят на основе крупноблочной, панельной, каркасно-панельной и объемно-блочной строительных систем.

Крупноблочная строительная система применяется для возведения жилых зданий высотой до 22 этажей. Масса сборных элементов составляет 3 – 5 т. Установку крупных блоков осуществляют по основному принципу возведения каменных стен – горизонтальными рядами, на растворе, с взаимной перевязкой швов.

Преимуществами крупноблочной строительной системы являются: простота техники возведения, обусловленная самоустойчивостью блоков при монтаже, возможность широкого применения системы в условиях различной сырьевой базы, гибкость номенклатуры блоков, позволяющая при ограниченном числе типоразмеров изделий возводить различные типы жилых домов и массовых общественных зданий; ограниченные по сравнению с панельным и объемно-блочным домостроением капиталовложения в производственную базу из-за простоты и меньшей металлоемкости формовочного оборудования; ограниченная масса сборных изделий, позволяющая использовать распространенное монтажное оборудование и применять крупноблочные конструкции в городском и сельском строительстве. Создание крупноблочной строительной системы – первый этап массовой индустриализации конструкций зданий с бетонными стенами. Крупноблочная система по сравнению с традиционной каменной дала снижение затрат труда на 10 % и сроков строительства на 15 – 20 %. По мере внедрения более индустриальной панельной системы постепенно уменьшается объем применения крупноблочной.

Панельная строительная система применяется при проектировании зданий высотой до 30 этажей в обычных грунтовых условиях и до 14 этажей в сейсмических районах. Стены таких зданий монтируют из бетонных панелей высотой в этаж, массой до 10 т и длиной в 1 – 3 конструктивно-планировочных шага. Конструкции панелей несамоустойчивы: при возведении их устойчивость обеспечивают монтажные приспособления, а в эксплуатации – специальные конструкции стыков и связей. Панели несущих стен устанавливают на цементном растворе, без взаимной перевязки швов.

Внедрение панельной системы в жилищное строительство было начато в конце 1940-х годов одновременно в СССР и во Франции. По сравнению с традиционной системой с каменными стенами она позволяет снизить стоимость строительства на 6 – 7 %, массу конструкций на 30 – 40 % и затраты труда на 40 %. Техническим преимуществом панельных конструкций является их значительно большая по сравнению с традиционными прочность и жесткость. Это определило широкое применение панельных конструкций для зданий повышенной этажности в сложных грунтовых условиях (на просадочных и вечномёрзлых грунтах, над горными выработками).

Панельные конструкции сейсмостойки. Панельные конструкции применяют преимущественно для возведения жилых зданий различного типа,

гостиниц, пансионатов, спальных корпусов домов отдыха и санаториев, а также для ряда массовых общественных зданий (детские ясли-сады, школы и др.).

Каркасно-панельная строительная система с несущим сборным железобетонным каркасом и наружными стенами из бетонных или небетонных панелей применяется в строительстве зданий высотой до 30 этажей. Внедрена наряду с панельной в конце 1940-х годов. Применяется в строительстве общественных зданий. В жилищном строительстве систему применяют в ограниченном объеме, поскольку она уступает панельной по технико-экономическим показателям.

Объемно-блочные здания возводят из крупных объемно-пространственных железобетонных элементов массой до 25 т, заключающих в себе жилую комнату или другой фрагмент здания. Объемные блоки, как правило, устанавливаются друг на друга без перевязки швов. Из-за сложности технологического оборудования капиталовложения при создании заводов объемно-блочного домостроения больше по сравнению с заводами панельного домостроения.

Монолитная и сборно-монолитная строительные системы применяются преимущественно для возведения зданий повышенной этажности. К системе монолитного домостроения относят здания, все несущие конструкции которых выполняют из монолитного бетона, к сборно-монолитной – здания, в которых несущие конструкции выполняют частично сборными, частично монолитными. Монолитные здания, как правило, проектируют бескаркасными, сборно-монолитные – каркасными или бескаркасными.

Качественно новый этап в монолитном домостроении начался с середины 1960-х годов и был связан с индустриализацией методов возведения: созданием новых опалубочных конструкций и способов транспортирования бетонной смеси.

Необходимо отметить, что большую часть объема монолитного бетона и железобетона применяют для возведения конструкций нулевого цикла и только 20-25% расходуется на надземную часть здания. При реконструкции эффективность монолита возрастает. Применение монолита позволяет сократить расход стали на 7-20%, а бетона на 12%. Но при этом возрастают энергозатраты, особенно в зимнее время. Основной объем работ при строительстве зданий из монолитного бетона приходится на стройплощадку. Возведение зданий из монолитного железобетона позволяет оптимизировать их конструктивные решения перейти к *неразрезным пространственным системам*, учесть совместную работу элементов и снизить их сечение. В монолите проще решаются проблемы стыков, повышаются их теплотехнические и изоляционные свойства, снижаются эксплуатационные затраты.

Комплексный процесс возведения монолитных конструкций включает:

- **процессы заводского производства** – это процессы по изготовле-

нию опалубки, арматурных каркасов, арматурно-опалубочных блоков, приготовление бетонной смеси;

- **построечные процессы** - установка опалубки и арматуры, транспортирование и укладка бетонной смеси, выдерживание бетона, демонтаж опалубки.

Опалубочная система — это опалубка и элементы, обеспечивающие ее жесткость и устойчивость, крепежные элементы, леса.

Опалубка - форма для монолитных конструкций.

Для бетонирования стен применяют мелкощитовую, крупнощитовую, блок-форму, блочную и скользящую.

Для перекрытий используют мелкощитовую с поддерживающими элементами и крупнощитовую, в которой опалубочные поверхности составляют единый опалубочный блок, переставляемый полностью краном.

Для одновременного бетонирования стен и перекрытий или части здания используют объемно - переставную, горизонтально перемещаемую, катучую опалубку.

Разборно-переставная мелкощитовая опалубка, состоит из элементов небольшого размера до 3 м² и массой до 50кг. Это позволяет собирать и разбирать ее вручную. Опалубка унифицирована, применяется для различных монолитных конструкций с постоянными, переменными и повторяющимися размерами.

Крупнощитовая опалубка состоит из крупноразмерных щитов и элементов. Щиты воспринимают все технологические нагрузки без установки дополнительных несущих и поддерживающих элементов. Она применяется при бетонировании протяженных стен, перекрытий и туннелей. размер щитов равен размеру бетонлируемой конструкции: для стен - ширина и высота помещения; для перекрытия - ширина и длина этого перекрытия. При бетонировании перекрытия большой площади его разбивают на карты, размеры их задаются технологическим регламентом и на их границах устанавливают металлическую, сетку толщиной 2-4 мм с ячейками 10x10 мм для обеспечения нормального сцепления с последующей картой. Данную опалубку используют для зданий с монолитными стенами и перегородками, сборными перекрытиями.

Блочная опалубка - объемно - переставная опалубка, используемая для возведения одновременно 3-х или 4-х стен по контуру ячейки здания без устройства перекрытия. Ее монтируют из отдельных блоков с зазорами, равными по толщине возводимых стен.

Блок - формы - пространственные замкнутые блоки: неразъемные и жесткие, выполненные на конус, разъемные или раздвижные. Их применяют для бетонирования замкнутых конструкций небольшого объема как для вертикальных, так и для горизонтальных поверхностей. Они также используются для объемных элементов стен, лифтовых шахт, отдельно стоящих фундаментов, колонн и т.д.

Объемно - переставная опалубка состоит из секций П-образной формы и представляет собой горизонтально извлекаемый крупногабаритный блок, используемый при одновременном бетонировании стен и перекрытий. При распалубке секции сжимают внутрь и выкатывают к проему для последующего извлечения краном. Ее используют для бетонирования поперечных несущих стен и монолитных перекрытий жилых и общественных зданий.

Для зданий простой конфигурации, большой площадью этажа используются:

- туннельная;
- вертикально перемещаемые опалубки;
- горизонтально перемещаемые опалубки.

Туннельная опалубка - используется для одновременного возведения двух поперечных и одной продольной стены здания и перекрытия над этими стенами. Она часто применяется для зданий с монолитными внутренними стенами, монолитными перекрытиями и навесными фасадными панелями.

Горизонтально перемещаемая опалубка - нужна для бетонирования горизонтально протяженных конструкций и сооружений и конструкций замкнутого сечения с большим периметром.

Скользкая опалубка - применяется для бетонирования стен высоких зданий и сооружений. Это пространственная опалубочная форма, устанавливаемая по периметру стен и поднимаемая гидродомкратами по мере бетонирования.

Пневматическая опалубка - гибкая, воздухонепроницаемая оболочка, раскроенная по габаритам сооружения устанавливают оболочку в проектное положение, создают внутри избыточное давление воздуха или другого газа и бетонируют.

Несъёмная опалубка - для возведения конструкций без распалубки, создания облицовки, а также тепло- и гидроизоляции.

Вспомогательные элементы опалубочных систем:

- **навесные подмости** - специальные подмости, навешиваемые на стены со стороны фасадов с помощью кронштейнов, закреплённых в отверстиях, оставленных при бетонировании стен;

- **выкатные подмости** - подмости, используемые для выкатывания по ним туннельной опалубки или опалубки перекрытий при их демонтаже;

- **проемообразователи** - специальная опалубка, предназначенная для формирования в монолитных конструкциях оконных, дверных и прочих проемов.

На архитектурно-планировочное и конструктивное решение монолитных и сборно-монолитных зданий оказывает существенное влияние, применяемый метод бетонирования несущих конструкций. В отечественном монолитном домостроении наибольшее распространение получили при возведении бескаркасных зданий методы бетонирования в скользящей, объемно-

переставной и крупноразмерной щитовой опалубке, при возведении каркасных – *методы подъема перекрытий* (МПП) и *подъема этажей* (МПЭ) и др.

Метод скользящей опалубки предусматривает непрерывное бетонирование несущих стен в системе синхронно перемещаемых по вертикали опалубочных щитов, установленных по контуру всех несущих стен здания или секции-захватки,

Метод объемно-переставной опалубки основан на циклическом (поэтажном) бетонировании стен и перекрытий с последующим перемещением элементов Г или П-образной (объемной) опалубки, объединяющей вертикальные и горизонтальные щиты опалубки на отметку верхнего этажа.

Метод крупноразмерной щитовой (крупнощитовой) опалубки заключается в циклическом (поэтажном) бетонировании несущих стен в поэтажно устанавливаемых крупных (размером на конструктивно-планировочную ячейку) плоских опалубочных щитах.

Метод подъема перекрытий сводится к бетонированию плит междуэтажных перекрытий и покрытия размером на всю площадь здания на нулевой отметке в инвентарной бортовой опалубке с последующим перемещением этих плит по вертикальным несущим конструкциям (колоннам и объемно-пространственным бетонным шахтам – стволам жесткости) и креплением к этим конструкциям на проектных этажных отметках.

Различие между методами подъема перекрытий и подъема этажей сводится к месту монтажа вертикальных ограждающих конструкций. При МПП их устанавливают после закрепления перекрытий на проектных отметках. При МПЭ ограждающие конструкции каждого этажа (преимущественно полносборные) монтируют на нулевой отметке и перемещают на проектную отметку вместе с плитой междуэтажного перекрытия.

Характерные планы зданий различных строительных систем представлены на рис. 3.13.

Наиболее распространенной из числа сборно-монолитных становится система с вертикальными монолитными элементами жесткости, возводимыми в скользящей опалубке, в сочетании со сборными панельными или каркасно-панельными конструкциями. Эта комбинированная строительная система позволяет повысить прочность несущих конструкций, а, следовательно, и этажность зданий по сравнению с этажностью полносборного здания из тех же конструктивных элементов.

Монолитные и сборно-монолитные здания по жесткости одинаковы, а иногда и превосходят панельные. Поэтому их применение особенно целесообразно в сложных грунтовых условиях и в условиях сейсмичности. Монолитные и сборно-монолитные конструкции применяют для зданий до 25 этажей в обычных условиях строительства и до 20 этажей при строительстве в районах с расчетной сейсмичностью 7 – 8 баллов.

Строительные системы зданий с несущими конструкциями из дерева и пластмасс применяют для возведения жилых и общественных зданий высотой в 1 – 2 этажа. Несущая способность деревянных конструкций, как

показывают расчеты, испытания и опыт отечественного строительства многоярусных высотных культовых и крепостных сооружений, позволяет возводить здания большей высоты. Однако современное строительное законодательство не допускает применения вертикальных деревянных несущих конструкций для зданий средней и повышенной этажности, так как они не отвечают требованиям долговечности и огнестойкости.

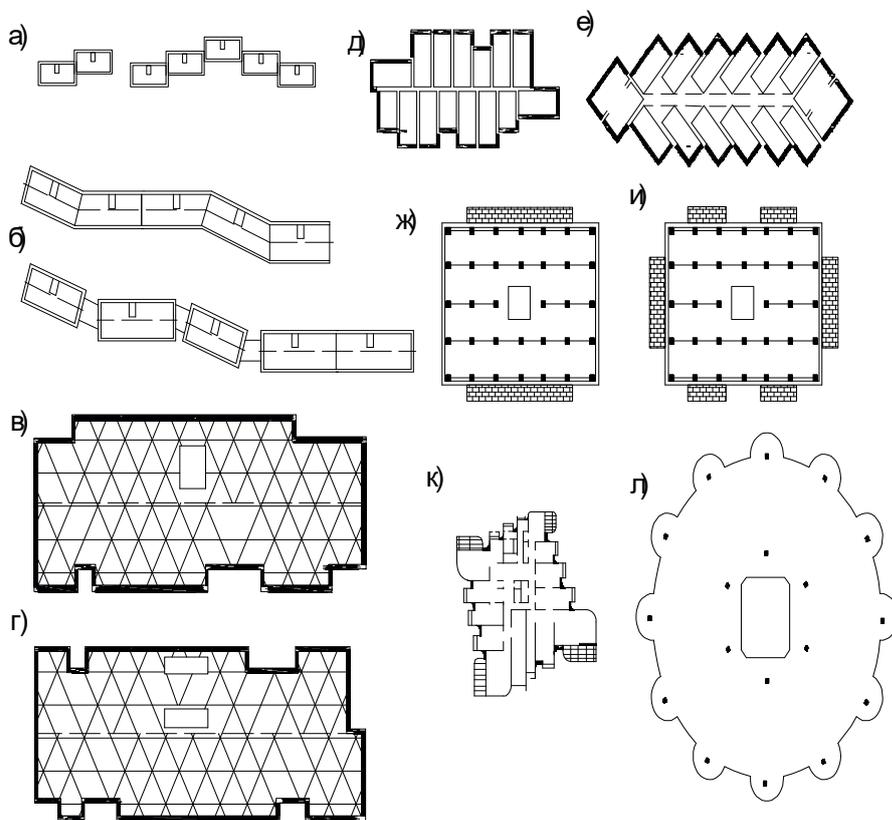


Рис.3.13. Планы зданий различных систем:

а – панельные здания, скомпонованные из различных блок-секций; б – то же, с блокированными вставками; в, г – компоновка ризолитов в поперечно- и продольно-стеновых зданиях; д, е – примеры компоновки планов объемно-блочных зданий; ж, и – вариантное расположение открытых помещений в каркасных зданиях; к – то же, монолитного здания, возводимого в скользящей опалубке; л – то же, возводимого методом подъема перекрытий.

По мере разработки и массового внедрения технологических и дешевых способов повышения био- и огнестойкости древесины предельная этажность зданий с деревянными несущими конструкциями будет повышаться. В настоящее время в зданиях выше двух этажей допустимо только выборочное применение деревянных элементов. Например, для внутри-квартирных перекрытий и лестниц в зданиях с квартирами, помещения которых размещены в двух уровнях, или для каркаса панелей наружных ненесущих стен с обшивками из листовых материалов.

Существует несколько строительных систем зданий с несущими стенами или каркасом из дерева: *традиционная и индустриальная.*

Традиционная – с несущими рублеными стенами из уложенных по периметру стен горизонтальных рядов («венцов») бревен.

Ряд **индустриальных систем**:

- брусчатая – с несущими стенами из брусьев квадратного или прямоугольного сечения;
- каркасная – с заполнением пространства между стойками утеплителем и обшивками при постройке (каркасно-обшивная) или щитами заводского производства (каркасно-щитовая);
- бескаркасные – щитовая и панельная.

Традиционная система имеет ограниченное применение. Ее используют только в богатых лесом районах.

Брусчатая, каркасно-обшивная, каркасно-щитовая, щитовая и панельная системы представляют собой последовательные этапы индустриализации массового деревянного домостроения.

На современном этапе развития строительной техники эти системы уступили место экономически эффективным и индустриальным панельным клефанерным конструкциям. Панели высотой в этаж и длиной от 2,4 до 6 м имеют деревянный каркас, обшивки из водостойкой фанеры (снаружи), древесностружечных плит (изнутри) и эффективный утеплитель.

Затраты пиломатериалов на строительство панельных зданий в 2,6 раза ниже, чем на брусчатые дома. Сроки возведения одноэтажного многоквартирного панельного дома составляют всего 2,5 – 2 рабочих смены. Эксплуатационные качества наружных ограждений панельных зданий значительно выше, чем каркасно-обшивных или щитовых, благодаря малой протяженности стыков сборных элементов и практической воздухопроницаемости обшивок.

Применение панельного деревянного домостроения в малоэтажной сельской застройке технически целесообразно и экономично также по сравнению с индустриальными строительными системами, использующими капитальные конструкции из негорючих материалов.

3.4. Особенности малоэтажного домостроения в Республике Беларусь и за рубежом.

Основными строительными технологиями для малоэтажных домов в Северной Америке, Центральной и Северной Европе являются каркасно-панельные (с 63 % от общего объема строительства в Финляндии до 97 % в Канаде и 95 % в США), на основе деревянных конструкций, как наиболее быстро возводимые, и с наименьшими издержками при строительстве и монтаже. Так, стоимость строительства 1 м² малоэтажного жилья эконом-класса на одну семью в зарубежных странах ниже 1 м² жилья в многоквартирных домах на 10 %–20 %.

За последние 30 лет правительствами, проектными, строительными организациями и инвестиционными компаниями США, Канады, Норвегии, Швеции и Финляндии вложены сотни миллионов долларов в усовершенствование каркасной технологии в целях достижения наивысших эксплуатационных показателей и комфортности жилья. Сегодня более 80 % населения этих стран строят дома с использованием деревянной каркасно-панельной технологии из-за постоянно растущих требований к экологичности и энергосбережению жилого здания.

С принятием в странах Евросоюза новых теплотехнических стандартов строить жилой дом из кирпича в ряде стран Западной Европы стало дорого. Альтернативным вариантом возведения малоэтажного жилья является применение каркасной (каркасно-панельной) технологии из деревянных конструкций, которая позволяет человеку со средним доходом иметь свой собственный дом. Это возможно с использованием североамериканских строительных технологий, которые отработаны десятилетиями, с применением местных материалов. В развитии малоэтажного строительства специалисты отмечают тенденцию увеличения площади жилья на душу населения. Минимально рекомендуемые площади жилья на 1 человека по разным странам представлена на рис.3.14.

В настоящее время прослеживается следующая закономерность – увеличение объемов возведения деревянного малоэтажного домостроения в странах Европы и Северной Америки с большими лесными массивами и запасами древесины. Так, в Испании, имеющей незначительные ресурсы древесины, доля строительства жилья на деревянной основе не превышает 1 %. Во Франции, Великобритании и Германии положение аналогичное.

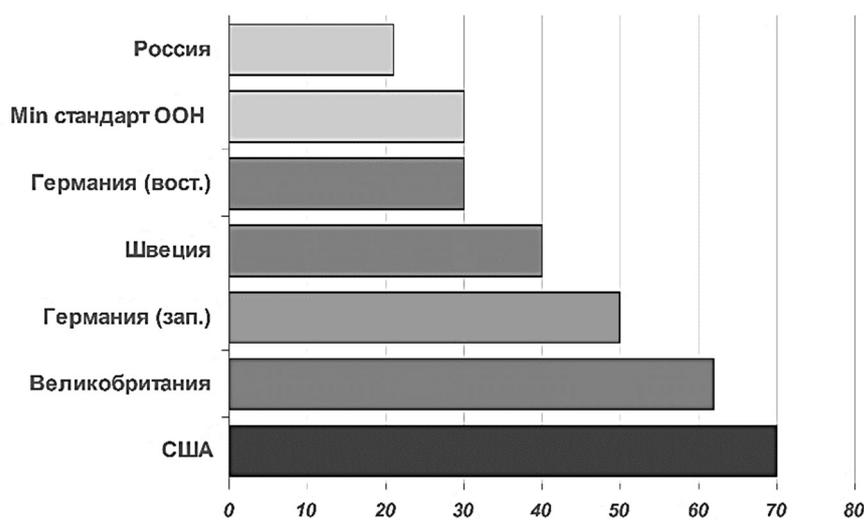


Рис.3.14. Минимально рекомендуемые площади жилья на 1 человека по разным странам

При этом необходимо отметить, что стремление к наличию собственного малоэтажного дома для семьи и индивидуализации личного пространства

входит в национальную ментальность жителей северной и центральной части Европы и Северной Америки. Доля населения, живущего в собственных домах, составляет для Германии 82%, Финляндии - 89%, Канады - 65%, США - 72%. Причем тенденции к индивидуализации жилья преобладают в странах с наименьшей плотностью населения (рис.3.15).

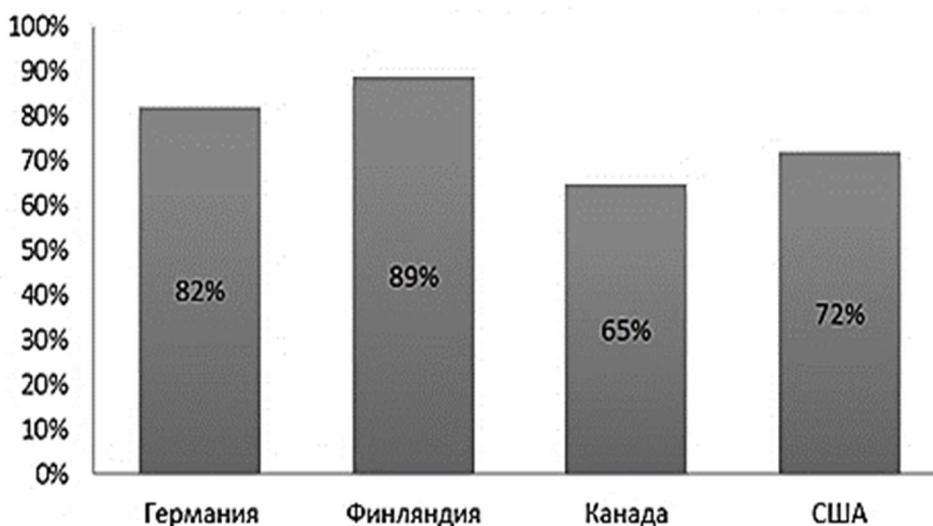


Рис.3.15. Доля населения, живущего в собственных домах

Основными строительными технологиями для малоэтажных домов в Северной Америке, Центральной и Северной Европе являются каркасно-панельные (63% - 99%) и модульные (2% - 25%). Деревянное домостроение в Северной Америке и Европе преобладает в странах с большими лесными массивами.

Долевое соотношение типов домостроения деревянного и каменного (железобетон, блоки, кирпич, камень и пр.) выглядит следующим образом:

- в Испании и Франции строительство из камня занимает лидирующую позицию и составляет более 90%;
- в Великобритании и Германии использование каменных материалов варьируется между 80-90% от общего объема строительства;
- в Японии примерно 55% рынка занимают технологии домостроения из камня, остальные 45% - в пользу деревянного строительства;
- в Канаде и Финляндии 80-90% домов возводят из дерева и только 10-20% из камня;
- в США деревянное домостроение занимает 95% рынка и только 5% населения выбирают каменные дома.

Стремление к быстровозводимому и дешёвому жилью в XX веке свойственно для стран с большим приростом населения:

- США, с приростом в различные периоды в 5-15% в год;
- Канада, со стабильным ежегодным приростом в 1-3%;
- Германия, с приростом в конце 40-х годов в 7-9 %, в конце 80-х –

начале 90-х годов на 25-45%;

Для США характерно малоэтажное домостроение до 4-х этажей. Средняя площадь дома на одну семью составляет 148 м². Более 95% всего домостроения в США является деревянным или на деревянной основе.

Основная технология малоэтажного домостроения в Канаде и Финляндии является деревянно-каркасной. Около 15% домов заводской готовности, производимых в Канаде, экспортируется в США.

В Японии из-за высокой сейсмичности сложились многовековые традиции строительства очень легких жилых домов, поэтому доля строительства на деревянной основе достигает почти 50 %. Зато в Канаде, Финляндии и США доля строительства малоэтажного семейного жилья, возводимого на основе деревянных конструкций, достаточно велика: в Канаде – 82 %, Финляндии – 90 %, США – 95 % от общего объема малоэтажного строительства. При этом следует обратить особое внимание на тот факт, что страны с минимальными объемами домостроения на основе деревянных конструкций (Испания, Франция) имеют достаточно теплый климат, в то время как в северных регионах США, Финляндии и Канады преобладает суровый климат.

Лесные площади и ресурсы древесины на душу населения в мире составляют: в Канаде – 9,4 га и 815,0 м³; России – 5,2 га и 560,0 м³; Финляндии – 4,9 га и 351,0 м³; Швеции – 2,5 га и 313,0 м³; США – 0,9 га и 88,0 м³. В Беларуси произрастают в основном ценные породы деревьев, в том числе на долю сосны приходится 55,0 %, ели – 12,0 %, дуба и ясеня – 4,0 %, березы – 18,0 %, осины – 2,3 %, ольхи – 10,6 %.

Учитывая, что ежегодный прирост запасов древесины в республике достигает 27,4 млн м³, при фактических объемах рубок леса в пределах 11–12 млн м³, можно с уверенностью утверждать, что Беларусь располагает достаточно большими лесными ресурсами для создания мощной базы строительства малоэтажных жилых домов на основе деревянных конструкций.

В процедуре оценки и выбора предпочтительной технологии малоэтажного домостроения, рекомендуемой к внедрению в стране, следует руководствоваться наличием достаточных запасов базового местного материала. По оценкам зарубежных экспертов, при наличии соответствующих лесных запасов предпочтение отдается деревянной каркасно-панельной технологии. Так, в Беларуси на душу населения приходится незначительно больше лесных ресурсов, чем в США (0,94 га против 0,90 га), но почти вдвое больше запасов древесины (144 м³ против 88 м³).

Согласно данным мировой статистики, в мире 80 % всех малоэтажных жилых домов (до трех этажей включительно) возводятся по каркасно-панельной технологии.

Зарубежные эксперты отмечают огромную положительную роль выбора стратегии домостроения, ориентированной на единую в стране технологию малоэтажного строительства. В качестве такой технологии в США и Канаде была избрана десятилетиями апробированная североамериканская технология – «канадский дом».

По канадской технологии в заводских условиях готовится стеновая панель на основе деревянного каркаса и древесно-стружечной прессованной плиты OSB, дополненная внутри утеплителем из минераловатной плиты или пенополистирола. Сборка панелей производится в заводских условиях. На монтажный стол гладкой поверхностью внутрь укладывается OSB-плита, которая из специальной установки покрывается слоем клея, а к плите приклеивается лист пенополистирола.

Каркасно-панельный дом площадью порядка 90–100 м² собирается на площадке (непосредственно монтаж стройкомплекта) за 14 дней бригадой рабочих из 6–7 человек. Такая скорость достигается за счет готовности к сборке всех элементов дома, понятной и логичной их маркировки и технологичности самого строительного процесса.

Каркас представляет собой жёсткую пространственную раму, которая является единым несущим элементом стен, пола, перекрытий и кровли. Каркас дома выполняется из различных материалов, чаще всего применяются деревянный брус или металлические профили (рис.3.16).

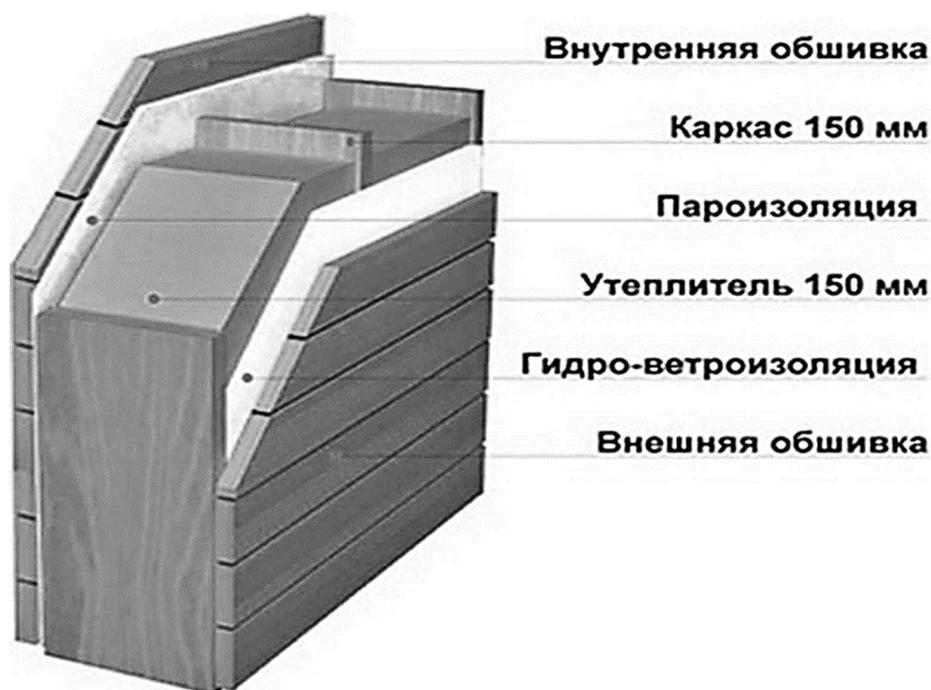


Рис.3.16. Конструкция наружной стены каркасного дома

В качестве утеплителя стен, перекрытий и кровли используются различные материалы, такие как минеральная или базальтовая вата, пенопласт, экструдированный пенополистирол, целлюлозные наполнители – эковата и другие. Снаружи отделку стен по каркасу можно производить целым рядом материалов: различными плитами, вагонкой, имитатором бруса, сайдингом. Возможно устройство штукатурки, вентилируемых фасадов, отделка искусственным и натуральным камнем, облицовка керамикой. Каркас стены позволяет использовать в качестве внешней отделки практически любые

материалы по вашему желанию. Внутри помещения отделка проводится вагонкой, деревянными и пластиковыми панелями, гипсокартонными листами, керамической плиткой и многими другими материалами. Кровлю каркасного дома можно выполнить из любых представленных на рынке материалов: ондулина, металлочерепицы, профильного листа, натуральной черепицы.

Технология каркасно-панельного домостроения имеет следующие достоинства по сравнению с другими технологиями малоэтажного строительства:

- возможность строительства в любое время года;
- высокие темпы строительства;
- экономия при выполнении строительных работ нулевого цикла,

стоимость которых составляет порядка 15 %–20 % от всей цены строительства малоэтажного дома.

Малый вес конструкций позволяет снижать нагрузки на фундамент, что значительно удешевляет его. Так, деревянный каркасно-панельный малоэтажный дом в несколько раз легче кирпичного и в качестве фундамента может использоваться малозаглубленная монолитная плита или облегченный ленточный фундамент. Соответственно затраты на устройство фундаментов снижаются в 2–3 раза;

- экономия на транспортных расходах, эксплуатации машин и механизмов из-за малого веса зданий, возводимых по данной технологии. Появляется возможность обойтись без автокранов и тяжелой техники;

- экономия на внутренних отделочных работах. Дома, возведенные из газосиликатных блоков, при использовании традиционной штукатурки не дают идеально ровной поверхности стен, полов и потолков, поэтому требуются значительный объем штукатурных работ и соответственно дополнительные затраты на отделочные работы. В то же время к внутренней отделке каркасно-панельного дома можно приступать практически сразу после постройки;

- экономия затрат на отопление. Использование качественной теплоизоляции в стенах и потолочных перекрытиях позволяет создать из каркасно-панельных конструкций своеобразный «термос», который в закрытом состоянии может хранить тепло до 2–3 суток, не требуя дополнительного отопления, что существенно снижает затраты на энергоносители. Данная технология позволяет обеспечить высокие теплоизоляционные свойства конструкций при относительно небольшой толщине стен (до 20–25 см);

- экономия затрат на транспортирование конструкций, для которых не требуется применения тяжелой транспортной и монтажной техники, что в итоге создаст условия для заблаговременного строительства дорог и подъездных путей постоянного пользования;

- экономия условно-постоянных затрат за счет изготовления конструкций дома промышленным путем.

К числу основных факторов, препятствующих применению каркасно-панельной технологии в малоэтажном строительстве Беларуси, можно отнести следующие:

- отсутствие в стране единой концепции развития малоэтажного строительства;
- недостатки системы лесопользования;
- отсутствие к настоящему времени технических регламентов и типовых проектов в области строительства зданий с применением инновационных технологий и строительных материалов;
- отсутствие развитой индустрии строительных материалов (плит OSB, энергоэффективных теплоизоляционных материалов и др.);
- нестабильность загрузки производственных мощностей предприятий, специализирующихся на выпуске конструкций и материалов для малоэтажного домостроения;
- нехватка квалифицированных проектировщиков, которые могли бы работать с новыми конструкциями и материалами;
- проблемы, связанные с выделением земельных участков со стороны местных распорядительных органов;
- слабое развитие инженерной инфраструктуры или ее полное отсутствие (сетей водоснабжения, канализации, электроснабжения и др.);
- проблема источников финансирования строительства.

Одновременно с этим в практике отечественного домостроения сложились ошибочные стереотипы:

- большинство застройщиков неверно считают, что в США, где каркасно-панельные жилые дома составляют подавляющее большинство, погодные условия мягче белорусских. На практике дела обстоят совсем иначе. В большинстве северных штатов, не говоря о Канаде и Аляске, среднегодовая температура значительно ниже, снеговой покров такой же, а ветра намного сильнее;
- в отечественной практике щитовые каркасные дома возводились как временные, отчего сложилось общее отрицательное восприятие таких домов в качестве постоянного жилища.

При строительстве и эксплуатации каркасно-панельных жилых домов обеспечивается двукратная экономия энергоресурсов и, самое главное, – такие дома являются экологически чистыми. Поэтому целесообразно принять все необходимые меры для развития в стране сектора современного малоэтажного домостроения.

Для этого в рамках выбранной государственной стратегии в области жилищного строительства целесообразно реализовать предлагаемые ниже меры:

1. В рамках выбранной государственной стратегии, учитывая опыт стран Северной Америки (США, Канада), Северной Европы, целесообразно рассмотреть вопрос о принятии решения перехода на единую (преобладающую) в стране технологию малоэтажного домостроения. Каркасно-панельная технология позволяет использовать ее практически в любой области Республики Беларусь. При этом используется местное сырье (древесина).

Кроме того, наиболее эффективно для строительства таких домов формировать бригады до семи человек из числа рабочих завода, изготавливающего домокомплекты. Надлежащие запасы древесины имеются практически в любом регионе Республики Беларусь, что позволяет сократить сроки ее поставки и соответствующие расходы;

2. Организовать производство инновационных строительных материалов, чтобы в дополнение к уже существующим производственным мощностям задействовать в стране полноценный сегмент современного малоэтажного домостроения.

3. Целесообразно проработать вопросы включения в Государственную программу импортозамещения производства в необходимом количестве следующих инновационных материалов, на которые имеется устойчивый спрос:

- крупноразмерные и влагостойкие ориентированно-стружечные плиты OSB. Плиты OSB-3 при ввозе на территорию Республики Беларусь облагаются таможенной пошлиной в размере 15 %. Поэтому при использовании плит OSB отечественного производства цена изготовления в заводских условиях комплекта каркасно-панельного деревянного дома уменьшится на 3 %. Строительство в Республике Беларусь одного завода, производящего 200 тыс. м³ плит OSB в год, обеспечит возведение более 1,8 млн м² малоэтажного каркасно-панельного жилья в год;

- брус PSL. Данный материал из склеенных спрессованных параллельных волокон дерева по прочности намного превосходит как массив дерева, так и клееный брус;

- фиброцементный сайдинг. В производстве данного вида сайдинга используются цемент, песок, вода, минеральный наполнитель и армирующие волокна целлюлозы. Цветное покрытие на основе акрилата позволяет намного продлить срок службы облицовки, так как не впитывает воду, обладает высокой стойкостью к выгоранию и механическим воздействиям;

- теплоизоляционные материалы (стекловата). Благодаря структуре материала и особенностям волокон продукты из штапельного стекловолна обладают рядом выдающихся свойств – высокой теплоизолирующей способностью при малом весе, эффективной звукоизоляцией в конструкциях и отличным звукопоглощением;

- влагостойкий гипсокартонный лист. Обладает пониженным поглощением влаги и состоит из гипсового сердечника с добавлением гидрофобизированных добавок и специального картона, который выполняет функцию каркаса, приклеенного клеем в заводских условиях. Влагостойкий гипсокартон экологически чистый отделочный материал, обладает способностью впитывать избыточную влагу и выделять ее в окружающую среду. Применение влагостойкого гипсокартона исключает использование мокрых процессов, что увеличивает скорость производства работ;

- стекломагниевый лист (СМЛ). Представляет собой многослойный

материал, состоящий из следующих слоев: лицевой поверхностный слой, армирующая стеклосетка, слой магнезиального связующего с наполнителем, второй слой армирующей стеклосетки, покрытие внутренней стороны СМЛ.

4. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

4.1. Понятие об основаниях, их классификация

Геологические породы, залегающие в верхних слоях земной коры, используемые в строительных целях, называются *грунтами*. Грунты представляют собой скопление частиц (зерен) различной величины, между которыми находятся поры (пустоты). Эти частицы образуют так называемый скелет грунта.

Грунты, непосредственно воспринимающие нагрузки от здания или сооружения, называются *основанием*.

Основание, способное воспринять нагрузку от здания или сооружения без укрепления (усиления) грунтов, называется *естественным основанием*.

Основание, способное воспринять нагрузку от здания или сооружения только после проведения мер по укреплению (усилению) грунтов, называется *искусственным основанием*.

Естественные основания. Грунты, используемые в качестве естественных оснований зданий и сооружений, подразделяются в зависимости от геологического происхождения, минералогического состава, физико-механических показателей на *скальные и нескальные*.

К *нескальным* относятся: крупнообломочные, песчаные и глинистые.

Скальные грунты представляют собой вулканические (изверженные), метаморфические и осадочные породы с жесткой связью между зернами минералов (спаянные и сцементированные). Такие грунты залегают в виде сплошного массива или трещиноватого слоя, образующего подобие сухой кладки. К *скальным грунтам* относятся граниты, базальты, песчаники, известняки. Под нагрузкой от здания и сооружения они (за исключением сильно выветрившихся рухляков или водорастворимых скальных пород) не сжимаются и являются наиболее прочными основаниями зданий и сооружений. К водорастворимым и размягчаемым в воде скалистым породам относятся гипсы, ангидриты, глинистые сланцы, некоторые виды песчаников.

Крупнообломочные грунты представляют собой несцементированные скальные грунты, содержащие более 50% по весу обломков кристаллических или осадочных пород. Такие грунты из крепких неразмываемых пород слабо сжимаются под нагрузкой и также могут быть прочным основанием для зданий и сооружений.

В зависимости от крупности зерен различаются: щебенистые (гравелистые) крупнообломочные грунты при преобладании щебня или гравия крупнее 10 мм и дресвяные – при преобладании щебня или гравия от 2 до 10 мм.

Песчаные грунты, сыпучие в сухом виде, состоят преимущественно из округленных частиц (зерен) крупностью от 0,05 до 2 мм, являющихся конечным результатом распада каменных пород. В зависимости от крупности частиц **пески** разделяются на гравелистые, крупные, средней крупности, мелкие и пылеватые. В зависимости от плотности сложения или пористости песчаные грунты бывают плотные, средней плотности и рыхлые. В зависимости от степени влажности или степени заполнения объема пород различают песчаные грунты маловлажные, влажные и насыщенные водой. Увлажнение песчаных грунтов снижает их несущую способность, причем снижение тем больше, чем меньше размеры частиц грунта. Особенно сильно влияет на снижение несущей способности грунта увлажнение мелкозернистых и пылеватых песков с глинистыми и илистыми примесями. Эти грунты в водонасыщенном состоянии становятся текучими, и потому их называют плавунами; возведение здания на таких грунтах создает значительные затруднения. Песчаные грунты из гравелистых, крупных и средней крупности песков малосжимаемы и при достаточной мощности слоя служат прочным и устойчивым основанием зданий и сооружений.

Глинистые грунты – результат разложения горных пород с преимущественным содержанием глинозема – относят к связным грунтам, так как частицы их скреплены силами внутреннего сцепления. Они состоят из мельчайших минеральных плоских частиц размером менее 0,005 мм и толщиной менее 0,001 мм, а также песка и иногда растительных остатков. Эти примеси уменьшают водонепроницаемость глины и ее прочность. В зависимости от количества содержащихся в грунте глинистых частиц и песка, а также пластичности грунта различают супеси, суглинки и глины. Глинистые грунты пластичны, то есть, способны при добавке воды переходить из твердого состояния в пластичное, а при дальнейшем увлажнении – в текучее состояние. От степени влажности существенно зависят строительные свойства глинистых грунтов. В сухом и маловлажном состоянии они служат хорошим основанием для зданий и сооружений, но несущая их способность в разжиженном состоянии значительно снижается.

Расширение воды при замерзании в порах глинистых грунтов основания вызывает увеличение объема грунта, или, как говорят, «пучение». При замерзании влажных глинистых грунтов основания силы пучения бывают настолько велики, что они «приподнимают» фундаменты и могут явиться причиной деформации фундаментов и здания. Поэтому глубина заложения фундаментов от уровня земли на глинистых грунтах должна быть, как правило, не менее глубины промерзания грунта.

Среди глинистых грунтов особые группы составляют *илы, просадочные и набухающие* грунты. Илы малопригодны в качестве оснований. Просадочные лессовые и лессовидные грунты при замачивании водой дают под действием внешней нагрузки дополнительные осадки, что может привести к разрушению сооружений. При проектировании зданий и сооружений на таких грунтах необходимо выполнять специальные мероприятия по их укреплению.

Качество основания в значительной мере зависит от однородности слагающих его грунтов и горизонтальности напластований. Неоднородность грунтов особенно опасна при насыпных основаниях, которые могут иметь различный 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 пластов 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 и 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. Можно также определить эту величину по формулам, приводимым в курсе «Основания и фундаменты».

Искусственные основания. Несущую способность слабого грунта можно увеличить путем: *уплотнения, закрепления или замены слабого грунта на более прочный* (рис. 4.1). Уплотняют грунты: *укаткой, трамбованием, вибрацией и устройством грунтовых свай.*

Укатка грунта катками уплотняет его на 15 – 20 см, а трамбование падающими механическими трамбовками – на глубину до 1,5 – 2,0 м, причем в последнем случае несущая способность увеличивается до 30 %.

Крупнообломочные и крупнозернистые песчаные грунты хорошо уплотняются поверхностными вибраторами. Укатка, трамбование и вибрирование относятся к *поверхностному уплотнению* грунтов.

Глубинное уплотнение грунтов производят глубинными вибраторами или с помощью грунтовых свай (путем заполнения заготовленных скважин песком или грунтом с послойным трамбованием его до необходимой плотности). Длина свай может достигать 15 м.

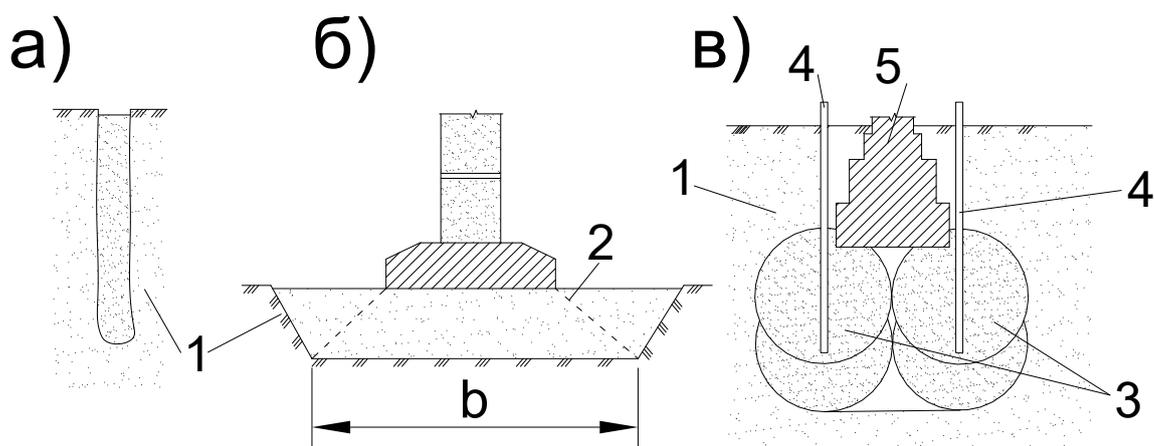


Рис. 4.1. Грунтовые искусственные основания:

а – грунтовая свая; б – песчаная подушка; в – усиление грунта силикатизацией (цементизацией); 1 – слабый грунт; 2 – песчаная подушка; 3 – зона уплотненного грунта силикатизацией (цементизацией); 4 – инъекторы $d = 20 - 40$ мм; 5 – фундамент

Закрепление грунтов производят: *силикатизацией, цементированием или битумизацией* – путем нагнетания по трубам в грунт соответствующих эмульсий. Применение одного из трех указанных способов определяется видом грунтов.

Силикатизацией (нагнетание в грунт через трубы жидкого стекла и хлористого кальция) можно закрепить песчаные пылеватые грунты, пливуны.

Цементированием (нагнетание в грунт цементного молока) закрепляют гравелистые крупно- и среднезернистые грунты.

Битумизация применяется для закрепления сильно трещиноватых скальных и песчаных пород и песчаных грунтов. После затвердевания эмульсии в порах грунта происходит его окаменение.

Замена слабого грунта более плотным производится устройством песчаных или щебеночных подушек. Песчаная подушка выполняется из среднезернистого или крупнозернистого песка с увлажнением и уплотнением его при укладке. Подушка распределяет давление от фундамента на большую площадь слабого грунта и уменьшает его за счет своей упругости.

Термический способ укрепления грунта состоит в нагнетании в толщу грунта под давлением через трубы воздуха, нагретого до 600 – 800° С, или в сжигании горючих продуктов, подаваемых в герметически закрытую скважину под давлением. Термический способ глубинного уплотнения грунта применяют для устранения просадочных свойств лёссовых грунтов на глубину 10 – 15 м. Обожженный грунт образует фильтрующий слой, сквозь который вода может проникнуть через толщу просадочного грунта на устойчивый непросадочный грунт. Обожженный грунт приобретает свойства керамического тела, не намокает и не набухает.

4.2. Общие сведения о фундаментах

Фундаменты – это часть здания, расположенная ниже отметки дневной поверхности грунта (рис.4.2). Их назначение – передать все нагрузки от здания на грунт **основания**. В случаях, 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**.

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, грибков и бактерий – могут привести как к появлению напряжений и разрушений в фундаментах, так и к нарушению эксплуатационного режима помещений зданий.

Для того, 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. 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.

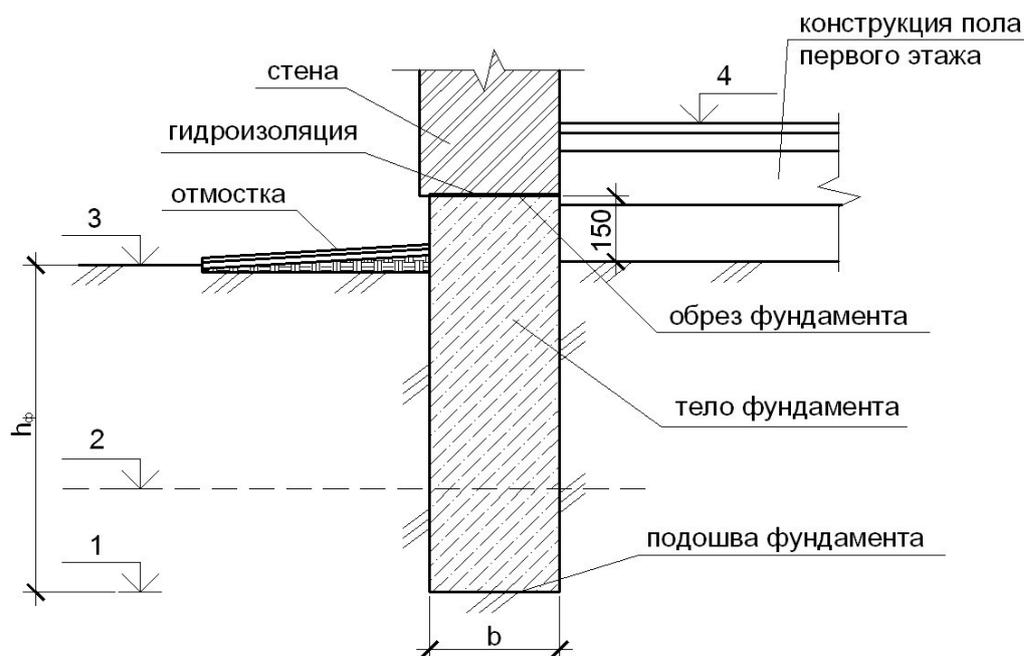


Рис.4.2. Основные элементы фундамента: 1– отметка глубины заложения фундамента; 2 – отметка уровня грунтовых вод; 3– планировочная отметка; 4– отметка уровня пола первого этажа; b – ширина подошвы фундамента; $h_{\text{ф}}$ - глубина заложения фундамента.

Материалом для фундаментов могут служить дерево, бутовый камень, бутобетон, бетон, железобетон. **Деревянные фундаменты**, как правило, используют лишь для временных деревянных зданий. В условиях переменной влажности древесина быстро загнивает, поэтому для продления срока службы деревянные фундаменты следует антисептировать – обрабатывать химическими веществами, препятствующими гнилостным процессам.

В современных условиях все реже применяют **фундаменты из бута**. В этих фундаментах бутовый камень укладывают на растворе. Устройство таких фундаментов трудоемко, ограничено-теплым сезоном и требует труда квалифицированных каменщиков. Несколько проще устройство **бутобетонных фундаментов**. Их возводят в опалубке, включая в бетон 25 – 35 % бута. Затраты на возведение меньше, чем на бутовые, необходимость в квалифицированных каменщиках отпадает.

Массовое распространение в современном строительстве получили **бетонные и железобетонные фундаменты**, особенно сборные. Бетонные и железобетонные сборные фундаменты позволяют круглогодичное ведение работ с широким применением промышленных методов изготовления и монтажа элементов. Бетон и железобетон в наибольшей степени отвечают требованиям, предъявляемым к материалам для фундаментов: морозостойкости, механической прочности, стойкости к агрессивным водам, биостойкости и т.д.

По конструктивной схеме фундаменты различают ленточные, отдельностоящие, сплошные и свайные.

Ленточные фундаменты устраивают под все капитальные стены, а в некоторых случаях и под колонны. Они представляют собой заглубленные в грунт ленты – стенки из бутовой кладки, бутобетона, бетона или железобетона.

Отдельностоящие фундаменты представляют собой отдельные плиты с установленными на них подколонниками или башмаками колонн. Их устраивают для каркасных зданий. Разновидностью отдельностоящих фундаментов являются столбчатые, которые проектируют для малоэтажных зданий при малых нагрузках и прочных основаниях, когда ленточные фундаменты неэкономичны.

Сплошные фундаменты могут быть плитные и коробчатые, в один или несколько этажей. Сплошные фундаменты применяют для зданий с большими нагрузками или при слабых и неоднородных основаниях.

Свайные фундаменты применяют на слабых сжимаемых грунтах, при глубоком залегании прочных материковых пород, больших нагрузках и т.д. В последнее время свайные фундаменты получили широкое распространение для обычных оснований, так как их применение дает значительную экономию объемов земляных работ и затрат бетона.

Выбор того или иного типа фундаментов зависит от применяемого материала, конструктивного решения здания, характера и величины нагрузок, вида основания, местных условий.

По методу возведения фундаменты могут быть индустриальные и неиндустриальные. В массовом строительстве используют **индустриальные фундаменты** – бетонные и железобетонные сборные, позволяющие ведение работ без ограничения сезона и сокращающие трудозатраты на строительной площадке.

По величине заглубления в грунт фундаменты различают **мелкого** (менее 5 м) и **глубокого** (более 5 м) **заложения**. Большинство гражданских зданий имеет фундаменты мелкого заложения.

По характеру работы конструкции фундаменты могут быть жесткие, работающие только на сжатие, и гибкие, конструкции которых рассчитаны на восприятие растягивающих усилий. К **жестким** относят все фундаменты, за исключением железобетонных. **Гибкие** железобетонные фундаменты способны воспринимать растягивающие усилия. Применение железобетонных фундаментов позволяет резко снизить затраты бетона, но резко увеличивает расход металла.

Важнейшим параметром, от которого зависят форма и объем фундаментов, является **глубина его заложения**, т. е. расстояние подошвы фундамента от дневной поверхности.

Минимальную глубину заложения фундаментов для отапливаемых зданий обычно принимают под наружные стены – 0,7 м, под внутренние – 0,5 м.

Глубина заложения фундаментов должна приниматься с учетом назначения и конструктивных особенностей проектируемого сооружения, влияния расположенных вблизи сооружений и инженерных коммуникаций,

наличия подвала, глубины заложения слабых грунтов, инженерно-геологических, гидрогеологических, геоэкологических условий площадки строительства и возможных их изменений, в том числе изменение глубины сезонного промерзания грунтов (табл.4.1).

Таблица 4.1

Глубина промерзания грунта, см

Область, пункт	Средняя из максимальных за год	Наибольшая из максимальных	Область, пункт	Средняя из максимальных за год	Наибольшая из максимальных
ВИТЕБСКАЯ ОБЛАСТЬ			ГРОДНЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ		
Езерище	67	130	Ошмяны	78	142
Верхнедвинск	59	105	Лида	58	113
Полоцк	60	122	Гродно	65	134
Шарковщина	89	134	Новогрудок	35	75
Витебск	73	142	Волковыск	76	149
Езерище	67	130	МОГИЛЕВСКАЯ ОБЛАСТЬ		
Верхнедвинск	59	105	Горки	76	145
Лынтупы	63	123	Могилев	65	130
Докшицы	82	130	Кличев	82	150
Лепель	53	99	Славгород	75	140
Сенно	79	129	Костюковичи	77	150
Орша	71	140	Бобруйск	69	132
МИНСКАЯ ОБЛАСТЬ			БРЕСТСКАЯ ОБЛАСТЬ		
Вилейка	80	148	Барановичи	92	150
Борисов	71	147	Ганцевичи	39	112
Воложин	51	97	Ивацевичи	47	127
Минск	63	137	Пружаны	77	150
Березино	77	150	Высокое	59	115
Столбцы	55	90	Полесский	63	100
Марьина Горка	79	134	Брест	55	142
Слуцк	71	133	Пинск	62	121
ГОМЕЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ					
Жлобин	75	120	Житковичи	48	102
Чечерск	61	>150	Мозырь	68	135
Октябрь	63	119	Лельчицы	58	106
Гомель	63	148	Брагин	62	115

Глубина заложения фундаментов на скальных, гравелистых, крупнообломочных грунтах и песках средней крупности не зависит от глубины промерзания, т.к. эти грунты не подвержены пучению при замерзании.

В зданиях с подвалом заложение фундаментов должно быть ниже отметки пола подвала не меньше, чем на 0,2-0,5 м.

Учитывая условия содержания фундаментов, необходимо, чтобы материал фундаментов был: достаточно стойкий против грунтовых вод и

возможной химической агрессии; водонепроницаемый, морозостойкий в состоянии выдержать попеременное замораживание и оттаивание; прочный на механические нагрузки и вибрацию; долговечный. Из этих условий видно, что для фундаментов пригоден ограниченный круг материалов.

Для предохранения стен от капиллярной сырости в фундаментах устраивают гидроизоляцию – горизонтальную и вертикальную (рис. 4.3). По методу устройства различают гидроизоляции: окрасочную, штукатурную (цементную или асфальтную), литую асфальтную, оклеечную (из рулонных материалов) и оболочковую (из металла).

Горизонтальную гидроизоляцию при отсутствии подвалов целесообразно укладывать в уровне бетонной подготовки пола первого этажа, на 15 – 20 см выше уровня отсыпки. При наличии подвала гидроизоляцию устраивают также и под полом подвала. Во внутренних фундаментах горизонтальную изоляцию укладывают в уровне обреза фундамента. Конструктивно горизонтальная гидроизоляция чаще всего представляет собой два слоя рубероида или толя на мастике, или слой асфальтобетона 10 – 12 мм, или слой цементного раствора 1:2 толщиной 20 – 30 мм.

Вертикальную гидроизоляцию устраивают для защиты стен подвала. Тип гидроизоляции зависят от влажности грунта. При сухих грунтах можно ограничиться двухразовой обмазкой горячим битумом. При сырых грунтах устраивают цементно-известковую штукатурку, после просушки которой производят обмазку битумом за 2 раза или оклейку рулонными материалами.

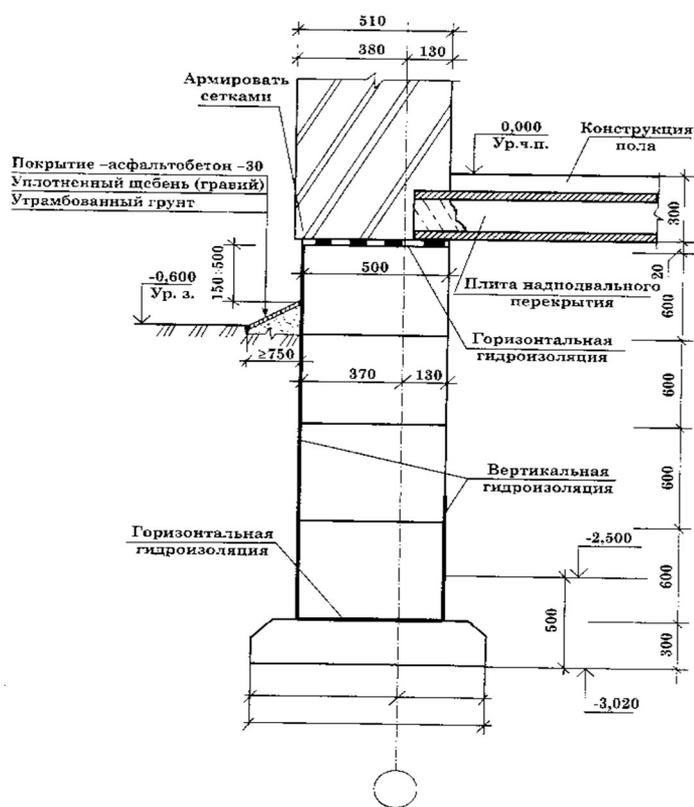


Рис. 4.3. Устройство гидроизоляции в здании с подвалом

Следует обращать особое внимание, на обеспечение совместности работы всех видов гидроизоляции.

При высоком расположении горизонта грунтовых вод (выше пола подвала) могут потребоваться специальные меры усиления конструкции фундаментов и гидроизоляции, вплоть до устройства герметических оболочек из металла. Одновременно проводят меры по понижению уровня грунтовых вод – дренирование и тому подобные мероприятия.

4.3. Конструктивные решения основных видов фундаментов

4.3.1. Ленточные фундаменты

Ленточный фундамент может служить не только несущей конструкцией, передающей постоянные и временные нагрузки от здания на основание, но и ограждающей конструкцией помещений подвала. Ленточные фундаменты получили большое распространение в жилищном строительстве для зданий до 12 этажей, выполненных по бескаркасной схеме.

Конструкции фундаментов зависят от конструктивной схемы здания, нагрузок, гидрогеологических условий строительной площадки, наличия средств механизации, возможности использования местных строительных материалов.

Ленточные фундаменты устраивают под несущие стены здания. Они подразделяются на сборные и монолитные.

Сборные ленточные фундаменты собирают из железобетонных блоков и плит (подушек, рис. 4.4). Подушки могут укладываться как в виде непрерывной ленты с конструктивным зазором 20 мм, так и прерывистыми с зазором до 300 мм. Подушки укладываются непосредственно на основания или песчаную подсыпку толщиной 100-150 мм. Стеновые блоки укладывают по подушкам на цементном растворе с обязательной перевязкой верхних вертикальных швов не менее 300 мм (на толщину блока).

Блоки-подушки прямоугольного или трапецеидального сечений высотой 300, 400, 500 и 600 мм, длиной от 800 и до 2800 мм, уложенные на выровненное основание вплотную одна к другой в направлении несущих стен, образуют сплошную ленту, по которой в перевязку швов на растворе укладывают бетонные блоки стенки фундамента. Блоки стенки шириной 200, 300, 400, 500, 600 мм, высотой 280 и 580 мм, длиной от 880 и 2380 мм могут быть сплошные и пустотелые.

Пустотелые блоки неприменимы в грунтах, насыщенных водой, так как в пустоты блоков проникает вода и при замерзании разрушает их стенки. Фундаменты, в которых блоки-подушки уложены с расстоянием одна от другой, называются *прерывистыми* (рис. 4.5). Расстояние между блоками засыпают песком. Прерывистые фундаменты экономичнее сплошных.

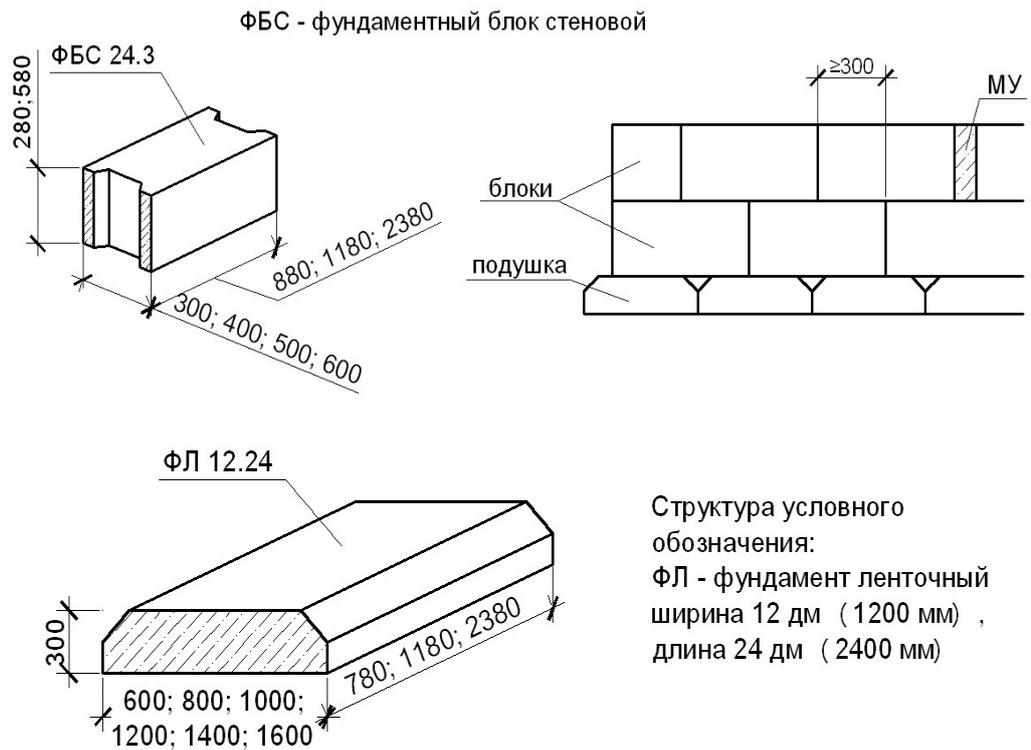


Рис.4.4. Фундаментные блоки и плиты (подушки)

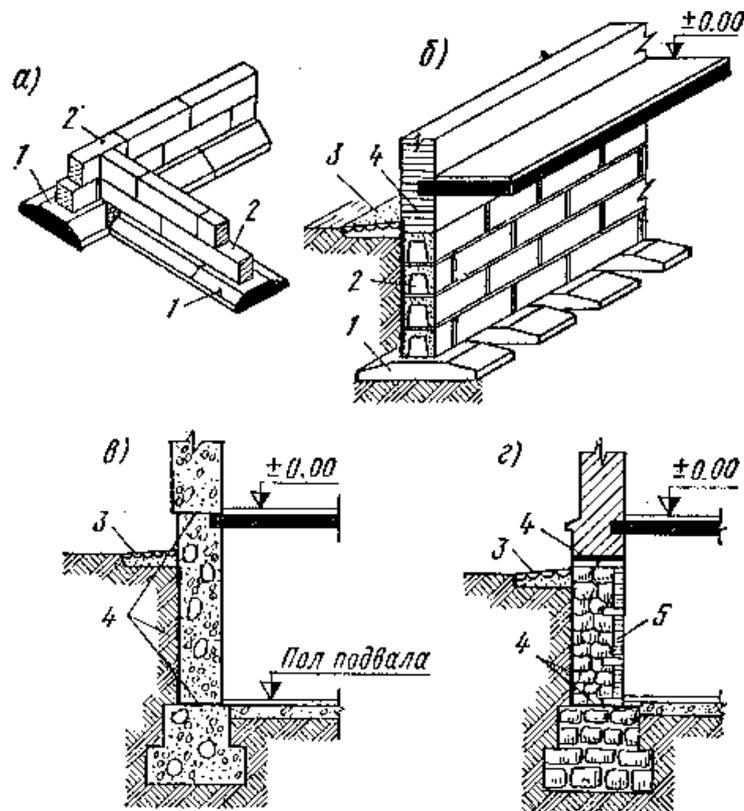


Рис.4.5. Конструкции ленточных фундаментов: а – сборный; б – то же, прерывистый; в – монолитный фундамент (бутобетонный); г – бутовый фундамент; 1 – фундаментные подушки; 2 – бетонные блоки; 3 – отмостка; 4 – гидроизоляция; 5 – кирпичная облицовка (в ½ кирпича)

В поисках экономичных решений фундаментов в строительстве применяются пустотелые, ребристые фундаментные блоки-подушки, однако, они не нашли широкого применения вследствие сложной технологии изготовления (рис. 4.6 – 4.7).

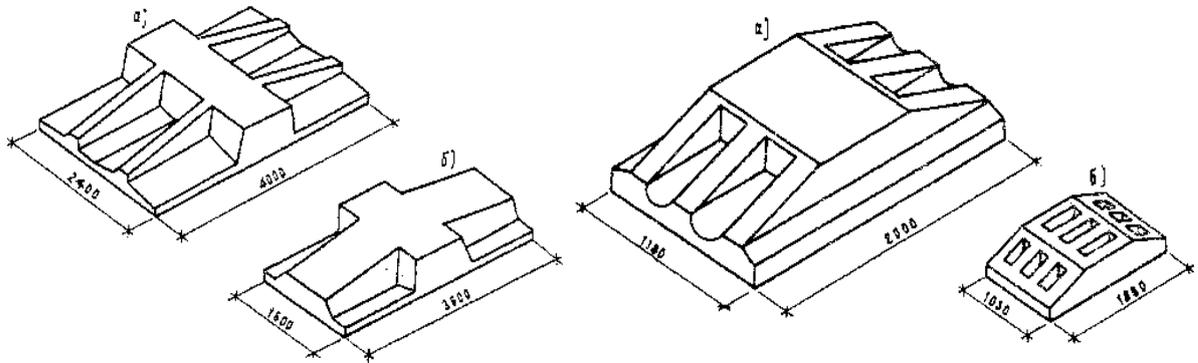


Рис. 4.6. Облегченные и ребристые плиты фундаментов

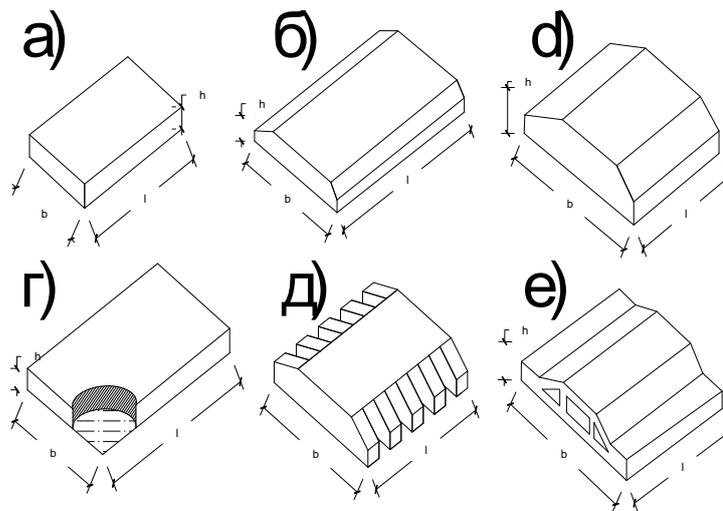


Рис. 4.7. Сборные блок-подушки:
а, б, в – блок-подушки массового строительства; г – блок-подушка с предварительно напряженной арматурой; д – то же, с облегченными консолями; е – то же, с горизонтальными пустотами

Для малоэтажных зданий уплотнение грунтов основания может достигаться с помощью бетонных блоков с продольным выступом высотой 15 см, изготавливаемых в типовой опалубке (рис. 4.8).

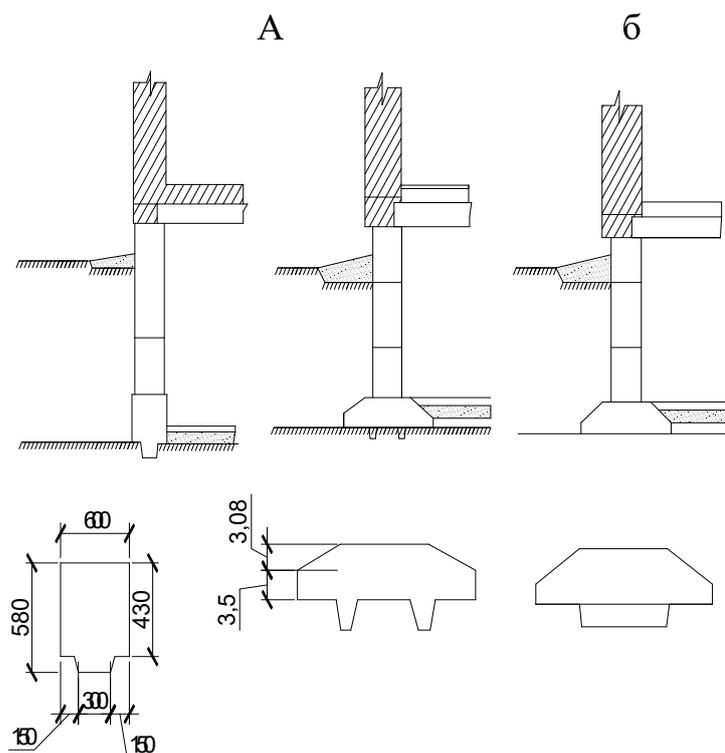


Рис. 4.8. Ленточные сборные фундаменты: а – бетонные ребристые блоки; б – типовые блоки ФБС

При строительстве на просадочных грунтах плиты ленточных фундаментов (ФЛ) целесообразно заменить фундаментами в вытрамбованных котлованах. Монолитные опоры-столбы, бетонлируемые в вытрамбованных котлованах, располагаются с шагом 2,4 – 2,8 м, а между ними по верху устраивается монолитный пояс (рандбалка) сечением 30×40 или 30×50 см в зависимости от толщины стеновых блоков (рис.4.9).

Рекомендуемый шаг фундаментов в вытрамбованных котлованах дает возможность устройства сборно-монолитных стен подвалов жилых и общественных зданий с использованием типовых бетонных блоков длиной 90 и 120 см, укладываемых по монолитному бетону. После установки блоков между ними выполняются монолитные шпонки. Опоры-столбы могут быть сечением по верху 90×90 см – по размеру трамбовки – «торпеды», а глубина заложения 1,4 – 1,8 м и более в зависимости от характеристики грунтов и действующих нагрузок. Высота монолитного пояса 10 – 15 см, диаметр продольных стержней арматурных сеток от 8 до 10 мм.

Такая конструкция стен подвалов упрощает производство работ, так как при этом не требуется перевязка швов и заделка кирпичом или бетоном, неизбежных при выполнении стен из блоков ФБС. Кроме того, сборно-монолитные стены подвалов на фундаментах в вытрамбованных котлованах обходятся дешевле на 20 – 25 %, так как при этом 45 – 50% сборного железобетона заменяется монолитным, который дешевле, а также сокращается

расход арматурной стали, которая в данном случае применяется только для армирования монолитного пояса-рандбалки.

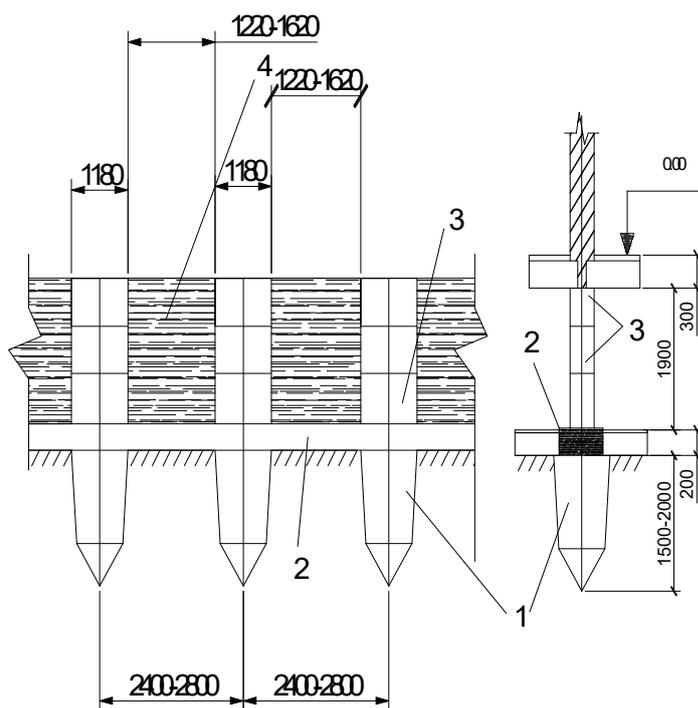


Рис. 4.9. Сборно-монолитные стены подвалов:
1 – фундаменты в вытрамбованных котлованах; 2 – монолитный пояс;
3 – стеновые бетонные блоки; 4 – монолитные участки

Сборно-монолитные стены подвалов обладают также меньшей водопроницаемостью по сравнению со сборными, которые обычно требуют дополнительных затрат на устройство вертикальной оклеечной гидроизоляции.

При строительстве крупнопанельных зданий пояса-рандбалки не предусматриваются: цокольные панели устанавливаются непосредственно на опоры, шаг которых принимается в зависимости от размеров панелей и прочности грунтов.

В некоторых жилых зданиях «поперечными несущими стенами» применяют ленточные фундаменты в виде железобетонных плит длиной до 3500 мм, высотой 300 мм, по которым устанавливают безраскосные железобетонные рамы высотой, равной высоте подвального помещения (рис. 4.10, а). Панели продольных стен подвала опираются на выступы ленточных фундаментов.

В зданиях с продольными несущими стенами применяют фундаменты со стенкой из крупных железобетонных панелей (рис. 4.10, б), являющихся одновременно стенами подвала.

Толщину стен фундаментов можно принимать равной или меньше толщины наземных стен. При этом свес стен здания не должен превышать 130 мм.

Ширину подошвы фундамента устанавливают путем расчета в соответствии с СП Общие положения по проектированию оснований и

фундаментов» согласно передаваемой нагрузке на фундамент от вышележащих элементов, несущей способности грунта и типа фундамента.

Конструктивно ширину железобетонных подушек и плит можно принимать для наружных стен в пределах 1,0 – 1,8 м; для внутренних несущих стен – 1,8 – 2,4 м.

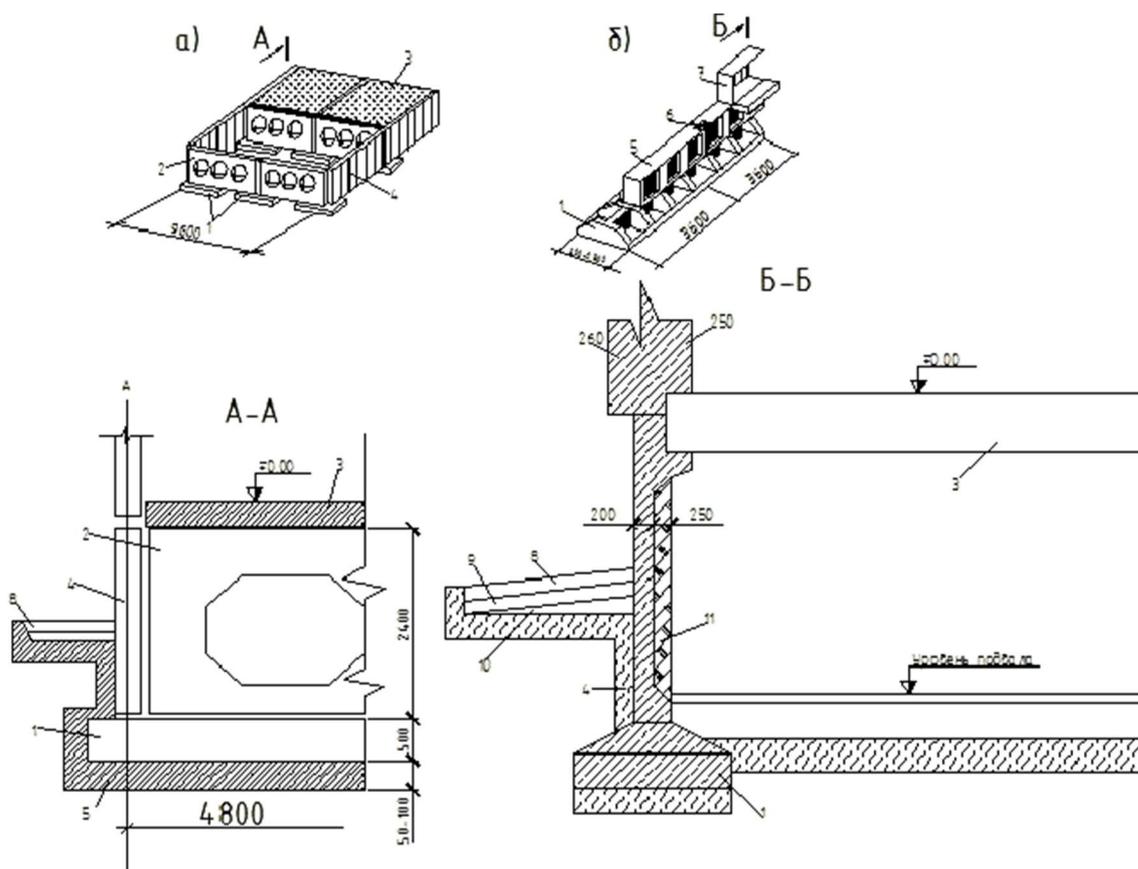


Рис.4.10. Конструкции облегченных ленточных фундаментов:
 а – с применением безраскосных железобетонных ферм; б – из крупных панелей;
 1 – фундаментная блок-подушка; 2 – железобетонная ферма; 3 – плиты перекрытий;
 4 – цокольная панель; 5 – панель-стенка; 6 – место сварки панелей; 7 – стена;
 8 – отмостка; 9 – бетон; 10 – глиняная подстилка; 11 – утеплитель

Монолитные ленточные фундаменты выполняют из каменной кладки, бетона или железобетона.

В современном строительстве бутовые фундаменты применяют в тех районах, где бут является местным строительным материалом. Кладка фундаментов производится вручную с перевязкой вертикальных швов. Бутовые фундаменты выполняют толщиной не менее 500 мм, а при применении постелистого бута плитняка, толщина стенки может быть уменьшена до 350 мм. Бутовые фундаменты трудоемки в изготовлении, неэкономичны. Применяют только в тех районах, где бутовый камень является местным материалом. Для бутовых фундаментов применяют тяжелые природные камни из известняка или песчаника.

Для бутобетонных фундаментов минимальная толщина 350 мм. Верхний обрез бутобетонных и бутовых фундаментов ввиду неточности плоскости обреза следует увеличить на 80 – 100 мм по отношению к толщине надземной стены.

Для передачи нагрузки на большую площадь основания применяют уширение к подошве, которое в бутовых и бутобетонных монолитных фундаментах производится уступами. Высота уступа принимается не менее 300 мм для бутобетонных массивов, а для бутовых – два ряда кладки, или 350 – 600 мм. Отношение высоты уступа к его ширине принимают из условия исключения растягивающих напряжений в нижней части фундамента в пределах 1,25 – 1,75, в зависимости от давления на грунт, марки бетона или раствора. При небольших нагрузках на основание и при хороших грунтах ширину фундаментов книзу можно увеличивать. Бутобетонные фундаменты экономичнее бутовых.

Бутобетонные фундаменты устраивают по щебеночной подготовке толщиной 50 – 100 мм, втрамбованной в грунт.

Бетонные монолитные фундаменты применяются только в тех районах, где нет бутового камня, так как на них расходуется много цемента.

4.3.2. Столбчатые и сплошные фундаменты

Столбчатые фундаменты устраивают в тех случаях, когда нагрузки от здания вызывают давление на грунт меньше нормативного давления грунта основания (например, малоэтажные здания, некоторые типы панельных зданий) или когда слой грунта, служащий основанием, залегает на значительной глубине (3 – 5 м), что экономически не оправдывает применение ленточных фундаментов.

Столбчатые фундаменты могут быть монолитными и сборными.

Под зданиями с несущими стенами (рис. 4.11) столбчатые фундаменты располагают под углами стен, в местах пересечения наружных и внутренних стен, под простенками и через 3 – 5 м на глухих участках стен.

По столбчатым фундаментам под несущие стены устраивают фундаментные балки из сборного или монолитного железобетона. При расстоянии между столбчатыми фундаментами до 4 м иногда устраивают кирпичные армированные перемычки. Во избежание деформаций фундаментных балок от сил пучения грунтов при промерзании в пучинистых грунтах (под фундаментными балками) устраивают подушку из песка или шлака высотой 50 – 60 см.

Столбчатые фундаменты устраивают и под отдельно стоящие опоры зданий: под каменные колонны – сборный фундамент из железобетонных блоков-подушек (рис.4.12), а под железобетонные колонны каркасных зданий – из железобетонных блоков-подушек и подколонников стаканного типа (рис.4.13). Столбчатые фундаменты некоторых типов панельных зданий

устанавливают из железобетонных блоков-подушек стаканного типа и фундаментных столбов (колонн).

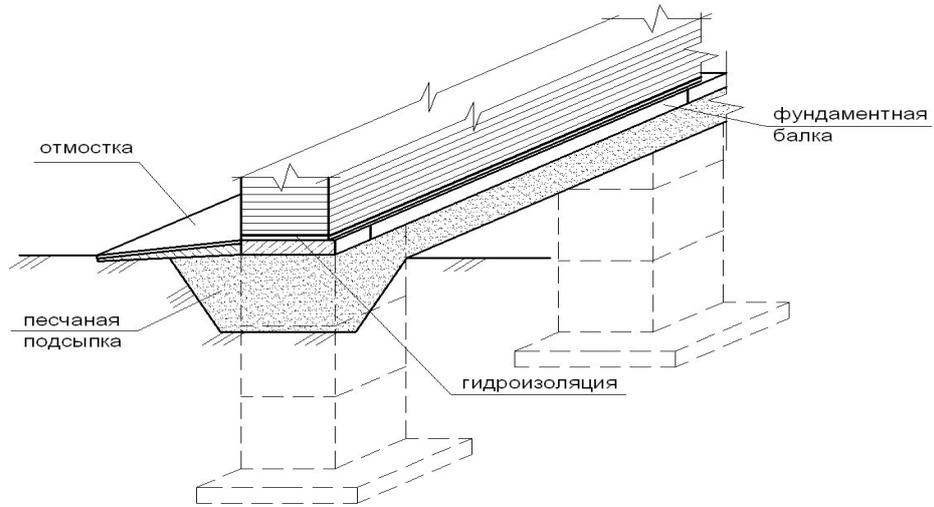


Рис.4.11. Столбчатые фундаменты малоэтажных зданий под каменные стены.

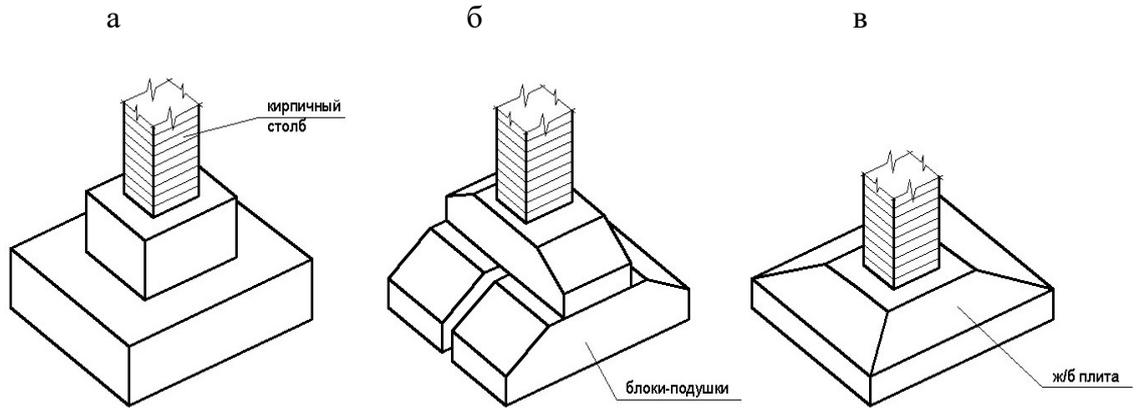


Рис.4.12. Столбчатые фундаменты под кирпичную колонну: а – монолитный; б – сборный из железобетонных блоков-подушек; в – сборный из железобетонного блока-плиты



Рис.4.13. Столбчатые фундаменты под железобетонную колонну:

Сплошные фундаменты проектируют в виде балочных или безбалочных, бетонных или железобетонных плит, когда нагрузка, передаваемая на фундамент значительна, а грунт основания слабый (рис.4.14-4.15). 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. Бетонные плиты не армируют. Железобетонные армируют по результатам расчетов. При большом заглублении сплошных фундаментов и необходимости обеспечить большую их жесткость фундаментные плиты можно проектировать коробчатого сечения с размещением между ребрами и перекрытиями коробок помещений подвалов.

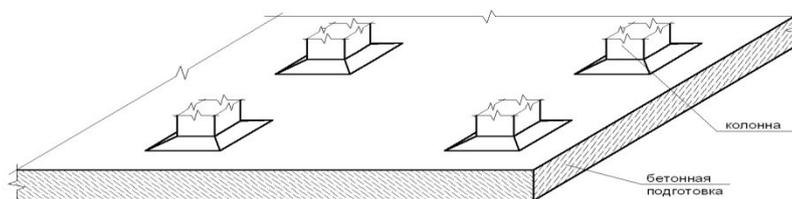


Рис.4.14. Сплошная плита под железобетонную колонну.

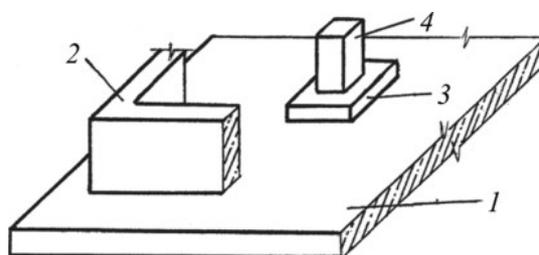


Рис.4.15. Размещение стен и колонн на плитном фундаменте: 1- сплошная плита, 2 стена, 3 – уширение под колонну, 4 – колонна

На рис. 4.16 представлены различные варианты решений сплошных фундаментов.

4.3.3. Свайные фундаменты

Основным элементами свайных фундаментов являются собственно сваи, оголовки и ростверки. Сваи 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.

При проектировании свайных фундаментов необходимо знать следующие определения:

- **свайный куст** – группа свай под отдельный фундамент;
- **свайный ростверк** – несущий конструктивный элемент сооружения, передающий нагрузку от здания и сооружения на сваю или куст свай;
- **свайный ростверк высокий** – ростверк, опирающийся только на сваи и не имеющий контакта с основанием;
- **свайный ростверк низкий** – ростверк, опирающийся на сваи

и имеющий контакт с основанием;

▪ **свая-колонна** – свая, которая одновременно выполняет роль сваи и колонны.

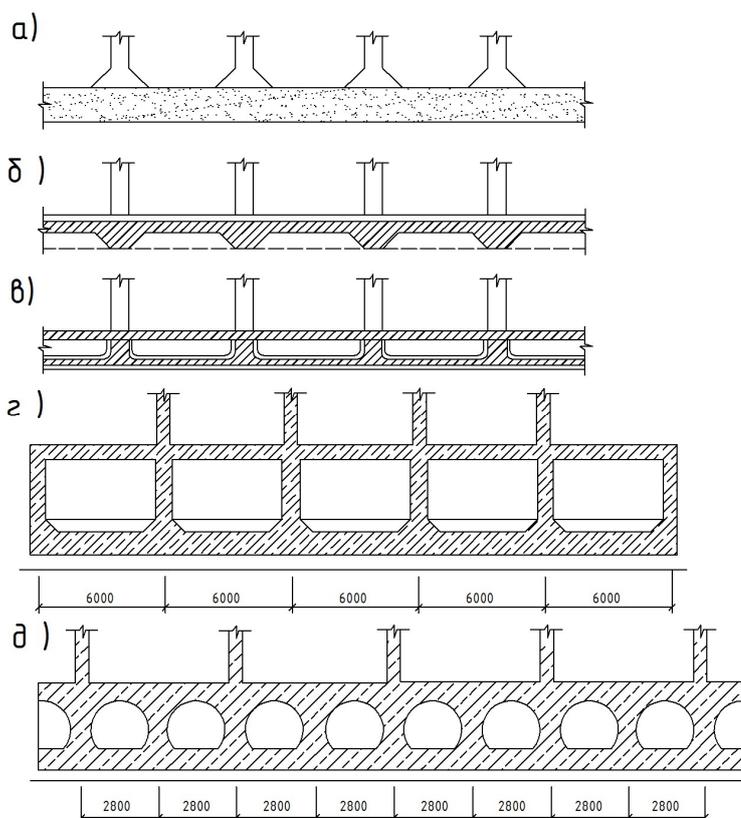


Рис. 4.16. Сплошные фундаментные плиты: а – без ребер; б – ребрами вниз; с ребрами вверх; г – коробчатые; д – объемный фундамент

Сваи в зависимости от величины передаваемых на грунт основания нагрузок и механических свойств грунта могут располагаться в один, два ряда или в шахматном порядке (рис. 4.17).

Расстояние между сваями зависит от несущей способности стены:

- под стены с опиранием перекрытий с двух сторон, расстояние принимается $3b$ (b – ширина или диаметр сваи);
- под стены с опиранием перекрытий, с одной стороны, расстояние принимается $(4 - 5) b$;
- под самонесущие стены наружные и внутренние, расстояние принимается $6b$.

Для обеспечения равномерной передачи нагрузок от стен на сваи по верхним концам свай укладывают ростверки. Ростверки выполняются монолитными или сборными. Монолитные ростверки предназначены для кирпичных и блочных зданий, сборные – для крупнопанельных.

Ширину ростверка следует принимать не менее толщины стены, но не менее 300 мм, высоту – более 400 мм. Под колонну иногда устраивают куст свай (рис.4.18).

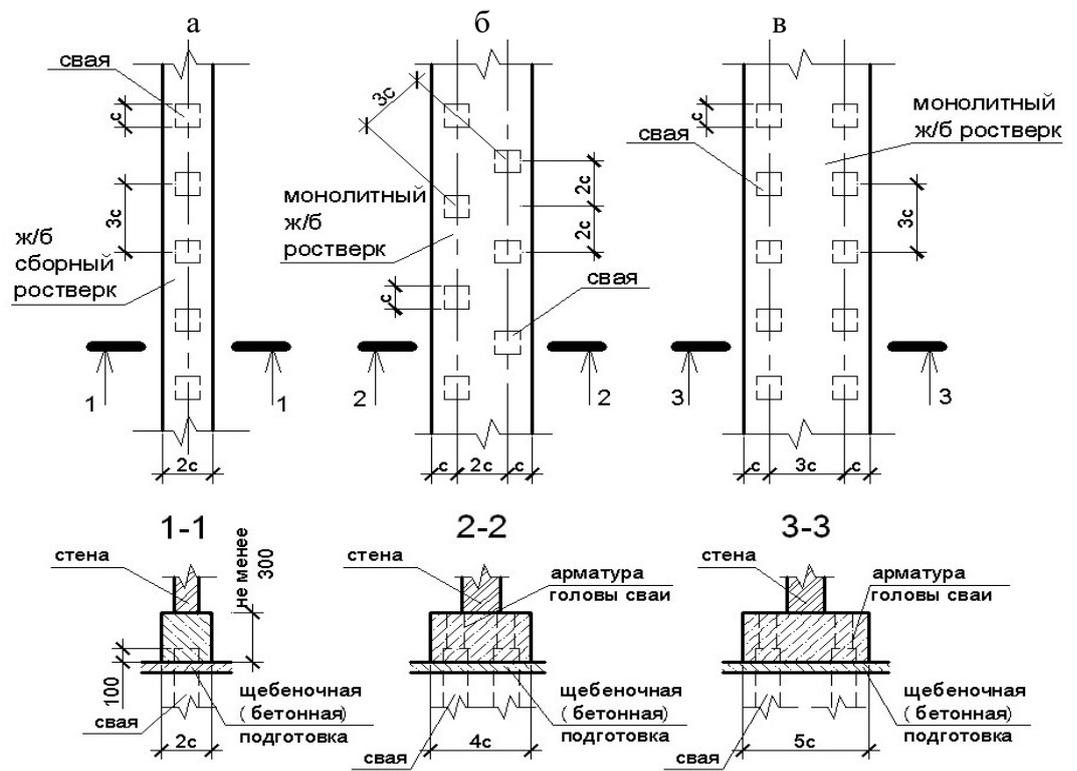


Рис.4.17. Расположение свай: а – однорядное, б – шахматное, в – двухрядное

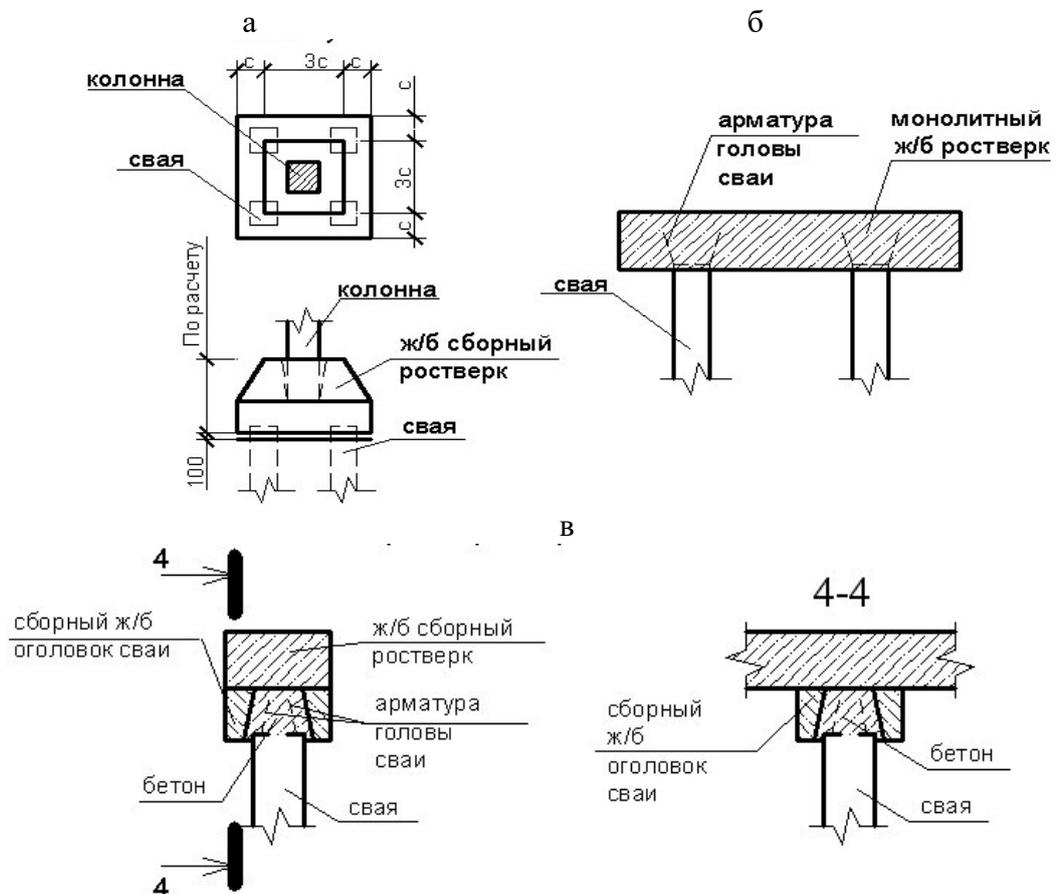


Рис.4.18. Рostверки под свай: а – куст свай под колонну, б- монолитный, в - сборный

Свайные фундаменты с многорядным расположением свай рекомендуется проектировать с ростверком (высотой 300 – 400 мм) из монолитного бетона. При двухрядном расположении свай можно применять сборный ростверк.

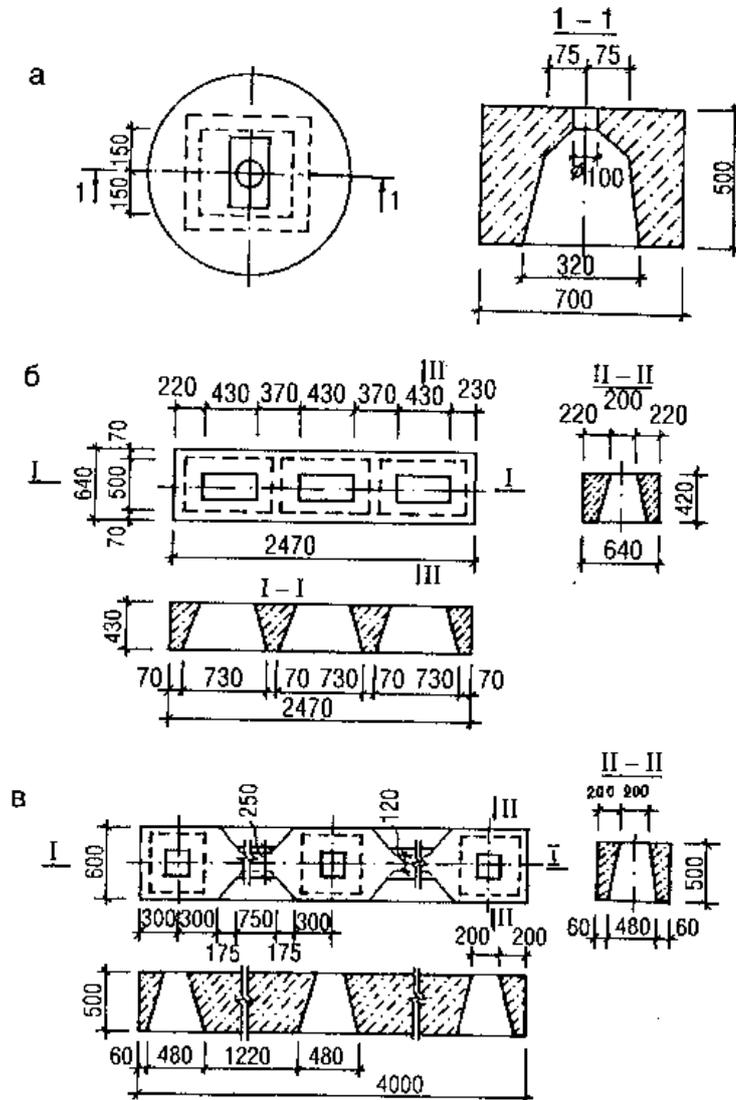


Рис.4.19. Виды оголовников: а – оголовник (ОГ-1); б, в – объединенные оголовники (ОГ-2, ОГ-3).

По условиям взаимодействия с грунтом сваи следует подразделять на сваи-стойки и защемлённые в грунте сваи (висячие сваи).

К сваям-стойкам надлежит относить сваи всех видов, опирающиеся на малосжимаемые грунты, то есть крупнообломочные грунты с песчаным заполнителем средней прочности или прочным, а также глины твердой консистенции в водонасыщенном состоянии с модулем деформации (E), составляющем $E \geq 500$ МПа.

К защемлённым в грунте следует относить сваи всех видов, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку на грунты основания нижним концом и боковой поверхностью (рис.4.20).

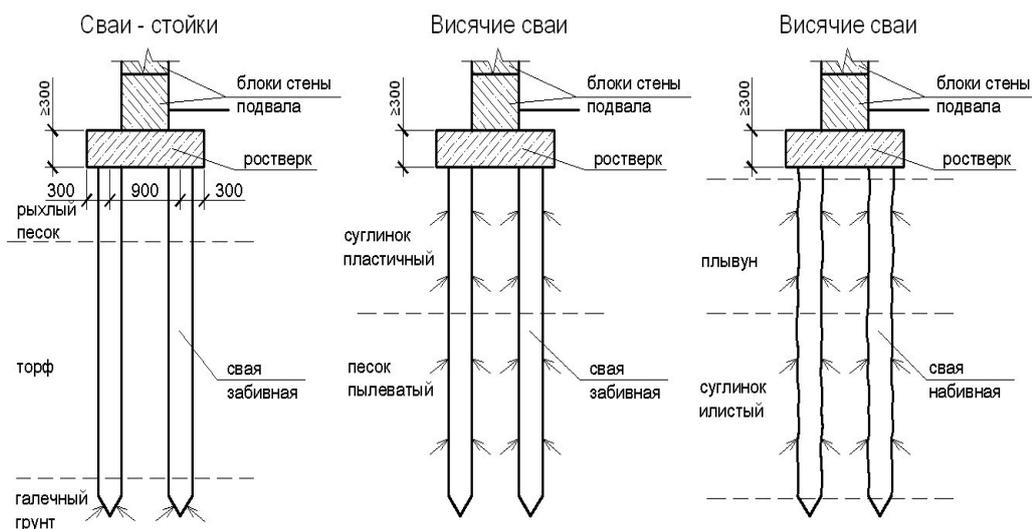


Рис.4.20. Сваи-стойки и висячие сваи

Забивные железобетонные сваи размером поперечного сечения до 0,8 м включительно следует подразделять согласно СТБ 1075-97 «Сваи железобетонные. Общие технические условия»:

- по способу армирования – на сваи с ненапрягаемой продольной арматурой с поперечным армированием и на предварительно напряжённые со стержневой или проволочной продольной арматурой (из высокопрочной проволоки и арматурных канатов) с поперечным армированием и без него;
- по форме поперечного сечения – на сваи квадратные, прямоугольные, квадратные с круглой полостью, полые круглого сечения;
- по форме продольного сечения – на призматические, цилиндрические и с наклонными боковыми гранями (пирамидальные, трапецеидальные, ромбовидные, булавовидные);
- по конструктивным особенностям – на сваи цельные и составные (из отдельных секций);
- по конструкции нижнего конца – на сваи с заостренным или плоским нижним концом.

Забивные железобетонные сваи квадратного сечения без поперечного армирования рекомендуется применять при прорезке сваями песков средней плотности и рыхлых, супесей пластичной и текучей консистенции, суглинков и глин от тугопластичных до текучих, при условии, что сваи погружены в грунт на всю глубину или выступают над поверхностью грунта на высоту не более 2 м при их расположении внутри закрытого помещения.

При необходимости прорезки других видов грунтов допустимость применения свай рассматриваемой конструкции устанавливается пробной забивкой.

Опирающие нижние концы свай без поперечного армирования (в том числе с центральным армированием) допускается на все виды грунтов (за исключением скальных, крупнообломочных, торфов, слабых грунтов типа илов, глинистых текучей консистенции и других сильносжимаемых грунтов) с

учетом дополнительных указаний, приведенных в рабочих чертежах свай. Указанные сваи рекомендуется применять для фундаментов любых зданий и сооружений (за исключением мостов и портовых гидротехнических сооружений), когда они проходят по номенклатуре и параметрам свай, предусмотренным рабочими чертежами, удовлетворяют результатам расчета и грунтовым условиям строительной площадки. Не допускается применять такие сваи в пучинистых грунтах, если силы пучения превышают величину вертикальной вдавливающей нагрузки на сваю, а также при наличии выдергивающих и сейсмических (не более 4 баллов по шкале Рихтера) сил и при необходимости погружения их в грунт с помощью вибрации (рис.4.21).

Забивные сваи сплошного квадратного сечения с поперечным армированием и полые круглые сваи следует применять при любых сжимаемых грунтах, подлежащих прорезке, с опиранием нижних концов на грунты, за исключением сильносжимаемых (торфы, илы, глинистые грунты текучей консистенции). Они могут применяться для фундаментов любых зданий и сооружений и воспринимать вертикальные вдавливающие и выдергивающие, а также горизонтальные нагрузки и изгибающие моменты.

Полым круглым сваям следует отдавать предпочтение при слабых грунтах большой мощности и при больших горизонтальных нагрузках.

При использовании предварительно напряженных свай любого типа, следует иметь в виду, что в случае необходимости обеспечения жесткого их сопряжения с плитой ростверка, а также при передаче на них растягивающих усилий, голова таких свай должна заделываться в плиту ростверка на величину, требуемую расчетом. Однако, предварительно напряженные сваи с продольной арматурой из высокопрочной проволоки и семипроволочных прядей позволяют снизить расход стали (в натуральном весе) до 50 % по сравнению со сваями с ненапрягаемой арматурой. Поэтому, в целях сокращения расхода стали, сваи с продольной арматурой без предварительного напряжения рекомендуется применять для фундаментов зданий и сооружений только в тех случаях, когда по грунтовым условиям или, исходя из передачи внешних нагрузок, не представляется возможным применить предварительно-напряженные сваи без поперечного армирования или предварительно напряженные сваи с поперечным армированием.

Забивные пирамидальные железобетонные сваи могут быть двух видов: с большими и малыми углами конусности.

Пирамидальные сваи с малыми углами конусности (с наклоном боковых граней $1 - 4^\circ$) рекомендуется применять в однородных по глубине грунтах, а также, когда сваями вынужденно прорезаются слои слабых грунтов и их нижний конец заглубляется в более прочные грунты.

Такие сваи не рекомендуется применять в насыпных и лессовидных грунтах (без полной их прорезки), а также в пучинистых грунтах, если силы пучения превышают величину вертикальной вдавливающей нагрузки на сваю.

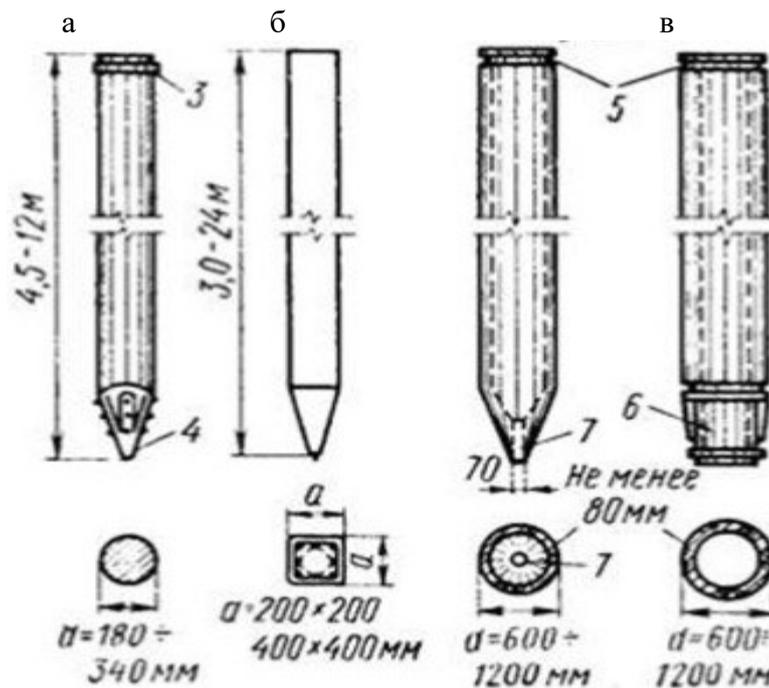


Рис.4.21. Виды забивных свай: а – деревянные, б – железобетонные сплошного сечения, в – железобетонные трубчатые; 4- стальной башмак, 5 – стальной фланец, приваренный к арматуре сваи, 6 – стальной наконечник, 7 – отверстие.

Пирамидальные сваи с большими углами наклона боковых граней (4 – 14°) рекомендуется применять в песчаных и глинистых грунтах, в том числе для легких и средненагруженных зданий в просадочных грунтах I типа по просадочности. При пучинистых грунтах пирамидальные сваи с большими углами наклона граней в фундаментах должны целиком располагаться ниже уровня сезонного промерзания грунтов. Эти сваи не рекомендуется применять в набухающих грунтах, просадочных грунтах II типа по просадочности, а также, когда под концами свай залегают текучепластичные и текучие глинистые грунты или торфы.

Пирамидальные сваи (при любом уклоне боковых граней) рекомендуется применять как заземленные при передаче на них преимущественно вертикальных вдавливающих нагрузок. Особенно эффективны они в ленточных фундаментах при однорядном и двухрядном расположении свай; допускается применять в кустах, но не более двух рядов свай (в шахматном порядке).

Деревянные сваи должны быть изготовлены из бревен хвойных пород (сосны, ели, лиственницы, пихты) диаметром 22 – 34 см и длиной 6,5 и 8,5 м.

Бревна для изготовления свай должны быть очищены от коры, наростов и сучьев. Естественная коничность (сбег) бревен сохраняется. Размеры поперечного сечения, длина и конструкция пакетных свай принимаются по результатам расчета и в соответствии с особенностями проектируемого объекта. Возможность применения для деревянных свай бревен длиной более 8,5 м допускается только по согласованию с предприятием-изготовителем свай.

Стыки бревен или брусьев в стыкованных по длине деревянных сваях и в пакетных сваях осуществляются впритык с перекрытием металлическими накладками или патрубками. Стыки в пакетных сваях должны быть расположены вразбежку на расстоянии один от другого не менее 1,5 м.

Эффективность применения того или иного типа фундаментов зависит от объема, стоимости, трудоемкости и расхода материалов.

При устройстве под зданием подвала для его эксплуатации могут проектироваться такие элементы нулевого цикла, как специальные входы в подвал, а также световые прямки и загрузочные люки (рис. 4.22).

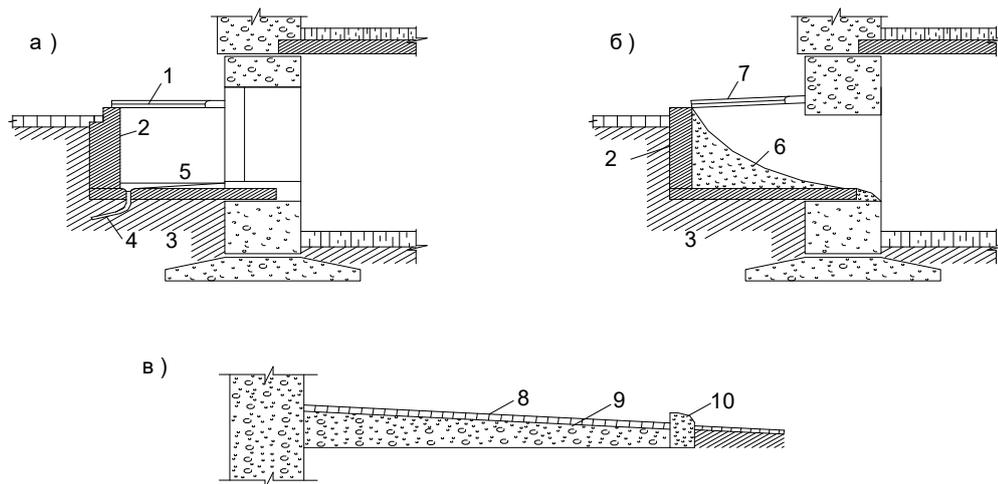


Рис. 4.22. Элементы нулевого цикла:

а – световой прямок; б – загрузочный люк; в – отмостка длиной 500 – 1000 мм;
 1 – металлическая решетка; 2 – кирпичная стена; 3 – железобетонная плита; 4 – труба диаметром 50 мм; 5 – цементная стяжка; 6 – бетон; 7 – крышка люка; 8 – асфальт; 9 – щебень или шлак; 10 – бортовой камень.

4.4. Применение эффективных конструкций фундаментов в Республике Беларусь

Возведение фундаментов является одним из наиболее материалоемких видов строительства – «нулевой цикл» составляет 10 – 30 % стоимости здания. Поэтому важную роль в Республике Беларусь приобретает внедрение новых эффективных фундаментов и способов их возведения, позволяющих снизить стоимость работ нулевого цикла.

По оценкам ведущих ученых и специалистов международной организации по механике грунтов и фундаментостроению (МОМГиФ) в настоящее время зачастую при возведении нулевого цикла зданий и сооружений происходит существенный (до 20 – 50%) перерасход материальных ресурсов (бетона, железобетона, металла и др.), который ежегодно составляет миллионы тонн.

Такое положение вызвано существующими нормами проектирования, которые, как правило, занижают физико-механические характеристики грунтовых сред естественного и особенно искусственного происхождения.

Это приводит к введению в расчеты оснований и фундаментов различного рода коэффициентов запаса, в результате чего чрезмерно увеличивается величина заглубления конструкций фундаментов в грунт или неоправданно растет площадь опирания (контакта) их поверхности на грунты.

Во-первых, для строительных целей стали отводиться площадки со сложными инженерно-геологическими условиями, которые можно было перекрыть (поднять) только насыпными грунтами.

Во-вторых, очень часто, в процессе строительства на намывных территориях верхний слой намывного грунта подвергался переукладке механическими средствами и превращался, таким образом, в насыпной грунт. В-третьих, планировка строительных площадок на пересеченной местности, где объем строительства так; значительно вырос, приводила к тому, что в предел одной строительной площадки оказывались как грунты естественного сложения, так и насыпные.

В качестве примера разработки эффективных фундаментов можно привести набивные сваи с уплотненным основанием. Данный тип фундаментов получил в Беларуси широкое распространение. Это в частности: набивные фундаменты в выштампованных котлованах с микросваями (рис. 4.23, а); набивные сваи в вытрамбованных скважинах, в том числе песчано-гравийные сваи (рис. 4.23, б); набивные фундаменты в вытрамбованных котлованах (рис. 4.23, в).

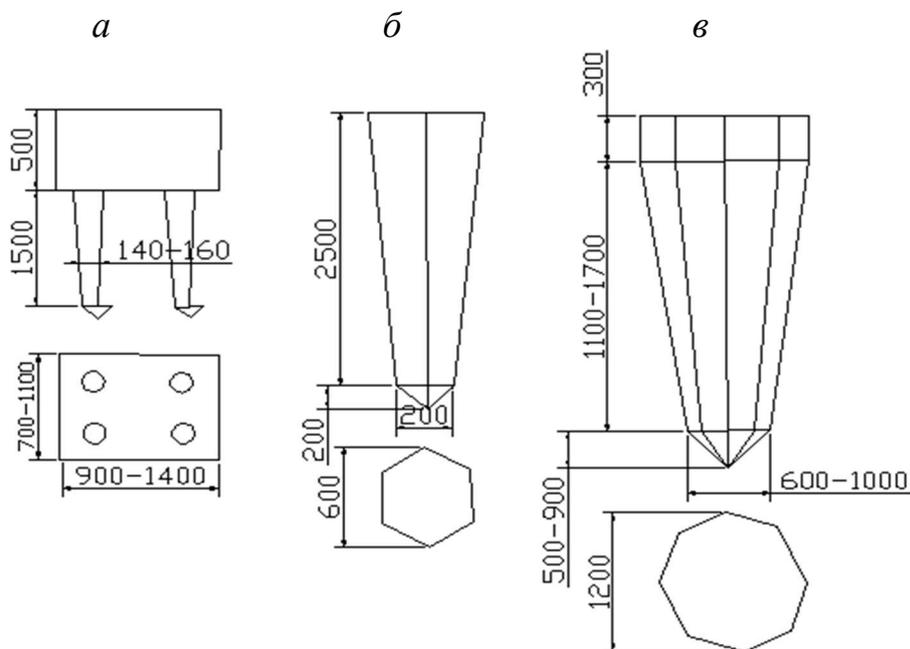


Рис. 4.23. Виды набивных фундаментов с уплотненным основанием:
 а – набивной фундамент в выштампованном котловане с микросваями;
 б – набивная свая в вытрамбованной скважине; в – набивной фундамент
 в вытрамбованном котловане

Их отличительными особенностями являются:

- гибкость технологии возведения, то есть возможность устройства любых типов фундаментов;
- ленточных, столбчатых, одноэлементных, в которых сочетаются ростверк и собственно фундамент, передающий нагрузку на грунт (рис. 4.24);

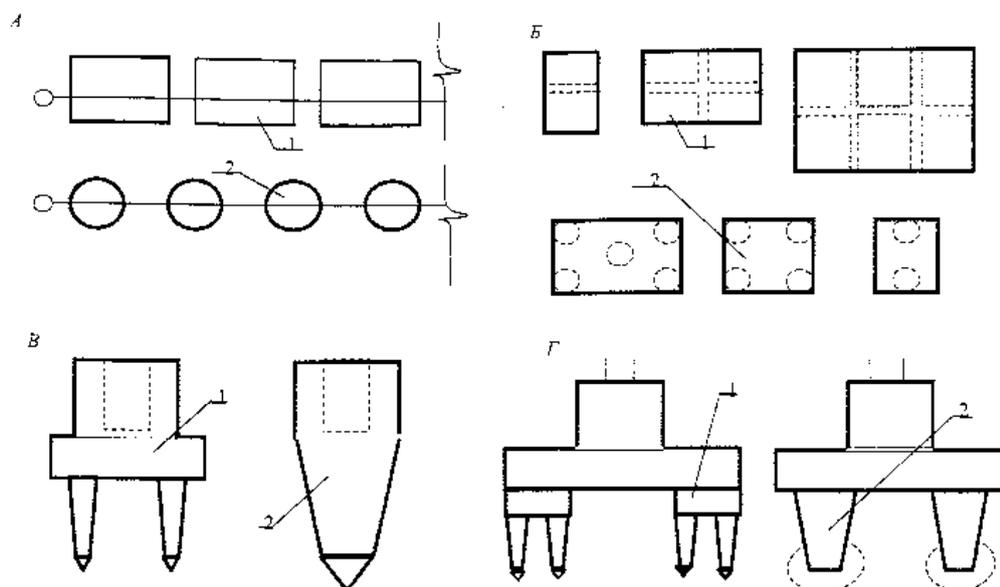


Рис. 4.24. Типы фундаментов с выштампованным и вытрамбованным основанием:
 А – ленточные фундаменты; Б – столбчатые фундаменты; В – одноэлементные фундаменты;
 Г – комбинированные фундаменты с анкерами; 1 – набивные фундаменты в выштампованных котлованах с микросваями; 2 – набивные сваи и фундаменты в вытрамбованных скважинах и котлованах.

- их устройство из общего котлована минимальной глубины, подготовленной под все здание или сооружение до отметки верха фундамента, то есть низа основания пола или фундаментных балок;
- изготовление фундаментов путем одномоментного или раздельного бетонирования котлованов (скважин), которые образуются путем выштамповывания или втрамбовывания грунта внутрь грунтового массива;
- создание уширений как под фундаментами – сваями (пяты), так и по верху (шайба);
- создание пяты путем втрамбовывания в основания фундамента сваи жесткого материала (жесткая бетонная смесь, щебень, гравий и т.п.);
- передача вертикальных, горизонтальных и моментных нагрузок от фундаментов на грунт основания не только по их подошве и боковым стенкам, но и через уплотненный грунтовой массив.

Важным достоинством таких фундаментов на уплотненном основании является то, что все их типы и виды могут выполняться с помощью серийно выпускаемых машин и механизмов и комплексного навесного оборудования весьма простого изготовления.

Набивные фундаменты в выштампованных котлованах с микросваями получили наиболее широкое распространение при строительстве зданий и сооружений различного типа (более 500 объектов) вследствие их высокой экономической эффективности и надежности.

Набивные фундаменты в вытрамбованных котлованах были применены для устройства столбчатых фундаментов для гражданских и промышленных сооружений с нагрузкой до 6000 кН на одну колонну и наличием горизонтальных, моментных и выдергивающих нагрузок (более 10 объектов). Здесь можно отметить такие крупные объекты, как цех полуфабрикатов мясокомбината по ул. Казинца, крупные промышленные цеха на ПО «Интеграл», НПО «Центр», укрытие хранилища токсических промышленных отходов с пролетом 3-шарнирных арок, составляющим 62 м и др.

Анализируя опыт внедрения в Беларуси фундаментов с выштампованным и вытрамбованным основанием, можно сделать вывод, что высокая их эффективность (см. таблицу) достигается за счет рациональных конструкций и технологии выполнения. Кроме того, имеется возможность устраивать разные типы фундаментов в различных грунтовых условиях для всех видов зданий (жилых, гражданских, промышленных и сельскохозяйственных).

С середины 1980-х годов на территории Беларуси и за ее пределами построено более 3 тысяч объектов, где применялись результаты проведенных в БелНИИС исследований эффективных фундаментов в упрочненном грунте. В числе наиболее крупных объектов внедрения последних лет следует упомянуть такие объекты, как Солигорск, Жлобин, Орша и др., жилые и общественные здания в г. Москве и Московской области.

В настоящее время исследования по данному направлению продолжаются. Они связаны с изучением процесса упрочнения оснований, содержащих в своем составе биогенные, в том числе погребенные грунты, лессовидные отложения и ленточные глины, которые имеют довольно широкое распространение на территории Беларуси и наличие которых, в определенной степени, является сдерживающим фактором более широкого применения в практике строительства фундаментов с упрочненным основанием.

При строительстве зданий и сооружений в сложных грунтовых условиях в Беларуси доминируют фундаменты из забивных свай. Это решение является традиционным и наиболее распространенным, начиная с 1950-х годов. Несмотря на некоторые недостатки метода, в целом фундаменты из забивных свай являются до настоящего времени во многих случаях эффективным конструктивным решением. В последние годы наряду со строительством жилых и общественных зданий традиционного типа появилась тенденция к сооружению уникальных строений с большими нагрузками на фундаменты в плотной городской застройке. В таких ситуациях забивные сваи, как правило, неприемлемы из-за недостаточной их несущей способности и динамических воздействий на окружающую среду.

В Западной Европе, а также в крупных постсоветских городах соседних республик здания с большими нагрузками на фундаменты в условиях плотной

городской застройки возводят на различного вида набивных сваях из монолитного бетона. Применяемые для этих целей современные технологии отличаются высокой производительностью, небольшим уровнем динамических воздействий на окружающую среду, способностью свай к восприятию больших нагрузок и низкой себестоимостью строительства.

В настоящее время в Беларуси применяются буронабивные сваи, однако оборудование и технология строительства отстают от передовых требований. Себестоимость строительства таких свай примерно в два раза выше, а темп работ в два раза ниже, чем по технологии забивных свай. При этом несущая способность буронабивных свай ниже, чем забивных.

Основной недостаток традиционного решения буронабивных свай – небольшая удельная несущая способность – связан с технологическими особенностями их устройства и конструктивным несовершенством. Это обусловлено разрушением структуры, разрыхлением и уменьшением прочности грунта в стенках и забое скважины (в формируемой зоне контакта с бетоном). Ослабление контактного слоя частично устраняется за счет поперечных деформаций бетона при его укладке (иногда с трамбованием). Однако, как показывает практика полного восстановления первоначальных свойств грунта не достигается. Кроме этого, при свободной укладке бетона в скважину случается обрушение ее стенок, нарушающее однородность ствола сваи и снижающее ее несущую способность.

Обеспечить восприятие больших нагрузок при отсутствии динамических воздействий на окружающую среду и минимальных затратах на строительство в стесненных условиях плотной городской застройки позволяет технология устройства буропрессвай.

Сущность технологии создания буропрессвай заключается в формировании ствола сваи (рис. 4.25) под давлением в несколько атмосфер из бетонной смеси, нагнетаемой через полый шнек, предварительно забуренный в грунт и извлекаемый при действии этого давления. Буропрессвай по технологии производства подобны буроинъекционным сваям (иногда их так и называют), но в отличие от последних для их устройства применяют не инъекционный раствор, а пластичную бетонную смесь. Эта особенность обеспечивает буропрессваям некоторые конструктивные преимущества, новые функциональные возможности и свою область применения.

Опыт строительства за рубежом показывает, что максимальная несущая способность при массовом применении буропрессвай (2300 кН) в 1,9 раза больше несущей способности буронабивных свай (1200 кН) и в 2,3 раза больше, чем забивных свай (1000 кН). При этом удельная несущая способность (на 1 куб. м бетона) буропрессвай на 15% больше, чем у забивных, и на 52% больше, чем у буронабивных свай.

Повышение несущей способности буропрессвай по сравнению с забивными сваями обусловлено их геометрическими размерами. Диаметр буропрессвай составляет 400 – 800 мм (иногда 1000 мм), а сечение забивных свай в основном 300×300 мм (иногда до 400×400 мм). По сравнению с

буронабивными сваями, которые имеют примерно равные размеры сечения (диаметр 500 – 1000 мм), увеличение несущей способности обусловлено улучшением условий работы основания и более качественным контактом свай с грунтом.

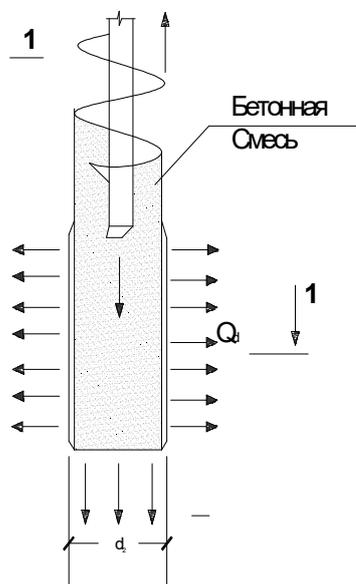


Рис. 4.25. Устройство буропрессвай

Максимальная глубина погружения буропрессвай и забивных свай одинакова. Однако существенный недостаток последних заключается в том, что они при большой длине должны выполняться из отдельных стыкуемых элементов. В этом случае значительно возрастает стоимость конструкций, увеличивается трудоемкость работ и соответственно снижается производительность сваебойного агрегата. По сравнению с буринабивными сваями, глубина погружения которых может достигать 50 метров, буропрессвай по этому показателю уступают. Однако, если учесть, что в грунтах Беларуси практически нет необходимости устраивать сваи глубиной более 30 метров.

Стоимость материалов буропрессвай одинакова со стоимостью буринабивных и на 15 – 20% меньше, чем забивных свай. Стоимость производства работ примерно на 10 % больше, чем для устройства забивных, и на 10 – 15% меньше, чем при устройстве буринабивных свай.

Буропрессвай рациональны при застройке различных территорий, в том числе свободных и окраинных городских районов. Наибольшая эффективность достигается при строительстве в плотной центральной городской застройке, а также при неустойчивых грунтах и высоком уровне грунтовых вод. Применение их осложнено при необходимости прорезки мощных прослоек прочного грунта, в частности, морен с большим включением валунов и галечника.

В последнее время в строительстве нашли широкое применение **пирамидальные и призматические сваи**. Однако пирамидальная свая имеет существенные недостатки: ее увеличенное поперечное сечение находится либо в насыпных, либо в верхних, менее плотных грунтах и из-за этого используется недостаточно эффективно; наклонные боковые грани ограничивают область ее применения; для ее погружения необходимо изготавливать новые оголовки, что значительно тормозит внедрение пирамидальных свай в строительное производство.

Эти недостатки несвойственны призматической забивной свае. Поэтому возникла необходимость в разработке такой конструкции, которая бы совмещала положительные особенности пирамидальной и призматической забивных свай, то есть **призмапирамидальной сваи** (рис. 4.26).

Такая свая имеет призматическую форму на высоту (глубину) промерзания грунта, а далее ее поперечное сечение уменьшается к острию – пирамидальная форма. Размер верхнего сечения позволяет опирать сборный ростверк или стеновую панель на верх сваи, погруженной до проектной отметки. Пирамидальная часть сваи при ее погружении уплотняет зону грунта, так как при этом происходит смещение частиц грунта наклонными боковыми гранями, которые заполняют его поры.

Но и призмапирамидальная свая имеет существенный недостаток, который заключается в необходимости разработки и изготовления опалубки для ее производства, что существенно сказывается на сроках налаживания производства и стоимости ее применения.

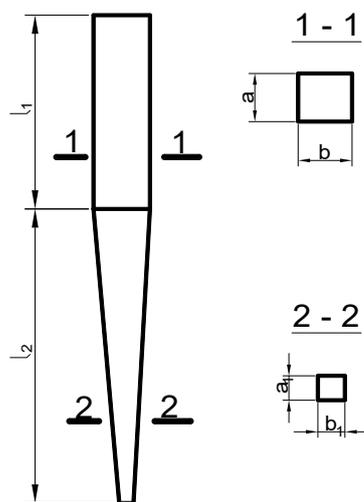


Рис. 4.26. Призмапирамидальная свая

На пути поиска более экономичных решений исследовались сваи с асимметричным пространственным и плоским каркасом.

Применяемые забивные сваи армируются пространственным каркасом, который воспринимает нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации, при выемке сваи из опалубки и погрузочно-разгрузочных работах. В процессе эксплуатации свая, в основном, воспринимает действие вертикальных нагрузок, т.е. работает на сжатие. Так как бетон хорошо работает на сжатие, а арматура в этом случае не работает, то расход арматуры можно уменьшить.

При выемке из опалубки и погрузочно-разгрузочных работах в свае возникают растягивающие напряжения, которые должны восприниматься арматурой. При этом в сжатой зоне сваи можно уменьшить диаметр стержней арматуры (рис. 4.27). Диаметр стержней для сжатой зоны принимают исходя из условий сварки при изготовлении пространственного каркаса и бетонирования изделия, т.е. по конструктивной необходимости. В связи с этим целесообразно каркас для армирования забивных железобетонных свай изготовлять плоским, а стержень, находящийся в растянутой зоне, принимать по расчету. Стержень, находящийся в сжатой зоне, располагают со стороны монтажных петель. При таком расположении плоского каркаса величина защитного слоя бетона со стороны боковых поверхностей по отношению к монтажным петлям равна половине толщины сваи, что делает армирование сваи в этом направлении наиболее защищенным (рис. 4.28).

Такое армирование железобетонных свай позволяет уменьшить расход металла на 20% и более в сравнении с традиционным армированием.

При этом армирование в виде плоского каркаса способствует продлению срока службы свай в условиях агрессивной среды (грунтах, насыщенных болотным газом, солями).

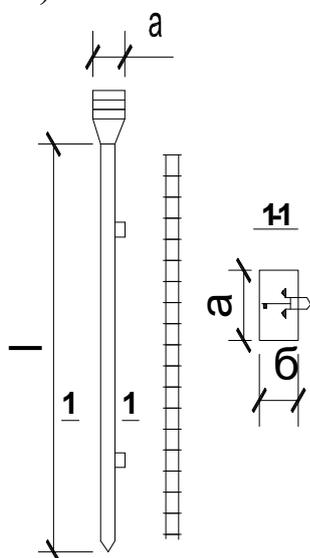


Рис. 4.27. Свая с ассиметричным пространственным каркасом:
1 – стержни в сжатой зоне; 2 – стержни в растянутой зоне

Использование *призматрапецеидальной сваи* позволяет устранить трудоемкие операции по срубке и удалению непогруженной ее части. Основная особенность конструкции заключается в том, что размеры верхнего сечения сваи приняты такими, что позволяют опереть на нее надземные конструкции

стен и перекрытий. Тем самым устраняется еще одна операция по устройству оголовка или монтажу его в условиях строительства.

Нижняя часть сваи – переменного сечения, которое уменьшается к острию, при этом две боковые грани – наклонные, а две другие – параллельные, что значительно упрощает их изготовление.

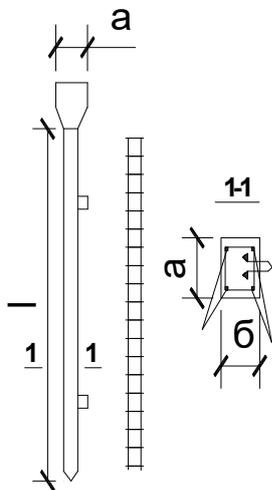


Рис. 4.28. Свая с асимметричным плоским каркасом:

1 – стержень в сжатой зоне; 2 – стержень в растянутой зоне

На пути улучшения конструкции забивной сваи была разработана, изготовлена и применена конструкция забивной сваи-капители, которая объединила увеличенную часть сваи-капители с ее стволом (рис. 4.29).

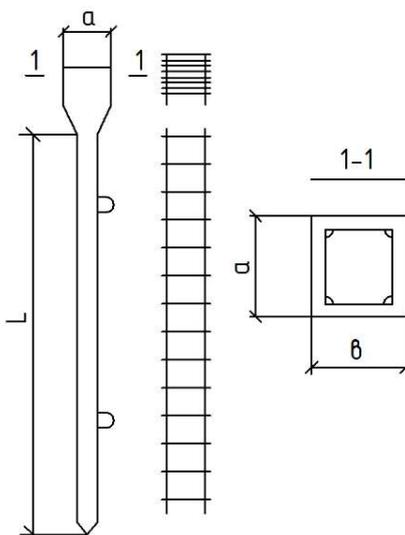


Рис. 4.29. Свая-капитель

При этом количество строительных операций при ее применении сократилось до двух: погружение забивной сваи-капители до проектной отметки и монтаж на нее надземных конструкций. Это способствовало резкому снижению трудозатрат и стоимости (рис. 4.30), а также сроков возведения здания.



Рис. 4.30. Сравнение экономической эффективности от внедрения различного типа капителей

При строительстве малоэтажных зданий наряду с рассмотренными выше конструкциями забивных свай можно рекомендовать к применению сваю с уступам (рис. 4.31).

Конструкция этой сваи представляет собой ствол переменного, уменьшающегося к острию сечения.

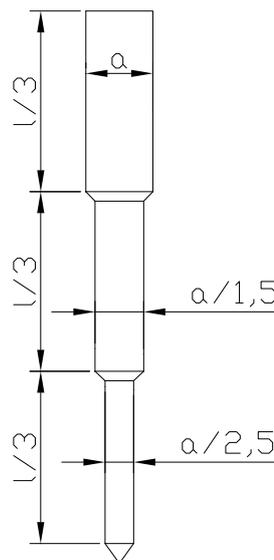


Рис. 4.31. Железобетонная свая с уступами.

Наличие уступов по длине свай, которых может быть два и более, приводит к тому, что в процессе погружения нижний ствол сваи смещает частицы грунта в стороны от его боковой поверхности, уступ эти частицы смещает вниз. Такое действие погружаемой сваи приводит к двойному смещению частиц грунта и уплотнению его вокруг ствола сваи. В то же время опирание уступов происходит на дважды уплотненный грунт, что увеличивает несущую способность сваи. При этом расход бетона уменьшается на 10 – 12 %, что говорит о целесообразности внедрения ее в строительное производство.

Рассмотренные конструкции забивных свай способствуют сокращению расхода цемента и арматуры при устройстве свайных фундаментов.

5. НАРУЖНЫЕ И ВНУТРЕННИЕ СТЕНЫ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ

5.1. Общие требования и классификация стен

Стенами называют вертикальные конструктивные элементы здания, отделяющие помещения от внешней среды и разделяющие здание на отдельные помещения. Они выполняют ограждающие и несущие (либо только первые) функции. Их классифицируют по различным признакам.

По местоположению – **наружные и внутренние**.

Наружные стены – наиболее сложная конструкция здания. Они подвергаются многочисленным и разнообразным силовым и несилowym воздействиям. Стены воспринимают собственную массу, постоянные и временные нагрузки от перекрытий и крыш, воздействия ветра, неравномерных деформаций основания, сейсмических сил и др. С внешней стороны наружные стены подвержены воздействию солнечной радиации, атмосферных осадков, переменных температур и влажности наружного воздуха, внешнего шума, а с внутренней – воздействию теплового потока, потока водяного пара, шума. Выполняя функции наружной ограждающей конструкции и композиционного элемента фасадов, а часто и несущей конструкции, наружная стена должна отвечать требованиям прочности, долговечности и огнестойкости, соответствующим классу капитальности здания, защищать помещения от неблагоприятных внешних воздействий, обеспечивать необходимый температурно-влажностный режим ограждаемых помещений, обладать декоративными качествами.

Конструкция наружной стены должна удовлетворять требованиям экономическим требованиям минимальной материалоемкости и стоимости, так как наружные стены являются наиболее дорогой конструкцией (20 – 25 % стоимости конструкций здания).

В наружных стенах обычно располагают оконные проемы для освещения помещений и дверные проемы – входные и для выхода на балконы и лоджии. В комплекс конструкций стены включают заполнение проемов окон, входных и балконных дверей, конструкции открытых помещений. Эти элементы и их сопряжения со стеной должны отвечать перечисленным выше требованиям. Поскольку статические функции стен и их изоляционные свойства достигаются при взаимодействии с внутренними несущими конструкциями, разработка конструкций наружных стен включает решение сопряжений и стыков с перекрытиями, внутренними стенами или каркасом.

Наружные стены, а вместе с ними и остальные конструкции здания при необходимости и в зависимости от природно-климатических и инженерно-геологических условий строительства, а также с учетом особенностей объемно-

планировочных решений пересекаются вертикальными деформационными швами различных типов: температурными, осадочными, антисейсмическими и др. (рис. 5.1).

Температурные швы устраивают во избежание образования в стенах трещин и перекосов, вызываемых концентрацией усилий от воздействия переменных температур и усадки материала (каменной кладки, монолитных или сборных бетонных конструкций и др.). Часто их называют температурно-усадочными. Температурно-усадочные швы пересекают конструкции только наземной части здания. Расстояния между температурно-усадочными швами назначают в соответствии с климатическими условиями и физико-механическими свойствами стеновых материалов. Для наружных стен из глиняного кирпича на растворе расстояния между температурно-усадочными швами можно принять 40 – 100 м, для наружных стен из бетонных панелей 75 – 150 м. При этом наименьшие расстояния относятся к наиболее суровым климатическим условиям.

В зданиях с продольными несущими стенами швы устраивают в зоне примыкания к поперечным стенам или перегородкам, в зданиях с поперечными несущими стенами швы часто устраивают в виде двух спаренных стен.

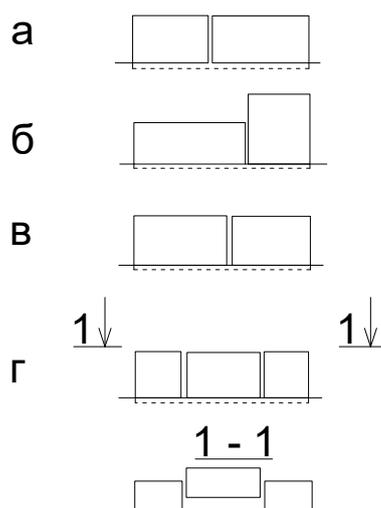


Рис.5.1. Деформационные швы:

а – температурный; б – осадочный I типа; в – осадочный II типа; г – антисейсмический

Наименьшая ширина шва составляет 20 мм. Швы необходимо защищать от продувания, промерзания и сквозных протечек с помощью металлических компенсаторов, герметизации, утепляющих вкладышей. Примеры конструктивных решений температурно-усадочных швов в кирпичных и панельных стенах даны на рис. 5.2.

Осадочные швы следует предусматривать в местах резких перепадов этажности здания (осадочные швы первого типа), а также при значительной неравномерности деформаций основания по протяженности здания, вызванной спецификой геологического строения основания (осадочные швы второго типа). Осадочные швы первого типа назначают для компенсации различий

вертикальных деформаций наземных конструкций высокой и низкой частей здания, в связи с чем их устраивают аналогично температурно-усадочным только в наземных конструкциях. Конструкция шва в бескаркасных зданиях предусматривает устройство шва скольжения в зоне опирания перекрытия малоэтажной части здания на стены многоэтажной, в каркасных – шарнирное опирание ригелей малоэтажной части на колонны многоэтажной. Осадочные швы второго типа разрезают здание на всю высоту – от конька до подошвы фундамента. Такие швы в бескаркасных зданиях конструируют в виде парных поперечных стен, в каркасных – в виде парных рам. Номинальная ширина осадочных швов первого и второго типа 20 мм.

Антисейсмические швы следует предусматривать в зданиях, возводимых в районах с сейсмичностью 7 баллов и более. Расстояние между антисейсмическими швами не должно превышать 60 м. Антисейсмические швы следует также устраивать в местах изменения этажности и в зданиях сложной формы в плане для расчленения на самостоятельные симметрические отсеки.

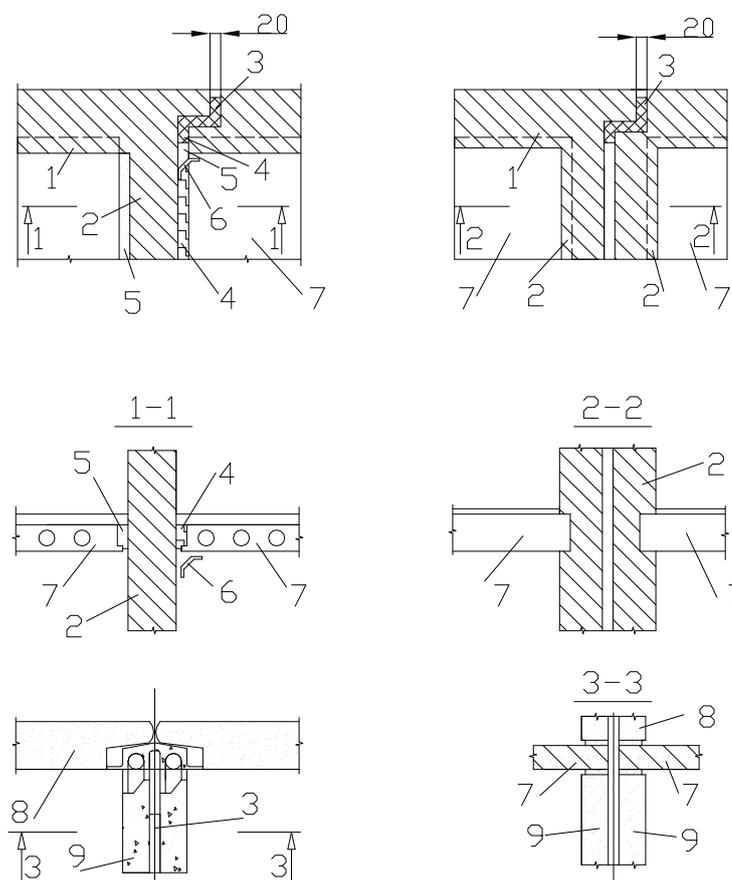


Рис.5.2. Детали устройства температурных швов в кирпичных и панельных зданиях:
 а – с продольными несущими стенами (в зоне поперечной диафрагмы жесткости);
 б – с поперечными стенами при парных внутренних стенах; в – в панельных зданиях с поперечными стенами; 1 – наружная стена; 2 – внутренняя стена;
 3 – утепляющий вкладыш обертке из рубероида; 4 – конопатка; 5 – раствор; 6 – нащельник;
 7 – плита перекрытия; 8 – панель наружной стены; 9 – то же, внутренней

Конструкция антисейсмического шва должна обеспечивать независимость отсеков.

Деформационные швы в каркасно-панельных зданиях разделяются парными колоннами.

Минимальная длина (ширина) температурного отсека каркасно-панельного здания должна быть 60 м.

В зависимости от принятой конструктивной системы и схемы здания наружные и внутренние стены здания подразделяются на несущие, самонесущие и навесные (рис. 5.3).

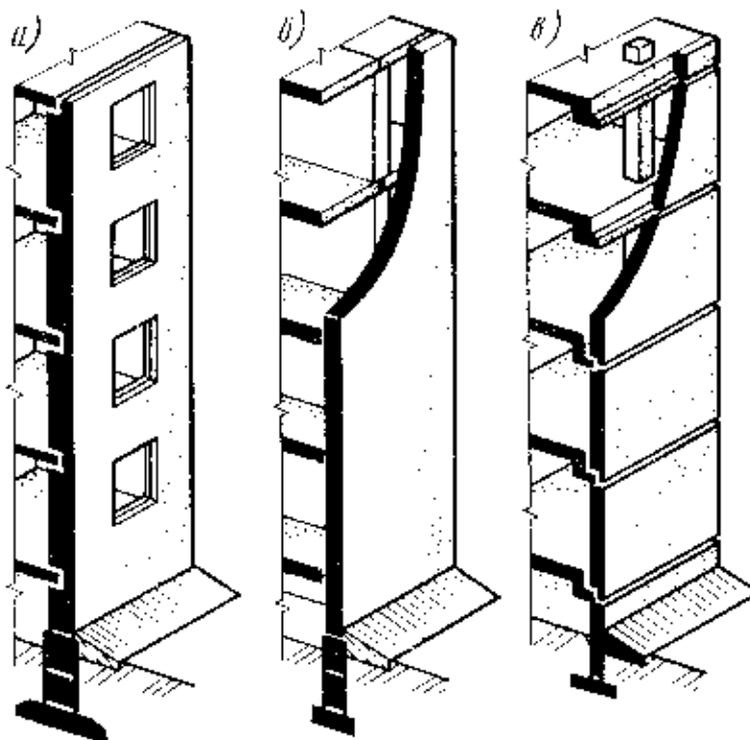


Рис.5.3. Конструкции стен:
а – несущие; б – самонесущие; в – навесные

Внутренние стены делятся на:

- межквартирные;
- внутриквартирные (стены и перегородки);
- стены с вентиляционными каналами (около кухни, санузлов и др.).

Перегородки – это вертикальные, как правило, ненесущие ограждения, разделяющие внутренний, объем здания на смежные помещения.

Их классифицируют по следующим признакам:

- по месторасположению - межкомнатные, межквартирные, для кухонь и сантехнических узлов;
- по функции – глухие, с проемами, неполные, то есть не доходящие до потолка;
- по конструкции – сплошные, каркасные, обшитые снаружи листовым

материалом;

- по способу установки – стационарные и трансформируемые.

Перегородки должны отвечать требованиям прочности, устойчивости, огнестойкости, звукоизоляции и др.

Несущие стены помимо вертикальной нагрузки от собственной массы воспринимают и передают фундаментам нагрузки от смежных конструкций: перекрытий, перегородок, крыш и пр. (табл. 5.1).

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

Таблица 5.1

Зависимость от принятых конструктивных систем и схем

Конструктивная система здания	Конструктивная схема здания	Тип стен
Бескаркасная	С несущими стенами продольными	Продольные – несущие, поперечные – самонесущие
Бескаркасная	То же, с поперечными	Поперечные – несущие, продольные – навесные или самонесущие
Каркасная	Неполный каркас	Продольные наружные – несущие, остальные - самонесущие
Каркасная	Полный каркас	Продольные и поперечные – навесные и самонесущие

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

Несущие и самонесущие стены воспринимают наряду с вертикальными и горизонтальные нагрузки, являясь вертикальными элементами жесткости сооружений.

В зданиях с ненесущими наружными стенами функции вертикальных элементов жесткости выполняют каркас, внутренние стены, диафрагмы или стволы жесткости.

Несущие и ненесущие наружные стены могут быть применены в зданиях любой этажности. Высота самонесущих стен ограничена в целях предотвращения неблагоприятных в эксплуатационном отношении взаимных смещений самонесущих и внутренних несущих конструкций, сопровождающихся местными повреждениями отделки помещений и появлением трещин. В панельных домах, например, допустимо применение самонесущих стен при высоте здания не более 4 этажей. Устойчивость самонесущих стен обеспечивают гибкие связи с внутренними конструкциями.

Несущие наружные стены применяют в зданиях различной высоты. Предельная этажность несущей стены зависит от несущей способности и

деформативности ее материала, конструкции, характера взаимосвязей с внутренними конструкциями, а также от экономических соображений. Так, например, применение панельных легкобетонных ступ целесообразно в домах высотой до 9 – 12 этажей, несущих кирпичных наружных стен – в зданиях средней этажности, а стен стальной решетчатой оболочковой конструкции – в 70 – 100-этажных зданиях.

По конструкции – *мелкоэлементные и крупноэлементные* – из крупных панелей, блоков и др.

По показателям массы и степени тепловой инерции наружные стены зданий делят на четыре группы – *массивные, средней массивности, легкие, особо легкие* (табл. 5.2).

Таблица 5.2.

Классификация стен по массе и степени тепловой инерции

Классификация стен по массе	Масса 1 м ² , кг	Классификация стен по степени тепловой инерции	Тепловая инерция D
Тяжелые	Более 750	Большая инерционность	Более 7
Облегченные	401 – 750	Средняя инерционность	4 – 7
Легкие	150 – 400	Малая инерционность	1,5 – 4
Особо легкие	Менее 150	Безинерционные	До 1,5

По материалу различают основные типы конструкций стен: *бетонные, каменные из небетонных материалов и деревянные*. В строительной системе каждый тип стены содержит несколько видов конструкций: бетонные стены – из монолитного бетона, крупных блоков или панелей; каменные стены – ручной кладки, стены из каменных блоков и панелей; стены из небетонных материалов – фахверковые и панельные каркасные и бескаркасные; деревянные стены – рубленые из бревен или брусьев каркасно-обшивные, каркасно-щитовые, щитовые и панельные. Бетонные и каменные стены применяют в зданиях различной этажности и для различных статических функций в соответствии с их ролью в конструктивной системе здания. Стены из небетонных материалов используют в зданиях различной этажности только в качестве ненесущей конструкции.

Наружные стены могут быть *однослойной* или *слоистой* конструкции.

Однослойные стены возводят из панелей, бетонных или каменных блоков, монолитного бетона, камня, кирпича, деревянных бревен или брусьев. В *слоистых* стенах выполнение разных функций возложено на различные материалы. Функции прочности обеспечивают бетон, камень, дерево: функции долговечности – бетон, камень, дерево или листовый материал (алюминиевые сплавы, плакированная сталь, асбестоцемент или др.); функции теплоизоляции – эффективные утеплители (минераловатные плиты, фибролит, пенополистирол и

др.); функции пароизоляции – рулонные материалы (прокладочный рубероид, фольга и др.), плотный бетон или мастики; декоративные функции – различные облицовочные материалы. В число слоев такой ограждающей конструкции может быть включена воздушная прослойка.

Замкнутый – для повышения ее сопротивления теплопередаче, **вентилируемый** – для защиты помещения от радиационного перегрева либо для уменьшения деформаций наружного облицовочного слоя стены.

Конструкции одно- и многослойных стен могут быть выполнены полносборными или в традиционной технике.

Конструкции стен должны отвечать требованиям капитальности, прочности и устойчивости. Теплозащитная и звукоизоляционная способность стен устанавливается на основе теплотехнических и звукоизоляционных расчетов.

Толщину наружных стен выбирают по наибольшей из величин, полученных в результате статического и теплотехнического расчетов, и назначают в соответствии с конструктивными и теплотехническими особенностями ограждающей конструкции.

5.2. Архитектурно-конструктивные детали стен

Внешний облик здания тесно связан с его внутренней планировочной, пространственной и конструктивной структурой и материалами. Фасады зданий состоят из отдельных взаимосвязанных структурных частей, конструкций и деталей, имеющих определенное функциональное и архитектурное назначение. На наружной поверхности стен различают **горизонтальные** и **вертикальные членения** архитектурно-конструктивными деталями и элементами.

Горизонтальные членения образуют цоколь, карнизы, пояски, а **вертикальные** – раскреповки, ризалиты, пилястры, ниши, колонны и полуколонны, и другие элементы.

Пилястра – вертикальное утолщение стены прямоугольного сечения.

Раскреповка – изменение толщины стен по их длине в плане.

Ниша – выемка в стене.

Полуколонна – вертикальное утолщение стены полукруглого сечения.

Над оконными и дверными проемами устраивают выступы – **сандрики**, которые также являются архитектурными украшениями (рис.5.4). Вокруг оконных и дверных проемов иногда устраиваются **наличники**. Часто их выполняют из специальных фасонных элементов.

Сандрик – небольшой карниз, расположенный над проемами стены на фасаде здания. Часто имеет фронтон – завершение, обычно треугольное, фасада здания, портика, колоннады, ограниченное двумя скатами крыши, без карниза – **щипец**.

Пилястры - вертикальные выступы (утолщения) стен прямоугольного сечения, служащие для придания устойчивости стенам большой высоты и протяженности. Полукруглые выступы – полуколонны.

Контрфорс – вертикальный выступ или поперечная стена, усиливающие основную несущую конструкцию и воспринимающие, главным образом, горизонтальные нагрузки.

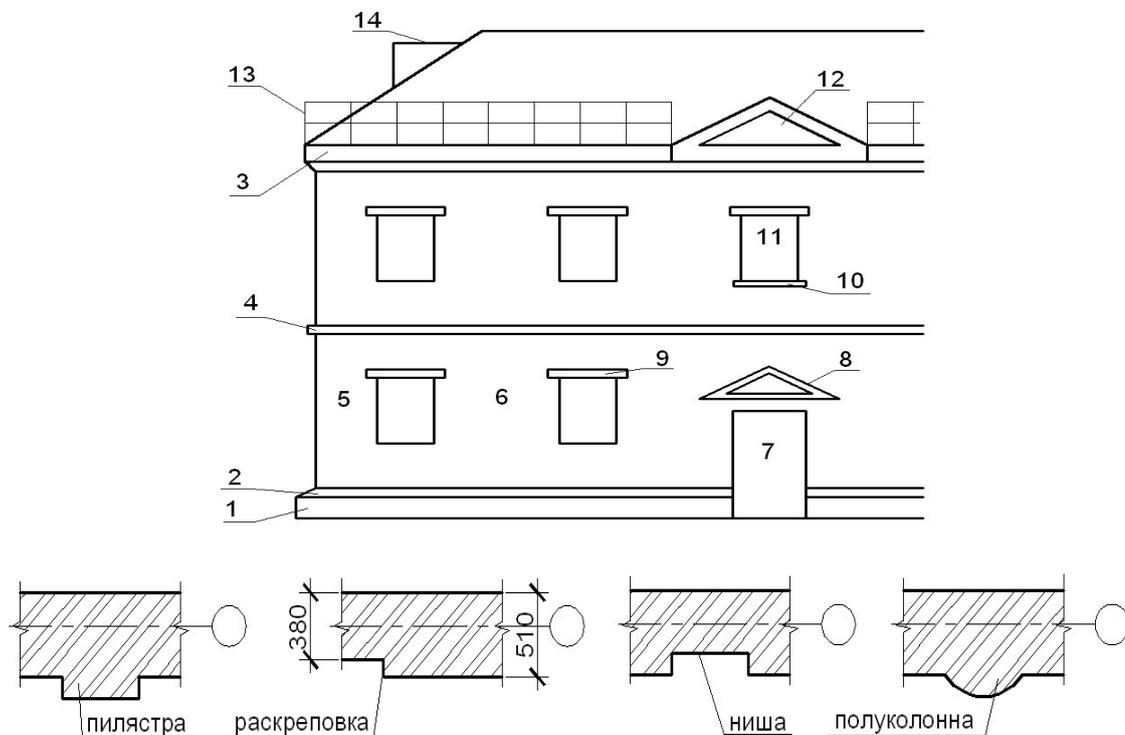


Рис.5.4. Архитектурные элементы стен:

- 1 – цоколь; 2- кордон; 3 – главный карниз; 4 – промежуточный карниз; 5 –угловой простенок; 6 – рядовой простенок; 7 – дверной проем; 8 – сандрик; 9- перемычка; 10- подоконный пояс; 11- оконный проем; 12- фронтон; 13 – ограждение; 14 – слуховое окно

Цоколем называется нижняя часть здания, расположенная непосредственно над фундаментом (рис. 5.5, а-в). Цоколь выполняется из более прочных материалов, так как подвергается механическим и атмосферным воздействиям. Верхняя часть цоколя находится на уровне пола первого этажа. Высоту его назначают немного больше расчетной толщины снежного покрова. Граница перехода от цоколя к стене называется **кордоном**, может быть впадающим и выпadaющим (зависит от толщины стены).

Конструктивными элементами, предохраняющими стены зданий от дождя и талой воды, являются **карнизы**. Карниз, расположенный по верху наружной поверхности стены, называется **венчающим** или **главным**. **Промежуточным** называется карниз, разделяющий этажи. Карниз придает зданию законченный вид. Формы главных карнизов зависят от архитектуры здания и от величины выноса выступа карниза за поверхность стены.

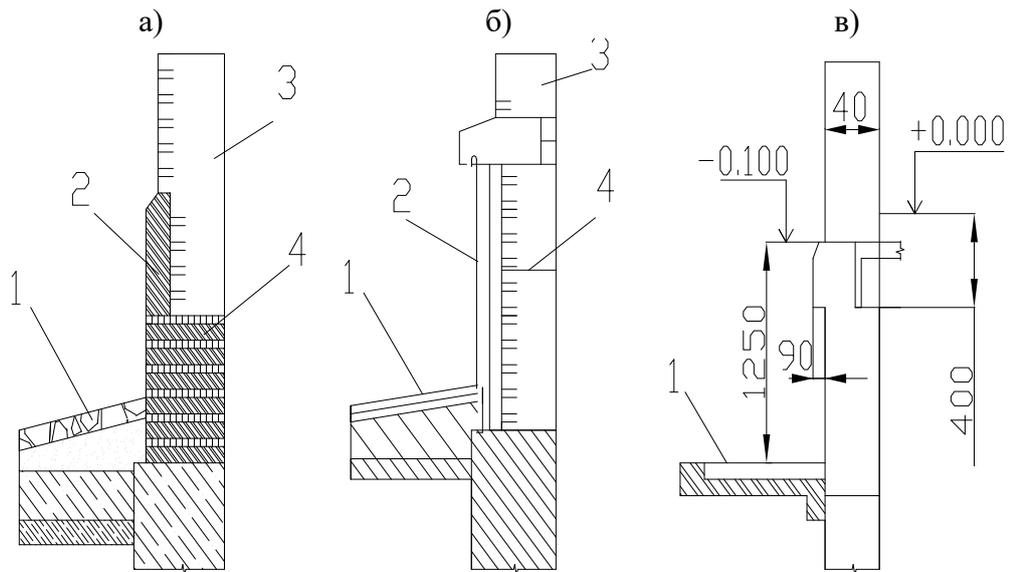


Рис. 5.5. Конструктивные элементы фасадов: а – коколь, облицованный кирпичом; б – то же, плитами; в – то же, из крупноразмерных элементов; 1 – отсotka; 2 – облицовка; 3 – стена; 4 – гидроизоляция.

Карнизный узел для зданий с полупроходным чердаком и кирпичным карнизом представлен на рис.5.6.

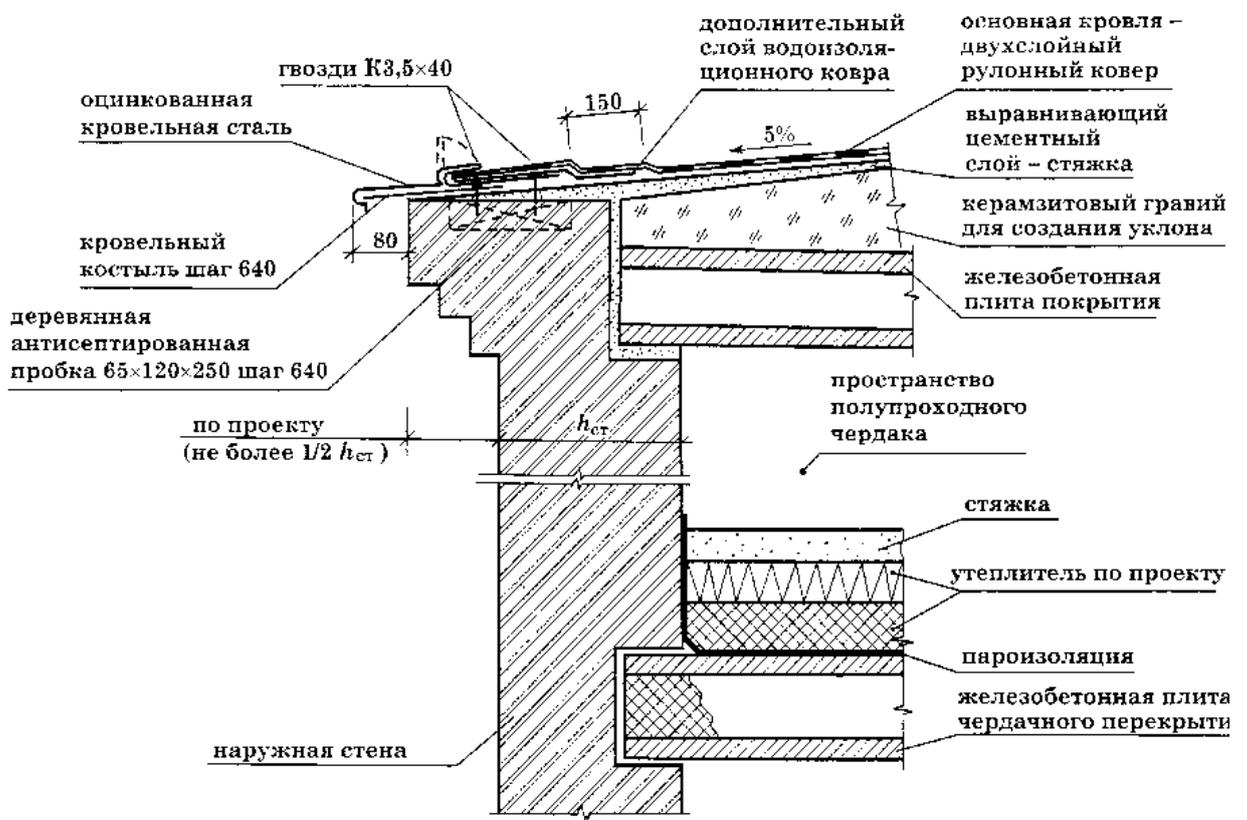


Рис.5.6. Карнизный узел с полупроходным чердаком и кирпичным карнизом

Карнизные узлы для зданий с чердачной скатной крышей представлен на рис.5.7.

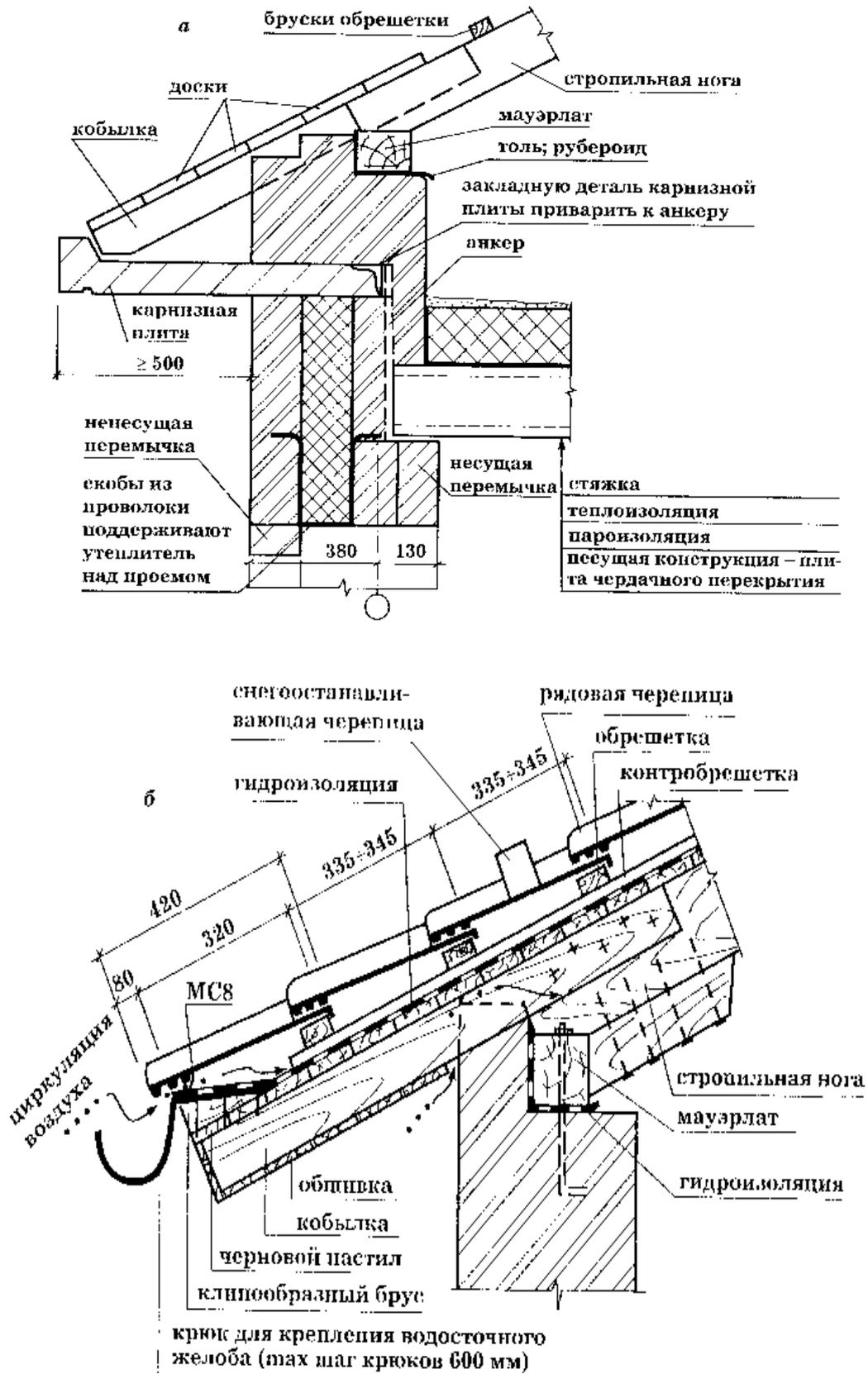


Рис. 5.7. Карнизные узлы для чердачных стропильных крыш: а – карниз, из сборных железобетонных плит; б – карниз кирпичный.

К архитектурно-конструктивным элементам стен относятся также *проемы, простенки и перемычки*.

Проемы — это отверстия в стенах для установки оконных и дверных блоков.

Простенки — участки стен между проемами. Простенки бывают рядовыми (между двумя проемами) и угловыми (между углами здания и ближайшими проемами).

Перемычки — балочные или арочные конструктивные элементы, перекрывающие проемы в стене сверху и воспринимающие нагрузки вышележащих конструкций.

Карнизный узел бесчердачной крыши представлен на рис. 5.8

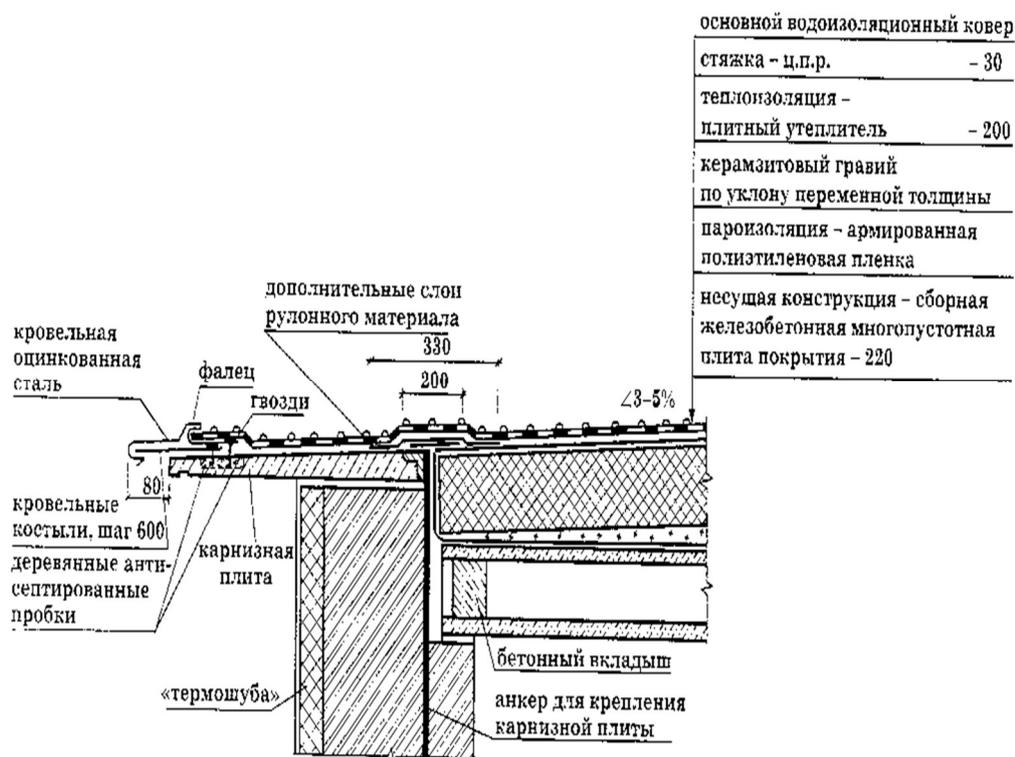


Рис.5.8. Карнизный узел бесчердачной крыши

В некоторых случаях наружную стену здания выводят несколько выше покрытия; такая часть стены называется **парапетом** (рис. 5.9). Парапет — часть наружной стены, возвышающаяся над крышей на 0,7-1 м и ограждающая ее. Парапет делает вид здания более привлекательным и позволяет скрывать домовые трубы, выводимые на крышу, и другие надстройки. Парапеты иногда заменяют легкими металлическими ограждениями.

Крупными элементами, имеющими как функциональное, так и архитектурное назначение, являются **балконы, лоджии, эркеры**.

Балконы представляют собой площадку, состоящую из балконной плиты и ограждения (рис. 5.10, а). Иначе *балкон* - огражденная наружная площадка, наполовину и более (площадки) выступающая за пределы граничащих с ней

наружных стен здания и открытая во внешнее пространство не менее чем с двух сторон.

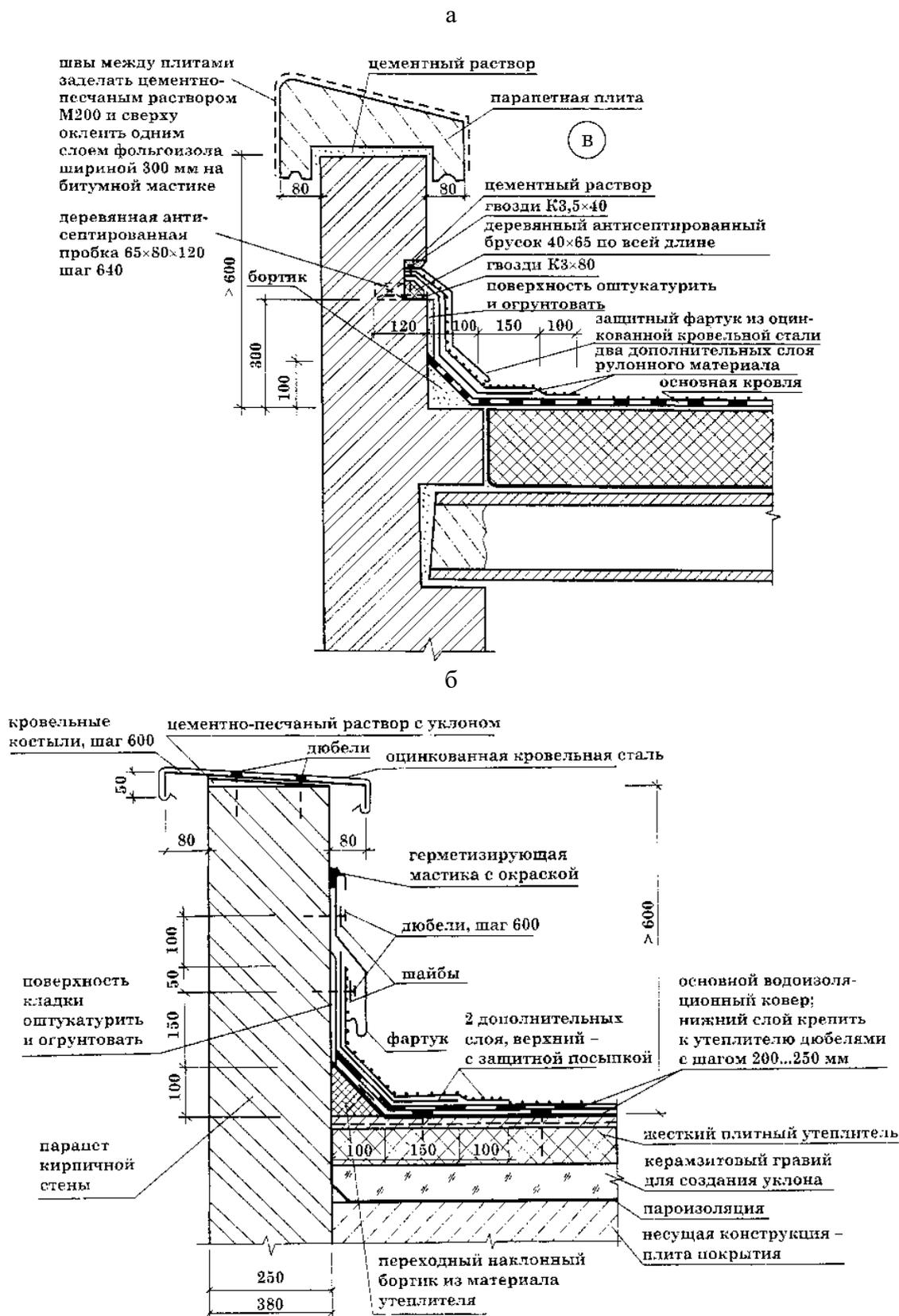


Рис.5.9. Примеры решения парапетных узлов:
а - с бетонной парапетной плитой; б - с оцинкованной сталью

Эркером называют огражденную часть комнаты, выступающей за внешнюю плоскость фасадной стены и освещаемую обычно несколькими окнами, улучшают освещенность и инсоляцию помещений (рис. 5.10, б). Эркеры обогащают не только общее решение фасадов, но и их объемно-пространственную структуру. Бывает многоугольный или полуциркулярный, застекленный целиком или имеющий несколько окон эркер. Могут устраиваться на всю высоту здания или начинаться с какого-либо этажа – навесная конструкция.

Лоджия представляет собой встроенное в габариты здания открытое помещение, выступающее (частично или полностью) из плоскости наружных стен (рис. 5.10, в).

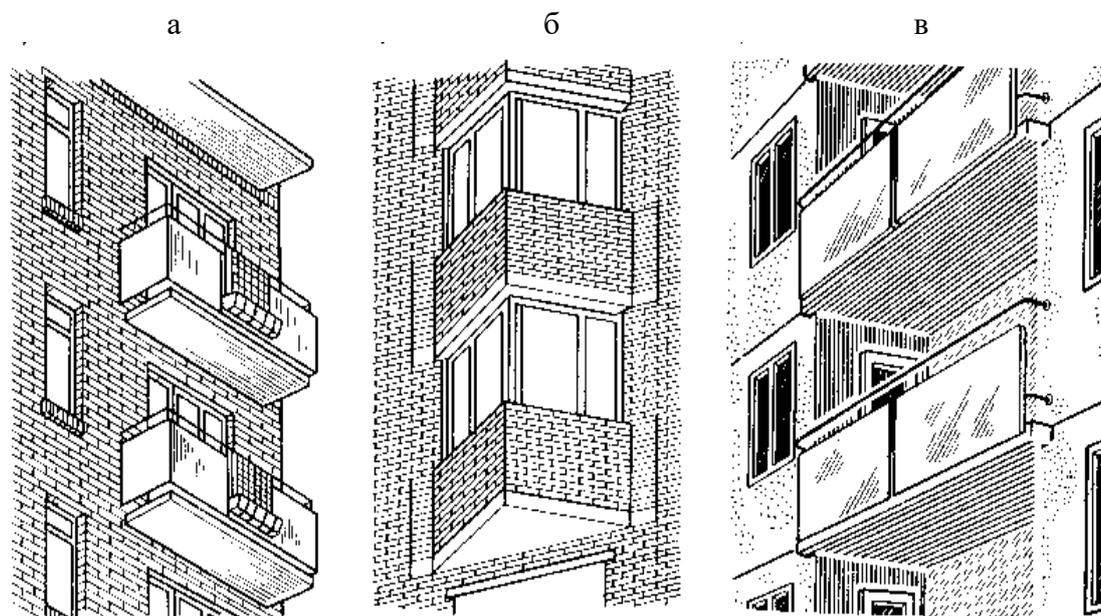


Рис.5.10. Примеры решений: а – балконов; б – эркеров; в – лоджий

Планы балконов, лоджий и эркеров представлены на рис. 5.11-5.13

По конструктивному решению различают три типа лоджий: **западающие, полностью размещаемые в габаритах здания, частично западающие и выносные.**

Фасады каменных зданий отделывают различными материалами: штукатуркой, облицовочной плиткой, лицевой кладкой кирпича, керамическими блоками, цветными бетонами и т.п. Облицовка не только предохраняет здание от атмосферного воздействия, но и повышает теплоустойчивость и архитектурную выразительность фасадов зданий. Поэтому для облицовки применяют материалы, обладающие большой влаго- и морозостойкостью, – гранит, известняк, мрамор, песчаник, керамические материалы с учетом назначения здания.

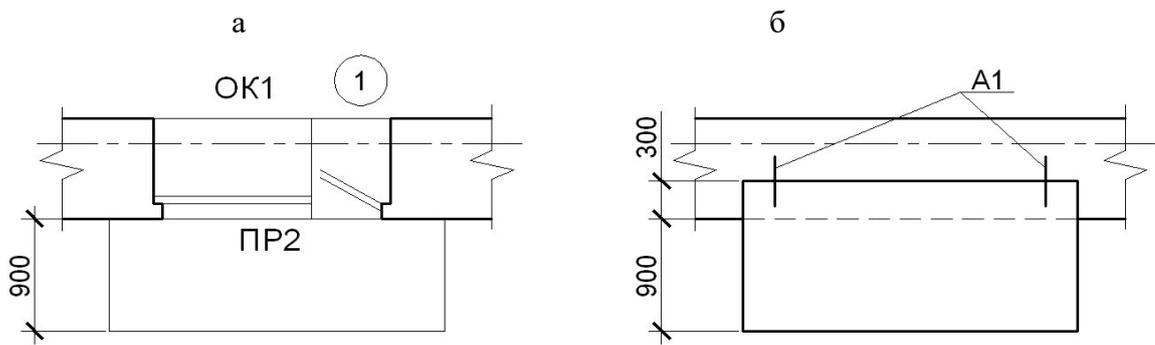


Рис.5.11. Планы балконов: а – на плане этажа, б – на плане перекрытий.

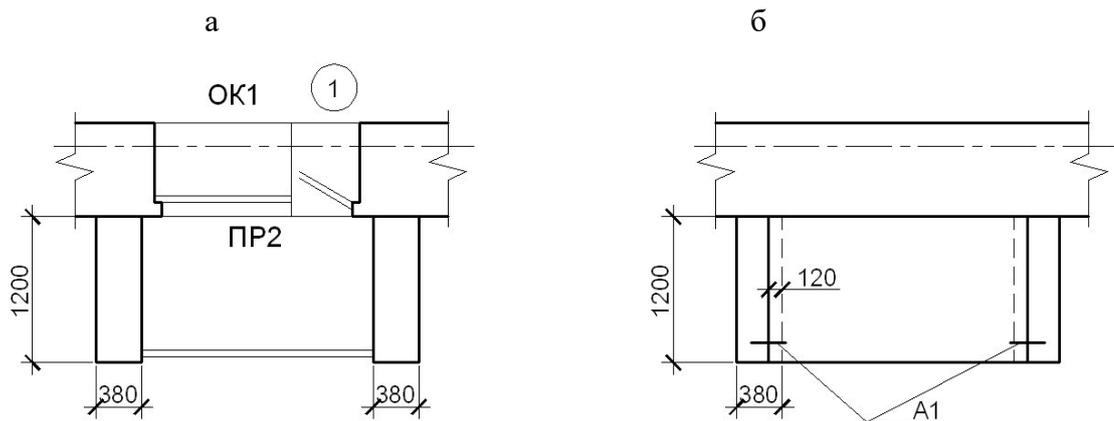


Рис.5.12. Планы лоджий: а – на плане этажа, б – на плане перекрытий.

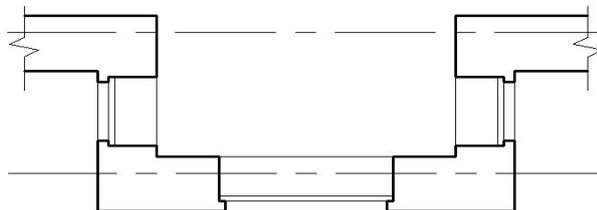


Рис.5.13. Эркер на плане этажа

5.3. Каменные стены из мелкогабаритных элементов

Материалы для возведения каменных стен разделяют на **искусственные и естественные**.

К **искусственным** каменным материалам относятся:

- кирпич керамический полнотелый, пористый и пустотелый;
- безобжиговые камни - кирпич силикатный;
- блоки из легкого и ячеистого бетона;
- бетонные пустотелые блоки;

К **естественным** каменным материалам относятся:

- камни из известняка;
- песчаника;
- туфа;
- ракушечника и др.

Естественные камни относят к местным строительным материалам, так как их перевозка не рентабельна. Естественные каменные материалы обладают хорошими несущими и теплозащитными свойствами и декоративным своеобразием.

Дома, возведенные из кирпича, долговечные и экологически чистые. Форма и размер кирпича изменялись в течение веков, но всегда оставались такими, чтобы каменщику было удобно работать. Современный кирпич не превышает веса в 4,3 кг.

Кирпичные здания имеют ряд достоинств. Этот материал хорошо удерживает тепло, а значит существенно экономит энергию на отопление и кондиционирование;

Кирпич обладает широкими формообразующими возможностями. Гибкость наружных контуров планов кирпичных зданий позволяет их вписывать в любую градостроительную ситуацию;

Кирпичные дома с точки зрения эмоционально-эстетического и социального взгляда являются престижными. Даже самые дешевые деревянные дома обкладывают кирпичом или плиткой «под кирпич», повышая значимость здания.

Кирпичная стена выполняет не только функцию ограждающей конструкции, но и декоративную. Кирпич по своему внешнему виду является многосторонним строительным материалом. Многочисленные варианты поверхностной обработки и цветовой гаммы делают возможным создание выразительных зданий, гармонирующих с окружающей средой.

Основные элементы кирпича (рис. 5.14):

- **ложок** – поверхность изделия средней величины;
- **плашок** – поверхность, которой изделие укладывается в конструкцию;
- **тычок** – наименьшая поверхность изделия.

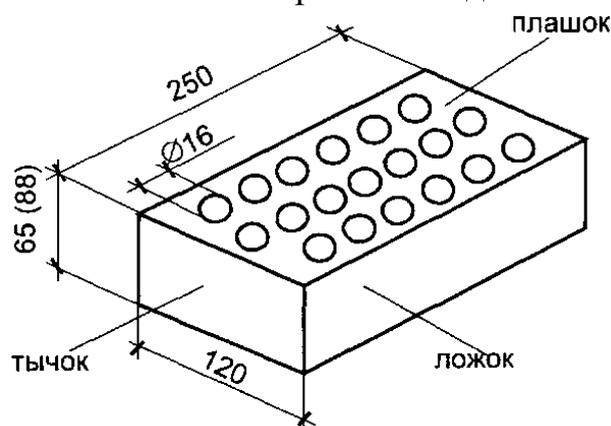


Рис. 5.14. Основные размеры кирпича

Основные дефекты:

- *вздутие* – видимое глазом местное увеличение объема изделия;
- *посторонние включения* – включения, не входящие в сырьевые материалы, поступающие извне (ветошь, дерево, полимерные материалы, металл и др.);
- *прокол* – отверстие или углубление по постели пустотелых изделий;
- *сетка трещин* – непрерывные трещины, распространяющиеся на поверхности изделий;
- *срыв нелицевой грани* – механические повреждения, образующиеся в процессе прессования;
- *трещина* – узкое углубление на поверхности изделия, достигающее до ребра;
- *шелушение* – линзообразное или чешуйчатое разрушение.

По теплотехническим свойствам:

I группы – эффективные – улучшающие теплотехнические свойства стен и позволяющие уменьшить их толщину по сравнению с толщиной стен, выполненных из обыкновенного кирпича. К этой группе относятся элементы, имеющие плотность не более 1400 кг/м^3 (кирпич) и не более 1450 кг/м^3 (камни);

II группы – условно-эффективные – эффективные, улучшающие теплотехнические свойства ограждающих конструкций. К ним относятся: кирпич с плотностью $1400 - 1700 \text{ кг/м}^3$, камни с плотностью $1450 - 1650 \text{ кг/м}^3$;

III группы – обычный кирпич – плотность $1700 - 1800 \text{ кг/м}^3$.

Керамический кирпич выпускают широкой номенклатурой: полнотелый, пустотелый, облицовочный, пятистенный, щелевой, огнеупорный и т.д.

Производство кирпича постоянно совершенствуют. Так, например, выпускают кирпичи (пустотностью 34 %, 45 %) с размерами $250 \times 120 \times 65$ (88) мм, СТБ 1160-99 «Кирпич и камни керамические» (рис. 5.15).

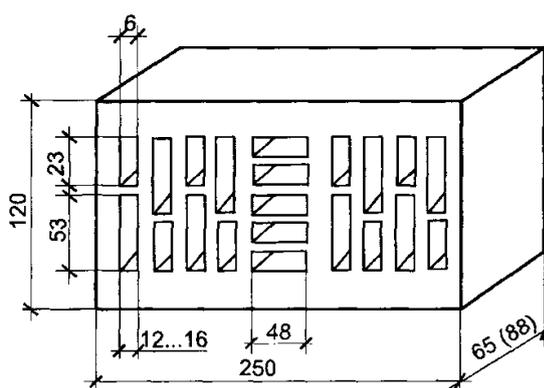


Рис.5.15. Кирпич с 21 пустотой (пустотностью 34 %, 45 %)

Производство современного кирпича позволяет создавать и его многообразную цветовую палитру.

Силикатный кирпич производят из смеси извести, кварцевого песка в автоклавах при высоких температурах и повышенном давлении (рис. 5.16).

По прочности силикатный кирпич сравним с керамическим, но менее морозостоек, водостоек и более теплопроводен. Его нельзя использовать в кладке фундаментов и цоколей.

Кладку стен из камней выполняют с соблюдением следующих правил: камни укладывают горизонтальными рядами на растворе; уложенные камни разделяют поперечными и продольными вертикальными швами, которые тоже заполняют раствором; кладку ведут с перевязкой (смещением) вертикальных швов. Эти правила обеспечивают совместную работу отдельных камней и равномерное распределение давления в кладке.

Для заполнения швов кладки применяют растворы:

- известковые (известь — песок);
- смешанные (цемент — известь — песок);
- цементные (цемент — песок).

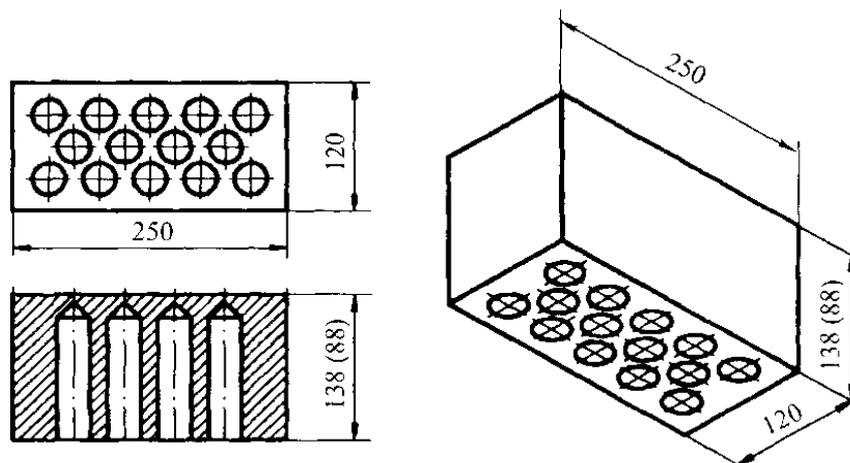


Рис. 5.16. Камень (кирпич силикатный) 14-пустотный (диаметр пустот 30 – 32 мм, пустотностью 28 – 31 %)

Цементные растворы применяют при более повышенных требованиях к прочности и влагостойкости стены, например, для низа стены (цоколя).

Кладку стены, предназначенную для дальнейшего оштукатуривания, ведут *впустошовку*, оставляя лицевые швы, не заполненные раствором на 10...15 мм, с целью лучшей связи штукатурного слоя со стеной. Лицевые швы кладки стены, не подлежащей оштукатуриванию, заполняют раствором *вподрез* с поверхностью стены. Для уменьшения воздухопроницаемости и повышения декоративных свойств стеновой поверхности лицевые швы *расшивают*, уплотняют раствор специальным инструментом - расшивкой, придавая швам форму *валика* или *выкружки*. Кроме создания внешней эстетики, расшивка швов делает поверхность стены водонепроницаемой, что повышает ее долговечность. Перед расшивкой поверхность кладки протирается, чтобы

удалить лишний раствор. Начинают расшивку с вертикальных швов, а заканчивают горизонтальными. Кладка с расшивкой швов наиболее качественная и имеет широкое распространение (рис.5.17).

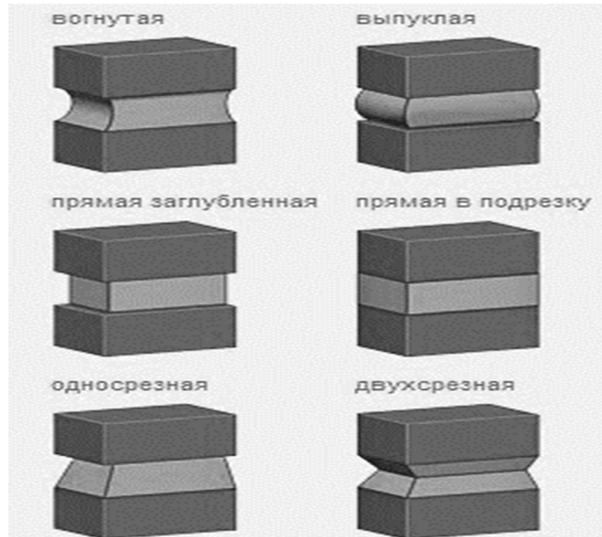


Рис.5.17. Виды расшивок швов кладки

Кирпич и керамические камни укладывают в конструкцию стены рядами с перевязкой швов между «тычковыми» и «ложковыми» рядами. Различают двухрядную и многорядную системы перевязок.

Конструкция стены может быть сплошной, то есть выполненной из однородного материала (кирпича, керамических камней, легбетонных блоков и т.п., рис. 5.18) или иметь слоистую структуру (эффективные кладки). Такая кладка состоит из кирпича и эффективного утеплителя, повышающего теплоизоляционные качества конструкции, м).

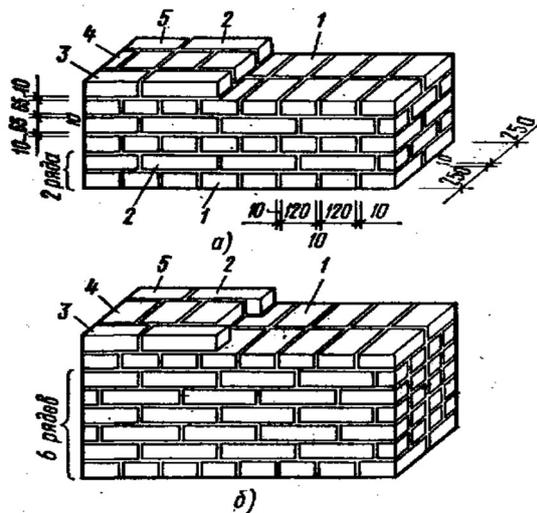


Рис. 5.18. Сплошная кирпичная кладка:
 а — двухрядная; б — шестирядная; 1- тычок; 2 - ложок; 3 - ряд наружной версты;
 4 - забутка; 5- ряд внутренней версты

Толщина однородных кирпичных стен кратна $\frac{1}{2}$ кирпича с учетом толщины растворного шва 10 мм (380, 510, 640 мм)

Стены, ограничивающие внутреннюю лестничную клетку или внутриквартирную лестницу – 1 элемент.

Стены, ограничивающие лестницу общего характера или секционную – 1,5 элемента.

Стены, ограничивающие тамбур, могут быть в 1 элемент либо 0,5 элемента (с утеплителем).

Стены, в которых выполняется вентиляция – 1,5 элемента (лучше устраивать в самонесущих стенах).

Толщина наружных стен зависит от несущей способности стены и теплотехнических качеств. Возможные размеры наружных и внутренних стен однородной кладки представлены на рис.5.19.

Размеры внутренних стен кирпичной кладки представлены в табл.5.3.

Таблица 5.3

Толщины внутренних стен и перегородок из различных материалов

Наименование материала	Толщина внутренней несущей стены, мм	Толщина внутренней самонесущей стены, мм	Толщина перегородки, мм
Кирпич обычный	250,380	250	120,65
Кирпич модульных размеров	288,438	288	65,138
Керамический камень пустотелый	250,380	250	120
Керамический камень модульных размеров	288,438	288	138
Бетонный камень	290,390,490	290	90,190
Бетонный камень модульных размеров	288,438	288	138

Наибольшие трудности при кладке стен вызывают примыкания стен друг к другу и откосы (притолоки) оконных и дверных проемов, которые выкладывают, как правило, с *четвертями* (рис. 5.20).

Четверть — это выступ кирпичной кладки в откосах оконных и дверных проемов (кроме нижнего откоса) размерами 65x120 мм, то есть равными размерам четверти кирпича. Размеры четвертей для стен из различных мелкогабаритных элементов даны в табл. 5.4.

Четверти предусматривают для обеспечения более плотного и непродуваемого примыкания оконных и дверных коробок к стене. Их устраивают у наружной поверхности стены. В стенах из мелких блоков и естественных камней четверти обычно не устраивают из-за трудоемкости

выполнения. Все размеры кирпичных стен в плане в пределах до 1030 мм должны быть кратны 130 мм (ширина кирпича 120 мм плюс толщина шва 10 мм). Это обеспечивает кладку стен из целых кирпичей без необходимости их оковки. Свыше 1030 мм эта кратность не обязательна, так как за счет небольшого уменьшения или увеличения толщины шва можно достигать размеров, не кратных 130 мм.

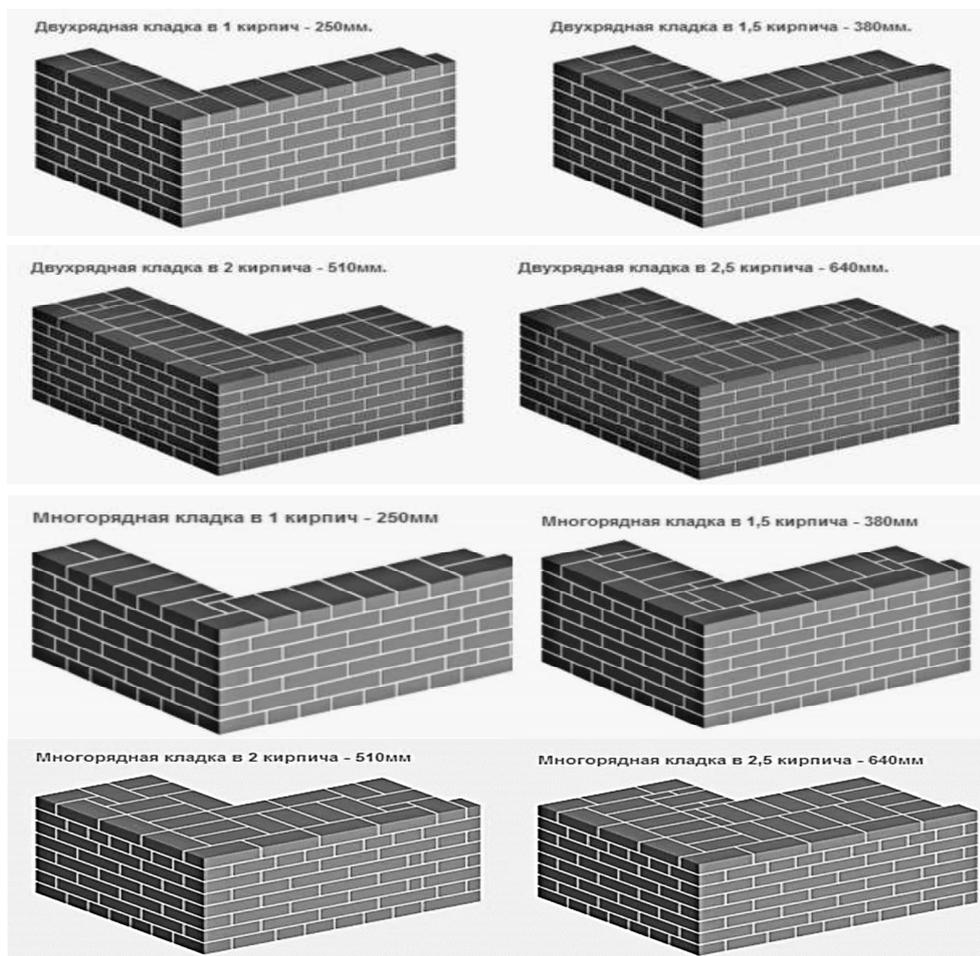


Рис.5.19. Виды сплошной кладки кирпичных стен.

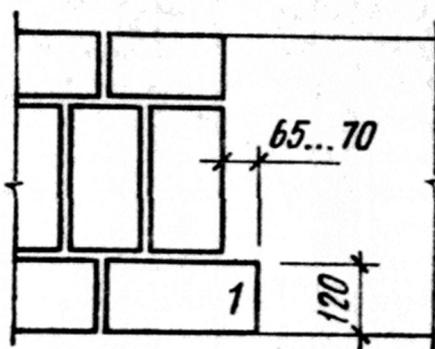


Рис. 5.20. Четверть для стен из кирпича: 1- кирпич обыкновенный

Размеры четвертей оконных и дверных проемов

Наименование материала стены	В плане		В разрезе	
	а, мм	б, мм	с, мм	h, мм
Кирпич обыкновенный	65	120	120	75
Кирпич модульный	70	138	120	75
Керамический камень пустотелый обычный	65	120	120	75
Керамический камень модульных размеров	70	138	120	75
Бетонный камень	100	90	120	100
Бетонный камень модульных размеров	70	138	120	100

Кроме стен в качестве несущих элементов конструкции дома могут использоваться **каменные столбы** (рис.5.21). В этом случае необходим их расчет под действующие нагрузки. Для повышения прочности кирпичных столбов их армируют сетчатой арматурой через 2 - 4 ряда кирпича. Кладочные работы при возведении кирпичных столбов должны выполняться с особой тщательностью. Все швы между кирпичами заполняются раствором полностью. В качестве самонесущих элементов они применяются в составе заборов, ограждений, могут поддерживать легкие навесы.

В Республике Беларусь приняты повышенные требования к теплозащите зданий, увеличивающие значения теплоизоляционных характеристик ограждающих конструкций в 2,5 – 3,5 раз. Эти требования связаны со стремлением снизить затраты на отопление и создать комфортный тепловой режим в помещении.

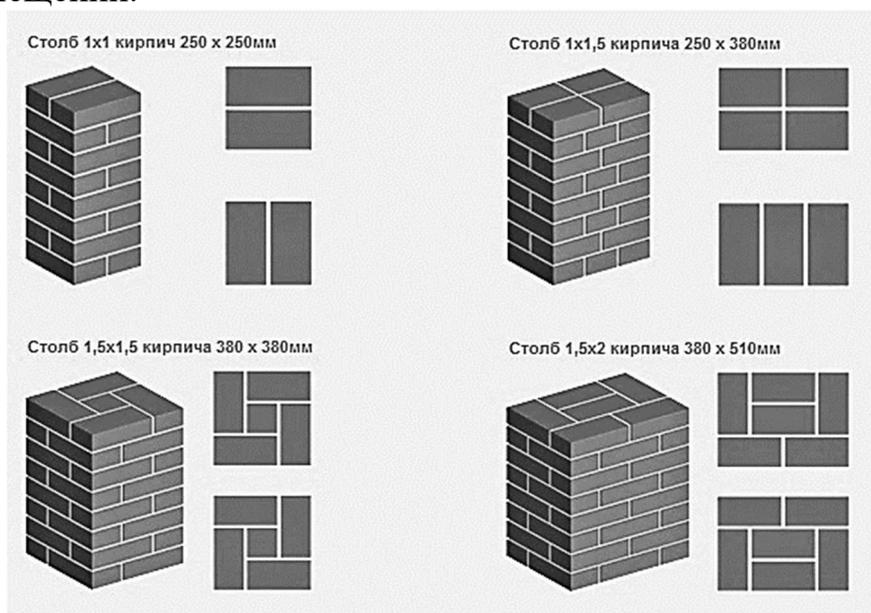


Рис.5.21. Каменные столбы

Для того чтобы обеспечить высокое теплотехническое качество наружной стены требуется введение теплоизоляционного материала в конструкцию стены (рис. 5.22).

Существует много разновидностей облегченных кладок стен. Облегченные кладки применяют для уменьшения толщины наружных стен, что достигается введением в кладку более эффективных в теплотехническом отношении материалов. В зависимости от свойств этих материалов их вводят с наружной или внутренней стороны стены или в качестве забутки стены. С наружной стороны эффективные материалы применяют в виде атмосферостойкой облицовки, например, плиты из легкого бетона с защитным влагостойким слоем. С внутренней стороны устанавливают теплоизоляционные слои из фибролита или других облицовочных плит вплотную к стене на растворе или с образованием воздушной прослойки 20...40 мм.

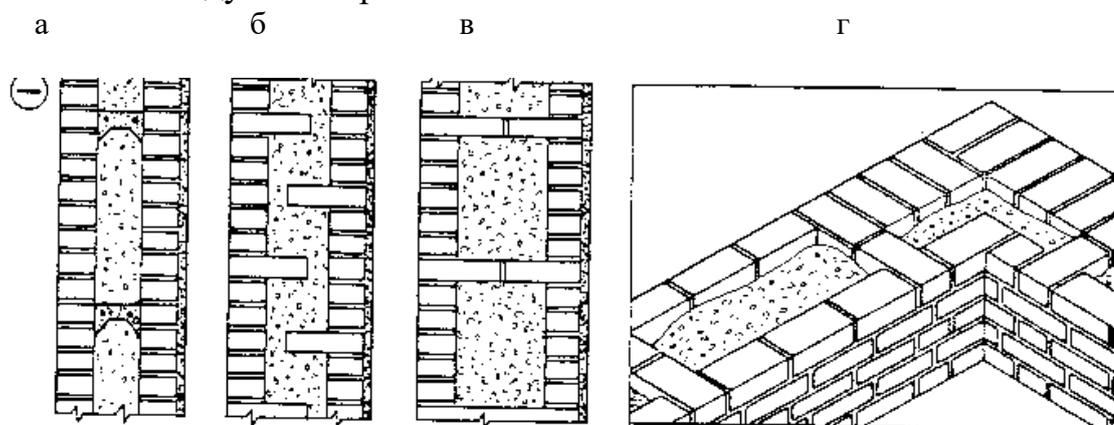


Рис.5.22. Колодцевая кладка кирпичных стен:

а – с горизонтальными диафрагмами из цементно-песчаного раствора; б – то же, из тычковых кирпичей, расположенных в шахматном порядке; в – то же, расположенных в одной плоскости; г – аксонометрия кладки

Наиболее часто для малоэтажных жилых зданий применяют облегченную кладку с расположением теплоизоляционных материалов внутри стены, между двумя стенками из сплошной кладки. Для обеспечения совместной работы этих стенок и монолитности всей конструкции предусматривают через определенные интервалы по высоте горизонтальные диафрагмы, которые делают из кирпича (в общей системе кладки боковых стенок или растворными слоями с армированием, или с применением асбоцементных плит).

Теплоизоляционный сердечник выполняют, как правило, из легобетонных блоков (рис.5.23). Для этой цели можно использовать монолитный легкий бетон или сыпучие материалы (шлак, керамзит).

В практике применяют четыре типа многослойных ограждающих конструкций:

- колодцевая кладка (ввод утеплителя в «тело» стены);
- система наружной теплоизоляции с внешней стороны стены или

изнутри помещения;

- введение утеплителя в уширенный шов кладки;
- вентилируемый фасад.

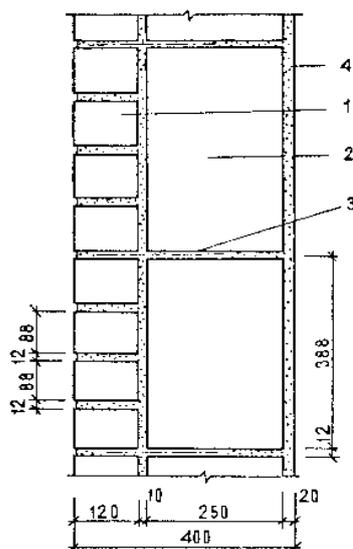


Рис.5.23. Конструкция кладки из газосиликатных блоков с облицовкой:

- 1 – кирпичная кладка снаружи; 2 – кладка из газосиликатных блоков; 3 – связи между кладками; 4 – штукатурка

Различные типы облегченных кладок представлены также на рис. 5.24-5.25.

С точки зрения теплофизики общее термическое сопротивление не зависит от последовательности расположения слоев различных материалов в ограждающих конструкциях. С точки зрения диффузии водяных паров слои различных материалов должны быть расположены так, чтобы сопротивление паропроницанию возрастало снаружи внутрь, во избежание конденсации влаги в сечении стены. Применение теплоизоляционных систем с внутренней стороны ограждений конструкций всегда связано с устройством дополнительных решений по пароизоляции.

Толщина вертикальных швов принимается в среднем 10 мм. Толщина горизонтальных швов при использовании раствора с пластифицирующими добавками (известь, глина и др.) – 10 мм, без добавок – 12 мм. Максимальная толщина швов – 15 мм, минимальная – 8 мм.

Следует устраивать проветриваемый зазор между утеплителем и массивом стены. Нарушение этого условия может привести к конденсации влаги на внутренней стороне стены. Накопление избыточной влаги в теле стены приводит к её переувлажнению, снижению теплозащитных свойств, разрушению за счет сезонных колебаний температуры, возникновению грибка и плесени.

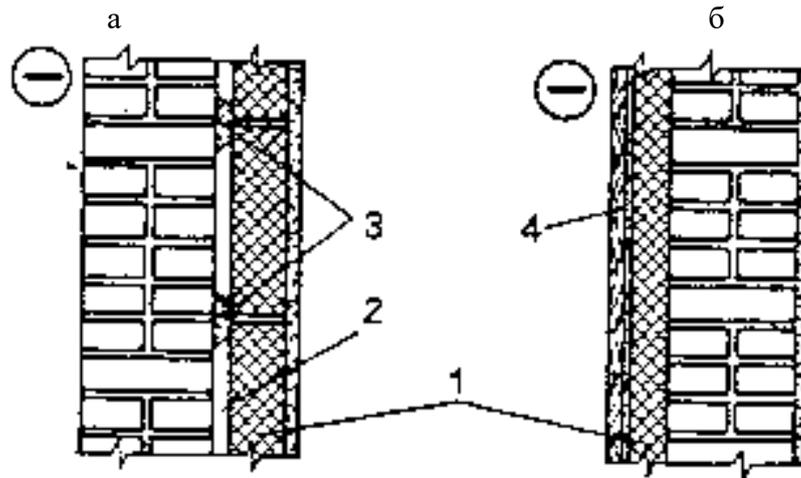


Рис. 5.24. Утепление кирпичной стены:
 а – внутренне; б – наружное; 1 – утеплитель; 2 – воздушная прослойка;
 3 – «маяки» из раствора; 4 – дощатая обшивка

При проектировании многослойной конструкции каменной стены следует помнить, что количество влаги, которое испаряется из ограждающей конструкции в летний период, не должно превышать количества влаги, накопленное в зимний период. Для этого надо правильно располагать по отношению к тепловому потоку пароизоляционный слой.

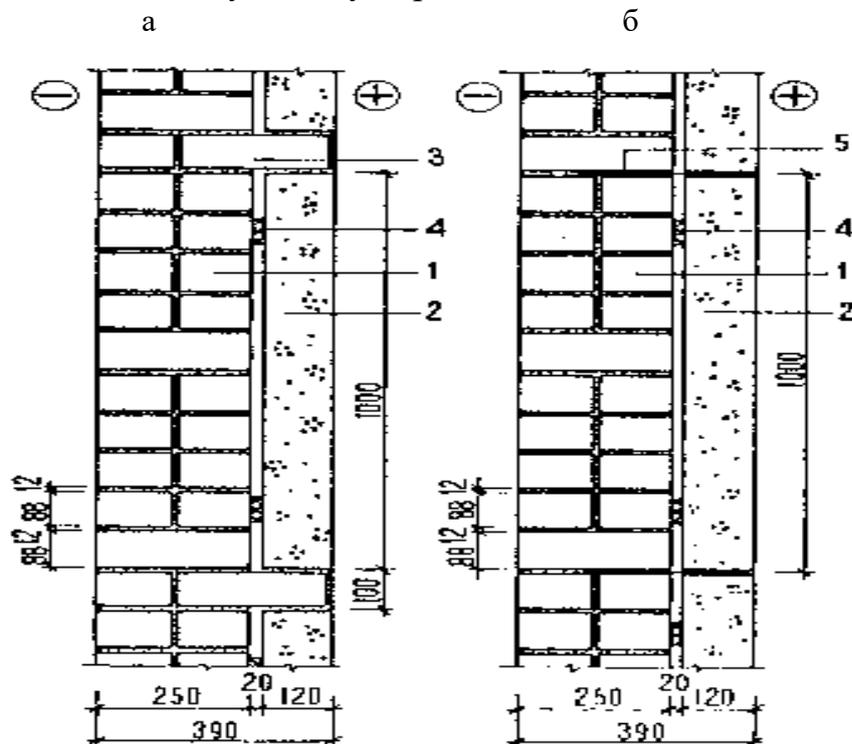


Рис. 5.25. Виды облегченной кладки:
 а – с опиранием плит утеплителя выступающие ряды кладки; б – с креплением через стальные кляммеры; 1 – кирпичная кладка; 2 – плита утеплителя из газосиликата плотностью 350 кг/м³; 3 – выступающий ряд кирпичной кладки; 4 – гипсовый маяк; 5 – стальные кляммеры

Внутренний слой утеплителя в подоконной части стены закрывают одним-двумя рядами кирпичной кладки, чтобы избежать попадания влаги в слой утеплителя.

Наиболее прогрессивное решение – конструкция вентилируемого фасада.

Навесные вентилируемые фасады, иначе rain screen walls (стены -экраны для/от дождя) или curtain walls (занавешивающие стены, стены-занавес) - одна из наиболее современных и популярных технологий внешней облицовки вентилируемых фасадов. Представляет собой различного вида и сложности конструкции, закрепляемые в основную (несущую) стену, на которые монтируют элементы облицовки (плиты натурального камня или керамогранита, стекло, различные полимеры и композитные материалы). Между несущей стеной и облицовкой укладывают слой теплоизолятора с таким расчётом, чтобы между ним и облицовкой оставалась прослойка воздуха, свободно сообщающегося с внешней атмосферой. Именно из-за этой особенности данная конструкция и получила свое второе название - вентилируемые фасады.

Благодаря перепаду, давления воздуха, этот зазор работает по принципу действия «вытяжной трубы» (рис.5.26). В результате этого, из конструкции в окружающую среду удаляется влага, попавшая туда или образовавшаяся за счет конденсации в утеплителе. Воздушный промежуток снижает теплопотери, выполняя роль температурного буфера.

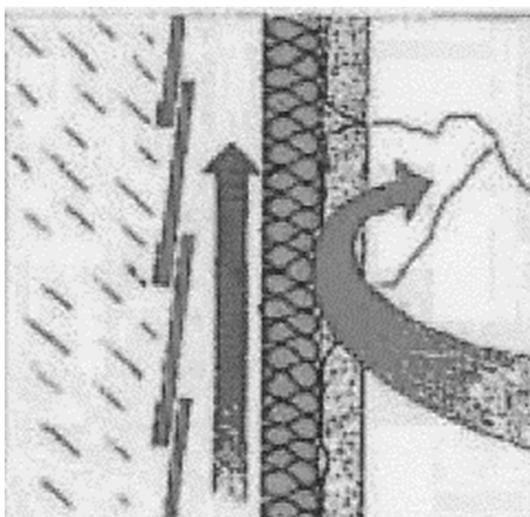


Рис.5.26. Принцип работы вентилируемого фасада

Для нормальной работы системы толщина воздушного зазора должна быть не менее 20 мм. Снизу и сверху фасада необходимо обеспечить свободный доступ наружного воздуха для отвода влаги из конструкции.

Вентилируемый фасад, состоит из защитного экрана, под облицовочной конструкции и утеплителя (рис.5.27).

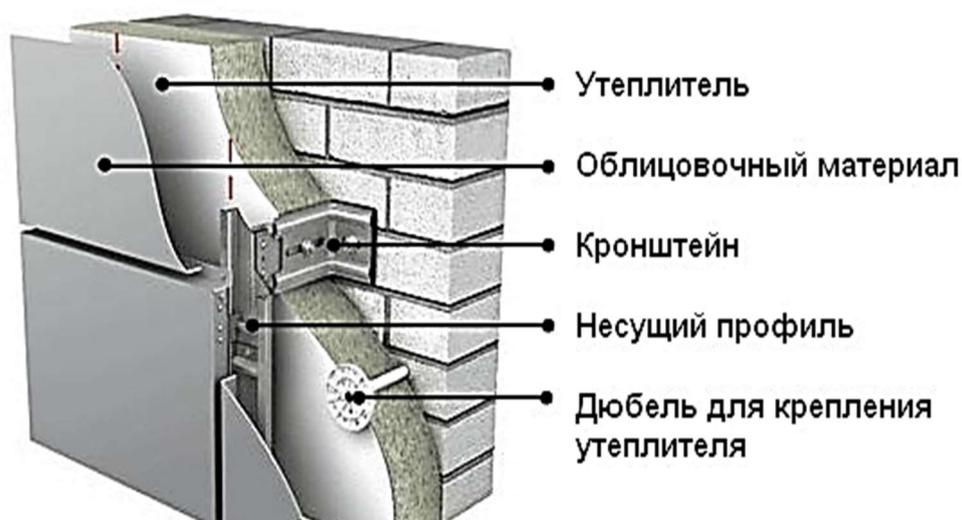


Рис.5.27. Схема устройства вентилируемого фасада

Подоблицовочная конструкция вентилируемого фасада состоит из кронштейнов, которые крепятся непосредственно на стену, и несущих профилей, устанавливаемых на кронштейны из оцинкованной и специальной нержавеющей стали, алюминиевых сплавов, иногда из деревянных реек. На несущих профилях, образующих каркасную систему, крепежными элементами монтируются плиты или листы облицовки. Теплоизоляционный слой фиксируется на наружной поверхности стены дюбелями и профилями. Для вентилируемого фасада применяется утеплитель в плитах (не рулонный) со следующими параметрами:

- с паропроницаемостью от 0,1-0,3 мг/(м*ч*Па) и выше;
- с определенной плотностью (для минеральной ваты 30-50 кг/м², для ваты из стекловолокна – 20 кг/м² и выше).

Толщина утеплителя определяется теплотехническим расчетом и зависит от материала стены и зоны строительства.

На рис. 5.28 представлены примеры конструкций наружных стен малоэтажных зданий.

В настоящее время в строительстве нашли широкое применение блоки из ячеистого бетона. Это легкие, прочные, экологически чистые изделия, отвечающие самым высоким требованиям по теплоизоляции и паропроницаемости.

Ячеистый бетон – обобщающее определение искусственного материала, с равномерно распределенными порами (пенобетон, ячеистый бетон, автоклавный бетон, газобетон).

Блоки имеют четкую геометрическую форму с допусками ± 1 мм.

Толщина блоков от 100 до 576 мм. Благодаря большой номенклатуре блоков по толщине можно строить стены практически любой необходимой толщины. Длина изделий 200 – 1200 мм, а высота 100 – 588 мм. Возможно изготовление блоков с пазом и гребнем, убыстряющим кладку стен.

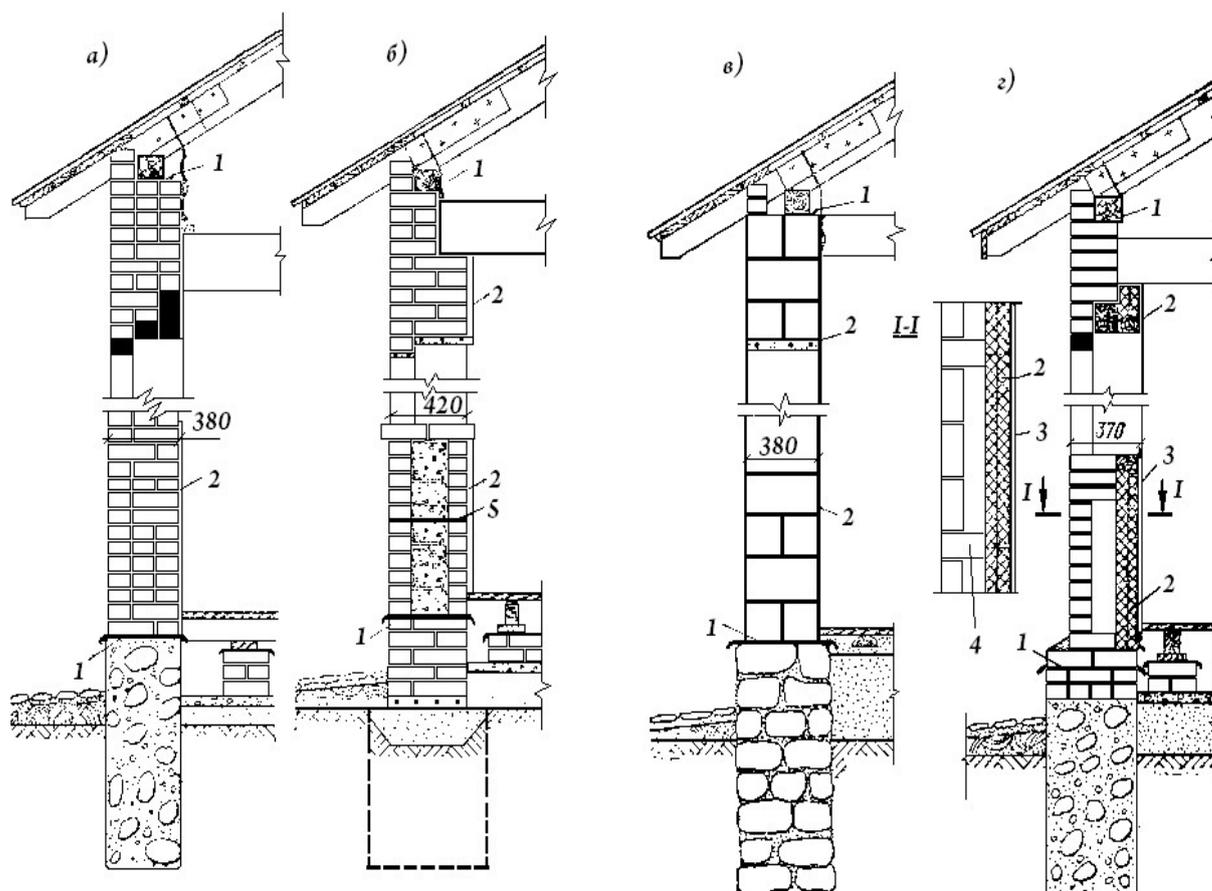


Рис. 5.28. Разрезы наружных несущих стен малоэтажных каменных зданий:
 а – стена из эффективного кирпича; б – облегченная стена с легкобетонными
 вкладышами и растворными диафрагмами; в – стена из природных легких
 камней или мелких искусственных блоков; г – облегченная стена с плитным
 внутренним утеплением; 1 – гидроизоляция; 2 – утеплитель 3 – пароизоляция; 4 – пилястра;
 5 – растворная диафрагма

Для кладки стен применяют растворы и клеи (сухие смеси, разводимые водой непосредственно перед кладкой) толщиной в 375 мм, которые обеспечат комфортный тепловой режим в помещении.

Стеновая кладка из ячеисто-бетонных блоков может быть защищена от воздействия боковых дождей оштукатуриванием с покраской, облицовкой (плитка керамическая, сайдинг) или кирпичом, устанавливаемым с воздушным зазором от тела стенки.

Кирпичная облицовка может осуществляться как по существующим стенам, так и одновременно с возведением несущих стен. Можно выделить две ситуации, в которых производится облицовка кирпичом:

- **первый случай**, когда существующая несущая стена обеспечивает достаточные параметры теплоизоляции дома, обкладка кирпичом несет исключительно облицовочную декоративную функцию. В данном варианте наружная кирпичная стена может располагаться вплотную к несущей, с

заполнением промежутка раствором, либо отстоять от нее, образуя воздушный зазор (рис.5.29).

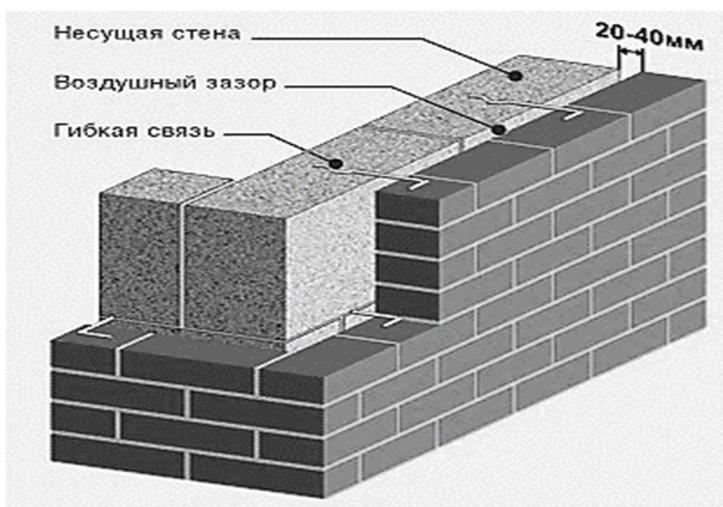


Рис.5.29. Облицовка кирпичом с воздушным зазором без утеплителя

▪ **второй случай**, когда несущая стена нуждается в дополнительном утеплении. В этом случае между внутренней несущей и наружной кирпичной стеной прокладывают слой утеплителя вплотную к внутренней стене (рис.5.30). Между слоем теплоизоляции и кирпичом оставляют воздушный зазор не менее 50 мм. Зазор необходим для вентиляции и испарения влаги с утепляющего материала. Кроме того, для конвекции воздуха, в нижнем ряду кирпича каждый второй вертикальный шов оставляют пустым.

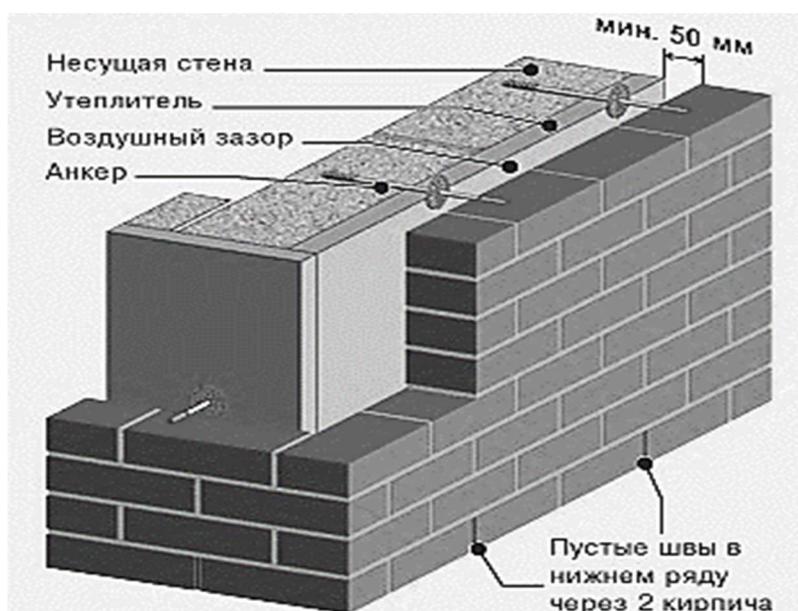


Рис.5.30. Облицовка кирпичом с утеплителем и воздушным зазором

Для связи наружной кирпичной стенки с внутренней стеной, используют специальные "гибкие связи" - базальто-пластиковые стержни. Связи могут закладываться в несущую стену как в процессе ее возведения между горизонтальными рядами блоков или кирпичей, так и устанавливаться в уже готовую стену в просверленные отверстия при помощи дюбель наконечников на конце. Связи располагают через 600 мм по горизонтали и через 4-6 рядов наружной кирпичной кладки по вертикали.

Следует отметить, что использование металлической арматурной сетки для связи внутренней стены с наружной не рекомендуется. Сетка создает сплошной мост холода на всю толщину стеновой конструкции и сдвигает точку росы внутрь несущей стены.

В большинстве случаев легковесные блоки имеют лучшие теплоизоляционные характеристики, чем кирпич. В некоторых случаях одного ряда блоков достаточно, чтобы обеспечить требуемую теплоизоляцию дома. Это позволяет уменьшить толщину стен и тем самым увеличить полезную площадь дома. Благодаря более крупным размерам, кладка стен из блоков проще кирпичной, что ускоряет возведение стен и снижает их стоимость. Уменьшается общее количество растворных швов, что положительно отражается на теплоэффективности стены в целом. Многие блоки имеют сравнительно невысокую плотность, что позволяет снизить нагрузку на фундамент.

Стена из блоков требует дополнительной облицовки, варианты которой могут быть разными: штукатурка, лицевой кирпич, дерево, вентилируемый фасад, сайдинг (рис.5.31).

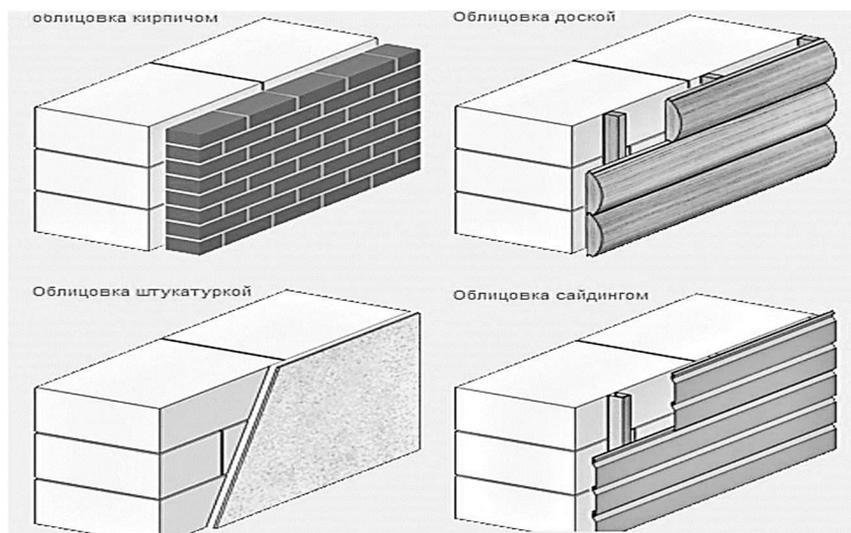


Рис.5.31. Схемы облицовки легковесных блоков

При выборе блоков для строительства, стоит уделить особое внимание соотношению характеристик плотности, прочности, теплопроводности. Дело в

том, что у каждого материала эти параметры могут колебаться в значительных пределах. Существует простая закономерность - чем прочнее материал, тем хуже его теплоизолирующая способность и наоборот. То есть чем выше плотность материала, тем выше его прочность, и выше теплопроводность.

5.4. Оконные и дверные проемы

Отверстия в стенах называют оконными и дверными проемами, а само заполнение, включая коробки – соответственно оконными и дверными блоками (рис.5.32-5.33).

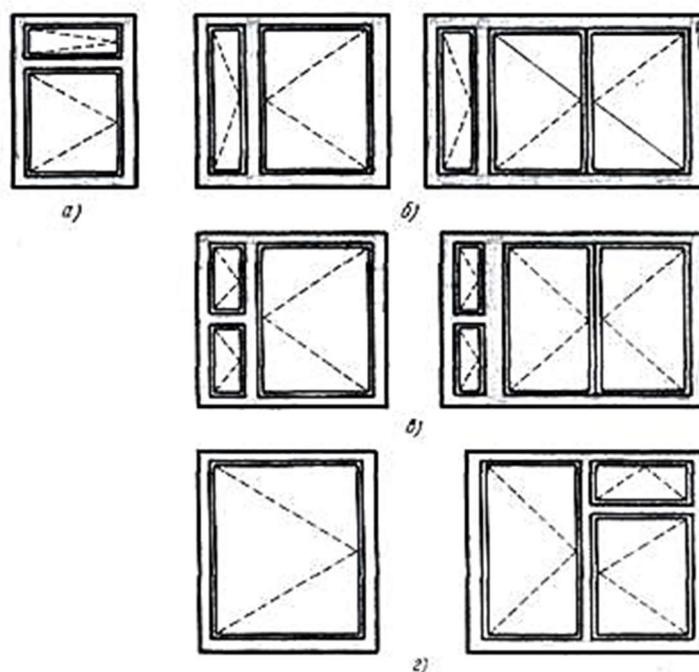


Рис. 5.32. Оконные блоки для жилых и общественных зданий:
а – одностворчатые; *б* – двух- и трехстворчатые; *в* – с форточками
 и полустворками; *г* – с глухими створками

Необходимые размеры оконных и дверных проемов определяют в соответствии с СН 3.02.01-2019 «Жилые здания» и СТБ «Двери и ворота для зданий и сооружений»:

- в многоквартирных жилых домах и общежитиях отношение суммарной площади световых проемов всех жилых комнат и кухни в квартире (жилой ячейке) к суммарной площади пола данных помещений должно быть не менее 1:8, а для помещений, расположенных в мансардных этажах, при устройстве наклонных мансардных окон данное отношение допускается принимать 1:10. При проектировании жилых зданий допускается предусматривать остекление лоджий (балконов), в том числе примыкающих к

окнам квартир и жилых ячеек общежитий. В окнах жилых зданий и в остеклении балконов, лоджий и веранд для притока воздуха следует предусматривать открывающиеся створки, форточки, фрамуги и регулируемые приточные клапаны, устанавливаемые в конструкции окон или в наружных стенах на высоте не менее 2,2 м от пола помещения. В них следует также предусматривать детские замки безопасности. В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, высота подоконников от уровня пола должна быть не менее 0,45 и не более 0,70 м. Приспособления для открывания элементов окон следует размещать на высоте от 0,45 до 1,25 м;

▪ входные двери в квартиры и двери в общие на группу квартир поэтажные тамбуры (коридоры) должны открываться, как правило, в сторону выхода. Ширина полотен, м, однопольных дверей в квартирах должна быть не менее: входных в квартиры, жилые комнаты и кухни - 0,8; в летние помещения, санитарные узлы и кладовые - 0,6. В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, ширина всех полотен однопольных дверей должна быть не менее 0,9 м, устройство порогов не допускается.

Проемы для установки оконных и дверных блоков назначают в соответствии с объемно-планировочными решениями зданий и увязывают с размерами стандартных оконных и дверных блоков.

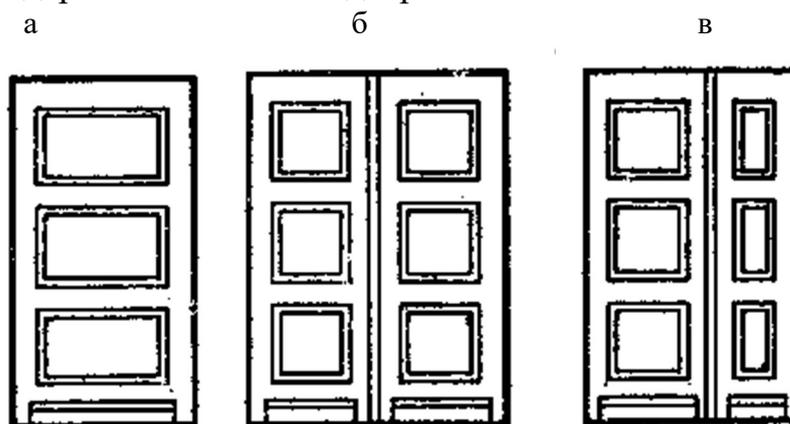


Рис.5.33. Дверные блоки: а - одностворчатая дверь; б - двустворчатая дверь; в - полуторастворчатая дверь.

Для удобства установки и уменьшения инфильтрации холодного воздуха кладку простенков между проемами выполняют с четвертями – выступами наружного ряда кладки в сторону проема на четверть длины кирпича (рис. 5.34). Дверные проемы во внутренних стенах устраивают без четвертей.

Поверху проем, как правило, перекрывают сборными железобетонными перемычками, сечение которых назначают в соответствии с шириной проема и статической функцией стены – несущей, самонесущей или ненесущей.

Окна и балконные двери для зданий и сооружений в соответствии с СТБ 939-93 «Окна и балконные двери для зданий и сооружений» классифицируют по основным признакам:

- назначению;

- конструкции;
- числу створок в одном ряду;
- направлениям и способам открывания створок и полотен;
- устройствам для проветривания помещений;
- основным материалам для изготовления;
- материалам заполнения светопрозрачной части;
- конструкциям притвора створок;
- виду отделки.

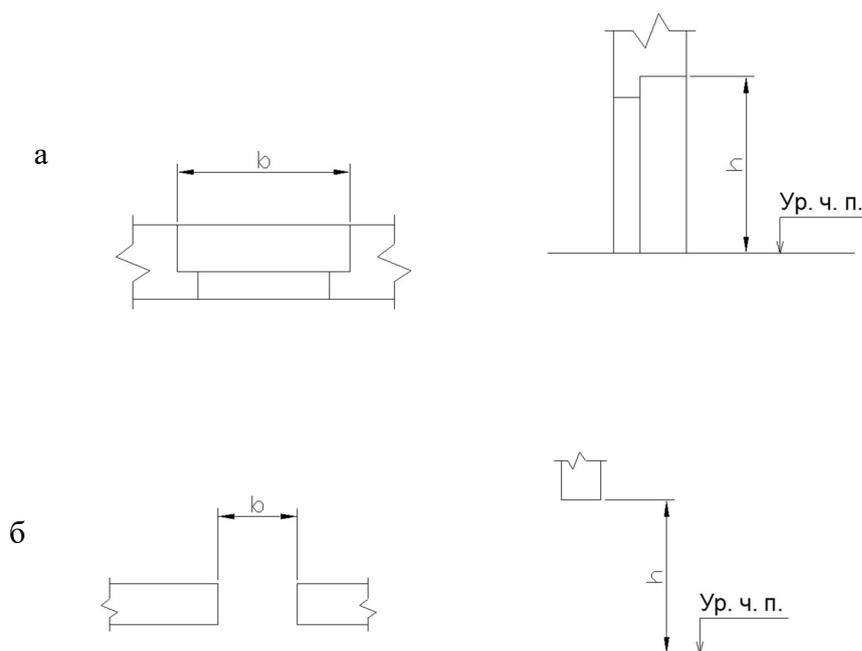


Рис. 5.34. Оконные и дверные проемы:
а – с четвертями; б – без четвертей

По назначению окна и балконные двери подразделяют:

- для жилых и общественных зданий;
- для производственных зданий и сооружений промышленных и сельскохозяйственных предприятий;
- для малоэтажных жилых домов (высотой не более двух этажей).

По конструкции окна и балконные двери подразделяют на:

- окна одинарной конструкции с одним рядом остекления или жалюзийным заполнением;
- то же, с двумя рядами остекления;
- окна и балконные двери спаренной конструкции с двумя рядами остекления;
- то же, с тремя рядами остекления;
- раздельной конструкции с двумя рядами остекления;
- раздельно-спаренной конструкции с тремя рядами остекления.

По числу створок или полотен в одном ряду окна и балконные двери подразделяют на:

- окна – одностворные, двухстворные, многостворные;
- балконные двери – однопольные.

По способам открывания створок окна подразделяют на:

- распашные – с поворотом вокруг вертикальной крайней оси;
- поворотно-откидные – с поворотом вокруг вертикальной и нижней крайней оси;
- подвесные – с поворотом вокруг верхней крайней оси;
- откидные – с поворотом вокруг нижней крайней оси.

Стальные окна, кроме этого, подразделяют на:

- с открыванием вручную;
- с механизированным открыванием.

Балконные двери должны быть с распашным открыванием или поворотно-откидными.

По основным материалам для изготовления окна и балконные двери подразделяют на:

- деревянные;
- металлические (алюминиевые, стальные);
- деревоалюминиевые – с внутренними деревянными и наружными алюминиевыми переплетами и деревянной коробкой, облицованной снаружи алюминиевыми профилями;
- из поливинилхлоридного профиля.

По материалам заполнения светопрозрачной части окна и балконные двери подразделяют на:

- остекляемые листовым стеклом;
- то же, стеклопакетами;
- то же, листовым стеклом и стеклопакетами;
- заполняемые тепло- и шумозащитными материалами.

Стальные окна заполняются также профильным стеклом.

Номенклатура окон и балконных дверей и конструктивные решения их блокировки по ширине и высоте при заполнении проемов должны обеспечивать возможность получения многообразия рисунков заполнения проемов окон и балконных дверей, в том числе и проемов арочного очертания.

Двери и ворота классифицируют по основным признакам: назначению; конструкции; числу полотен; направлениям и способам открывания; наличию остекления, калитки; основным материалам для изготовления; влагостойкости; пределу огнестойкости; виду отделки.

По назначению двери и ворота подразделяют на:

- двери внутренние: межкомнатные; лестничных клеток, включая двери на незадымляемых лестницах; входные в квартиры, включая усиленные; входные в помещения общественных, производственных и вспомогательных зданий и сооружений промышленных и сельскохозяйственных предприятий,

включая входные в оборудованные охранной сигнализацией помещения общественных зданий усиленные; сантехнических узлов; тамбурные, сарайные и прочие внутренние двери;

- двери наружные, в том числе входные в здания и входные в здания, усиленные (включая двери с охранно-переговорным устройством), тамбурные и в мусороприемные камеры;

- двери специальные, в том числе звукоизоляционные, утепленные противопожарные;

- двери-лазы для прохода на крышу и в помещения технического назначения;

- люки для прохода в подвалы, чердаки и на плоские крыши;

- ворота для производственных зданий.

По конструкции двери и ворота подразделяют:

- щитовой конструкции со сплошным или мелкопустотным (в том числе сотовым) заполнением полотна;

- рамочной конструкции (включая филенчатые), с порогом и без порога, с наплавом и без наплава, бескоробочные;

- двери и ворота с фрамугой и без фрамуги;

- ворота с калиткой и без калитки;

- двери усиленные деревянные щитовой конструкции со сплошным заполнением и усиленной коробкой, в том числе комбинированные (металлическая коробка и деревянное полотно); металлические, поливинилхлоридные.

По числу полотен двери и ворота подразделяют на:

- двери однопольные, двухпольные, в том числе с полотнами разной ширины и с двойными полотнами (двери усиленные);

- ворота однопольные, двухпольные и многопольные.

По направлению и способам открывания двери и ворота подразделяют на:

- распашные, открываемые поворотом полотна вокруг вертикальной крайней оси в одну или две стороны, в том числе правые — с открыванием полотна против часовой стрелки и левые — с открыванием полотна по часовой стрелке;

- раздвижные;

- двери качающиеся – открываемые поворотом полотен вокруг вертикальных крайних осей в обе стороны;

- ворота подъемно-складчатые – с поворотом вокруг горизонтальной оси и складыванием полотен в верхней части проема;

- подвесные – с поворотом вокруг верхней крайней оси;

- поворотные – с поворотом вокруг средней оси;

- откатные (в одну сторону) и раздвижные (в разные стороны) – с движением по монорельсу;

- раздвижные складчатые – с поворотом вокруг вертикальной оси и складыванием полотен в боковой части проема;

- телескопические – с вертикальным перемещением телескопических секций полотна и складыванием их в пакет в верхней части проема;

- жалюзийные подъемно-сматывающиеся – с вертикальным перемещением и сматыванием шарнирно связанных пластин полотна;

- с открыванием вручную;

- с механизированным открыванием, в том числе с электроприводом.

По наличию остекления двери подразделяют:

- с полностью или частично остекленными полотнами;

- глухие.

К частично остекленным относят двери при остеклении менее 50 % площади полотна.

По основным материалам для изготовления двери и ворота подразделяют на:

- деревянные;

- поливинилхлоридные;

- металлические (алюминиевые, стальные) с заполнением полотна тепло- звукоизолирующими материалами;

- ворота клефанерные, металлические с деревянным или теплозвукоизоляционным заполнением, стальные из трубчатого или иного профиля.

По виду отделки двери и ворота подразделяют:

- с непрозрачным отделочным покрытием;

- с прозрачным отделочным покрытием.

4.5. Перемычки

Перемычки – конструкция, перекрывающая проем сверху и поддерживающая вышележащую часть стены. Они оформляют пролеты оконных и дверных проемов.

Перемычки подразделяются на: рядовые; армокаменные; клинчатые; арочные; сборные железобетонные.

При возведении стен с отделкой лицевым кирпичом наружный ряд кладки перемычек выполняют из профильного кирпича, навешенного на фасадный элемент перемычки, выполненный из стального уголка.

Рядовые, клинчатые и арочные перемычки представлены на рис. 5.35.

Рядовые перемычки устраивают из тех же камней, что и стены, с прокладкой арматуры из стальных стержней или полосовой стали, концы арматуры загибают, вводят в простенки на глубину 20 см. Длина перекрываемых проемов до 2 м.

Клинчатые и арочные перемычки укладывают по опалубке из камней, устанавливаемых на ребро или стоймя по отношению к верху перекрываемого

проема. Раскладывают их с двух противоположных концов: от пят к центральному камню (замку).

Перемычки в зависимости от вышележащей нагрузки бывают:

- несущими – воспринимают нагрузку от перекрытий, собственного веса и кладки над ней;
- ненесущими – несут только вес части стены над проемом, собственный вес.

Чаще всего в строительстве используются сборные железобетонные перемычки. Их сечение назначается в соответствии с шириной проема и статической функцией стены.

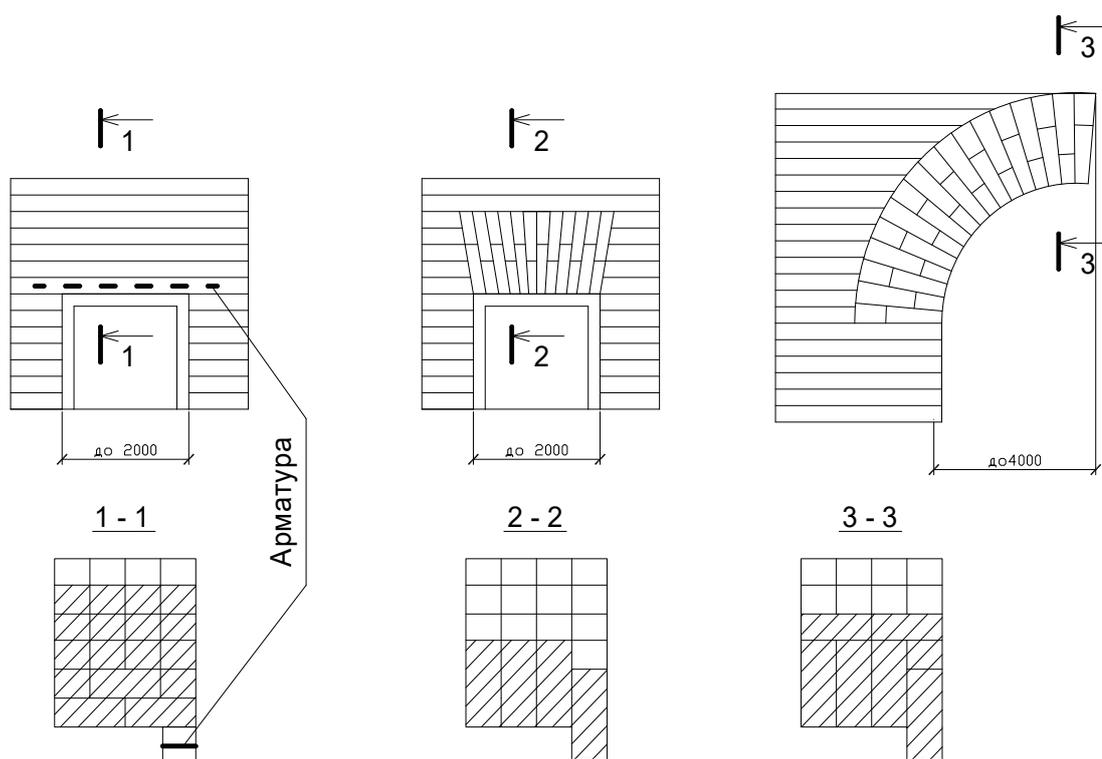


Рис. 5.35. Перемычки:

а – рядовые; б – клинчатые; в – арочные

В соответствии с СТБ 1319-2002 «Перемычки железобетонные» они подразделяются на:

- ПБ – брусковые, шириной до 250 мм включительно – самонесущая (несущая нагрузку только от кладки над ней) или усиленная (кроме перечисленных выше, несет нагрузку от перекрытий и других элементов, рис.5.33). Например, перемычка типа ПБ длиной 2460 мм, поперечного сечения № 5, под расчетную нагрузку 37,27 кН/м, с монтажными петлями маркируется следующим образом: 5ПБ25-37-п СТБ 1319-2002.

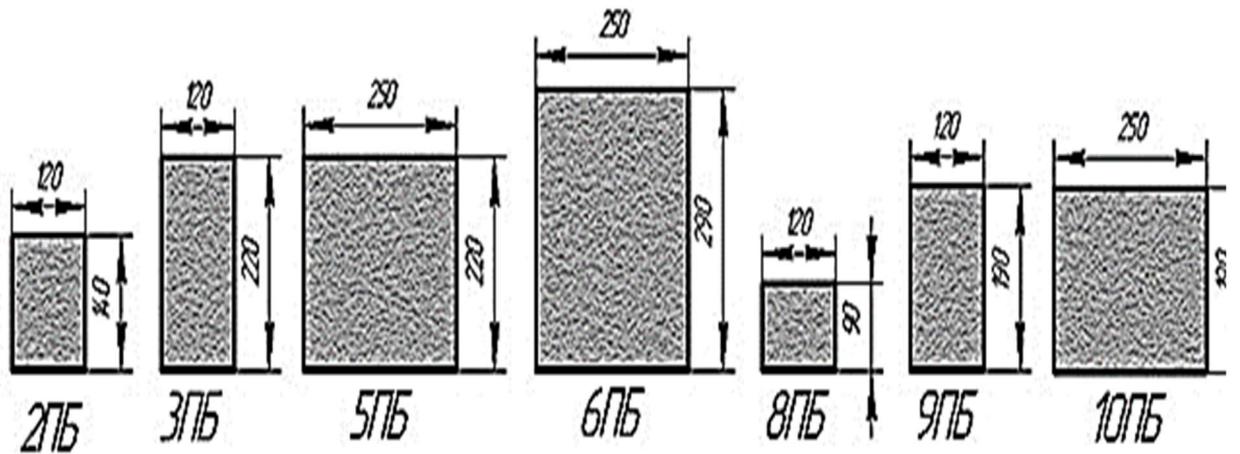


Рис.5.36. Брусковые перемычки

- ПП – плитные, шириной более 250 мм – как и брусковая, рассчитана только на собственный вес и нагрузку от кладки над ней (рис.5.37);

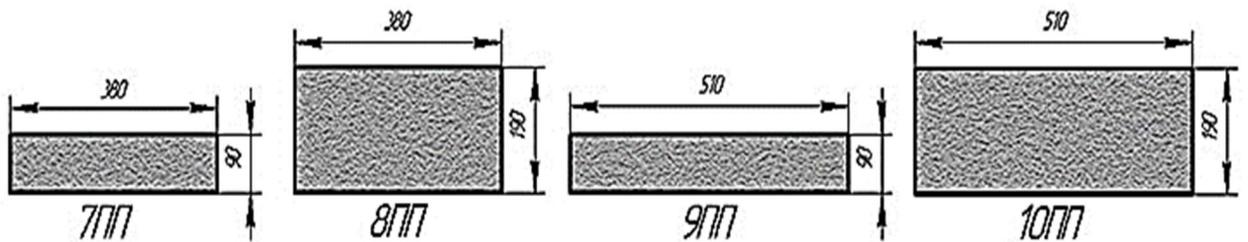


Рис.5.37. Плитные перемычки

- ПГ – балочные, с четвертью для опирания или примыкания плит перекрытий (рис.5.38);

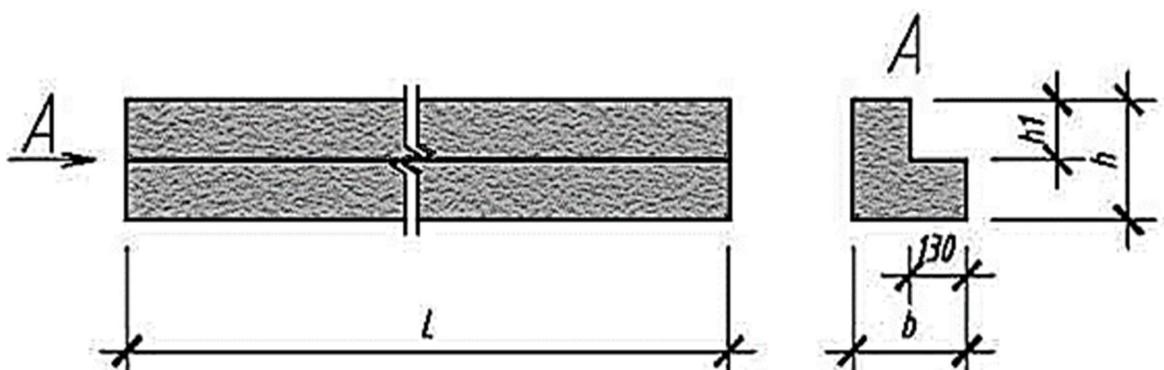


Рис.5.38. Балочные перемычки

- ПФ – фасадные, выходящие на фасад здания и предназначенные для перекрытия проемов с четвертями при толщине выступающей части кладки в проеме 250 мм и более (рис.5.39).

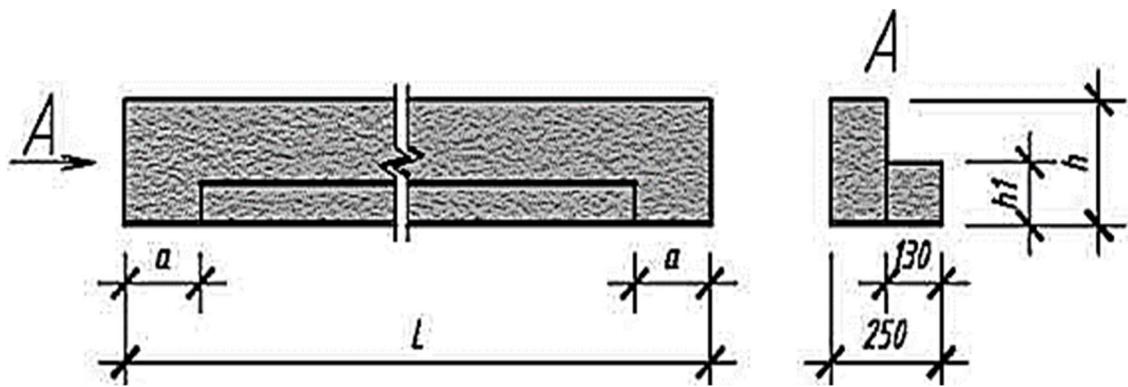


Рис.5.39. Фасадные перемычки

Перемычки обычно проектируют комбинированными из нескольких брусковых или сочетания брусковых и балочных. Фасадный брусок обычно смещают по отношению к остальным на один ряд по вертикали вниз до образования горизонтальной четверти над проемами. Схемы установки перемычек представлены в табл. 5.5 и на рис.5.40.

Таблица 5.5.

Схемы установки перемычек

# п/п	Схема установки	Марка перемычки	Ширина проема	# п/п	Схема установки	Марка перемычки	Ширина проема	# п/п	Схема установки	Марка перемычки	Ширина проема				
Проемы с четвертями наружных стен															
1		Б	950	10		Б,БУ	1350	27		Б,БУ	2670				
				11		Б									
				12		Б									
2		Б	1100	13		Б	2000	28		Б,БУ	950				
				14		Б,БУ						750			
3		Б	1350	15		Б,БУ	1000	32		Б,БУ	2750				
				16		Б,БУ									
4		Б	1600		Б,БУ	1350	29		Б,БУ	1100	34				
5			1750										Б,БУ		
6			2000											Б,БУ	
7			2250												Б,БУ
8			2500												
8		Б	2500	17		Б,П	2250	30		Б	1350				
				18		Б,БУ						Б,БУ			
				19		Б,БУ							Б,БУ		
				20		Б,БУ								Б,БУ	
8		Б	2500	21		Б,БУ	2500	35		Б,БУ	1750				
				22		Б,БУ						Б,БУ			
				23		Б,БУ							Б,БУ		
				24		Б,БУ								Б,БУ	
25	Б,БУ	Б,БУ	2000	35		Б,БУ	2000								

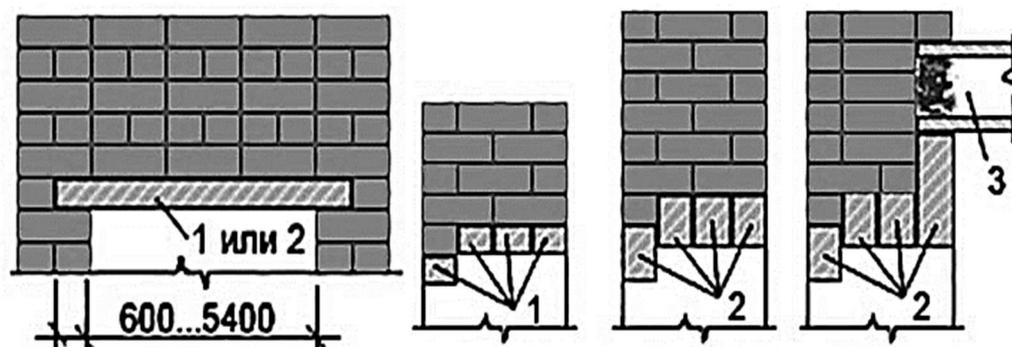


Рис.5.40. Схема установки перемычек:

1- плитные железобетонные перемычки для самонесущих стен; 2 – брусковые железобетонные перемычки для несущих стен; 3- железобетонное перекрытие

Кроме железобетонных перемычек в строительстве нашли свое применение керамзитобетонные, позволяющие ликвидировать «мостики холода» и создающие идеальное видовое сочетание с кирпичной кладкой.

Конструктивно такие перемычки выполняют из керамического кожуха, заполненного бетоном класса В25 и арматурой диаметром 8,10, 12 мм (в зависимости от длины перемычки). Монтаж их ведется одновременно с кирпичной кладкой, глубина заделки опорных участков – не менее 12 см. При монтаже посередине перемычки устанавливают временные подпорные стойки.

Необходимое количество перемычек в зависимости от их ширины и толщины стены:

$$n = B / b, \quad (5.1)$$

где: B – толщина стены, b – ширина перемычки.

Длина перемычек определяется следующим образом:

- усиленных перемычек –

$$L = A + 2 \times 250, \quad (5.2)$$

где: величина опирания усиленных перемычек, с одной стороны, принимается 250 мм;

A – длина проема без учета четвертей;

- простых перемычек –

- при A не более 1,75 м, $L = A + 2 \times 120$, (5.3)

- при A более 1,75 м, $L = A + 2 \times 200$, (5.4)

где: величина опирания простых перемычек принимается 120 мм или 200 мм в зависимости от ширины окна.

4.6. Перегородки

В гражданских зданиях применяют панельные, плитные и мелкоштучные перегородки.

Панельные перегородки (гипсобетонные, шлакобетонные, железобетонные и из не бетонных материалов) являются основным видом перегородок, применяемых в массовом строительстве. Наиболее широко распространено применение прокатных гипсобетонных перегородок. Перегородки устанавливают из одинарных или спаренных панелей со звукоизоляционным слоем или воздушным промежутком в 40 мм между ними (для межквартирных ограждений, рис.5.41 – 5.42).

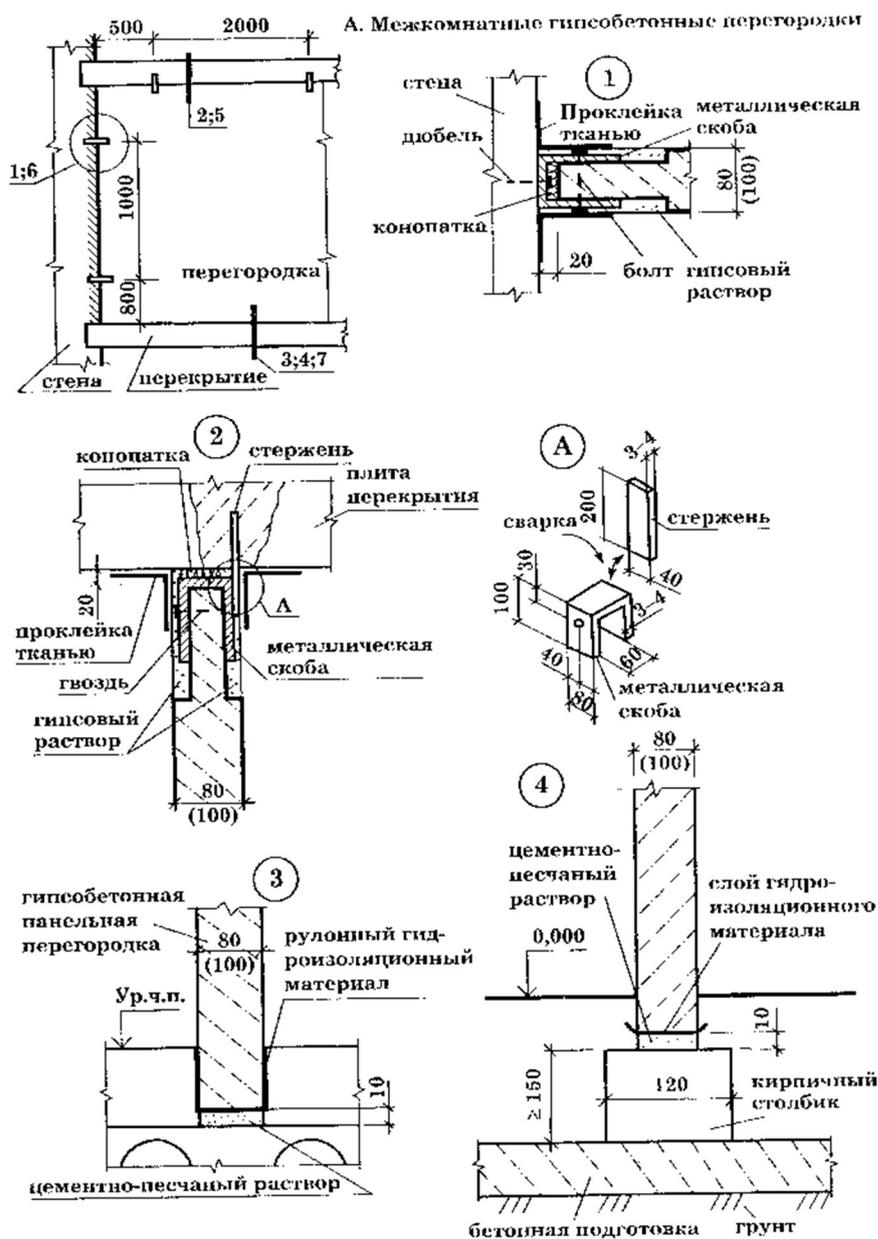


Рис.5.41. Межкомнатные гипсобетонные перегородки

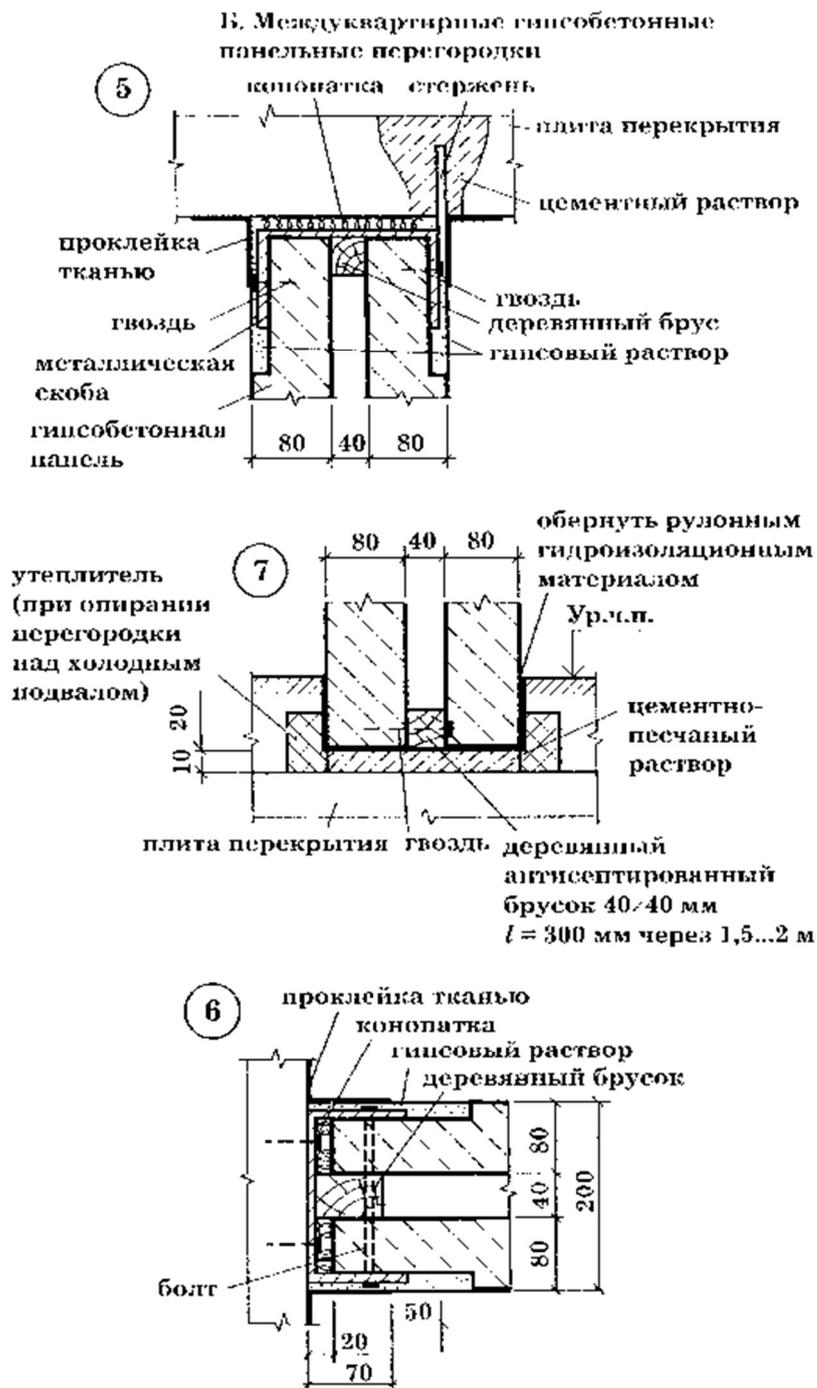


Рис. 5.42. Междуквартирные гипсобетонные перегородки

В помещениях с повышенной влажностью устанавливают панели перегородок на гипсоцементно-пуццолановом вяжущем. Толщина панелей 80 и 100 мм. Крепление панелей по вертикальным граням к несущим конструкциям в помещениях высотой до 3,1 м в двух точках по высоте панели, при высоте более 3,1 – в трёх точках. Крепление к потолку в панелях длиной до 1,5 м выполняют в одной точке, при большой длине – в двух точках. При этом места крепления располагают на расстоянии 0,5 м от края панели.

Крепление гипсобетонных перегородочных панелей к наружным и внутренним стенам, панелям, стойкам каркаса, панелям перекрытий, а также соединение гипсобетонных перегородок между собой осуществляют либо скобами и накладками различной конструкции, либо ершами (закрепами) и гвоздями.

Крепление шлакобетонных и железобетонных перегородочных панелей к стеновым конструкциям и взаимосоединение таких перегородок производят приваркой анкеров (арматурных стержней) к закладным деталям, располагаемым на верхней грани перегородочных панелей.

Плитные перегородки (из гипсовых, фибролитовых, пемзобетонных, пеносиликатных и других плит) применяют в ограниченном объёме в малоэтажных жилых зданиях.

Стыки плит перегородок между собой, со стенами и прочими конструктивными элементами, швы между верхней гранью перегородки и нижней плоскостью перекрытия для обеспечения необходимой звукоизоляции должны быть тщательно проконопачены паклей или минеральным войлоком, смоченными в гипсовом растворе (для гипсобетонных перегородок) или цементном растворе (для шлакобетонных и железобетонных перегородок). В настоящее время широко применяют самозатвердевающую полиуретановую пену, способствующую повышению звукоизоляции щелей.

Стыки перегородок между собой, а также стыки перегородок со всеми конструктивными элементами здания (если швы не перекрыты наличниками или раскладками) должны быть проклеены снаружи тканью (серпянкой, марлей, миткалью, самоклеящимися пластичными лентами из искусственного волокна и т.п.) и тщательно зашпаклеваны под окраску или оклейку обоями.

Мелкоштучные перегородки могут быть применены при нестандартной высоте этажа, например, в подвалах вновь строящихся многоэтажных зданий для выгораживания отдельных помещений. Такие перегородки выполняются кирпичными толщиной в один или 1/4 кирпича с «установкой его «на ребро». В последнем случае в каждом четвёртом ряду кладки перегородки укладывают продольную арматуру диаметром 6 мм (рис. 5.43).

Гипсовые перегородки по листовые сборки на металлическом каркасе являются одной из лёгких конструкций перегородок. Эти конструкции разработаны в каталоге типовых изделий и предназначены к применению в помещениях гражданских и промышленных зданий с влажностью воздуха не более 70 % и температурой не менее 15°.

Каркас перегородок выполняют из гнутых стальных профилей, изготовленных профилированием тонких оцинкованных листов на профилегибочных станках. Стойки каркаса устанавливают шагом 600 мм по горизонтальным металлическим направляющим предварительно пристреленными дюбелями к несущим конструкциям пола и потолка.

Для усиления перегородки в местах устройства проёмов каркас должен быть укреплен постановкой парных стоек. Обшивка перегородок – гипсокартонные листы толщиной 14 мм. Звукоизоляцию перегородок

обеспечивают заполнением полости перегородок полужёсткими минераловатными или стекловатными плитами. Отделка перегородок может быть выполнена из полихлоридной отделочной пленки, обоев, клеевых и водоэмульсионных красок, эмалей, синтетических красок, облицовочных керамических плиток и др.

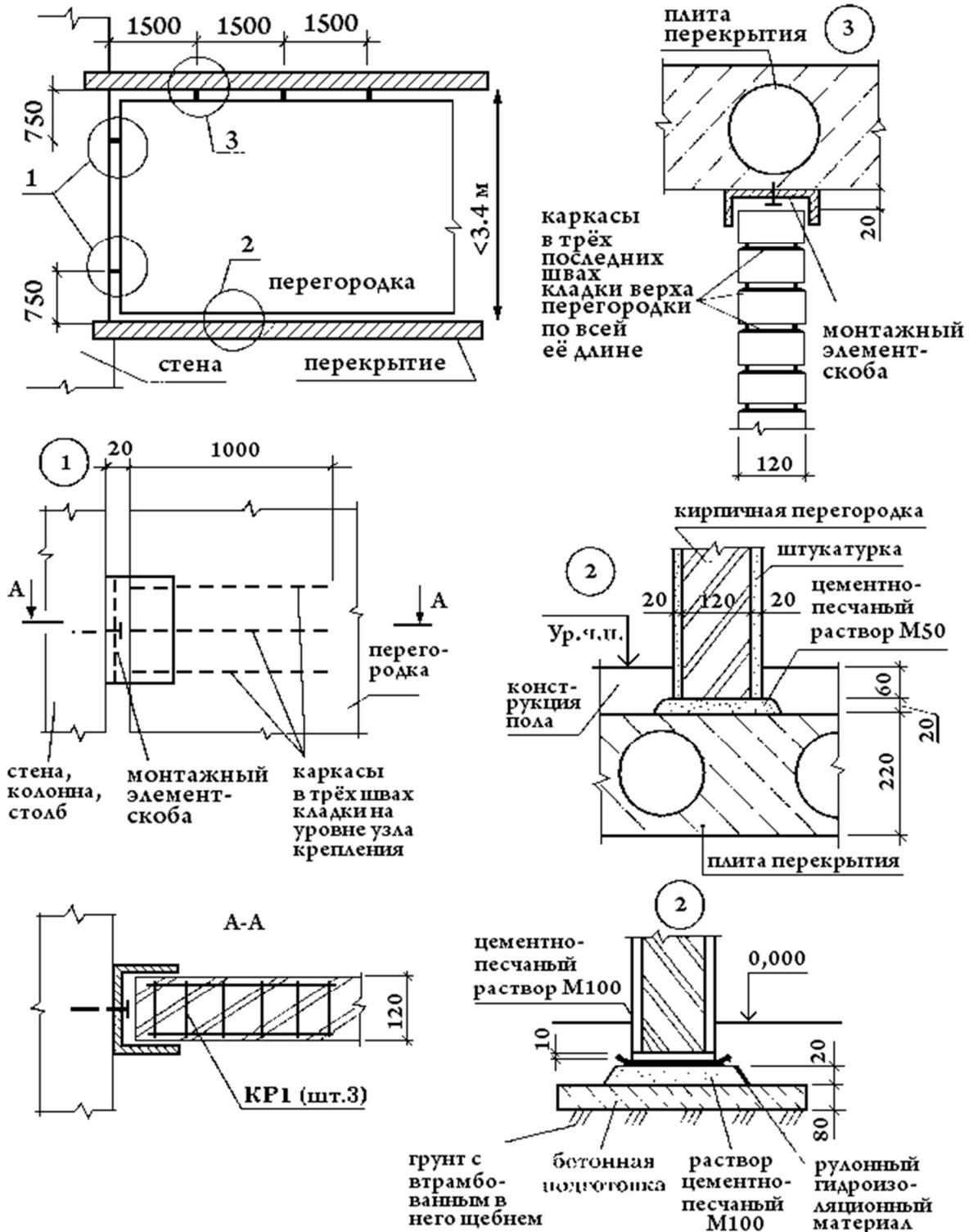


Рис.5.43. Перегородки из кирпича

Стыки между листами обшивок оформляют пластмассовыми или алюминиевыми нащельниками.

В зависимости от материала и числа слоев обшивки, заполнения полости перегородки, индекс изоляции воздушного шума таких перегородок может составлять 35 – 55 дБ, а предел огнестойкости 0,5 – 2 ч.

Перегородки из слоистых панелей, состоящий из листов обшивок (сухая гипсовая штукатурка) и заключенного между ними заполнителя (минераловатные полужесткие плиты или пенопласт). Масса панелей 45 кг при ширине 600 мм и 90 кг при ширине 1200 мм.

Перегородки из гипсокартона отличаются своей легкостью и не создают избыточной нагрузки на перекрытия, что позволяет не ограничивать их длину и высоту. Один квадратный метр перегородки в один слой гипсокартона весит около 26-28 кг, в два слоя 50-55 кг. Внутреннее пространство может либо оставаться пустым, либо заполняется плитным утеплителем, с целью повышения теплоизолирующей и звукоизолирующей способности. Прочность гипсокартонной перегородки может варьироваться за счет обшивки в один или два слоя листов гипсокартона.

Сборку каркаса начинают с установки нижнего - по полу и верхнего - по потолку, направляющего профиля. Затем монтируются вертикальные стоечные профили с шагом 600мм. Высота стоечного профиля принимается на 10мм меньше высоты помещения. Листы гипсокартона крепят на саморезы с шагом 250мм, при этом их шляпки утапливаются в плоскость на 1мм. Снизу листы должны отступать от пола на 10 - 15мм. На угловые стыки перегородок устанавливается перфорированный угловой профиль, для выравнивания кромки и защиты от механических воздействий (рис.5.44).

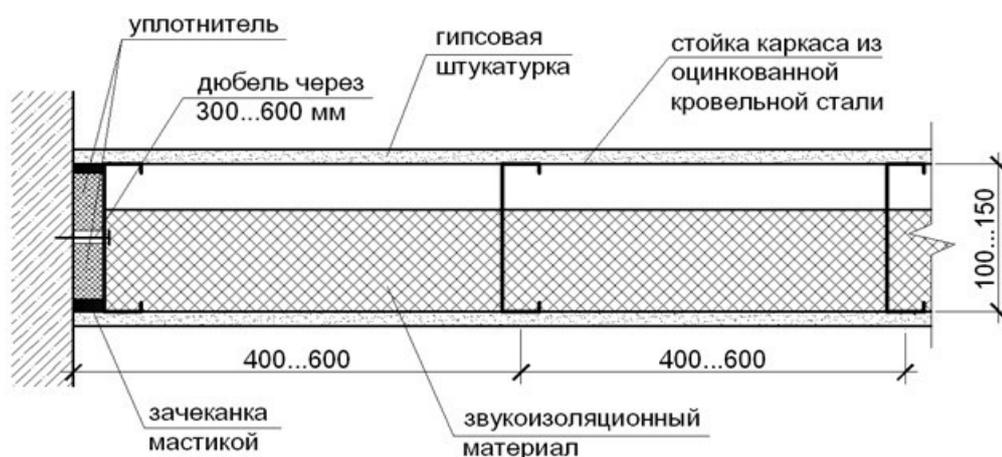


Рис.5.44. Узел крепления перегородки из гипсокартона к стене

Деревянные перегородки применяют в районах, где лес является местным строительным материалом. Они бывают *дощатые, каркасные, щитовые и столярные* (рис. 5.45).

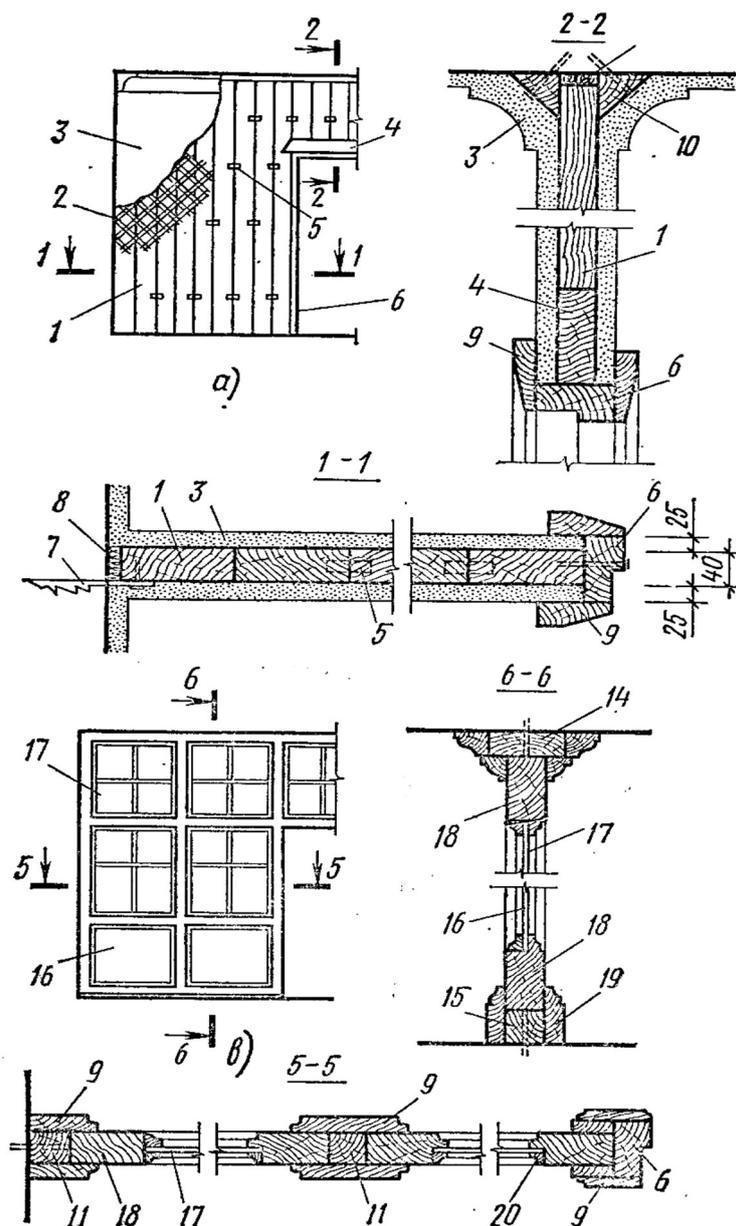


Рис. 5.45. Деревянные перегородки:

а — дощатая; б — каркасная; в — столярная; 1 — доска; 2 — дрань; 3 — штукатурка по драни; 4 — ригель над проемом; 5 — шип; 6 — дверная коробка; 7 — ёрш; 8 — конопатка смоленой паклей; 9 — наличник; 10 — треугольные бруски; 11 — стойки каркаса через 0,6... 1,0 м; 12 — обшивка из досок 20...25 мм; 13 — рыхлый наполнитель (шлак, керамзит); 14 — верхняя обвязка; 15 — то же, нижняя; 16 — филенка; 17 — стекло; 18 — обвязка щита; 19 — плинтус; 20 — штапик

Дощатые перегородки выполняют из досок толщиной 40...50 мм, устанавливаемых вертикально на нижнюю обвязку. Верхние концы досок закрепляют брусками, прибитыми к потолку. Доски сплачивают между собой вставными шипами или соединяют их в шпунт. Перегородки оштукатуривают по драни с двух сторон. Дощатые перегородки самые трудоемкие и тяжелые из всех деревянных перегородок.

Каркасные перегородки состоят из стоек, устанавливаемых через 0,6...0,9 м по нижней и верхней обвязкам, звукоизолирующего заполнения и обшивки из досок толщиной 20...25 мм с обеих сторон. Для звукоизолирующего заполнения используют материалы, перечисленные при описании каркасных стен. По дощатой обшивке каркасные перегородки оштукатуривают или облицовывают гипсокартонными листами.

Щитовые перегородки изготавливают из двух- или трехслойных щитов на всю высоту помещения. Вертикальные грани щитов выполняют с четвертью для удобства и надежности сплачивания их между собой. Щиты могут быть оштукатурены по дроби или обшиты гипсокартонными листами. Щиты перегородок в щитовых домах делают одинаковой конструкции со стеновыми щитами.

Столярные перегородки, остекленные и глухие, применяют в помещениях с повышенными требованиями к интерьеру (в основном это помещения общественных зданий). Звукоизолирующая способность столярных перегородок очень мала и поэтому их ставят между помещениями, не требующими надежной звукоизоляции. Столярные перегородки выполняют из декоративных пород дерева, но чаще оклеивают шпоном ценных пород или их имитациями. Конструктивное решение перегородок может быть различным. Обычно их выполняют из щитов, устанавливаемых по нижней и верхней обвязкам, с применением декоративных нащельников.

Кроме прочности, индустриальности и экономичности к перегородкам предъявляют требования надежной звукоизоляции, хорошей гвозди мости и санитарно-гигиенические требования. Одним из главных условий надежной звукоизоляции является отсутствие щелей и неплотностей. Неплотности чаще всего возникают в примыканиях перегородок к стенам, полу и потолку. Поэтому перегородки устанавливают на растворном шве или упругих прокладках, а зазоры между перегородкой и стенами и потолком тщательно конопатят и заделывают, для заполнения используют материалы, перечисленные при описании каркасных стен. В подполье под перегородкой устраивают вертикальные стенки (заглушки) толщиной не менее толщины перегородки.

Иногда перегородки совмещают с встроенными шкафами. При устройстве перегородок-шкафов необходимо помнить, что шкафные двери не обладают звукоизолирующей способностью и поэтому основная перегородка (без шкафных дверей) должна полностью, не прерываясь, изолировать одно помещение от другого.

5.7. Утепление наружных стен при реконструкции

Реконструкция зданий и сооружений – это их переустройство с целью частичного или полного изменения функционального назначения, установки нового эффективного оборудования, улучшения застройки территорий,

приведения в соответствие с современными возросшими нормативными требованиями.

При реконструкции и техническом перевооружении капитальные вложения существенно меньше, а окупаемость в 2 – 2,5 раза быстрее, чем при новом строительстве. С другой стороны, общие затраты времени на реконструкцию в 1,5 – 2 раза меньше, чем на новое строительство. Это способствует быстрейшему вводу производственных мощностей, жилых и общественных зданий – ускорению решения экономических, социально-бытовых и градостроительных задач.

Немаловажную роль реконструкция будет играть и в улучшении архитектурного облика наших городов, придание им индивидуальности.

Резкий рост затрат на эксплуатацию зданий, а также положения нормативных документов по энергосбережению, требуют эффективных систем утепления наружных стен зданий.

Эффективность таких систем определяется следующими основными факторами:

- теплопроводностью основного теплоизолирующего материала (кирпич, керамзитобетоны, минеральные ваты-плиты, пенопласты и др.);
- трудоёмкостью и стоимостью строительства и эксплуатации зданий;
- потенциальными возможностями в части дизайна и архитектуры;
- устойчивостью к природным явлениям и долговечностью;
- экономическими характеристиками.

Значительная нехватка эффективных экологически чистых теплоизоляционных материалов приводит к большой потере тепловой энергии.

Например, при эксплуатации жилых и производственных зданий потери тепла составляют около 30 % годового потребления первичных топливно-энергетических ресурсов. Через стены жилых помещений теряется до 45 % тепла, через оконные и дверные проемы – 33%, через чердаки и полы – 22% тепловой энергии.

В настоящее время появилась целая гамма эффективных теплоизоляционных материалов: пенополиуретан, базальтовое волокно, стеклянное штапельное волокно, пеноплекс, целлюлозная вата, пеностекло, геокор, пеноизол и т.д.

Ни один из вышеуказанных материалов нельзя исключить из практического применения. В каждом конкретном случае надо выбирать тот теплоизоляционный материал, который больше всего подходит в данной практической ситуации, оптимизируя выбор по следующим показателям: стоимости, технологичности, сроку службы, адгезии, совместимости, сопротивляемости к огню и т.д.

В последние годы в жилищно-гражданском строительстве активно применяют наружные стены с фасадными системами. Эти системы можно разделить на:

- системы со штукатурными слоями;

- системы с облицовкой мелкоштучными материалами;
- системы с защитно-декоративными экранами.

Системы со штукатурными слоями предусматривают клеевое или механическое закрепление утеплителя с помощью анкеров, дюбелей и каркасов к несущей части стены с последующим оштукатуриванием.

Помимо общего требования к надежному закреплению системы к стене, в данной системе обязательным по условиям годового баланса влагонакопления является требование к паропроницаемости защитно-декоративных штукатурных слоев.

Клеевое закрепление утеплителя применяют по высоте стены до 8 м и при ее ровной прочной поверхности. Для более высоких зданий используют механическое крепление плит утеплителя к стенам. В зависимости от толщины фасадных штукатурных слоев применяют две разновидности устройства системы: с жесткими и гибкими (подвижными или шарнирными) крепежными элементами (кронштейнами, анкерами). Первую используют при малых толщинах штукатурных слоев 6 – 12 мм. В этом случае температурно-влажностные деформации тонких слоев штукатурки не вызывают ее растрескивания, а нагрузка от веса может восприниматься жесткими крепежными элементами, работающими на поперечный изгиб и растяжение от ветрового отсоса.

К этим системам относятся «Алсекко», «Капатек», «Текс-Колор» (Германия), «Теплый дом», «Синтеко», «Сенарджи» и многие другие. В настоящее время в отечественной практике применяется несколько десятков таких систем, отличающихся, главным образом, составом клеев и накрывочных штукатурок. Эти составы могут быть на основе минеральных и силикатных связующих с акриловыми добавками до 4 % по массе либо акриловые, в которых содержание последнего компонента находится в диапазоне 5 – 7 % по массе. Увеличение содержания акрила обеспечивает повышенную ударную стойкость и эластичность материала. Эти системы могут применяться без финишной окраски фасада. В то же время фасадные акриловые системы характеризуются более высокой стоимостью.

При значительных толщинах штукатурных слоев в 20 – 30 мм применяют гибкие крепежные элементы, которые не препятствуют температурно-влажностным деформациям этих слоев и воспринимают только растягивающие напряжения, обеспечивая передачу нагрузок от веса штукатурных слоев через плиты утеплителя на существующую стену здания. К этим фасадным системам относятся «Термофасад», «Хантер-Стар», «Серпорок» и некоторые другие.

Достоинство данной фасадной системы состоит в том, что она позволяет выполнять на фасаде здания пояса, карнизы, пилястры и некоторые другие архитектурные детали. Недостатки этой системы заключаются в большом весе и значительном расходе коррозионностойкой стали. Все фасадные системы со штукатурными слоями отличаются сезонностью, т. к. работы по их устройству можно выполнять при температуре не ниже 5 °С. Стоимость таких систем находится в пределах 35 – 55 долл. США за 1 м² стены.

Системы с облицовкой кирпичом или другими мелкоштучными материалами обладают достаточной паропроницаемостью и не требуют обязательного устройства вентилируемого воздушного зазора. В то же время из-за различных механических и температурно-влажностных деформаций основной стены и облицовочного кирпичного слоя в нем между этажами необходимо устраивать компенсационный шов с упругой прокладкой. Системы утепления с защитно-декоративными экранами, вследствие их недостаточной паропроницаемости, выполняют с воздушным вентилируемым зазором между утеплителем и экраном. По этой причине рядом фирм такие системы утепления называются «*вентилируемый фасад*» (рис.5.46). Это название достаточно условно, поскольку вентилирование воздушного зазора происходит только в фасадных системах «Марморок» и «Полиалпан». Эти системы требуют обязательного наличия внизу впускных, а сверху выпускных отверстий, так как экраны представляют собой сплошную паро- и воздухо непроницаемую преграду. В других системах, например, «Мосрекон» или «Гранитогрес» между элементами экранов предусматриваются горизонтальные и вертикальные щели, благодаря которым внутренний воздушный зазор сообщается с внешней атмосферой, что в значительной степени обеспечивает эвакуацию водяных паров из воздушного зазора. Кроме вышеупомянутых, к таким фасадным системам относятся: «Техноком», «Каптехнострой», «Краспан», «Ц-Кон» и другие. В настоящее время применяется несколько десятков фасадных систем с вентилируемым зазором.

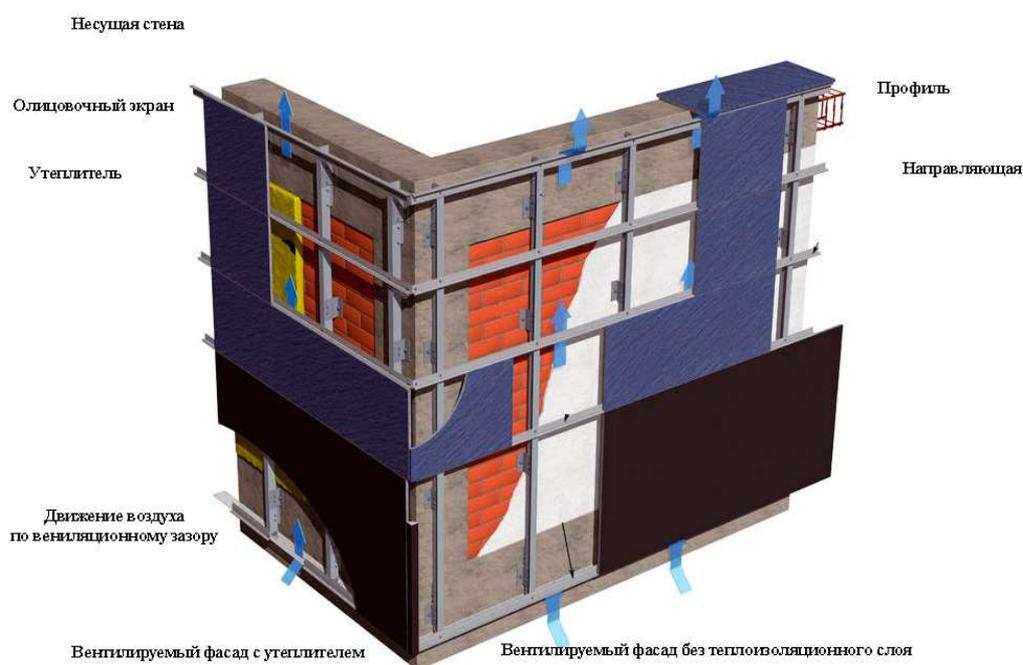


Рис.5.46. Реконструируемое здание с вентилируемым фасадом

Эти системы позволяют круглый год поддерживать такой режим теплообмена, при котором создаются достаточно комфортные условия проживания, а во время отопительного сезона обеспечивается нормативный расход энергоресурсов на отопление помещений. Внешний отделочный слой систем надежно укрепляется на несущих конструкциях наружной стены (основании) посредством несущего каркаса из металлических (стальных, алюминиевых) или деревянных элементов. Для устройства отделочного слоя используются многие плитные и листовые материалы, в том числе плиты из натурального камня (гранита, мрамора, известняка), плиты керамические и на основе цемента, облицованные каменной крошкой или окрашенные слоистые плиты из негорючих или трудногорючих полимерных материалов и металлические листы (стальные и алюминиевые) с покрытием и без них. Значительное разнообразие видов отделочных материалов в сочетании с большим выбором цвета и фактуры поверхности позволяет значительно обогатить архитектурно-художественную выразительность строящихся и реконструируемых зданий.

Рассмотрим некоторые примеры утепления гражданских зданий.

Теплая штукатурка. В последние годы все большее место в ряду теплоизоляционных материалов занимают системы утепления зданий «мокрого» типа. Основным отличием данного вида термоизолирующих систем от других является штукатурный (мокрый) способ нанесения основного слоя термоизоляции. Еще в 60-е годы, когда в Западной Европе, в связи с энергетическим выпуская их наружу. Таким образом фасады защищаются от безобразных солевых разводов.

Все положительные стороны утепления снаружи здания: отсутствие «мостиков холода», исключение температурных деформаций несущей стены, комфорт: тепло (а в жару – прохлада) – аккумулируется в более массивной части стены, увеличение полезной площади помещений, возможность проведения работ по утеплению уже в эксплуатируемом доме (доутепление); уменьшение стоимости строительства.

Стены рассчитываются только из условия достаточной несущей способности: применение «ТШ» позволяет снизить толщину стены на 40 %, что облегчает нагрузки на фундаменты, и, в целом, приводит к снижению капитальных затрат при новом строительстве и реконструкции;

- универсальность. «ТШ» обладает хорошей адгезией и может быть применена для отделки стен, сложенных практически из любого материала, будь то каменная кладка, легкие бетоны или железобетон;
- повышение звукоизоляции наружных стен; абсолютная свобода для архитектора при пространственном формировании фасада здания;
- материал прост и удобен в работе. На утепление всего коттеджа понадобится 15 – 20 дней; возможность доутепления отдельных элементов дома (лестничных маршей, подвалов, отдельных стен, пристроек).

«ТШ» – один из немногих материалов, который может быть применен в качестве утеплителя для внутренних работ, в том случае, когда утепление снаружи здания по каким-либо причинам невозможно.

«ТШ» имеет класс огнестойкости – В1 (трудновоспламеняющийся).

Допускается штукатурить наружные стены зданий высотой до 22 м. «Синергия» разработала собственную рецептуру теплоизоляционной штукатурной смеси – «ТШа», которая предусматривает введение в приготавливаемую смесь армирующих полипропиленовых волокон, обеспечивающих дополнительную пластичность и вязкость смеси в процессе нанесения ее на оштукатуриваемую поверхность и при твердении. Это позволило практически полностью исключить трещинообразование на поверхности штукатурки, даже при нанесении толстого слоя смеси (до 5 см). Практика показала, что материал обладает великолепной адгезией к кирпичным и бетонным поверхностям и не дает усадки.

«ТШа» выполняет не только функцию теплозащиты, но также способствует снятию напряжений между стеной и защитно-декоративным слоем. При работе с «ТШа» не требуется армирующая сетка, дюбели, не появляются усадочные трещины.

Утепление наружной стены по технологии ТШа представлено на рис. 5.47.

«Теплая штукатурка» позволяет значительно сэкономить потребление энергоресурсов как зимой, используемых на отопление (природный газ, электричество), так и летом на экономии системы охлаждения (экономия электричества и технического обслуживания установок).

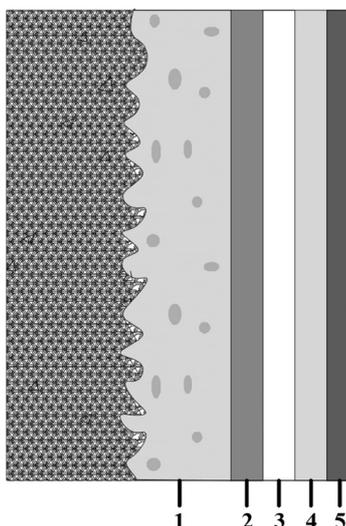


Рис. 5.47. Утепление наружной стены по технологии ТШа:

2– ТШа 50 мм; 2 – выравнивающий слой 1 – 3 мм; 3 – шпатлевка; 4 – грунт;
5– минеральная штукатурка или окраска

Система наружного утепления фасадов зданий "ФОРПЛАСТ"

Форпласт – это комплексная система утепления наружных стен фасадов (рис. 5.48) строящихся и уже построенных зданий, загородных домов, коттеджей на базе испытанных материалов высокого качества российского производства. Система разработана при использовании самых прогрессивных решений мировой технологии и соответствует ГОСТ.

При применении системы «Форпласт» тепло концентрируется в стенах и, не имея возможности выйти наружу, остается внутри здания (точка росы находится в утеплителе).

Система наружного утепления фасадов зданий «ФОРПЛАСТ» представляет собой своеобразный «сэндвич», состоящий из трех слоев, выполняющих различные функции, а в совокупности, обеспечивающие неувязимость, экономичность и надежность этого изобретения.

Первый слой – теплоизолирующий. К чистой, ровной поверхности наружной стены фасада с помощью *полимерного клея «Форпласт-ПК»* приклеивается теплоизоляционный слой (минеральная вата «Rokwool», «Рагос» или пенополистирол), который дополнительно укрепляется с помощью специальных дюбелей.

Второй слой – защитно-влагостойкий – создается с помощью полимерного клея «Форпласт-ПК» и армируется сеткой из стекловолокна.

Третий слой – декоративно-влагостойкий, на основе *полимерно-акриловых «Форпласт-А»* или мозаичных «Форпласт-Мк» штукатурок, широкой цветовой гаммы и фактуры

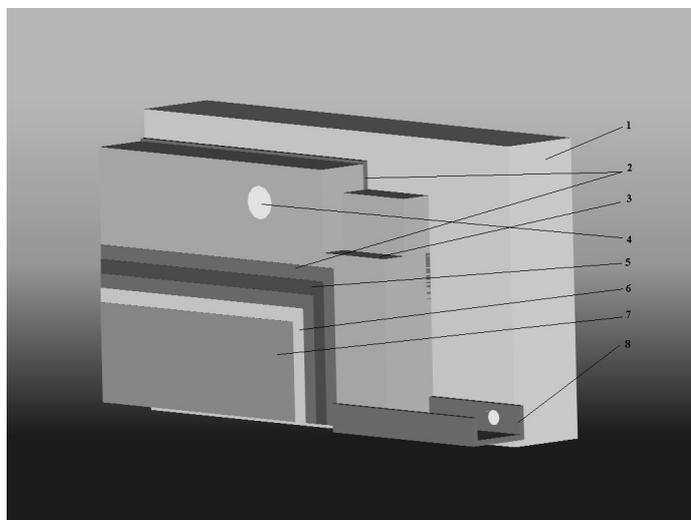


Рис. 5.48. Система наружного утепления фасадов зданий "ФОРПЛАСТ":

- 1 – стена здания; 2 – полимерный клей; 3 – плита теплоизоляционная (пенополистирол или каменная вата); 4 – дюбель для дополнительного крепления; 5 – сетка, армирующая;
- 6 – полимерный грунт; 7 – декоративная штукатурная масса;
- 8 – перфорированный мет. профиль

Система наружного утепления фасадов зданий «ФОРПЛАСТ» разрешение на утепление пенополистиролом с рассечками из минераловатных

плит, при утеплении жилых зданий высотой до 75 метров включительно. Область применения пенополистирола в системе наружного утепления фасадов зданий «ФОРПЛАСТ», за исключением класса функциональной опасности Ф 1.1, школ и внешкольных учебных заведений класса Ф 4.1.

Достоинства системы «Форпласт»:

- обеспечивает устойчивую и герметическую теплоизоляцию; ликвидирует термические перемычки в утепляемых зданиях;
- обеспечивает произвольное пространственное формирование фасада, благодаря применению разной толщины плит утеплителя;
- предохраняет от проникновения дождевой массы, благодаря наличию слоя полимерной-акриловой фасадной штукатурки Форпласт-А и Форпласт-Мк, одновременно обеспечивая выход водяных паров наружу здания;
- не позволяет конденсироваться водяному пару в стене и тем самым противостоит образованию плесени в стенах;
- снижает стоимость отопления зданий до 50%;
- уменьшает стоимость строительства, благодаря возможности применения более тонких стен и применения систем отопления меньшей мощности;
- концентрирует тепло в стенах (эффект кафельной печи) и образует благоприятную для человека температуру стен (+18°C);
- может применяться для реконструкции старых, представляющих архитектурную ценность фасадов;
- благодаря применению материалов отечественного производства высокого качества, дешевле аналогичных зарубежных систем;
- сокращает сроки строительства новых зданий.

6. ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОЛЫ

6.1. Классификация перекрытий

Перекрытия – это горизонтальные ограждающие конструкции здания, разделяющие его внутреннее пространство по высоте на этажи и воспринимающие нагрузки от конструкции, находящихся в помещении мебели, оборудования, людей и др. Этими функциями определяются прочностные, а также тепло-, влаго-, газо- и звукоизолирующие качества перекрытий и полов. Перекрытия придают зданиям и сооружениям пространственную жесткость, воспринимая все приходящиеся на них нагрузки, а также обеспечивают тепло- и звукоизоляцию помещений. Одновременно выполняют несущие и ограждающие функции, следовательно, они состоят из:

- несущей части, передающей нагрузки на стены или отдельные опоры;
- ограждающей части, в состав которой входят полы и потолки.

Стоимость устройства перекрытий и полов современных гражданских зданий в зависимости от типа и этажности достигает 25 – 30 % стоимости

здания, трудозатраты на их устройство составляют 20 – 25 % общих затрат на строительство.

Перекрытия современных гражданских зданий могут быть подразделены по месторасположению, конструктивным признакам, типам и размерам, материалу изделий, теплотехническим и звукоизоляционным характеристикам, степени сборности и заводской готовности.

По месторасположению перекрытия подразделяются на чердачные, междуэтажные, над подвалами и проездами (рис. 6.1). Междуэтажные перекрытия обеспечивают необходимую звукоизоляцию смежных по вертикали помещений. Чердачные перекрытия, перекрытия над подвалами, проездами и подпольями, полы по грунту должны отвечать теплотехническим требованиям.

По конструктивным признакам перекрытия делятся на:

- балочные, состоящие из несущей части (балок) и заполнения (наката);
- безбалочные, выполняемые из однородных элементов (плит-настилов или панелей-настилов), иногда называют плитными (рис. 6.1).

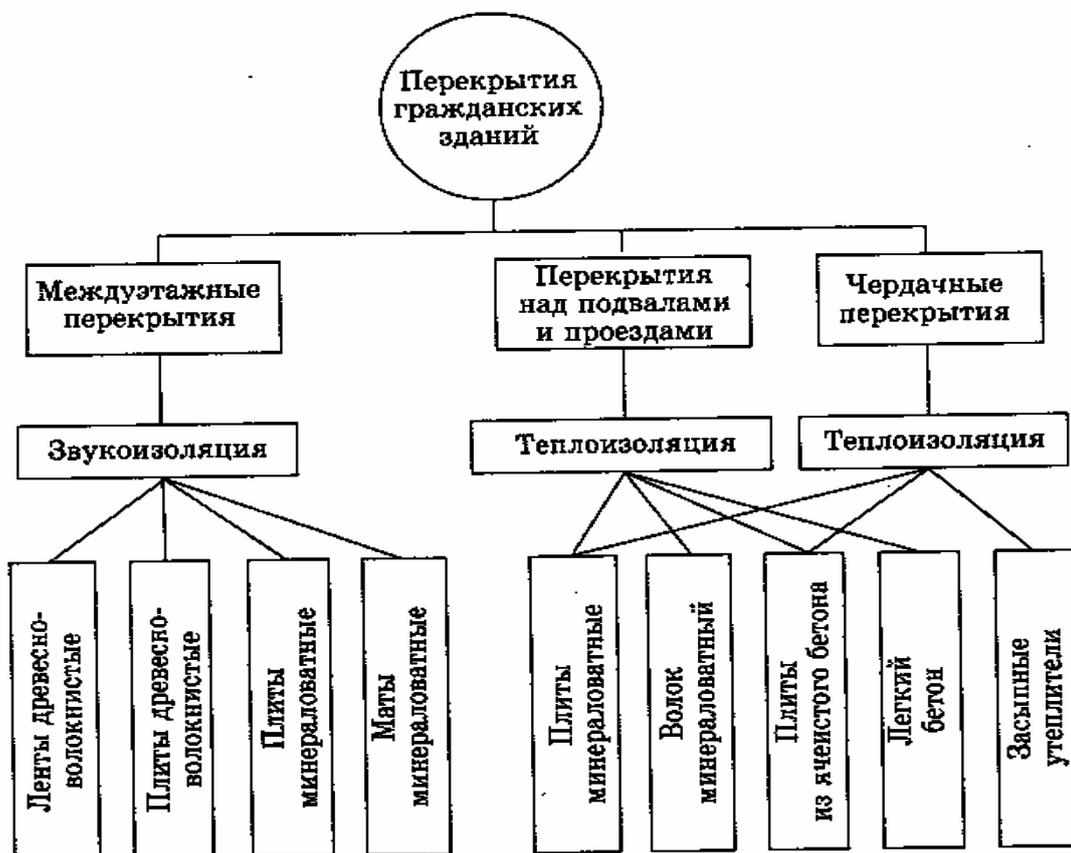


Рис. 6.1. Классификация перекрытий гражданских зданий

Междуэтажные перекрытия по звукоизоляционным характеристикам делятся на акустически однородные и акустически неоднородные. Акустически однородными считают перекрытия одно- или многослойные из жестких материалов, монолитно связанных между собой. Перекрытие из сплошной

плиты с полом из линолеума на мягкой теплоизоляционной основе также является однородным. К акустически неоднородным относят все другие типы перекрытий, в которых жесткие слои разделены звукоизоляционным слоем или воздушными прослойками.

В зависимости от материала несущей части перекрытия их можно классифицировать на:

- деревянные;
- металлические;
- железобетонные;
- керамические.

По технологии возведения:

- сборные;
- монолитные;
- сборно-монолитные.

Требования, предъявляемые к перекрытиям:

- перекрытия должны обладать достаточной прочностью и жёсткостью, чтобы выдерживать как нагрузку от собственного веса, так и полезную (статическую и динамическую), а также иметь нормативную величину прогиба (от 1:200 до 1:400 отношения абсолютного прогиба к пролёту).

Кроме того, к ним предъявляются ряд физико-технических требований:

- звукоизоляционные требования определяются местоположением перекрытий (чердачное, междуэтажное, надподвальное) и функциями разделяемых ими помещений. Перекрытия должны обеспечивать звукоизоляцию как от ударного, так и воздушного шума.

Теплотехнические требования предъявляются при разделении перекрытиями по высоте здания на помещения с различными температурными режимами (жилые помещения над торговыми залами или проездами и т.д.);

- по теплотехническому режиму выделяют перекрытия надподвальные и чердачные;
- противопожарные требования диктуются степенью огнестойкости конструкции перекрытия и устанавливаются нормами проектирования.

6.2. Перекрытия по деревянным балкам

Перекрытия по деревянным балкам, применяемым в современном малоэтажном строительстве (где древесина является местным строительным материалом), имеют небольшой собственный вес, но загниваемы, недостаточно огнестойки и трудоемки.

Для повышения долговечности деревянных перекрытий древесину антисептируют.

Деревянные балки представляют собой брусья или толстые доски из древесины хвойных пород.

Высота сечения деревянной балки составляет обычно (1/20 – 1/25) перекрываемого пролета, но всегда определяется расчетом. Шаг дощатых балок колеблется от 600 до 800 мм, а брусчатых – от 600 до 1000 мм.

Сечения балок варьируются в зависимости от пролета и нагрузки.

Ориентировочно (без расчетов) сечение деревянных балок можно принять по табл. 6.1. и рис.6.2.

Опираение концов деревянных балок на каменные стены (рис. 6.3) может быть с глухой или открытой заделкой. При глухой заделке зазор между балкой и гнездом в 20 – 30 мм заполняют раствором. Глухая заделка предохраняет балки от доступа к ним влажного теплого воздуха, препятствуя тем самым появлению зимой на стенках гнезд конденсата и увлажнению концов балок. При открытой заделке зазоры между балкой и стенками гнезд ничем не заполняют.

Открытая заделка допускается при толщине наружных стен более 510 мм и при опирании балок на внутренние стены. В наружных стенах толщиной 510 мм и менее при такой заделке гнезда балок необходимо утеплять вкладышами из теплоизоляционных материалов. В этом случае обеспечивается вентиляция гнезд воздухом, проникающим из межбалочного пространства перекрытия.

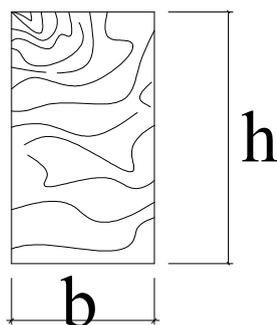


Рис.6.2. Деревянная балка: h – высота балки; b – ширина балки

Таблица 6.1

Сечение деревянных балок

Длина	2,2 - 2,4	2,8 - 5,2	3,2 - 5,6	3,4 - 6,4	3,4 - 6,4	4,0 - 6,4
Сечение (длина x ширину)	75·175	75·200	75·225	75·250	100·200	100·250
Примечание: 1. Длина балок кратна 100 мм; 2. БО – балки с черепными брусками (50x50 мм), прибитыми с одной стороны; 3. БД – с черепными брусками, прибитыми с двух сторон; 4. Марки балок: БО – длина (в дм), ширина (в см); например – БО 42,8.18						

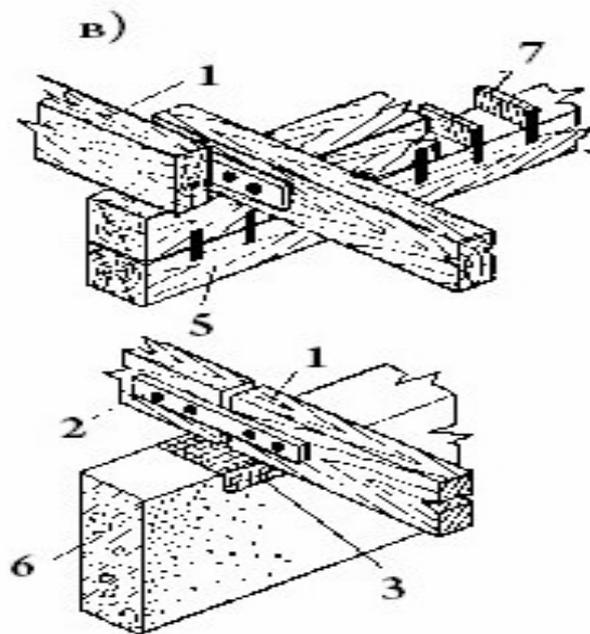
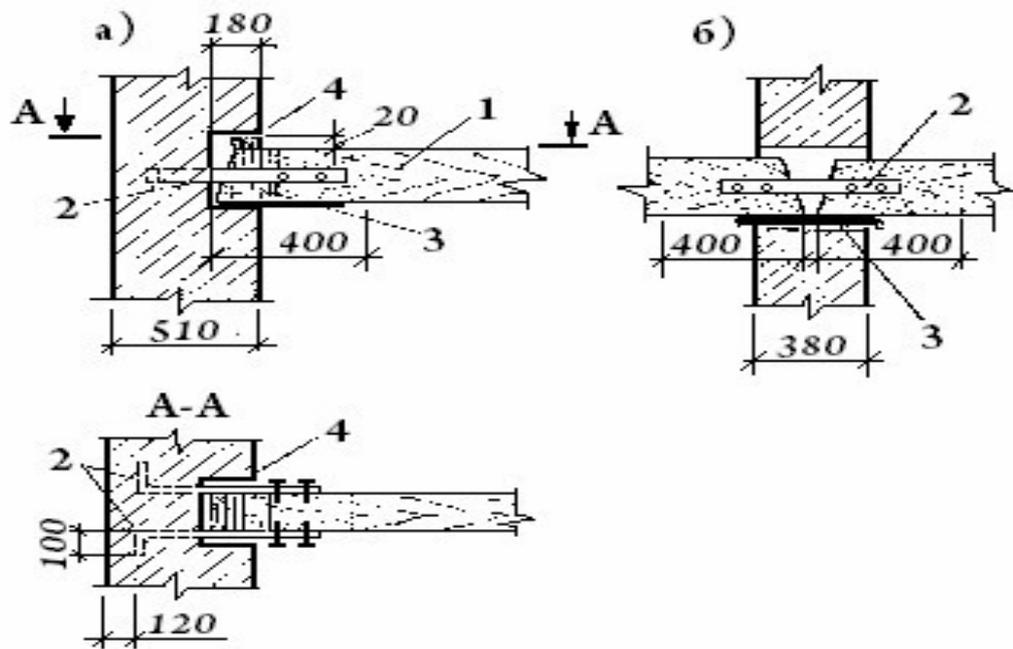


Рис. 6.3. Опираие балок перекрытия:
 а – на наружные стены; б – на внутренние стены; в – на прогоны; 1 – деревянная балка;
 2 – анкер; 3 – толь; 4 – раствор; 5 – деревянный составной прогон;
 6 – железобетонный прогон; 7 – пластинчатый нагель

Для связи стен с перекрытиями концы балок заанкеривают в стены, а концы балок, опирающиеся на внутренние стены или на прогоны, соединяют между собой стальными связями. Анкеры ставят не реже чем через одну балку.

Конструкция перекрытия по деревянным балкам представлена на рис.6.4.

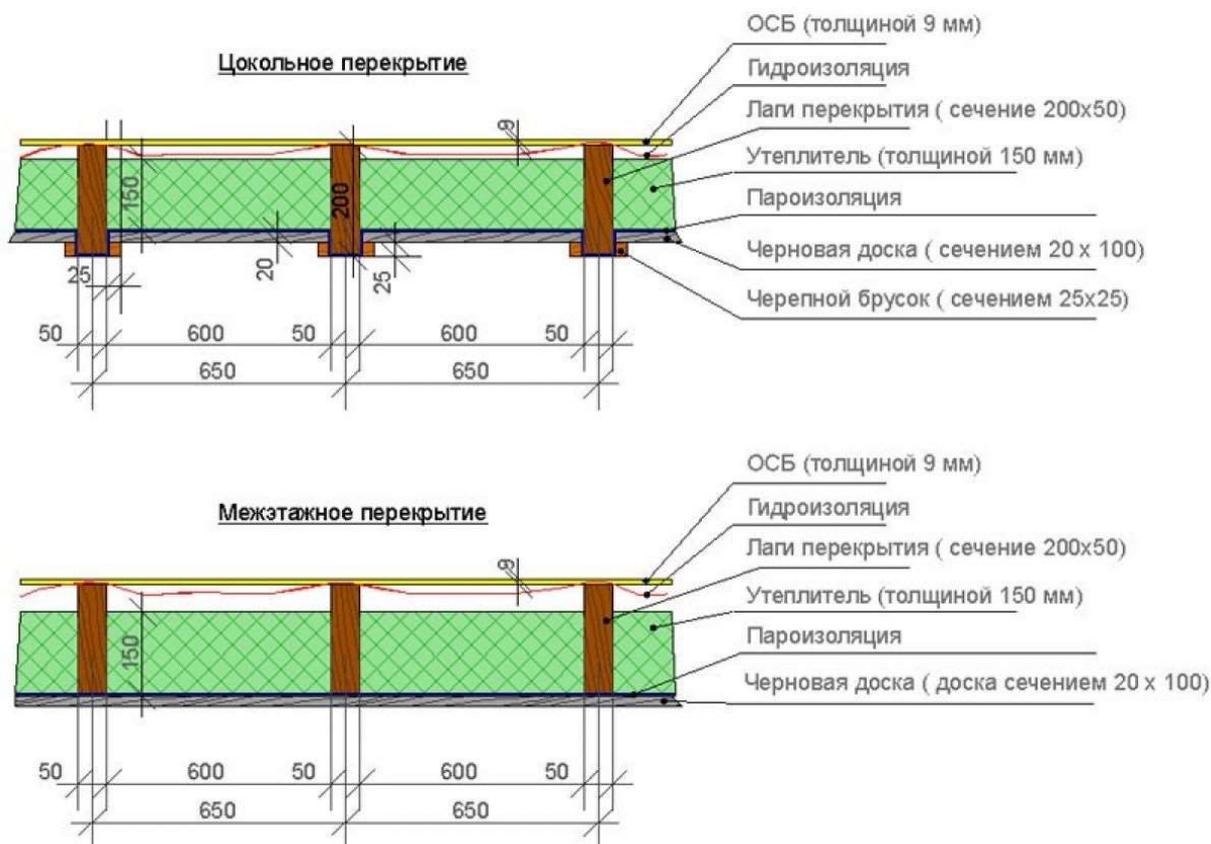


Рис.6.4. Междуэтажное и цокольное перекрытие по деревянным балкам

Прогонь бывает железобетонные, стальные и деревянные (составного сечения на пластинчатых нагелях или клееные).

Пространство между балками заполняют межбалочным накатом. Накат укладывают на черепные бруски (сечением 40×40 или 40×50 мм), прибиваемые к балкам гвоздями. Применяют накаты из одинарных или двойных дощатых щитов, из деревянных пластин вподрезку, из горбылей, из гипсовых или легкогобетонных, керамических и ячеистых блоков, камышитовых или фибролитовых плит (рис. 6.5).

Для обеспечения необходимой звукоизоляции перекрытий по накату устраивают глинопесчаную смазку толщиной 20 – 30 мм или укладывают слой рулонного материала; они одновременно служат пароизоляцией, препятствующей проникновению водяных паров воздуха в толщу перекрытия, и предохраняют накат от воды, случайно попадающей в перекрытие.

Дополнительное улучшение звукоизоляции и теплоизоляции междуэтажных перекрытий, разделяющих помещения с разной температурой воздуха, достигают укладкой поверх смазки изоляционного материала (сухой песок, керамзит, шлак и др.) слоем 60 – 80 мм для междуэтажных и 220 – 200

мм – для чердачных перекрытий. Для настилки пола по балкам через 500 – 700 мм укладывают лаги из досок или пластин, к которым прибивают доски пола.

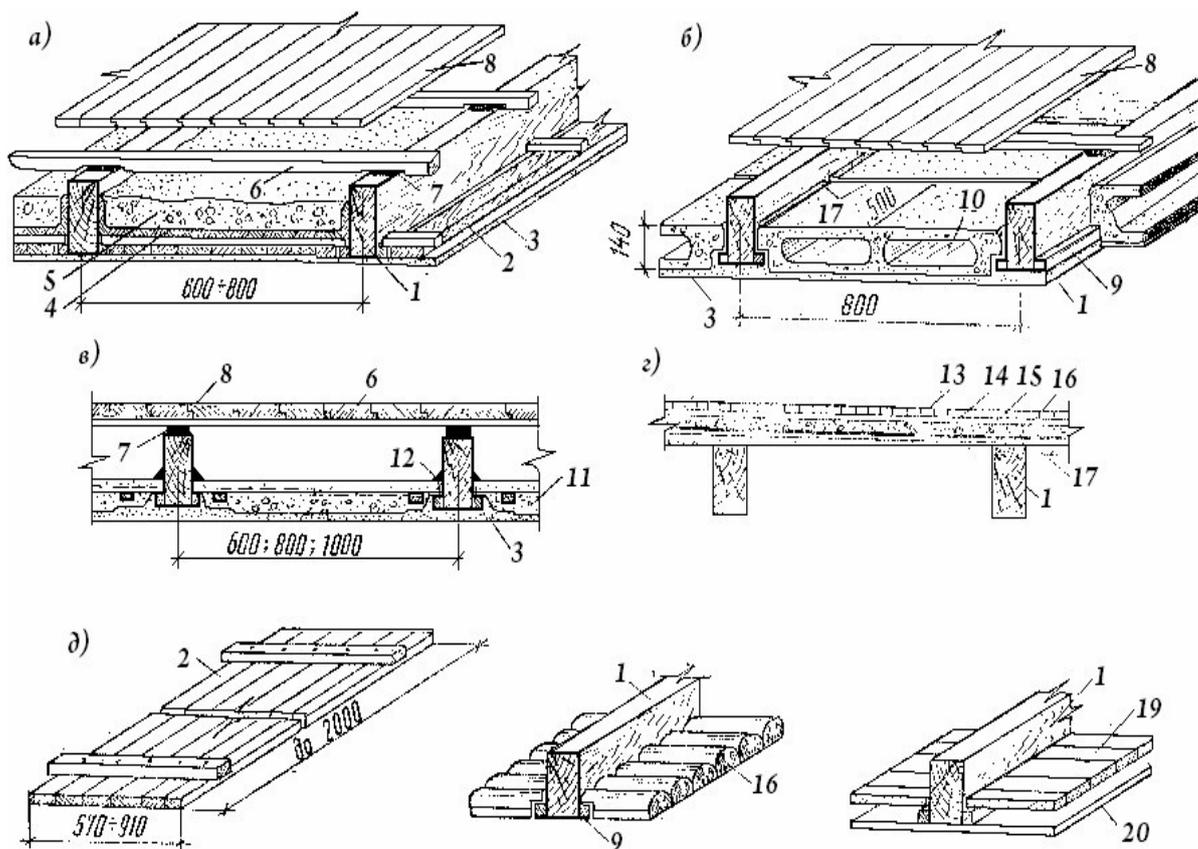


Рис. 6.5. Деревянные перекрытия:

а – с дощатым щитовым накатом; б – с накатом из пустотелых блоков; в – с накатом из легковесных блоков (плит); г – перекрытия в санузлах; д – виды накатов; 1 – балки; 2 – накат (щитовой); 3 – штукатурка; 4 – глиняная смазка; 5- засыпка; 6 – лага; 7 – звукоизоляционная прокладка; 8 – дощатый пол; 9 – черепной брусок; 10 – пустотелый легковесный блок; 11 – гипсовая плита; 12 – раствор; 13 – пол из керамической плитки; 14 – цементная стяжка 20 мм; 15 – бетонная подготовка; 16 – два слоя рубероида на битумной мастике; 17 – дощатый настил; 18 – пластины; 19 – доски; 20 – подшивной потолок

Горизонтальность лаг проверяют по уровню. В местах опирания лаг на балку под лаги подкладывают звукоизоляционные прокладки из рулонных материалов, резины или полосок оргалита. Улучшая звукоизоляцию перекрытия, лаг способствуют вентиляции образующейся под всем полом воздушной прослойки через отверстия в полах, закрываемые решетками.

Потолки оштукатуривают или обшивают листами сухой штукатурки. Конструкция перекрытия по деревянным балкам с накатом из легковесных блоков или плит позволяет сократить расход древесины, однако вес его увеличивается. Швы между блоками и места примыкания их к балкам заделывают раствором. Поверх наката устраивают гидроизоляцию горячим битумом или слоем рулонного материала.

Чердачные перекрытия не имеют пола, а теплоизоляционную засыпку защищают от случайной влаги известково-песчаной (реже глинопесчаной) коркой толщиной 20 мм.

Перекрытия над санузлами устраивают с водонепроницаемыми полами и надежной гидроизоляцией по сплошному дощатому настилу из шпунтованных досок, прибиваемых к открытым снизу балкам перекрытия.

При устройстве перекрытия по деревянным балкам очень важно обеспечить естественную вентиляцию пространства между слоем звукоизоляции и полом: в застойном воздухе интенсивно развиваются грибки. В полу прорезают продухи. Это обеспечивает естественную циркуляцию воздуха подполья. Продухи закрывают специальными вентиляционными решетками, которые поднимают над полом на 15 мм, чтобы не проникала вода под пол при его мойке.

6.3. Перекрытия по металлическим балкам

Перекрытия по металлическим балкам широко распространены в зданиях, построенных до 50-х годов. В настоящее время применение стальных балок в массовом строительстве запрещено и вместо них применяется сборный железобетон. Балки перекрытий в виде стальных двутавров, швеллеров или рельсов укладывали на несущие стены или столбы с заделкой и анкерровкой их, как показано на рис. 6.6. Ориентировочно (без расчетов) сечение деревянных балок можно приять по табл. 6.2. и рис.6.7

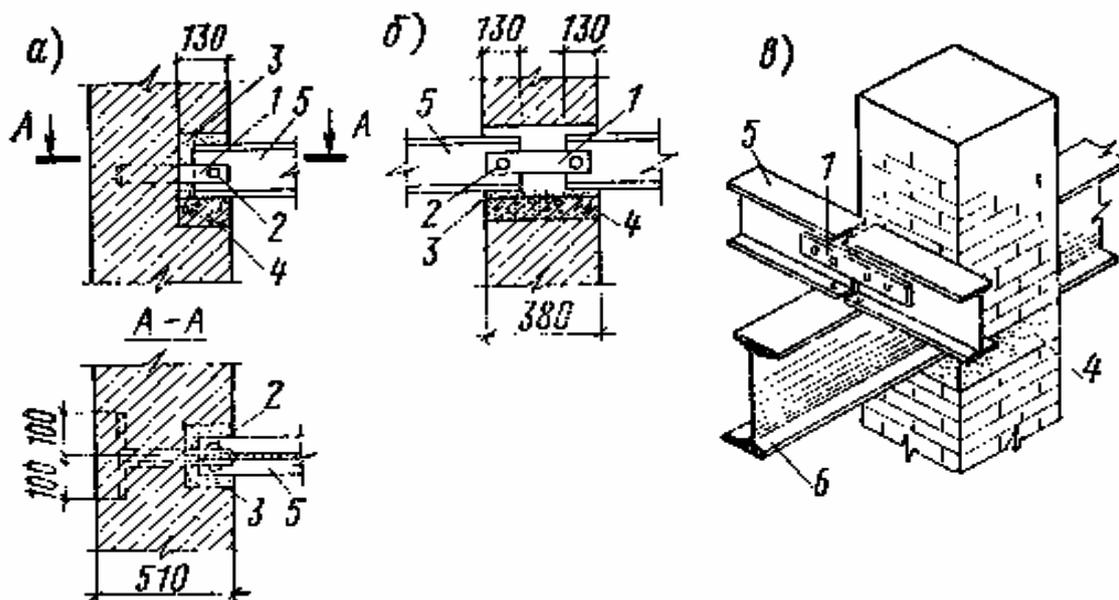


Рис. 6.6. Опираие стальных балок и прогонов:

а – на наружные стены; б на внутренние стены; в – на кирпичные столбы; 1 – анкер сечением 50×6 мм; 2 – болт; 3 – раствор; 4 – бетонная подкладка; 5 – балка; 6 – прогон

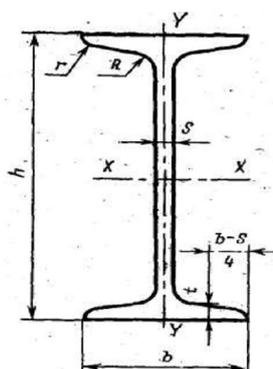


Рис. 6.7. Металлическая двутавровая балка: высота двутавра; b – ширина полки; s – толщина стенки; t – толщина полки; R – радиус внутреннего закругления; r – радиус закругления

Межбалочное заполнение может быть монолитным и сборным (рис. 6.8). Монолитное межбалочное заполнение может быть из кирпича, бетона или железобетона и керамических камней. В зависимости от расположения железобетонной плиты в плоскости верхней или нижней полки балки потолок может быть гладким, ребристым или в виде плоского свода.

Перекрытия в виде плоских сводов бывают с кирпичным или бетонным заполнением межбалочного пространства.

Таблица 6.2

Рекомендуемые размеры стальных двутавровых балок

№ профиля	Вес 1 пог. м, кг	Размеры						Площадь сечения, см ²	Длина, м
		h	b	d	t	R	r		
		мм							
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7,0	2,5	12,0	3-4,4
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	3,0	14,7	
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8,0	3,0	17,4	4,5-5,9
16	15,9	160	81	5,0	7,8	8,5	3,5	20,2	
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9,0	3,5	23,4	
20	21,0	200	100	5,2	8,4	9,5	4,0	26,8	6-7
22	24,0	220	110	5,4	8,7	10,0	4,0	30,6	
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	4,0	34,8	

Перекрытия по стальным балкам со сборным накатом в схеме своей сходны с аналогичными перекрытиями по деревянным балкам. Стальные балки чердачных перекрытий утепляют со стороны чердака, чтобы исключить образование зимой конденсата на потолке в местах расположения балок вследствие большой теплопроводности их.

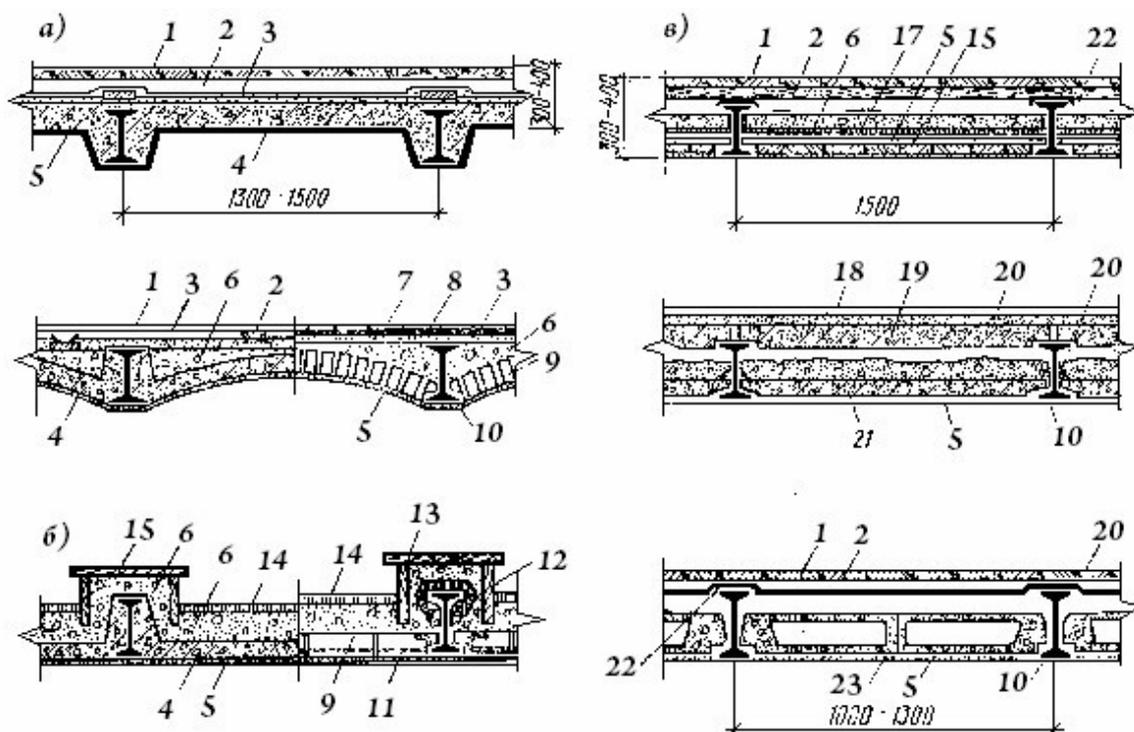


Рис. 6.8. Перекрытия по стальным балкам:

а – междуэтажное с монолитным заполнением; б – чердачное; в – междуэтажное с дощатым накатом и со сборным заполнением из плит и блоков; 1 – доски пола 40 мм; 2 – лаги; 3 – песок; 4 – монолитный железобетон; 5 – штукатурка; 6 шлак; 7 – паркет; 8 – асфальт; 9 – кирпич; 10 – сетка 20 мм; 11 – арматура; 12 – битумизированный войлок; 13 – короб; 14 – корка 20 мм; 15 – схватки из брусков через 1 м; 16 – накат; 17 – глиняная смазка 20 – 25 мм; 18 – плиточный пол; 19 – сборные железобетонные плиты; 20 – раствор; 21 – гипсовые плиты; 22 – толь; 23 – гипсошлаковый блок

6.4. Железобетонные перекрытия

Железобетонные перекрытия прочны, долговечны и негоряемы.

До освоения и внедрения в практику строительства сборных конструкций железобетонные перекрытия выполняли монолитными.

Монолитные перекрытия армируют и бетонируют на месте, в опалубке.

В современном строительстве монолитные перекрытия применяют в случае, когда они являются основным элементом, обеспечивающим общую пространственную жесткость здания, в зданиях сложной формы (в плане), а также при значительных динамических нагрузках на перекрытия.

В зависимости от нагрузки пролеты до 3 м можно перекрывать гладкой плитой толщиной 60 – 100 мм. При пролетах более 3 м устраивают ребристые перекрытия (рис. 6.9, а), 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 колонны, опорами ребер – прогоны.

Для получения гладкого потолка при ребристом перекрытии делают штукатурку по стальной сетке, подвешиваемой к ребрам снизу, или крепят листы сухой штукатурки на специальных подвесках. В верхнем этаже гладкий потолок может быть получен устройством монолитного железобетонного перекрытия ребрами вверх.

Ребристые перекрытия имеют прямоугольную сетку колонн. При квадратной сетке колонн (когда расстояния между колоннами в обоих направлениях перекрываемого пролета одинаковы) перекрытия могут быть кессонного типа (рис. 6.9, б).

В случае необходимости получения гладкого потолка перекрытия могут быть безбалочной конструкции (рис. 6.9, в) с толщиной плиты, равной $1/35$ пролета, опирающейся на колонны, имеющие в верхней части уширения (капители), которые обеспечивают прочность плиты на продавливание и лучшее сопряжение плиты с колоннами. Сетка колонн допускается 5×5 или 6×6 м.

Сборные железобетонные перекрытия подразделяют на перекрытия:

- по железобетонным балкам;
- из железобетонных плит;
- настилов;
- крупных панелей.

а)

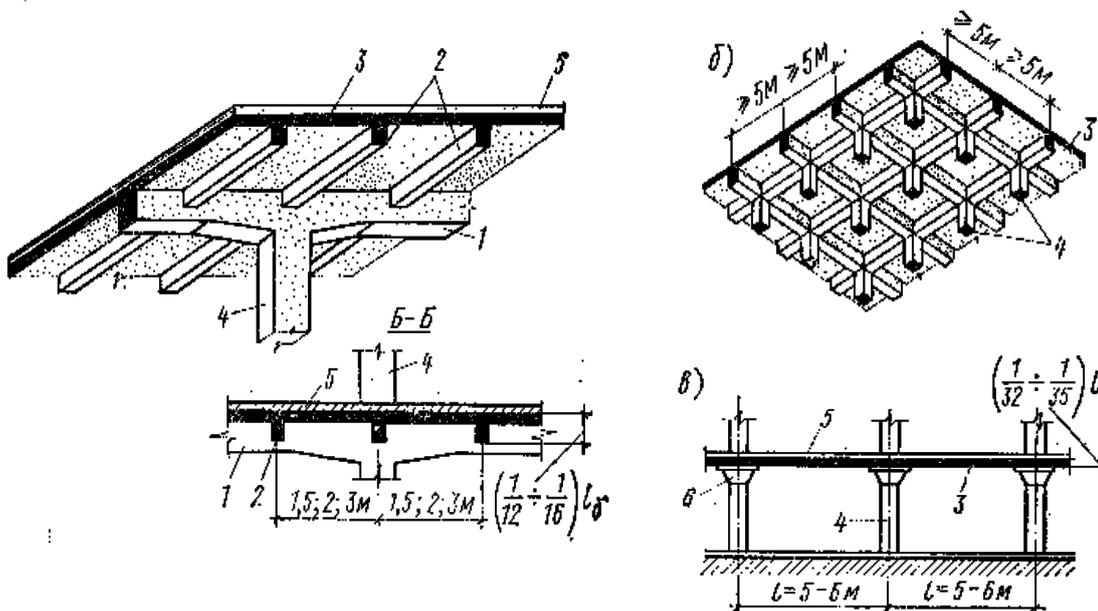


Рис. 6.9. Монолитные железобетонные перекрытия:

а – ребристое; б – кессонное; в – безбалочное; 1 – главные балки (прогоны); 2 – второстепенные балки (ребра); 3 – плита; 4 – колонны; 5 – чистый пол; 6 – капитель

Перекрытия по железобетонным балкам таврового сечения (рис. 6.10 – 6.11) просты по конструкции, имеют малый вес монтажных элементов, но трудоемки вследствие заделки цементным раствором большого количества

швов между элементами межбалочного заполнения (наката). Шаг балок назначают в зависимости от нагрузки: 600, 800, 1000 мм. В качестве межбалочного наката применяют пустотелые легкобетонные камни-вкладыши, армированные шлакобетонные или гипсобетонные плиты.

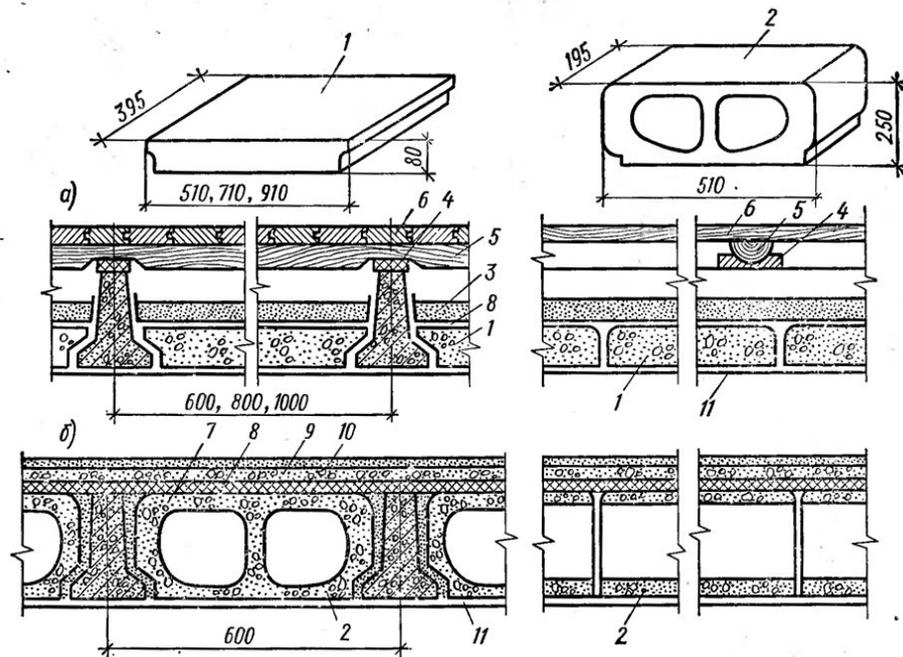


Рис. 6.10. Сборное железобетонное балочное перекрытие:

а — с применением плит; б — то же, камней-вкладышей; 1 — гипсобетонные плиты; 2 — легкобетонные вкладыши; 3 — шлак; 4 — звукоизоляционная прокладка; 5 — лага; 6 — дощатый пол; 7 — оргалит; 8 — толь; 9 — легкий бетон; 10 — чистый пол (минеральный); 11 — затирка.

Полы устраивают по лагам или по выровненному основанию. Потолки покрывают слоем штукатурки, не более 10 мм. Связь перекрытия со стенами осуществляется анкеркой балок перекрытия. Балки чердачного перекрытия утепляют.

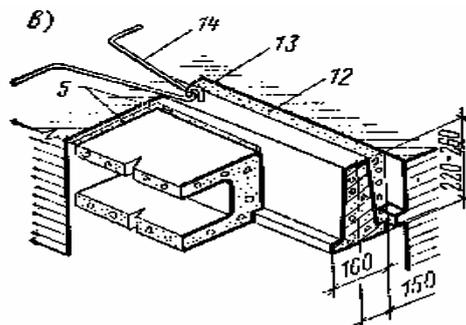


Рис. 6.11. Перекрытие по железобетонным балкам (анкерка):

5 — раствор; 12 — шлакобетон; 13 — монтажная петля; 14 — анкер.

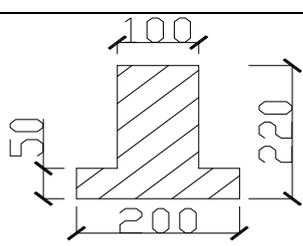
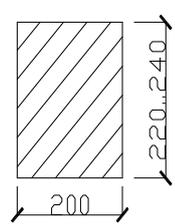
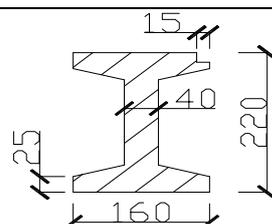
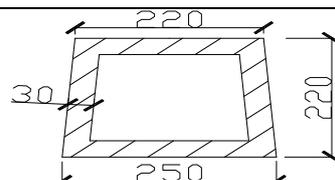
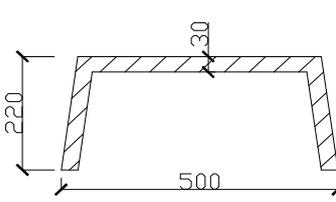
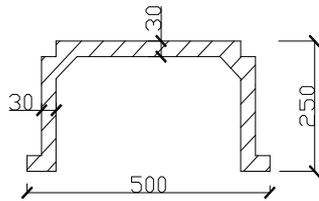
Перекрытия из крупноразмерных железобетонных элементов выполняют в виде плит, настилов и панелей заводского изготовления в соответствии с номенклатурой сборных железобетонных изделий для гражданских зданий.

В зависимости от конструктивной схемы здания различают перекрытия из длинномерных железобетонных плит (настилов), укладываемых на продольные несущие стены или на продольные прогоны; из плит, панелей или настилов, укладываемых на поперечные несущие стены или на поперечные прогоны; из панелей, опирающихся на четыре стороны или по четырем углам на колонны каркаса. Для последней схемы применяют ребристые и шатровые панели – железобетонные плиты размерами на комнату, весом до 5 т.

Ориентировочно (без расчетов) сечение деревянных балок можно принять по табл. 6.3.

Таблица 6.3

Размеры железобетонных балок

Марка балки	Сечение балки	Марка балки	Сечение балки
БЖ1		БЖ2	
БЖР		БЖК	
БЖЛ1		БЖЛ2	
Примечание: 1. Длина балок кратна 200 мм, принимается от 2400 мм до 6400 мм; 2. Пример обозначения марки балок: БЖ1-64.20.22 (64 – длина балки в дм, 20 – ширина балки в см, 20 – высота балки в см).			

Основные типы длинномерных плит, настилов конструкция перекрытий из них показаны на рис. 6.12.

Широко применяются пустотелые плиты с круглыми, овальными вертикальными пустотами, образующие гладкие потолки помещений и ровную поверхность под основание полов. Ширина пустотелых плит от

1200 до 3600 мм, длина равна от 2,4 м до 12 м и высота – 220 мм.

Во избежание разрушения плит под нагрузкой от веса стен в местах заделки их в стены верхняя полка (плита) имеет на опорах вырезы, закладываемые сплошными бетонными вкладышами. Плита должна быть заделана в стену не менее чем на 10 см и связана с другими плитами стальными анкерами. Швы между плитами плотно заполняют цементным раствором и со стороны потолка расшивают.

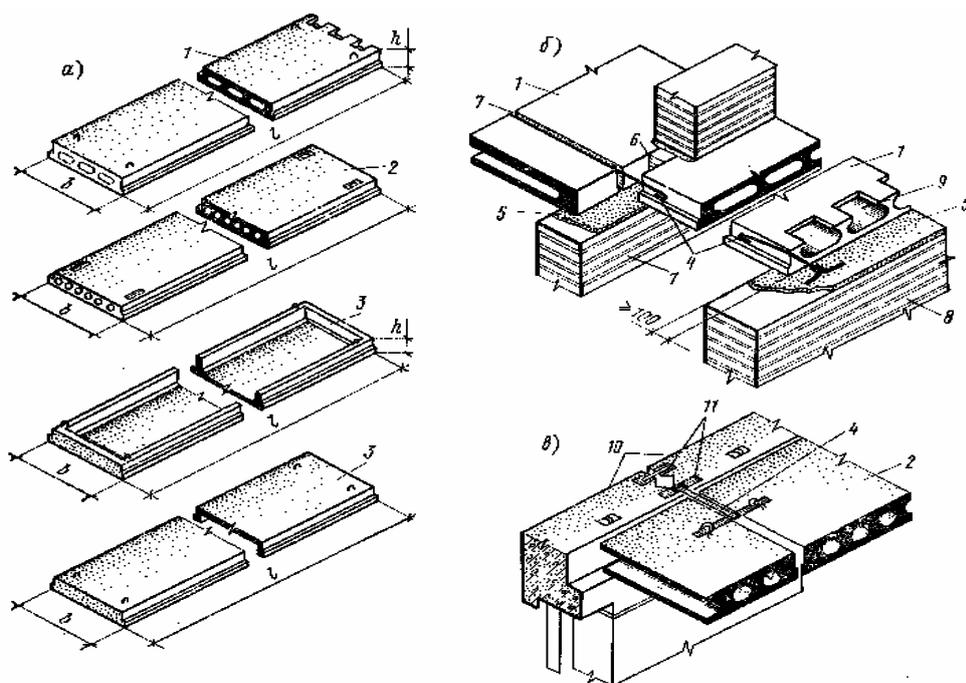


Рис. 6.12. Крупноразмерные плиты перекрытий:

а – из железобетонных плит с опиранием на стены или продольные прогоны; б – то же, с поперечными стенами или прогонами; в – из плит, опертых по контуру; г – то же, с опиранием на четыре точки; 1 – плиты и панели перекрытий; 2 – продольные стены; 3 – поперечные стены или прогоны; 4 – колонны каркаса

Перекрытия из ребристых настилов распространены меньше, так как требуют засыпки лотков и усложняют конструкцию пола. Из-за сложности изготовления и большого веса еще меньше распространены одно-, двух- трехслойные сплошные настилы (рис.6.13).

Опираие плит перекрытия на стену или ригель должно составлять не менее 120мм. В зависимости от материала стен, в случае их недостаточной прочности может понадобиться устройство железобетонного или кирпичного армированного пояса, на который впоследствии будет опираться плита. Швы между плитами заполняют бетоном и тщательно выравнивают. Отсутствие швов на потолке повышает звукозащитные и архитектурные достоинства помещения. Узлы опирания плит перекрытий представлены на рис.6.14.

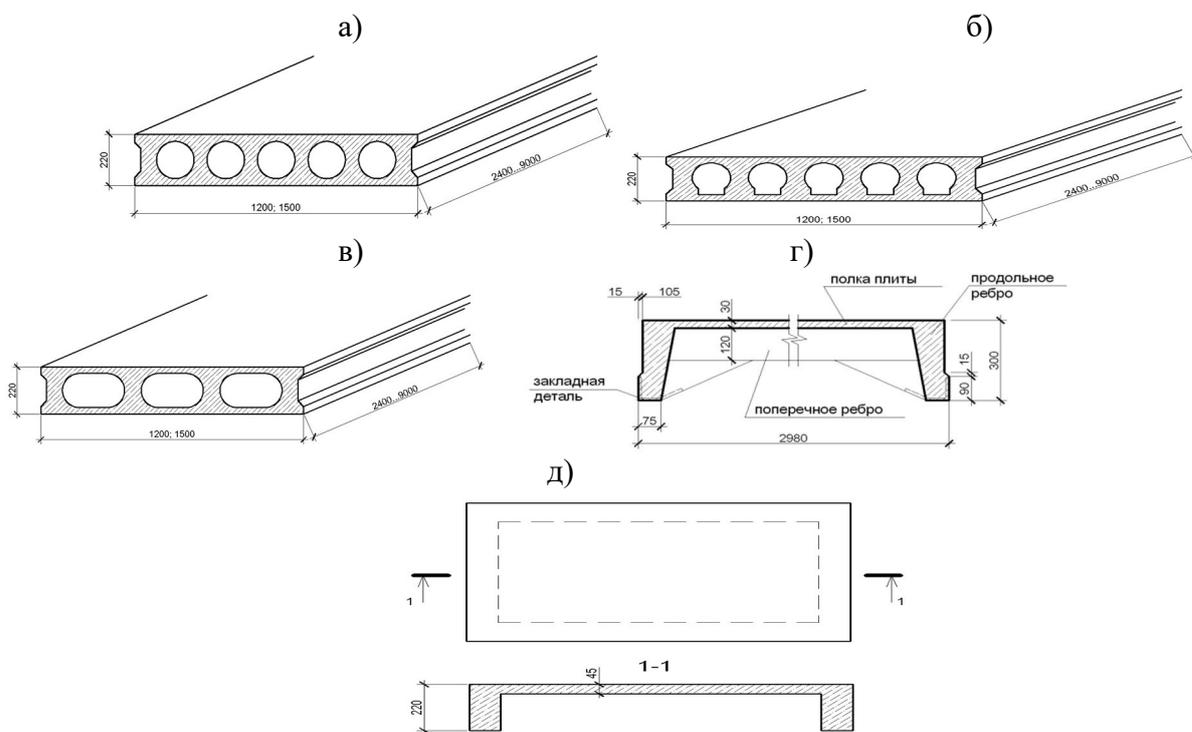


Рис.6.13. Многупустотные и ребристые плиты перекрытий: а- с круглыми пустотами, б – с вертикальными пустотами, в – с овальными пустотами, г – ребристые, д – шатровые

Для обеспечения достаточной звукоизоляции между ребристыми плитами перекрытий и панелями стен укладывают звукоизоляционные прокладки (полосы оргалита). Шатровые панели представляют собой железобетонную плиту толщиной 45 – 60 мм, окаймленную ребрами высотой 135 – 210 мм. Для лучшей звукоизоляции таких перекрытий по плитам панелей укладывают звукоизоляционный материал (шлак, керамзит, пенокералитовую крошку, древесноволокнистые плиты и др.).

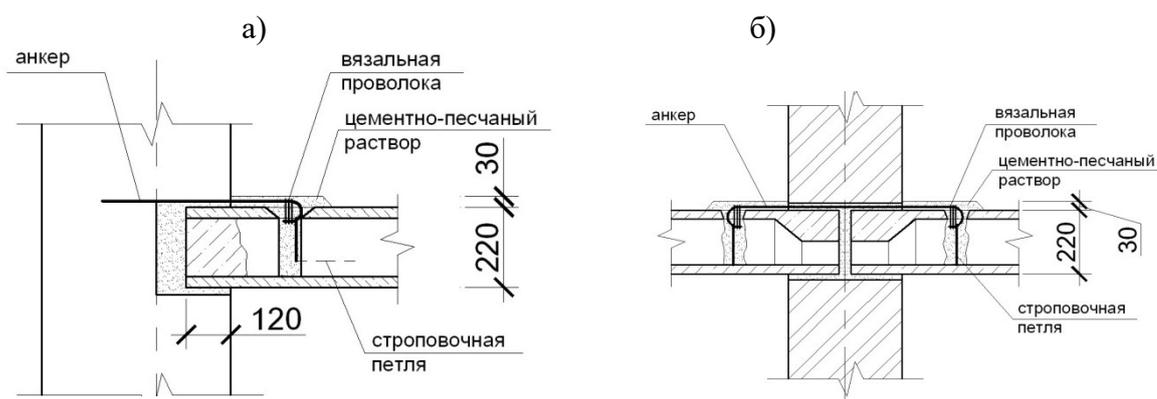


Рис.6.14. Узлы опирания плит перекрытий: а – на наружную несущую стену; б – на внутреннюю несущую стену.

Кроме рассмотренных типов плит перекрытий, в некоторых районах, богатых залежами высококачественной глины, для перекрытий применяют

узкие настилы из пустотелых керамических камней. В районах, богатых песком и известью, применяют армосиликатные плиты перекрытий, не требующие цемента и не уступающие по прочности железобетонным перекрытиям. Габариты таких плит и конструкции перекрытий аналогичны железобетонным. Планы перекрытий крупногабаритных плит даны на рис.6.15.

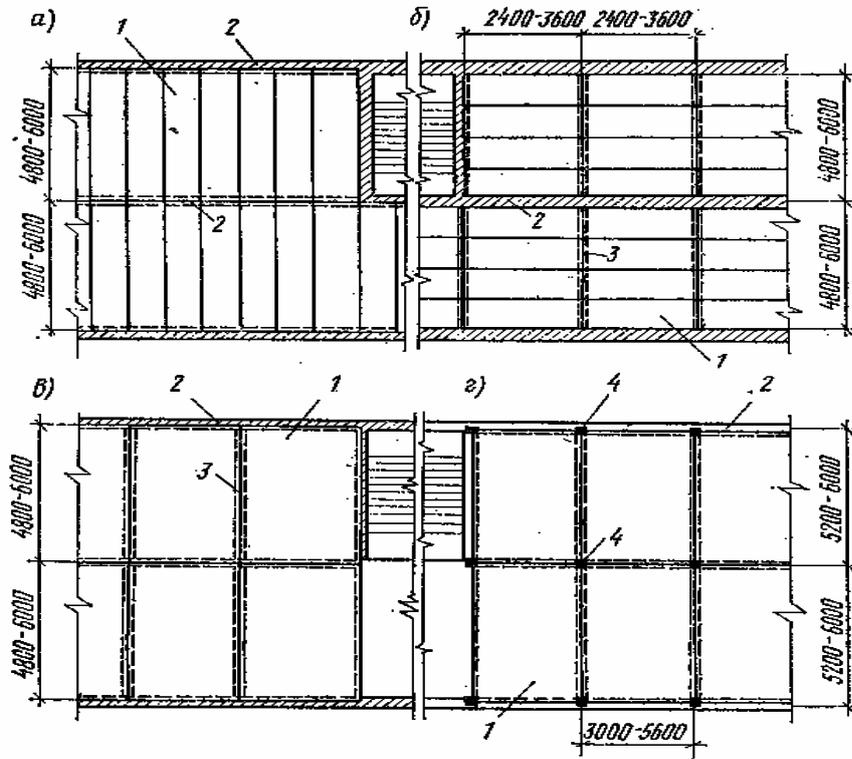


Рис. 6.15. Сборные перекрытия из плит (настилов):
 а – типы железобетонных плит; б – опирание и сопряжение железобетонных плит в кирпичном здании; в – то же, в крупноблочном; 1 – настил с овальными пустотами; 2 – настил с круглыми пустотами; 3 – ребристые плиты; 4 – анкер; 5 – раствор; 6 – кладка; 7 – внутренняя стена; 8 – наружная стена; 9 – вырезы (заполняются кладкой или бетонными вкладышами); 10 – блоки-перемычки; 11 – закладные детали

Сплошные плоские железобетонные плиты длиной 3,6—6,6 м, шириной 2,4—7,2 м, толщиной 120 и 160 мм. Уложенные плиты анкеруют стальными связями с наружными стенами и между собой. Швы между плитами заделывают цементным раствором. Жесткость диска перекрытия обеспечивается путем анкеровки уложенных плит и заделки швов раствором.

Их применяют в крупнопанельных зданиях, опирание осуществляется по контуру на две, три и четыре стороны. Такое изделие представляет собой плоскую плиту с постоянным сечением. Его нижняя поверхность уже готова под покраску, а на верхней очень удобно обустраивать пол (рис.6.16).

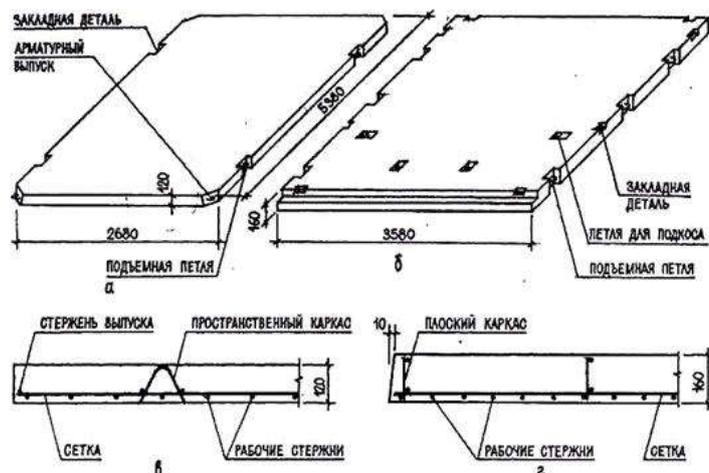


Рис.6.16. Сплошные плоские железобетонные плиты перекрытий: а,б – виды плит; в,г – армирование плит

Монтаж сплошных плит представлен на рис.6.17.

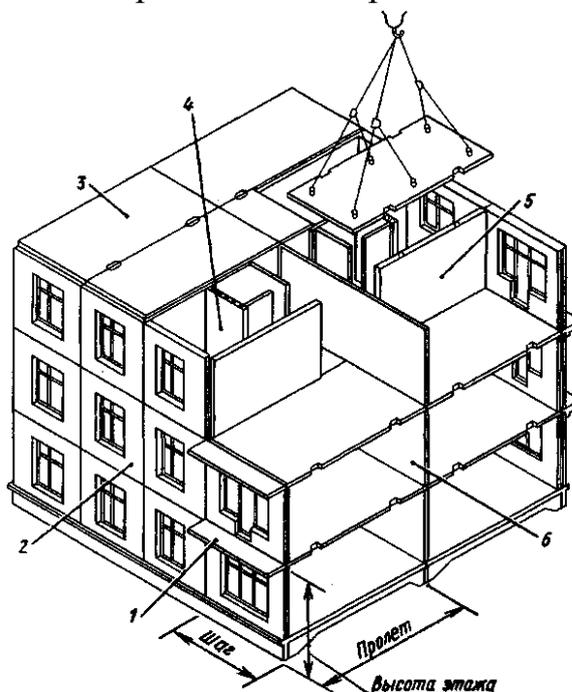


Рис.6.17. Монтаж сплошных плоских железобетонных плит перекрытий

6.5. Монолитные и сборно-монолитные перекрытия

Монолитное строительство – технология возведения железобетонных конструкций непосредственно на строительной площадке без устройства конструктивных стыковочных швов. Монолитные железобетонные перекрытия относятся к категории наиболее надежных и универсальных конструкций.

Монолитные перекрытия из железобетона возводятся непосредственно на стройке и образуют единую горизонтальную плоскость. Форма монолитного перекрытия может быть любой, что снимает планировочные ограничения с

проекта дома, которые присутствуют, в случае устройства полностью сборных бетонных перекрытий. Процесс возведения монолитной плиты состоит из нескольких стадий - устройства опалубки, укладки арматурного каркаса, заливки цемента, демонтажа опалубки после набора прочности (рис.6.18). Толщина монолитного перекрытия определяется расчетом, минимальная толщина – 160 мм.



Рис.6.18. Монолитное железобетонное перекрытие.

К достоинствам монолитных перекрытий относят также их долговечность, высокую жесткость, возможность образования изделий необходимой формы, огнестойкость, использование местных материалов, экономию стали. К недостаткам – большой собственный вес, необходимость устройства лесов и опалубки, высокую трудоемкость возведения, которая не соответствует современным тенденциям в строительстве. Кроме того, монолитное строительство зависит от климатических и погодных условий. Так, изготовление железобетонных конструкций при температурах ниже $+5^{\circ}\text{C}$ сильно удорожает процесс, поскольку требует применения различных способов прогрева и (или) противоморозных добавок. Это обуславливает необходимость создания других типов конструкций перекрытий.

Например, инженер-строитель одной датской компании Йорген Брёнинг потратил очень много времени на то, чтобы решить проблему лишнего бетона в перекрытиях. В результате он просто изъясил среднюю бетонную часть монолитного перекрытия (раз она лишь утяжеляет конструкцию) и заменил её пластиковыми шарами, наполненными воздухом (рис.6.19).

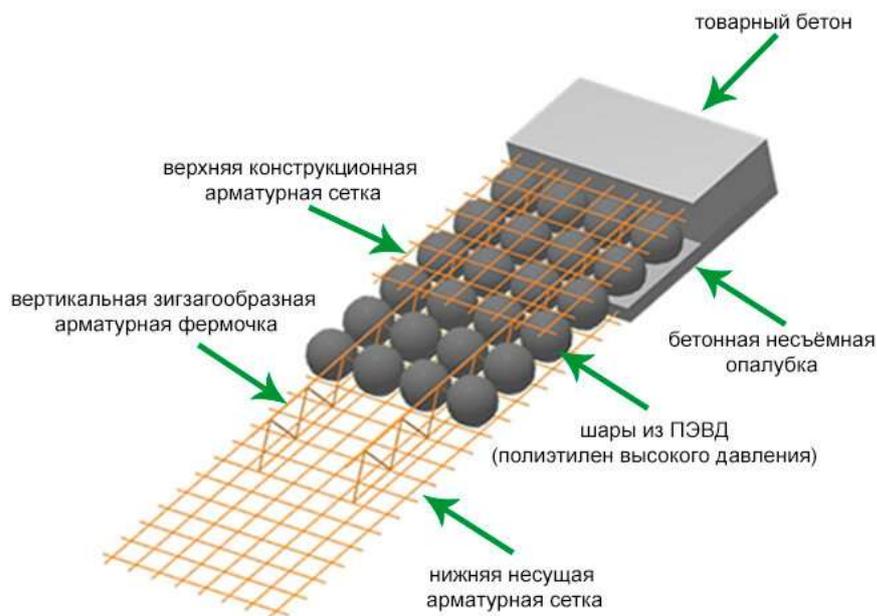


Рис.6.19. Перекрытие «BubbleDeck» Йоргена Брёнинга

В итоге у него получилась двухосная конструкция, воспринимающая нагрузки как вдоль, так и поперек перекрытия, и работающая как единый монолитный жесткий диск. В нейтральной зоне поперечного сечения на всем протяжении помещаются шарообразные пустоты, занимающие 32-36% от общего объема перекрытия. Их использование дало ощутимую экономию бетона и арматуры, снизило вес перекрытия и здания в целом.

«Сотовая» структура создала ребра арочной конструкции во всех направлениях перекрытия. Во время огневых испытаний, благодаря арочной структуре, перекрытие толщиной 230 мм показало время сохранения несущей способности и устойчивости до наступления предельного состояния в 120 минут.

Сформированный арматурный каркас с закреплёнными внутри шарами в заводских условиях вмоноличивается в бетонный слой толщиной 60-70 мм, который впоследствии служит несъёмной опалубкой. Таким образом изобретатель избавился от традиционной дорогостоящей фанерной опалубки.

В формировании каркаса здания участвуют лишь два сборных элемента: колонны и модули (элементы перекрытий). При этом шаг колонн может быть до 22 и более метров.

В 1990 году изобретатель запатентовал своё детище и стал активно внедрять по всему миру. Сегодня перекрытие «BubbleDeck» успешно применяют в 55 странах на разных континентах. С системой «BubbleDeck» (Bubble – *пузырёк воздуха*, Deck – *перекрытие*) уже построено около 200 млн. кв. метров перекрытий.

После того, как Йорген Брёнинг запатентовал изобретение, повсеместно стали появляться любители скопировать полученное изделие и заработать на нём. Выдумывали различные формы пустотообразователей: квадратные,

коробчатые, эллипсоидные, бутылочные и т.д. Но сравниться с конструкцией «BubbleDeck» они не смогли, так как Йорген Брёнинг перепробовал все формы, остановившись на шаре, как идеальном пустотообразователе, являющемся оптимальной формой с точки зрения прочности и исполнения.

Сборно-монолитные перекрытия (переходный вид перекрытий от монолитных к сборным) устраивают из керамических, бетонных камней, двухпустотных бетонных блоков, замоноличиваемых в бетон. Камни или блоки укладывают рядами по доскам опалубки. В зазор между рядами ставят арматуру и укладывают бетон, образуя железобетонные ребра. При реконструкции зданий или наличии только малых средств механизации пролеты до 4 м могут быть перекрыты сборно-монолитными перекрытиями.

Более легкими конструкциями перекрытий являются сборно-монолитные, как сочетающие в себе основные преимущества монолитных и сборных. Сборно-монолитные перекрытия состоят из легких балок, блоков заполнения (различного материала, формы и веса), а также из монолитного бетона, укладываемого на строительной площадке. Балки располагаются с частым шагом, а пространство между балок заполняется легкими бетонными блоками. Затем поверх всей конструкции устраивается верхний слой бетона (рис.6.20).

Сборно-монолитное перекрытие «ДАХ», разработанное в Беларуси. Главной особенностью перекрытия является возможность устройства из мелкоштучных элементов и монолитного бетона капитального железобетонного перекрытия любой конфигурации без грузоподъемных механизмов. Такие перекрытия могут выполняться без остановки технологических процессов на промышленных предприятиях, в стесненных условиях, внутри зданий и сооружений, а также при строительстве мансард при надстройке эксплуатируемых жилых зданий. Сборно-монолитные перекрытия «ДАХ» (рис.6.21) состоят из железобетонных балок, пустотелых блоков из конструкционно-теплоизоляционного бетона и монолитного бетона и делятся на три типа:

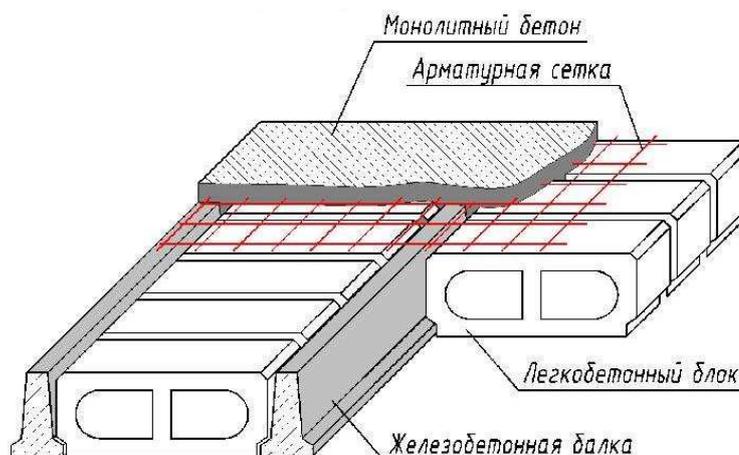


Рис.6.20. Конструкция сборно-монолитного перекрытия с железобетонными балками из мелкокоразмерных элементов.

- «ДАХ-1». Расстояние между осями балок 600 мм; общая высота перекрытия 220-240 мм; длина пролета 0,9-7,2м;
- «ДАХ-2» (рис.2). Расстояние между осями балок 450 мм; общая высота перекрытия 260-280 мм; длина пролета 0,9-8,4м;
- «ДАХ-3». Расстояние между осями балок 450 мм; общая высота перекрытия 340-360 мм; длина пролета 0,9-9,6м.

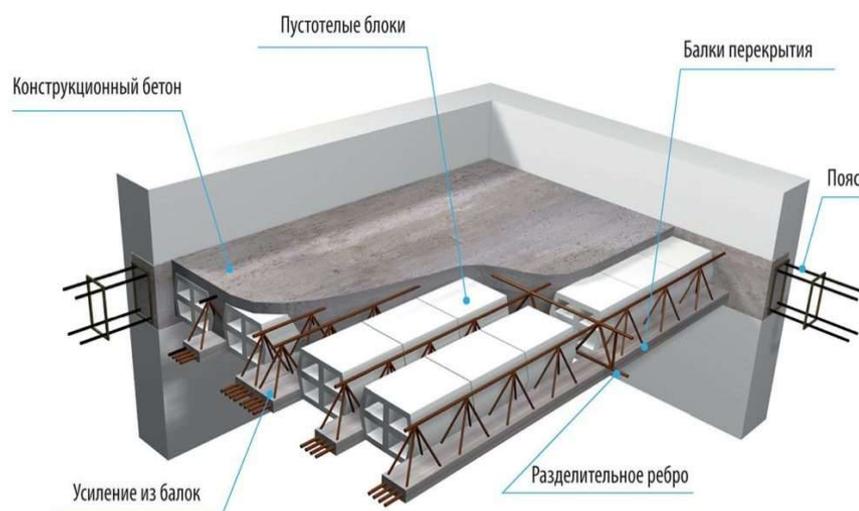


Рис.6.21. Сборно-монолитное перекрытие «ДАХ».

Устройство сборно-монолитного перекрытия включает в себя следующие последовательные операции: установка на монтажный горизонт балок и временных стоек опор, укладка между балками пустотелых блоков, укладка монолитного бетона.

Достаточно интересным является решение сборно-монолитного перекрытия (несъемная опалубка) с использованием клинообразных элементов, выполненных из прямоугольной несущей плиты и пирамидальной части с боковыми гранями, наклонными под углом 5–15°, имеющими на стыках разгрузочные канавки с криволинейной поверхностью (рис. 6.22). Перекрытие собирается из опалубочных элементов, устанавливаемых большим основанием вниз, арматурная сетка фиксируется с помощью предварительно заглубленных в элементы анкеров и наносится стяжка

Монолитные перекрытия по профнастилу, возведенные на основе технологии несъемной опалубки, получили широкое распространение в современном строительстве. Данный способ позволяет строить надежные и долговечные сооружения на облегченном фундаменте быстровозводимым способом. Для сооружения монолитных перекрытий по профлисту применяется исключительно несущий профнастил: Н57, 60, 75, 114. Поскольку только эти марки способны выдержать вес залитого бетона (рис.6.23).

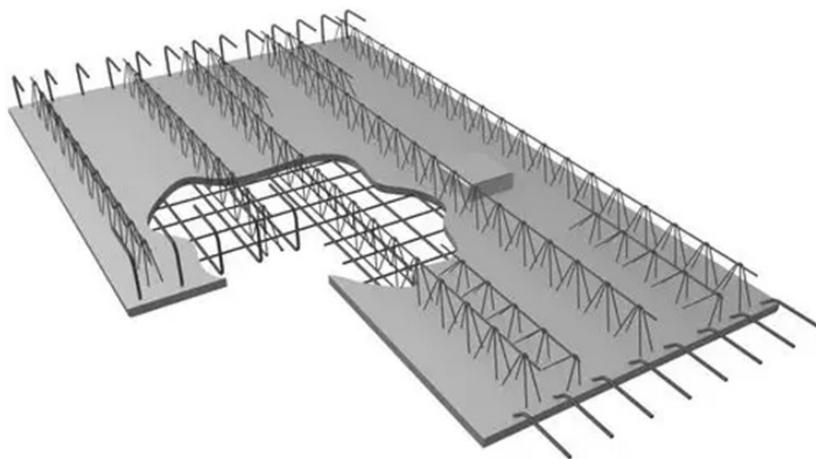


Рис. 6.22. Конструкция сборно-монолитного перекрытия с несъемными тонкостенными плитами: а — схема расположения элементов в плане; б — опалубочные элементы: 1 — надколонный опалубочный элемент; 2 — то же, пролетный; 3 — арматурный пространственный каркас; 4 — арматурные выпуски; 5 — элементы армирования; 6 — бетон замоноличивания; 7 — закладные детали

Наряду с обычными изгибами гофра листы снабжены небольшими канавками, которые придаю дополнительную жесткость материалу. Выбор высоты гофра зависит от требуемой несущей способности и определяется на этапе расчетов.

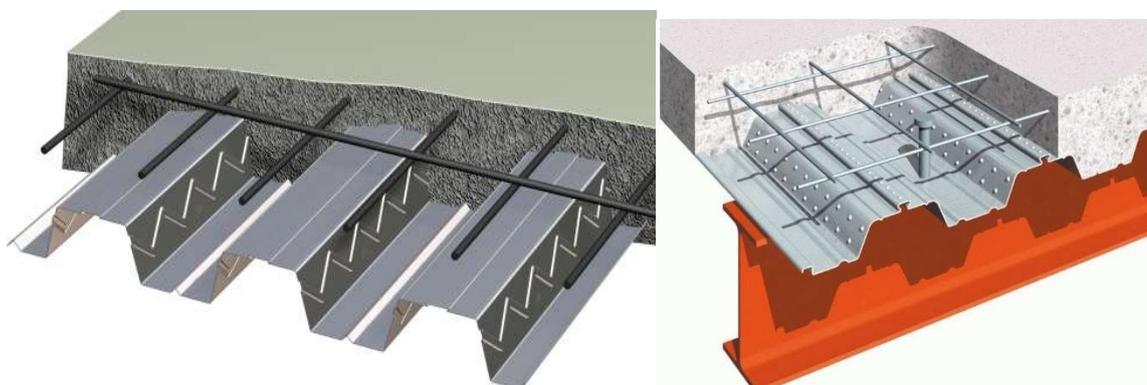


Рис.6.23. Монолитные перекрытия с несъемной опалубкой из профнастила

6.6. 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 назначения и характера помещений, где он устраивается.

К междуэтажным перекрытиям предъявляют жесткие требования по их звукоизоляционной способности. С точки зрения звукоизоляции различают акустически однородные и неоднородные перекрытия (рис. 6.24 – 6.25).

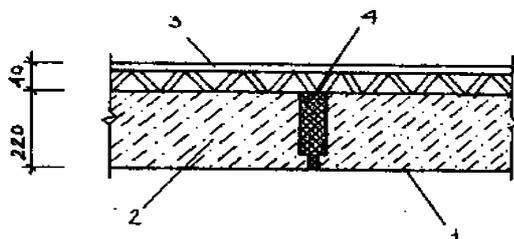


Рис. 6.24. Акустически однородное перекрытие:
1 – потолок; 2 – несущая плита; 3 – рулонный пол на упругой подоснове

Акустически однородные перекрытия состоят из одно- двух и трёхслойных настилов и панелей, с массой обеспечивающей погашение энергии воздушного шума до нормативного уровня. При этом масса несущей конструкции междуэтажного перекрытия в жилых домах должна быть не менее 400 кг/м^2 .

Покрывание (одежда) пола, состоящее из упруго-мягких материалов (линолеум на мягкой основе, ворсистый ковёр и т.п.), непосредственно приклеивается к несущей конструкции и обеспечивает погашение ударного шума.

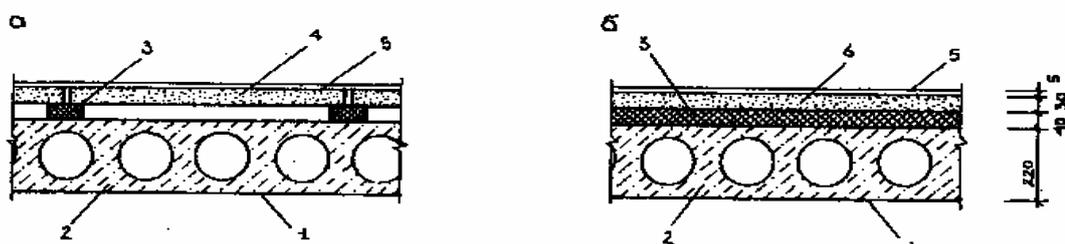


Рис. 6.25. Акустически неоднородные перекрытия:
а, б – тип «плавающего» пола на упругой прокладке; в – при подвесном потолке;
1 – потолок; 2 – несущая плита; 3 – упругая прокладка; 4 – плита пола; 5 – рулонный пол; 6 – стяжка; 7 – пол на упругой подоснове; 8 – подвесной потолок; 9 – подвеска потолка

Акустически неоднородные конструкции предусматривают устройство полов по несущей части перекрытия из нескольких слоев жёстких материалов, разделённых воздушными зазорами или упругими материалами.

Звукоизоляция таких перекрытий от воздушного и ударного шумов обеспечивается всем комплексом слоев конструкции.

Различают четыре основных типа акустически неоднородных конструкций междуэтажных перекрытий:

- со слоистым полом;
- с отдельным полом;

- с отдельным потолком;
- с отдельным полом и потолком.

Первые два типа акустически неоднородных перекрытий применяют в жилых зданиях. Перекрытия с отдельным потолком применяют в гражданских зданиях при необходимости проводки инженерных коммуникаций в пространстве между перекрытием и потолком. Такое решение не только позволяет скрыть систему разводки труб и кабелей, но и повышает индекс звукоизоляции до 60 дБ.

Перекрытия с отдельным полом и потолком устраивают в зданиях с высокими требованиями к звукоизоляции (студии звукозаписи и телевидения).

Конструкция слоистого пола представляет собой последовательный ряд слоев, уложенных на несущую конструкцию перекрытия:

- одежда пола;
- выравнивающий слой;
- звукоизоляционный слой.

При конструкции отдельного пола его покрытие устраивается на основе (сборной или монолитной), уложенной на сплошных или ленточных звукоизоляционных прокладках, обеспечивающих погашение ударного и воздушного шумов.

Особое внимание при любом конструктивном решении полов требуется уделить примыканию его слоев к стенам и перегородкам (рис. 6.26-6.27).

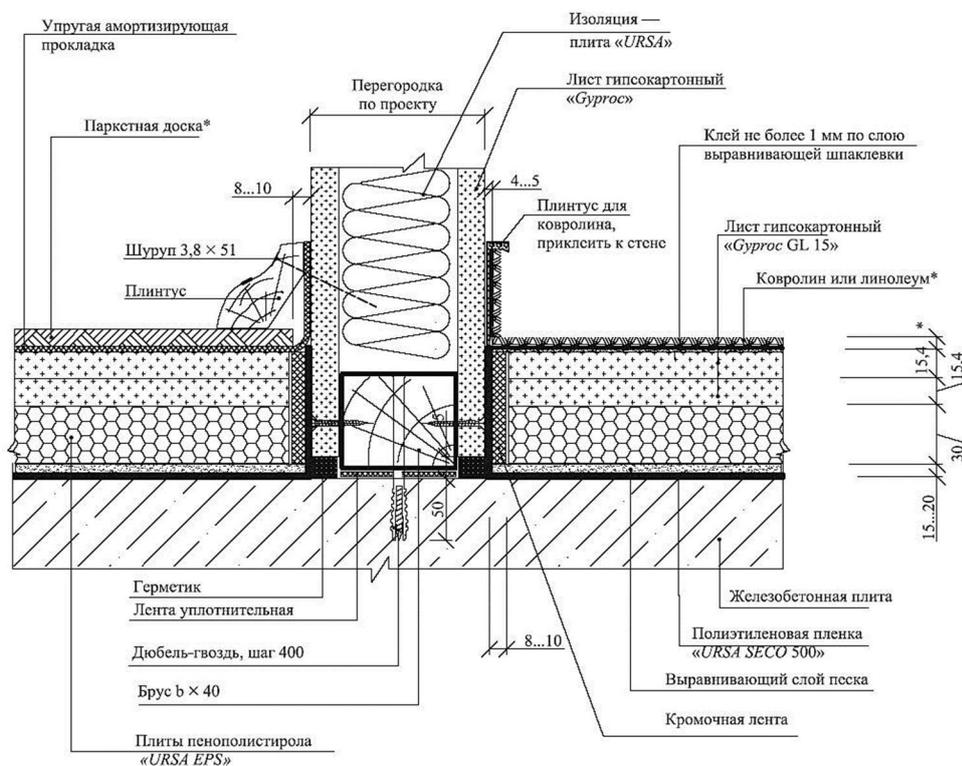


Рис.6.26. Узел примыкания пола к перегородке

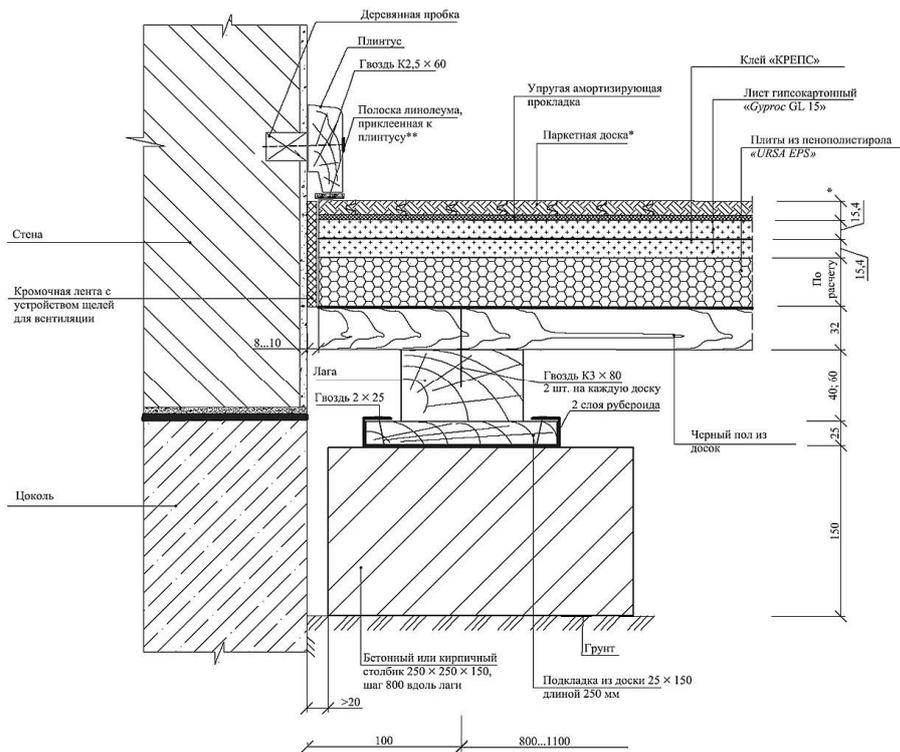


Рис.6.27. Узел примыкания пола к стене

К некоторым перекрытиям, исполняющим роль наружных ограждений (чердачные, над проездами, холодными помещениями и др.) предъявляются требования по их теплоизоляции. В этом случае в состав перекрытия входят теплоизоляционный и пароизоляционный слои (рис. 6.28). Пароизоляционный слой должен предшествовать теплоизоляционному на пути теплового потока.

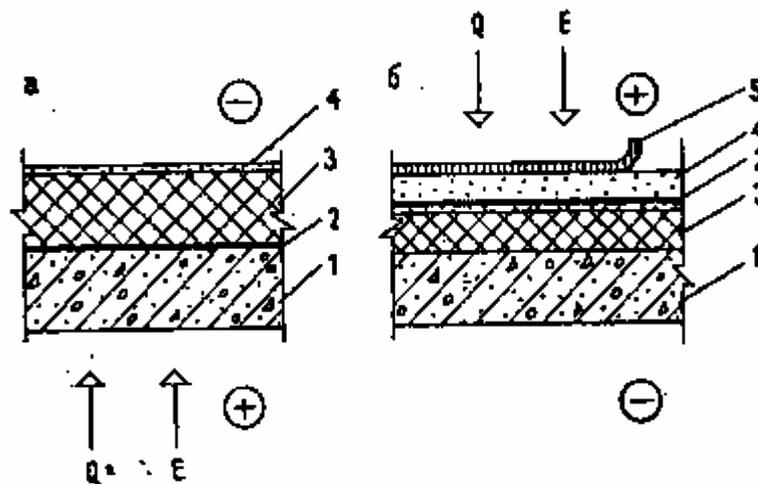


Рис. 6.28. Схемы утепления перекрытий:
 а – чердачного; б – цокольного; Q, E – потоки тепла (Q) и пара (E);
 1 – несущий элемент; 2 – пароизоляционный слой; 3 – утеплитель;
 4 – выравнивающая стяжка; 5 – покрытие пола

Перекрытия над подвалами, проездами и чердачные перекрытия отличаются от междуэтажных наличием слоя утеплителя и пароизоляции. Пароизоляция, защищающая утеплитель от возможной конденсации водяных паров, проникающих с теплым воздухом помещения в толщу перекрытия, выполняется наклейкой 1-2 слоев рулонного материала или промазкой горячим битумом. В перекрытиях над проездами пароизоляция укладывается над утеплителем, а в чердачных под утеплителем.

Полы устраивают по несущим элементам перекрытий или по грунту.

Полы на грунте выполняются в подвальных помещениях, в некоторых помещениях первых этажей в основном в зданиях общественного назначения (вестибюлях, спортивных залах, в помещениях культурно-бытового назначения и др.), а также возможны к применению в первых этажах малоэтажных жилых домов (рис.6.29-6.30).

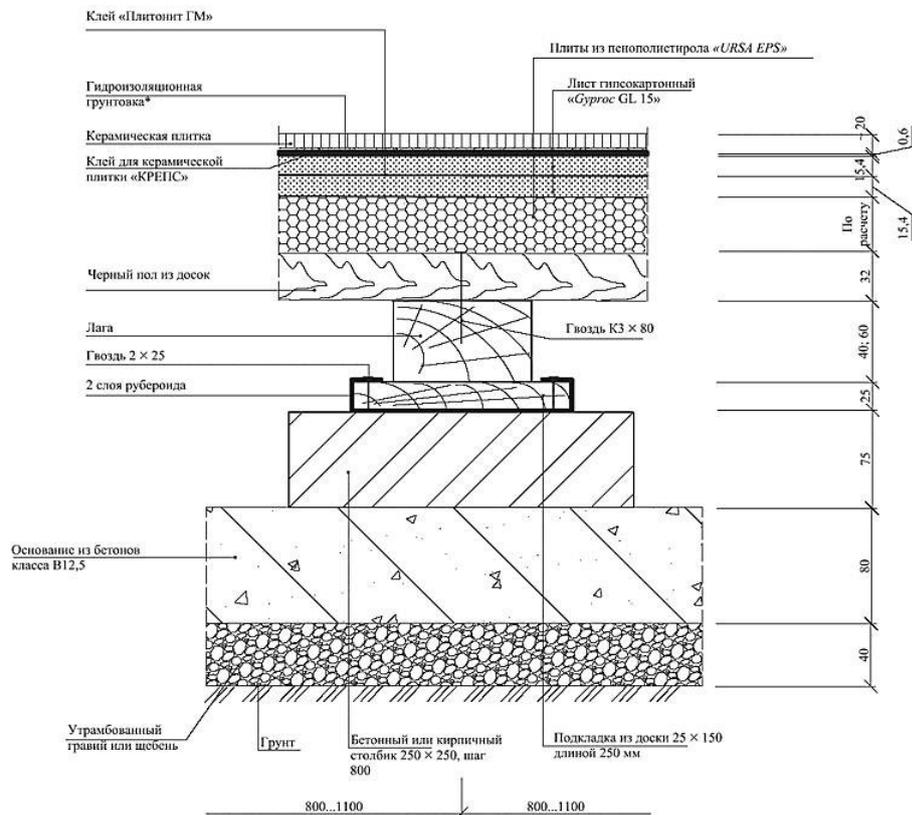


Рис.6.29. Конструкция пола первого этажа по грунту из керамической плитки.

Для покрытий полов гражданских зданий применяют различные изделия из древесины, рулонных и плитных синтетических материалов, керамические и из натурального камня плитки.

Основанием полов служит ровная жёсткая поверхность, выполняемая из наливных материалов (бетон, цемент и др.) или сборных плит (древесноволокнистых, гипсобетонных и др.).

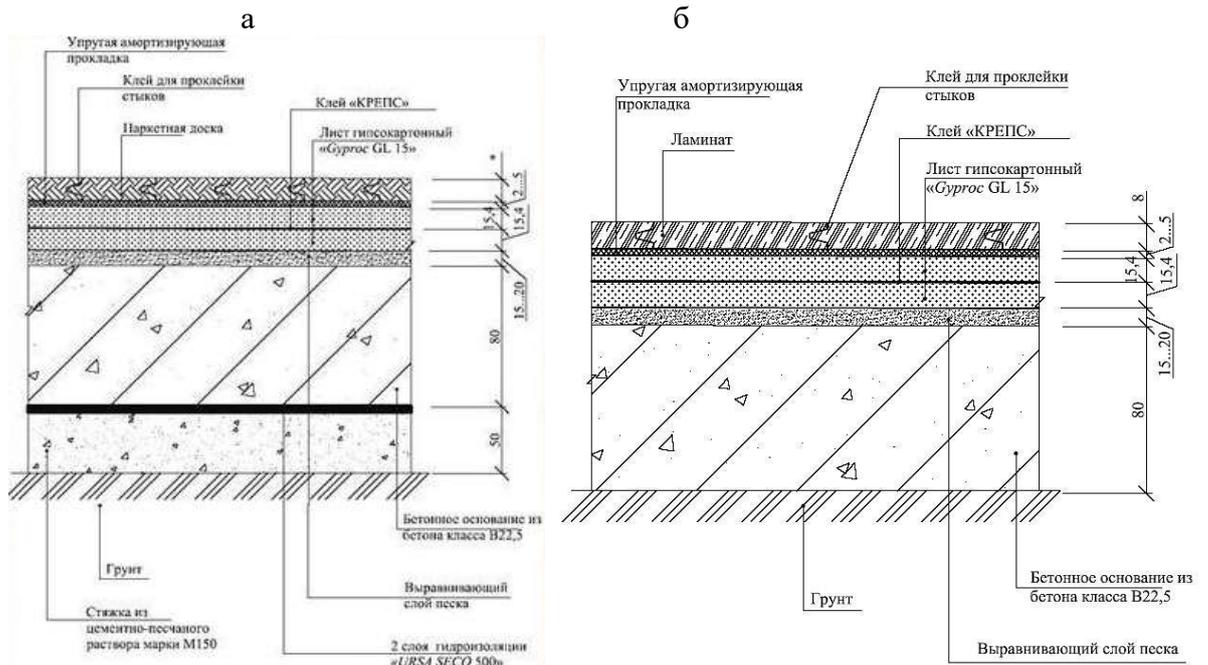


Рис.6.30. Конструкция пола первого этажа по грунту из паркета (а) и ламината (б).

Полы по железобетонному междуэтажному перекрытию представлены на рис.6.31.

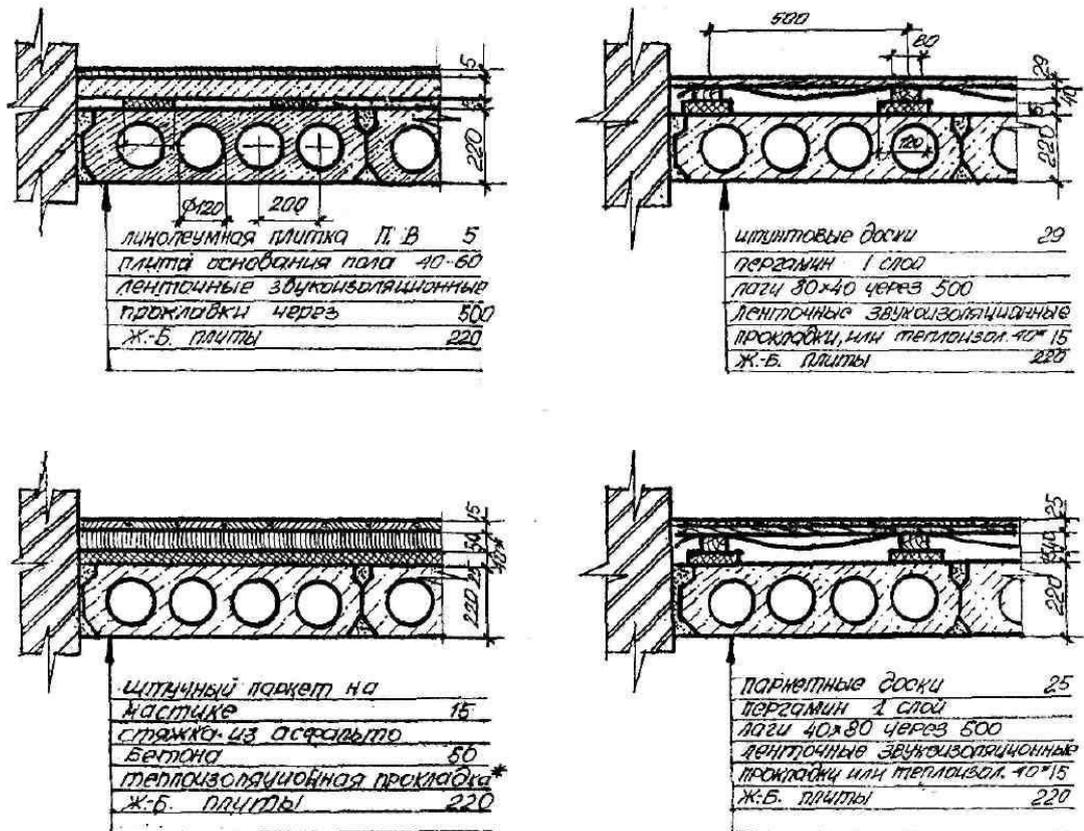


Рис.6.31. Полы по железобетонному междуэтажному перекрытию.

В перекрытиях санузлов между водонепроницаемой одеждой пола и его основанием укладывают гидроизоляцию из двух слоев рубероида на битумной мастике и отгибом изоляции на 50 – 100 мм на стены и перегородки (рис.6.32).



Рис.6.32. Устройство пола в санузле

Покрытие пола должно быть прочным, долговечным, гигиеничным.

Покрытие пола по виду материалов и способу выполнения делят на:

- монолитные;
- сплошные;
- штучные.

Под покрытием обычно находится прослойка, склеивающаяся одежду пола со стяжкой.

Полы монолитные (бесшовные): цементные, террасевые, асфальтовые, ксилолитовые и мастичные.

Цементные полы постилают из цементного раствора состава 1:1—1:3 слоем 20 мм по бетонному основанию. Они имеют небольшое сопротивление истиранию, пылят, недекоративны, в них образуются усадочные трещины. Поэтому применяют их только в нежилых помещениях.

Террасевые полы делают двухслойными. Нижний слой толщиной не менее 15 мм выполняют из цементного раствора состава 1:4 и укладывают по бетонному основанию, верхний слой толщиной 15—20 мм из цементного раствора с мраморной крошкой состава 1:2. Террасевые полы после их затвердения шлифуют машинами с вращающимися кругами из твердого камня до образования гладкой поверхности. Основным преимуществом этих полов по сравнению с цементными является их декоративность.

Асфальтовые полы в гражданских зданиях выполняют из литого асфальта, представляющего собой смесь асфальтовой мастики и нефтяного битума с минеральными наполнителями (песок, гравий), смесь готовят в варочных котлах. Асфальтовый пол устраивают в один или два слоя. Толщина

однослойного пола 15—20 мм, двухслойного 35 мм (верхний слой 15 мм и нижний 20 мм). Асфальтовые полы настилают в подвалах, иногда на площадках второстепенных лестниц.

Ксилолитовые полы делают из смеси каустического магнезита, водного раствора хлористого магния и мелких древесных опилок. Эти полы укладывают обычно в 2 слоя общей толщиной 20 мм. Нижний слой пористого состава (1:4) имеет толщину 10—12 мм, верхний более плотного состава (1:2) — толщину 8—10 мм. В верхний слой для придания ему большей плотности, эластичности и лучшего сопротивления истиранию добавляют каменную муку и тальк, а также минеральный краситель для придания того или иного цвета.

Лучшим основанием под ксилолитовые полы являются бетонное или железобетонное; в деревянных перекрытиях устраивают деревянное основание в виде прочного, жесткого и хорошо просушенного настила из нестроганных досок. Ксилолитовые полы настилают иногда в кухнях, коридорах и других сухих нежилых помещениях.

Мастичные или наливные полы являются новым типом монолитных полов из синтетических материалов. В качестве вяжущего для мастичных полов применяют поливинилацетатную эмульсию, в качестве заполнителя — мелкий и молотый песок. Толщина мастичного покрытия 2—3 мм. Основанием ему может служить шлакобетонная, цементная или ксилолитовая стяжка, а также древесноволокнистые или древесностружечные плиты. Полы эти высокопрочны и эластичны, они дешевле полов из линолеума в 2 раза.

Полы из штучных материалов.

Плиточные полы. Из таких полов наиболее распространены полы из керамических плиток толщиной 10 и 13 мм, квадратной, шестиугольной или восьмиугольной формы. Керамические плитки укладывают по бетонному основанию на выровненный слой цементного раствора состава 1:3 толщиной 10—15 мм.

Весьма экономичны по стоимости лицевого материала полы из ковровой мозаики, состоящие из мелких керамических плиток толщиной 6—8 мм, размерами 23x23 и 28x28 мм. Такие плитки на заводе подбирают по рисунку и лицевой стороной наклеивают с зазором 1—2 мм на листы плотной бумаги (карты) размерами от 300x500 до 500x800 мм.

При настилке пола карты укладывают бумагой кверху на хорошо выровненный и затвердевший подстилающий слой. Затем бумагу смывают горячей водой, а швы между плитками заполняют жидким цементным раствором.

Полы из керамических плиток применяют в санитарных узлах, вестибюлях, на лестничных площадках.

Новым типом являются полы из плиток на основе ***различных полимеров***. В настоящее время наиболее широко применяют полихлорвиниловые плитки, плитки из фенолита и отходов резины.

Эти плитки укладывают по бетонному, асфальтовому или ксилолитовому основанию или по основанию из древесностружечных или

древесноволокнистых плит и приклеивают специальными мастиками. Полы из таких плиток отличаются красивым видом, малой истираемостью и химической стойкостью. Недостаток их — отслаивание кромок при нетщательной укладке (по неровному слою мастики).

Дощатые полы по конструкции подразделяются на однослойные и двухслойные. Однослойные полы в жилых домах настилают из строганных шпунтованных досок толщиной 29 мм, прибиваемых к лагам из досок толщиной 40 мм. Лаги опирают на балки или ребра перекрытий, а при устройстве полов первого этажа по грунту — на кирпичные столбики сечением 250x250 мм и высотой в 2 ряда кирпичей, расположенных один от другого на расстоянии 800—1000 мм.

Двухслойные дощатые полы состоят из черного пола в виде диагонального нестроганого дощатого настила толщиной 25 мм и чистого пола из строганных шпунтованных досок толщиной 29 мм.

Паркетные полы устраивают из небольших прямоугольных дощечек (клепок), изготавливаемых на заводах. Паркетные полы настилают по бетонному или дощатому (из досок толщиной 25 мм) основанию. Для устранения скрипа паркетных полов при ходьбе и лучшей звукоизоляции между паркетом и деревянным основанием рекомендуется прокладывать тонкий картон или 2 слоя толстой бумаги.

Изготавливают четыре вида паркетной клепки. Для полов, настилаемых по деревянному основанию, применяют клепку с пазом и гребнем — шпунтованную, или клепку, имеющую на всех четырех краях пазы, в которые вставляют топкие рейки для соединения клепок между собой. Клепки прибивают к дощатому основанию гвоздями, забиваемыми наклонно в кромку клепок.

Для полов, настилаемых по горячему асфальту, уложенному слоем 20 мм по бетонному основанию, обычно применяют клепку с фальцем. Для наклейки паркета на битумной мастике по бетонному или деревянному основанию применяют клепку с косой кромкой.

Клепка с косой кромкой, изготавливаемая из твердых пород, имеет толщину 12 мм, из мягких — 17 мм. Все остальные типы клепок, если их изготавливают из твердых пород, имеют толщину 17 мм, из мягких — 20 мм. Клепка с пазом и гребнем из мягких пород не изготавливается. Длина клепки $t=150—500$ мм с градацией через 50 мм, ширина $b=35—90$ мм с градацией через 5 мм.

В зависимости от взаимного расположения клепки можно получить паркетный пол различного рисунка. Больше распространен рисунок паркетного пола «в елку».

Основным видом паркетного покрытия являются паркетные доски с пазом и гребнем, каждая из которых заменяет от 40 до 150 планок штучного паркета, и щиты наборного (мозаичного) паркета, заменяющие от 16 до 24 планок.

Паркетная доска состоит из нижнего реечного основания и верхнего

лицевого покрытия из паркетных планок. Рейки основания при ширине их свыше 30 мм должны иметь продольные пропилы для предохранения их от коробления и растрескивания.

Наборный паркет состоит из клепок с прямыми кромками, наклеенных лицевой стороной на бумагу, снимаемую вместе с клеем после настилки паркета на основание.

Паркетные клепки наклеивают на реечное основание при помощи водостойких синтетических клеев типа фенолформальдегидных (марки КБ-3 и СП-2), меламиновых (марки ММФ), резорциновых (марки ФР-12) и др.

Ламинированное напольное покрытие строительный материал, выполненный из древесноволокнистых плит (ДВП) сухого способа производства или моноструктурных, облицованных плёнками на основе терморезистивных полимеров. В производстве ламинированного напольного покрытия используются ДВП средней и высокой плотности. Верхним слоем является защитно-декоративная износостойчивая плёнка (ламинат).

Различают четыре основных класса ламинированного напольного покрытия (по EN13329):

- Класс 31 (АС3) - для жилых помещений;
- Класс 32 (АС4) — для жилых помещений с повышенной и для общественных зданий с низкой нагрузкой;
- Класс 33 (АС5-АС6) — для общественных зданий с большой нагрузкой;
- Класс 34 — для специального использования (промышленных зданий, спортивных сооружений) — более прочный, чем 33.

Полы из рулонных материалов.

К рулонным синтетическим материалам для полов относятся следующие их виды: поливинилхлоридный линолеум (на тканевой основе и безосновный, однослойный и многослойный); полиэфирный (глифталевый) линолеум (на тканевой основе); коллоксилиновый (безосновный); резиновый линолеум — релин (двухслойный материал); рулонные материалы на пористой или войлочной основе.

Полы из линолеума эластичны, бесшумны, малотеплопроводны, хорошо сопротивляются истиранию, имеют мало швов, легко моются и очищаются от пыли и грязи. Применение этих полов в строительстве значительно сокращает трудоемкость и стоимость работ по устройству полов.

Качество и долговечность полов из линолеума в значительной степени зависят от качества оснований, на которые линолеум настилают. Основаниями для него могут служить дощатый настил, стяжки цементные или другие и подстилающий слой из твердых древесноволокнистых или древесностружечных плит. Линолеум приклеивают к основанию специальным клеем (на основе синтетических и природных смол и каучуков, казеина или битума).

Основания под линолеум должны быть сухими, ровными и незыбкими, иначе линолеум отслаивается по кромкам или в середине (местные вздутия).

Перспективным видом синтетического коврового материала является тепло-звуко-изоляционный линолеум на мягкой пористой основе, который при укладке его непосредственно на железобетонное основание обеспечивает нормативные показатели по теплоусвоению (коэффициент теплоусвоения не более 5 ккал/м²·ч·град), по звукоизоляции от ударного шума и другие физико-механические, гигиенические и декоративные качества.

При устройстве полов из других видов линолеума (не имеющих пористой основы) конструктивное решение пола отличается большой сложностью и весьма трудоемко. Так, при устройстве пола по перекрытию из железобетонных сплошных панелей конструкция пола состоит из следующих слоев (считая сверху): линолеума, полутвердой древесноволокнистой плиты толщиной 5 мм, цементной стяжки толщиной 30 мм, слоя пергамина, слоя мягких древесноволокнистых плит толщиной 25 мм.

По однотипности применения покрытий полов помещения гражданских зданий подразделяют на следующие группы:

- I – жилые комнаты в квартирах, общежитиях, интернатах, гостиницах, санаториях, домах отдыха и др.;
- II – палаты и медицинские помещения в учреждениях здравоохранения, санаториях, домах отдыха, детские помещения и коридоры в детских яслях-садах;
- III – служебные помещения административных, проектных и научных организаций, аудитории, классы, лаборатории и другие помещения учебных заведений, залы спортивные, актовые, зрительные читальные и др.;
- IV – коридоры гражданских зданий всех видов и фойе зрелищных зданий, удаленные от входных дверей более чем на 20 м;
- V – кухни жилых зданий;
- VI – детские туалетные в детских яслях-садах и больницах;
- VII – торговые залы магазинов и предприятий общественного питания на первом этаже, удаленные от входных дверей более чем на 20 м, а также залы, расположенные на вышележащих этажах;
- VIII – коридоры гражданских зданий, а также фойе зрелищных зданий и торговые залы, расположенные на расстоянии менее 20 м от входных дверей, вестибюли, уборные, душевые, ванны, умывальные всех видов зданий.

7. ЛЕСТНИЦЫ

7.1. Общие сведения о лестницах

Лестницы являются вертикальными элементами коммуникаций в зданиях.

Лестницы проектируют с соблюдением строительных норм и правил по обеспечению их надлежащей прочности и устойчивости, а также выполнению специальных мероприятий по защите коммуникационных помещений от задымления, размещению противопожарного водоснабжения, противопожарной автоматики. Эти требования особенно возрастают с повышением этажности здания, а также в зданиях с большим количеством людей.

Лестницы предназначены для обеспечения вертикальной связи между помещениями, находящимися на разных уровнях, и используются в качестве аварийных путей эвакуации.

По функциональным признакам лестницы тесно связаны с другими коммуникационными помещениями – коридорами, галереями-холлами, вестибюлями и др. Выполняя роль связующего элемента между помещениями, они одновременно осуществляют важную функцию эвакуации людей из здания.

При проектировании зданий предусматривается в аварийных ситуациях возможность безопасной эвакуации всех находящихся в помещении людей через эвакуационные выходы в течение регламентируемого нормативами времени.

По назначению лестницы гражданских зданий подразделяют на следующие виды: основные или главные, для общего пользования, вспомогательные – чердачные, подвальные, запасные, служебные, пожарные, аварийные и входные (рис.7.1. – 7.2.).



Рис.7.1. Главная лестница

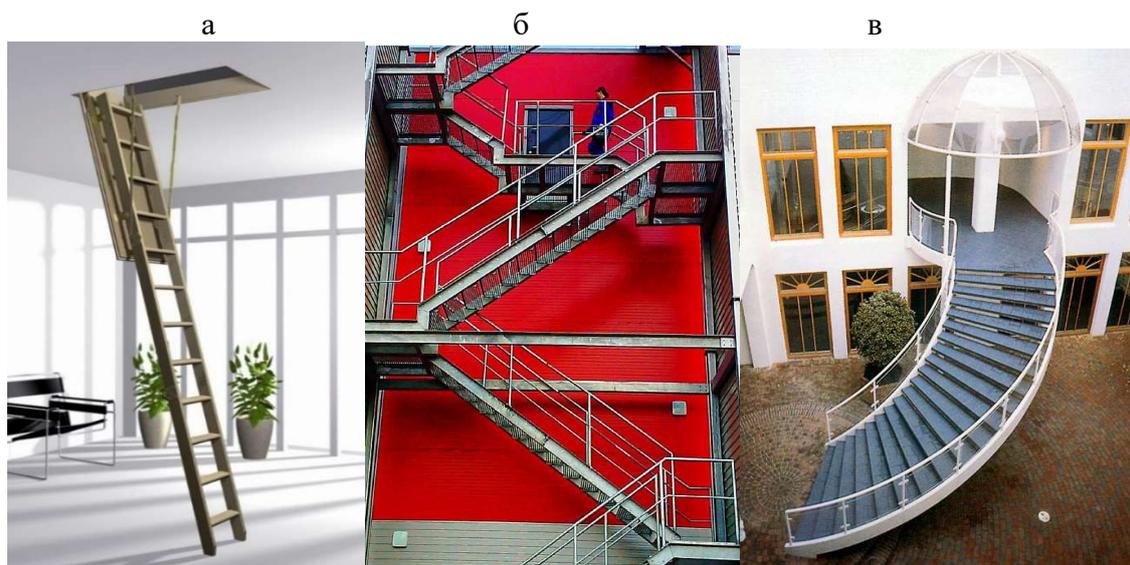


Рис.7.2. Лестницы вспомогательные: а – чердачная; б -пожарная; в – входная.

По расположению в здании лестницы различают: внутренние закрытые – в лестничных клетках; внутренние открытые – в парадных вестибюлях, холлах; внутриквартирные, служащие для связи жилых помещений в пределах одной квартиры при расположении в двух-трех уровнях; наружные.

Каждая лестница состоит из наклонных маршей и горизонтальных лестничных площадок – этажных и промежуточных.

Лестничные марши представляют собой ряд ступеней, опирающихся на наклонные ребра или плиты. Конструкция маршей может быть ребристой или плитной.

По типам и видам лестницы подразделяют на прямолинейные, простые и сложные (рис. 7.3).

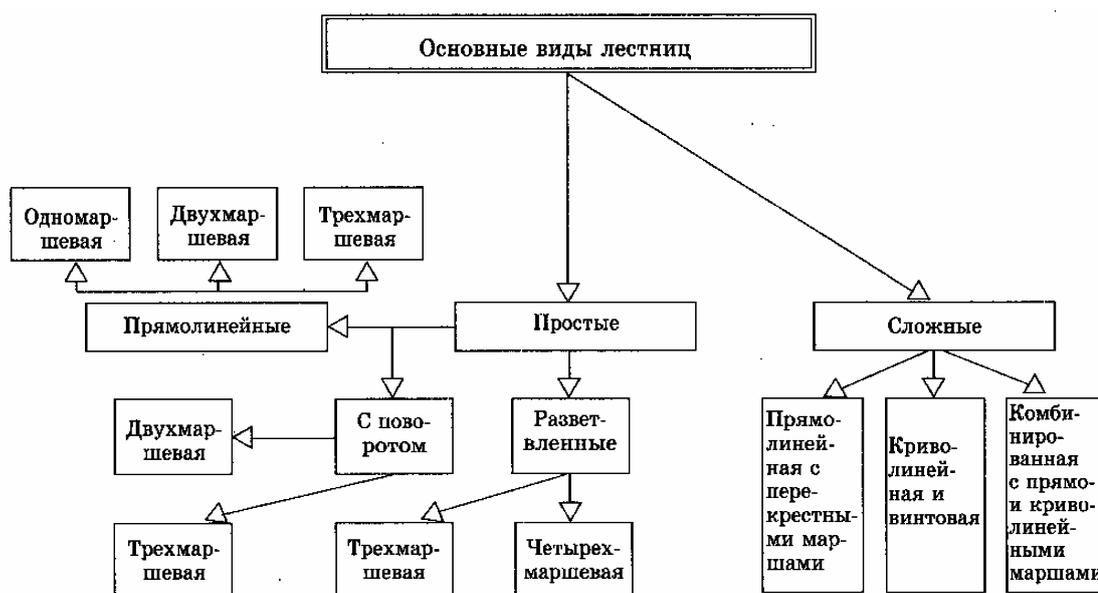


Рис. 7.3. Классификация лестниц по типам и видам

По материалам лестницы различают: деревянные, бетонные, железобетонные, из натуральных камней и металлические.

По способам изготовления различают сборные и монолитные лестницы.

По количеству маршей в пределах этажа лестницы подразделяются (рис. 7.4.) на одномаршевые, двухмаршевые по одной оси, двухмаршевые с сомкнутыми маршами, трехмаршевые, четырехмаршевые, винтовые.

В зависимости от общей конструктивной структуры здания может быть несколько вариантов сборных лестниц: из мелкогабаритных элементов в виде отдельных ступеней, косоуров, подкосоурных балок и плит; из крупногабаритных элементов – лестничных маршей и лестничных площадок.

В зависимости от конструктивной системы здания используются следующие крупногабаритные элементы в бескаркасных сборных зданиях: сборные лестничные марши и лестничные площадки, в каркасных – лестничные марши с полуплощадками, опирающимися на продольные ригели, в объемно-блочных зданиях – лестничные марши и площадки, собираемые из отдельных элементов в объемный блок лестничной клетки.

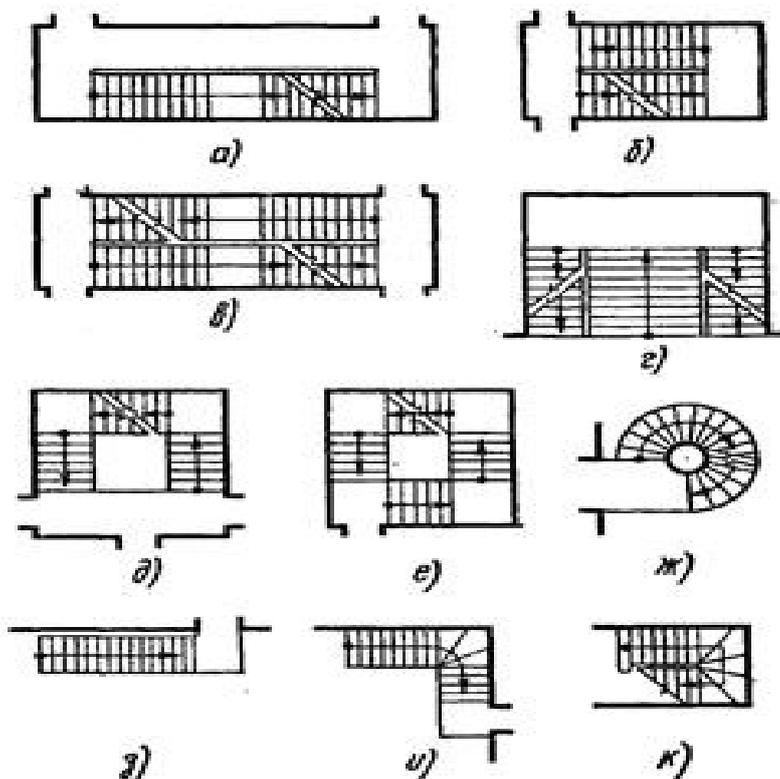


Рисунок 7.4. Виды лестниц: а, б – двухмаршевая; в – то же, с перекрещивающимися маршами; г – то же, с парадным средним маршем; д – трехмаршевая; е – четырех-маршевая; ж – винтовая; з – одномаршевая внутриквартирная; и, к – внутриквартирная с забежными ступенями

План трехмаршевой лестницы дан на рис.7.5, а разрез и поэтажные двухмаршевой лестницы - на рис.7.6.

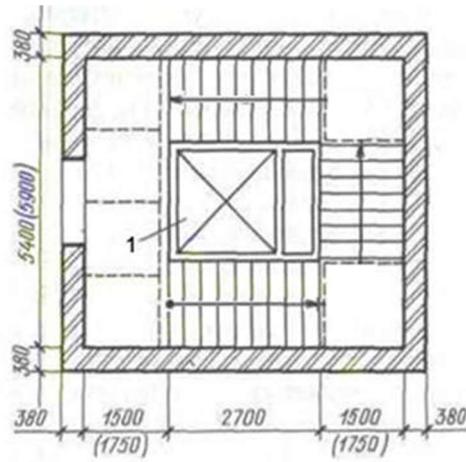


Рис. 7.5. Трёхмаршевая лестница (план): 1 – лифт

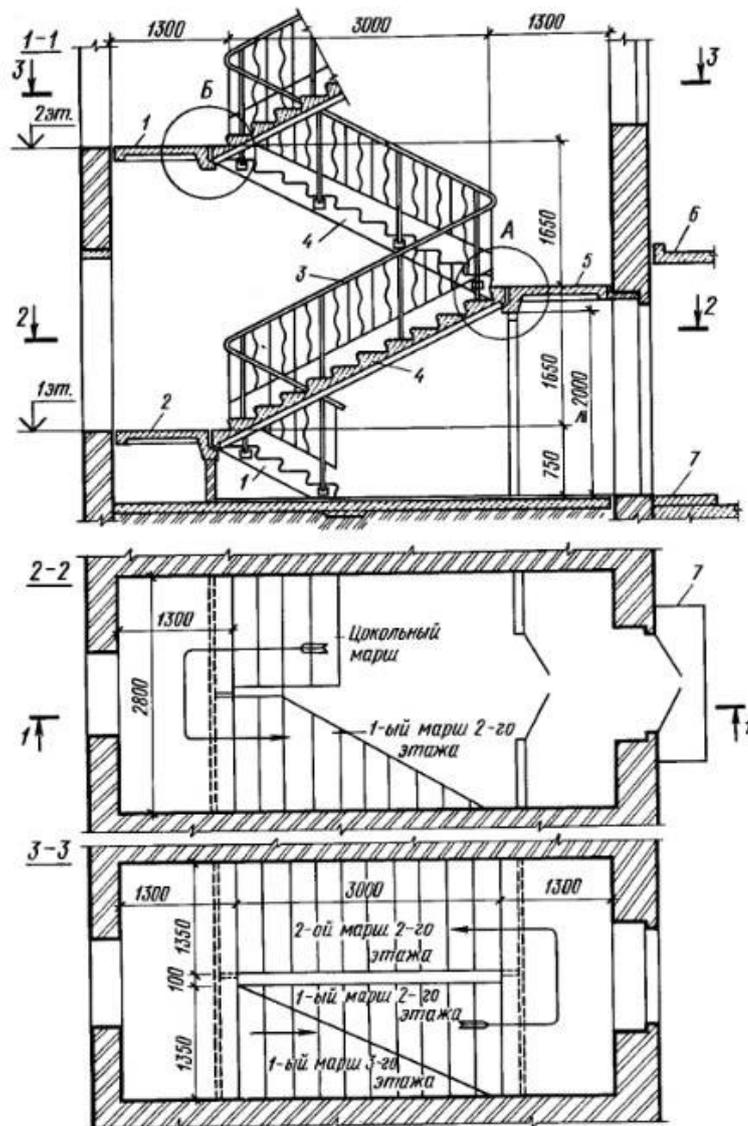


Рис. 7.6. Двухмаршевая лестница (разрез и поэтажные планы): 1 - цокольный марш, 2 - этажные площадки, 3 – ограждение, 4 – лестничный марш, 5 - междуэтажная площадка, 6 – входной козырёк, 7 - входная площадка.

Основные требования, предъявляемые к лестницам:

- обеспечение не утомляемости подъема. Обеспечивается размерами ступеней, удобными для постановки ноги – $2h + b = 600 - 650$ (мм), где h – высота подступенка (высота ступени), b – ширина проступи (ширина ступени, рис.7.7). У ступеней вертикальную грань называют подступенком, а горизонтальную – проступью.

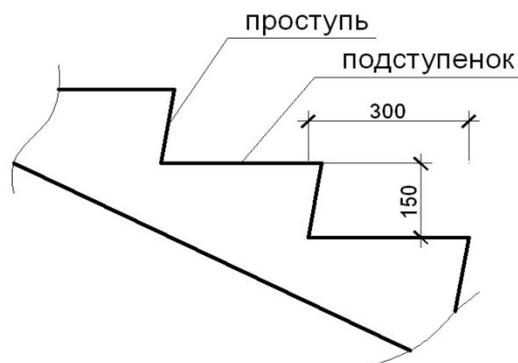


Рис.7.7. Стандартные размеры лестницы

- высоту подступенка принимают 140 – 170 мм (стандартная – 150 мм), но не более 180 мм и не менее 135 мм. Ширину проступи принимают равной 280 – 300 мм (стандартная – 300 мм), но не менее 250 мм;

- безопасность эвакуации. Обеспечивается пропускной способностью лестницы, зависящей от ее ширины и уклона. Минимальная ширина лестничного марша межквартирных лестниц – 1050 мм при уклоне от 1:1,5 до 1:1,75, внутриквартирных – 900 мм при уклоне от 1:1,25 до 1:1. Число подъемов в одном марше не менее 3-х и не более 18;

- надежность пожарной безопасности. Зависит от типа лестниц: закрытая несгораемой конструкции, закрытая с разделением лестничной клетки посередине ее высоты несгораемой перегородкой на противодымные отсеки с подпором воздуха, несгораемая лестница с воздушной защитой (поэтажными входами в лестничную клетку через наружную зону по балконам или лоджиям). Между маршем и лестницей оставляется зазор не менее 50 мм для пропуска пожарного шланга;

- прочность, жесткость. Проверяется расчетом.

Основными элементами лестницы являются: косоуры, тетива, подкосоурные балки, лестничные марши и площадки, ступени и ограждения с поручнями.

Косоуры – наклонные элементы, располагаемые под ступенями. Бывают в виде балок: металлических, железобетонных или толстых деревянных досок, опирающихся на подкосоурные балки.

Тетива – ступени располагаются между косоурами.

Подкосоурные элементы – в виде балок горизонтальной конструкции, опирающихся на стены.

Марши – конструкция, состоящая из ряда ступеней, поддерживающих их косоуров или тетив, ограждения с поручнем. Марши служат для перехода конструкции к лестничной площадке.

Лестничные площадки – устраивают на уровне каждого этажа (этажные) или между этажами (промежуточные).

Бывает *фризовое и безфризовое* сопряжение площадок и маршей.

Безфризовое – уровень площадки и уровень первой ступени марша не совпадают (характерно для площадок плитной конструкции).

Фризовое – уровень площадки и уровень первой ступени марша совпадают (площадки ребристой конструкции).

7.2. Лестницы из мелкогабаритных элементов

7.2.1. Стекланные лестницы.

При кажущейся хрупкости и воздушности стекланные самонесущие ограждения из стекла для стекланных лестниц, невероятно прочные. Равно как и сами лестницы из этого материала. У такой конструкции есть всего один недостаток, впрочем, никак не затрагивающий интересы заказчика: они сложны в исполнении и в монтаже. Впрочем, результат сложной работы превосходит все ожидания – подобные конструкции смотрятся поистине великолепно и роскошно. Причем, не только в жилых домах, но и в торговых центрах, в офисных помещениях. Они выдерживают огромный поток посетителей, потому что в реальности намного прочнее, чем кажутся. Поэтому если даже вы решили сделать простые стекланные ограждения лестниц, то это очень рациональное решение. Это функциональные, прочные конструкции, которые не подвержены старению (в отличие от того же дерева), а смотрятся они поистине волшебнo. Стекланные лестницы можно отнести к классу люкс, поэтому обычно они довольно дорогостоящи. Особенно элитно смотрятся конструкции, которые выполнены из стекла полностью.

Можно выделить несколько наиболее привлекающих потребителей плюсов:

- стекланные изделия способны делать темные помещения более светлыми. Такой вариант хорошо подходит для недостаточно освещенных комнат;
- такие лестницы могут зрительно сделать комнату больше (благодаря поверхностям, отражающим свет);
- помещения с подобными конструкциями не выглядят загроможденными, что особенно важно для небольших квартир, где необходимо экономить пространство. Такие лестницы в этом плане значительно лучше металлических и деревянных изделий, которые всегда выглядят более тяжелыми, громоздкими (даже если на самом деле являются довольно изящными).

Для создания лестниц из стекла производители применяют моллированное, закаленное стекло, триплекс.

- моллированное стекло (его еще называют гнутым). Таким изделиям

можно придавать самые разные формы, что вдохновляет многих дизайнеров. Моллированные стекла подвергают термической обработке, благодаря чему они становятся максимально крепкими (рис.7.8).

- закаленные изделия также подвергают воздействию высоких температур, чтобы придать им прочность.



Рис.7.8. Моллированное стекло в ограждении стеклянной лестницы.

- триплекс – стекло, являющееся многослойным. Именно поэтому триплекс тоже очень крепкий материал. Он является безопасным, термостойким. Для соединения слоев используется специальная пленка или полимер. Триплекс очень часто применяется для создания стеклянных ступенек. Триплекс – многослойное закаленное стекло высокой прочности. Этот материал еще называют архитектурным стеклом. Склеивка слоев осуществляется посредством пленки или клея на основе жидких полимеров. Если речь идет о ступенях для лестницы из стекла, то здесь обычно присутствует 3-4 слоя (в зависимости от их размера). Великолепно выглядят конструкции из нержавеющей стали и стекла, для которых используется цветной триплекс. Различные цветовые решения можно получить, используя пленку разных оттенков при склеивании слоев или добавляя красители в клей.

Соответственно дизайнерской задумке стекло может быть тонированным, матированным, прозрачным, а также иметь декоративный узор (рисунок).

Края таких стекол шлифуют, на подобных изделиях не бывает зазоров. Для создания ступеней можно использовать три или два слоя такого материала. Производители предлагают изделия разной толщины.

Создавая листы из стекла, изготовители учитывают, что верхний слой изделий будет очень сильно нагружаться. По этой причине они наносят на поверхность специальный слой, обеспечивающий дополнительную защиту материалов.

Ступеньки должны создаваться из особенно прочного стекла.

Специальное вещество, соединяющее слои, не дает отколовшимся частям разлетаться даже после сильных повреждений. Однако разбить стекло для ступеней весьма непросто, для этого придется приложить значительные усилия. Стеклянные лестничные конструкции хорошо подходят для помещений, где часто ходят люди. Можно делать ступеньки какого угодно размера, но один из лучших вариантов – около метра.

Некоторые приклеивают к стеклянным ступеням специальные накладки, делающие поверхность не такой скользкой. Они обеспечивают безопасность, устойчивость. Такие изделия еще и визуально выделяют края ступеней. В некоторых случаях накладки монтируются прямо в ступеньки.

Ограждения играют очень важную роль, ведь они обеспечивают безопасность во время передвижения людей по лестнице. Такие элементы необходимы в домах, где живут пожилые люди, маленькие дети. Перила не делают лестницу более тяжелой (особенно «воздушно» смотрятся цельностеклянные ограждения, рис.7.9). Ее не делают менее изящной даже элементы из металла или дерева. Стеклянные ограждения создаются из очень прочных материалов, как и ступеньки. При изготовлении таких элементов может использоваться оргстекло (например, акриловое). За ограждениями не приходится постоянно ухаживать, их довольно легко менять.



Рис.7.9. Стекло в ограждении стеклянной лестницы.

Самонесущие стеклянные перила или ограждения из стекла могут быть на круглых точечных креплениях для деревянных лестниц. Само название говорит о том, что данный вид ограждений или перил деревянной лестницы, выполняются из одного листа стекла с выполненными отверстиями в нем для точечного крепления, без дополнительного крепления на балясинах, что придает изящность и воздушность любой деревянной лестнице (рис.7.10).

Стекло хорошо сочетается с различными материалами, и эту особенность подобных изделий активно используют дизайнеры. Многие выбирают стеклянные лестницы с перилами, созданными из нержавеющей стали (рис.7.11). Можно использовать нержавеющие ограждения со стеклом или стеклянные перила для лестниц из прозрачного, матированного или цветного стекла на нержавеющей балясинах с поручнем из нержавеющей стали или дерева для лестниц из стекла, дерева, нержавеющей стали, выполненные мастерами.



Рис.7.10. Деревянная лестница со стеклянными перилами.

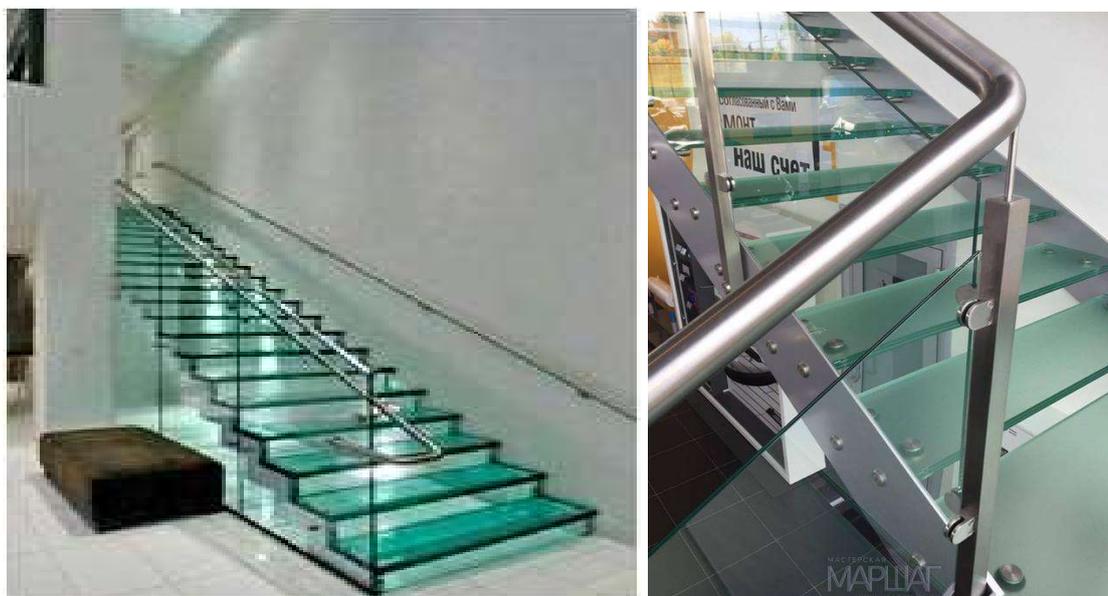


Рис.7.11. Стеклянная лестница с перилами из нержавеющей стали

Если дизайн выполнен в классическом стиле, можно использовать ковку (рис.7.12).



Рис.7.12. Стеклоянная лестница с перилами из кованного металла.

Прикрепление к несущим конструкциям либо стойкам стекла происходит благодаря стеклодержателям, которые производятся из обычной стали или нержавеющей стали. Конструкции стеклодержателей также подразделяются на виды:

- с креплением стекла посредством кронштейнов;
- с его защемлением.

Лестницы из стекла делят на несколько видов, в зависимости от того, как выглядят конструкции.

• **Маршевые лестницы.** Такие конструкции являются прямыми, они состоят из маршей (нескольких или одного). Их можно причислить к наиболее популярным вариантам. Решая, сколько маршей вам нужно, следует учитывать количество этажей. Чаще всего стеклянные лестницы просто соединяют первый этаж со вторым (рис.7.13).



Рис.7.13. Маршевая стеклянная лестница.

- **Конструкции на больцах**, специальных крепежных подставках (рис.7.14).



Рис.7.14. Стеклоянная лестница на больцах.

На таком крепеже держатся ступеньки, сам он прикрепляется к стене. Конструкции на больцах выглядят очень легкими. Используя такие лестницы, люди ощущают, что будто бы парят в воздухе. Однако при этом подобные конструкции отличаются устойчивостью к довольно сильным нагрузкам, они безопасны для человека. Использование конструкции на больцах позволяет значительно экономить пространство. Это замечательный вариант для тех сооружений, где не помещается маршевая лестница. Однако больцевые лестницы не подходят для домов, где живут пожилые люди, маленькие дети. Чтобы предотвратить падение, можно осуществить установку перегородок из стекла.

- **Консольные конструкции** также смотрятся очень оригинально (рис.7.15). С одной стороны, такая лестница прикрепляется к стене, а с другой – просто находится в воздухе. Зрелище получается весьма впечатляющим. Однако подобные конструкции также не подходят для помещений, где живут дети и пожилые люди.

- **Винтовые стеклянные лестницы** (рис.7.16). Однако подниматься по ним обычно получается довольно медленно, поэтому такой вариант подходит не для всех. При этом подобные конструкции не занимают много места, что является очень важным плюсом. Основа винтовой конструкции – осевая опора, к которой по кругу прикрепляются ступени. Обычно используются ограждения, поэтому такие лестницы можно отнести к безопасным.



Рис.7.15. Стеклоянная лестница на консолях.

Все вышеперечисленные виды материала, применяемые для стеклянных лестниц, являются экологически чистыми и абсолютно безопасными.



Рис.7.16. Стеклоянная винтовая лестница.

7.2.2. Лестницы с применением натуральных камней.

Еще со времен эпохи Возрождения каменная лестница считалась роскошным произведением искусства. Каждый королевский дворец и проживающая в нем семья этим подчеркивала свое благосостояние. На территории Российской Империи лестница из камня появилась лишь при правлении Петра Великого. Величественность каменных ступенек, изящный канделябр и характерная для русского человека щедрость отражались в интерьере любого аристократа того века. На сегодняшний день такого рода изделия не утратили своей популярности. Лестница из камня отлично вписывается в интерьер элитных апартаментов, отеля класса люкс и общественных учреждений.

Лестницы из натурального камня – это великолепное сочетание функциональности и эстетики. Облицовка лестницы натуральным камнем может быть реализована как в самом разном стилевом направлении, так и в различном конструктивно-технологическом исполнении. Из натурального камня могут быть изготовлены как все элементы лестницы, так и отдельные ее части: балясины, перила, проступи и подступенки.

Преимущества лестниц из натурального камня:

- натуральный камень экологически безопасен;
- не вступает в химические реакции;
- натуральный камень имеет бактерицидные свойства, препятствующие развитию грибка и плесени;
- камень устойчив к перепадам температур;
- не разрушается под воздействием влаги, не требует особого ухода;
- не впитывает влагу, не рассыхается и не растрескивается;
- не деформируется форма (не ведет, не крутит, не выгибает);
- высокая износостойкость и прочность;
- наибольшая цветовая гамма и вариативность фактур среди известных отделочных материалов;
- возможность изготовления изделий любых форм, размеров и конфигураций и сочетаемость с любыми отделочными материалами.

В зависимости от конструктивных особенностей, несущих оснований и условий эксплуатации - лестницы из натурального камня могут иметь различные варианты исполнения (рис.7.17):

- облицовка натуральным камнем бетонного или другого основания (полная облицовка или частичная);
- изготовление ступеней из массива камня (толстомера);
- лестницы на косоурах или тетивах могут быть без подступенков (открытые), с подступенком (закрытые), с подступенком частично закрывающим просвет (полузакрытые);

- на больцах;
- подвесные тросовые;
- консольные.



Рис.7.17. Лестницы с применением натуральных камней: а – винтовая из мрамора; б – с поворотом из гранита.

Особенность натурального камня как материала для облицовки – это высокие прочностные характеристики в совокупности с широкими возможностями для обработки и огромного выбора вариантов цвета.

Самая разнообразная и насыщенная в мире гамма цветовых и фактурных решений, среди всех известных, доступных и имеющихся на рынке материалов - позволит подобрать идеальный вариант для воплощения любой дизайнерской идеи.

Для изготовления и облицовки лестниц натуральным камнем используются: мрамор, гранит, кварцит, лабрадорит, оникс, известняк и травертин. Некоторые из видов натуральных камней показаны на рис.7.18.

Технологические свойства натурального камня позволяют производить из него изделия самых разных форм и конфигураций. Эпоха инновационных достижений в материалобработке и создании высокоточного цифрового оборудования - открыло новые горизонты применению натурального камня в мире архитектуры. Простоту и строгость форм Романского стиля можно запросто заменить текучестью криволинейных форм и избыточностью декора помпезного Барокко. Лестницы, изготовленные из натурального камня или облицованные камнем, имеют наивысшую износостойкость и долговечность среди известных и используемых в этих целях материалов.

Непревзойденная прочность камня позволит сохранить изделиям свою привлекательность даже через много лет интенсивной эксплуатации.

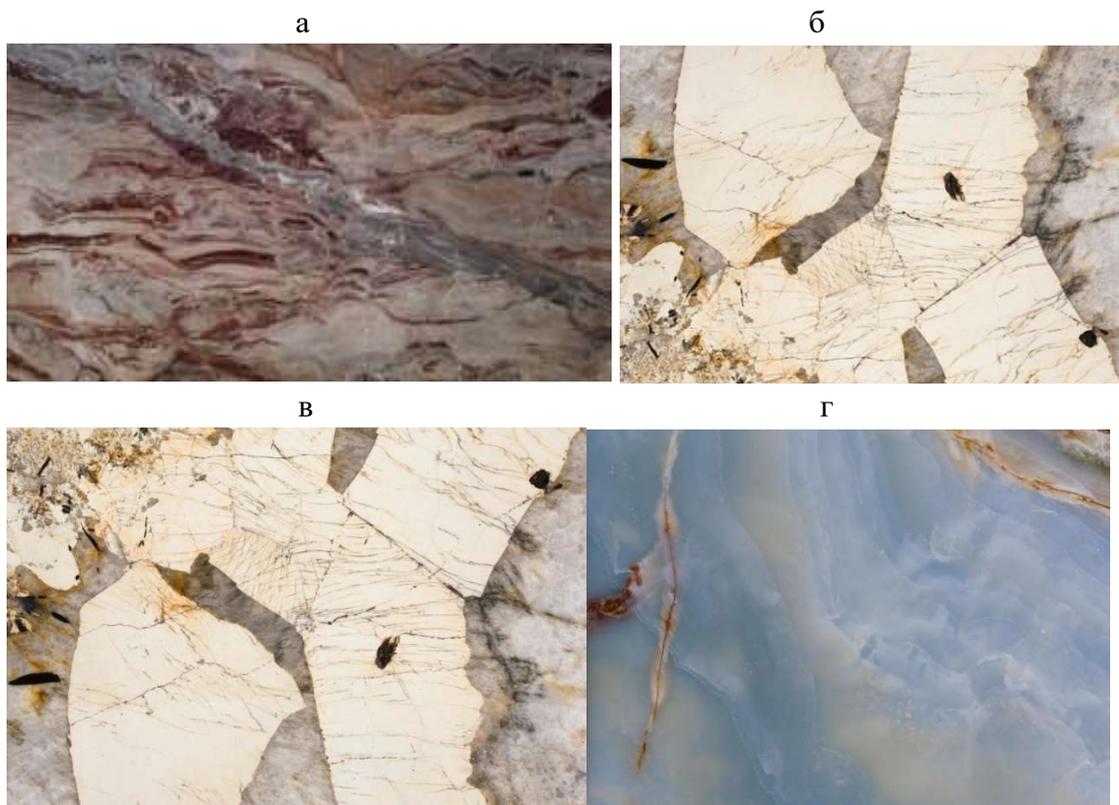


Рис.7.18. Натуральные камни: а – мрамор; б – кварцит; в – гранит, г – оникс.

7.2.3. Деревянные лестницы

Деревянные лестницы устраивают в основном в деревянных домах, ограниченно – в каменных (до двух этажей).

Существуют следующие типы конструкций деревянных лестниц:

- на двух косоурах (рис.7.19);



Рис.7.19. Деревянная лестница на двух косоурах.

- на одном центральном косоуре (рис.7.20);



Рис.7.20. Деревянная лестница на одном центральном косоуре.

- на тетивах (рис.7.21);



Рис.7.21. Деревянная лестница на тетивах.

- на больцах (рис.7.22);



Рис.7.22. Деревянная лестница на больцах.

- на центральном столбе (винтовые), рис.7.23;



Рис.7.23. Деревянная винтовая лестница.

Самой простой является лестница прямой формы, которая обеспечивает прямолинейное перемещение по маршу.

В лестницах с тетивами (рис.7.24) ступени находятся между двумя досками толщиной 60 – 75 мм, которые нижним концом опираются на пол, а

верхним – на промежуточную площадку (в случае двухмаршевой или многомаршевой лестницы) или на балку междуэтажного перекрытия (в случае одномаршевой лестницы).

Для повышения надежности ступени лестниц укрепляют в тетивах клиньями, штырями, металлическими шпильками или болтами, шурупами и т.д.

Проступи либо врезают в тетивы, либо крепят к ним с помощью брусков квадратного сечения. Чтобы тетивы не разошлись, их обычно соединяют металлическим прутком диаметром 8 – 12 мм с резьбой на концах и гайкой.

Наиболее распространенная и надежная конструкция – лестница с врезными ступенями. Для ее изготовления в тетиве делаются вырезы-пазы с глубиной 15 – 25 мм, в которые вставляются проступи и подступенки. Для того, чтобы конструкция лестницы не оказалась перекошенной, необходимо точно разметить места для пазов в тетиве под подступенки и проступи.

Для того, чтобы изготовить лестницу на косоурах, подбираются две доски таких же размеров, как и в случае изготовления лестниц с тетивами. На верхнюю кромку доски крепят «кобылки» треугольной формы, а затем на них устанавливают проступи. Для крепления «кобылок» на косоурах делаются вырезы треугольной формы. «Кобылки» крепятся к косоуру при помощи деревянных шкантов на клею или на шурупах, закрученных в потай. Иногда треугольные вырезы в косоуре не делаются. В этом случае «кобылки» имеют строго треугольную форму.



Рис.7.23. Конструкция деревянной лестницы с забежными ступенями.

Варианты крепления ступеней к тетивам (рис.7.24).

Лестница может иметь один косоур, который располагается по ее оси, или два косоура, расположенные по краям лестничного марша, либо сдвинутые немного вовнутрь. В случае, если толщина доски, применяемой для косоура, меньше оптимальной или ширина лестничного марша более 2,5 м, в средней части марша устанавливается дополнительный косоур.



Рис.7.24. Варианты крепления ступеней к тетивам.

Ширина доски, применяемой для косоура, должна иметь такую ширину, чтобы после выполнения треугольных вырезов, косоур не потерял прочность.

Косоуры и ступени желательнее изготавливать из одного и того же материала. Это может быть дуб, клен, бук, сосна, ель из цельной или клееной древесины. Такие лестницы часто изготавливают без подступенок. Если же возникла необходимость изготовления лестницы с подступенками, их приклеивают в стык, прибивают или врезают. Для врезки подступенка в нем выбирают паз для сочленения с выступом, выбранным в нижней части верхней проступи.

Можно закрепить подступенок к косоуру на клею, шурупами, с помощью треугольного бруска или гвоздями через проступь. Изготовление подступенков повышает устойчивость лестницы.

Желательно, чтобы проступь выступала за переднюю плоскость подступенка на расстоянии 20 – 30 мм и имела закругленный передний край, а вертикальные торцы подступенков были срезаны под углом 45° и соединились на «ус» с вертикальными вырезами косоура, также срезанными под углом 45°. Это необходимо для того, чтобы скрыть торцы подступенка.

Для скрытия торцов ступени часто применяют еще и боковой накладной валик.

Чтобы придать лестнице законченный вид, применяют боковые передние пояски, которые представляют собой брусочки треугольного сечения со сторонами 30×30 мм.

Соединение деревянных деталей лестницы можно осуществлять при помощи шкантов, шурупами, накладными планками или металлическими уголками. Крепление ступеней к косоуру или к «кобылке» осуществляется при помощи шурупов.

Для того, чтобы шурупы не были видны, в проступи просверливаются отверстия с потаем и под диаметр ширины головки шурупа, а затем отверстия закрываются деревянной пробкой.

Наряду с деревянными лестницами, выполненными по балкам, применяют конструкцию винтовой лестницы, в которой все ступени являются забежными. При таком конструктивном решении лестница занимает минимум места.

Центральным несущим элементом является стойка с консольными ступенями. Длина ступеней винтовой лестницы должна быть не менее 65 см для удобства прохода одного человека и не более 110 см. Высота ступеней винтовой лестницы обычно не менее 18 см и чаще всего колеблется в пределах 18 – 20 см, при ширине ступеней по средней линии не меньше 20 см. Центральная стойка крепится к полу при помощи шурупов (или болтов) с тщательной проверкой её вертикальности. Материалом конструкций могут служить дерево металл, главным образом для центральной стойки и несущих консолей.

Конструктивное решение лестниц по деревянным косоурам представлены на 7.25-7.26.



Рис.7.25. Деревянная лестница с косоуром и врезкой на несущую балку.



Рис.7.26. Деревянная лестница с косоуром без врезания в балку.

Узлы крепления лестницы с деревянными ступенями и металлическим косоуром представлены на рис.7.27.

а

б

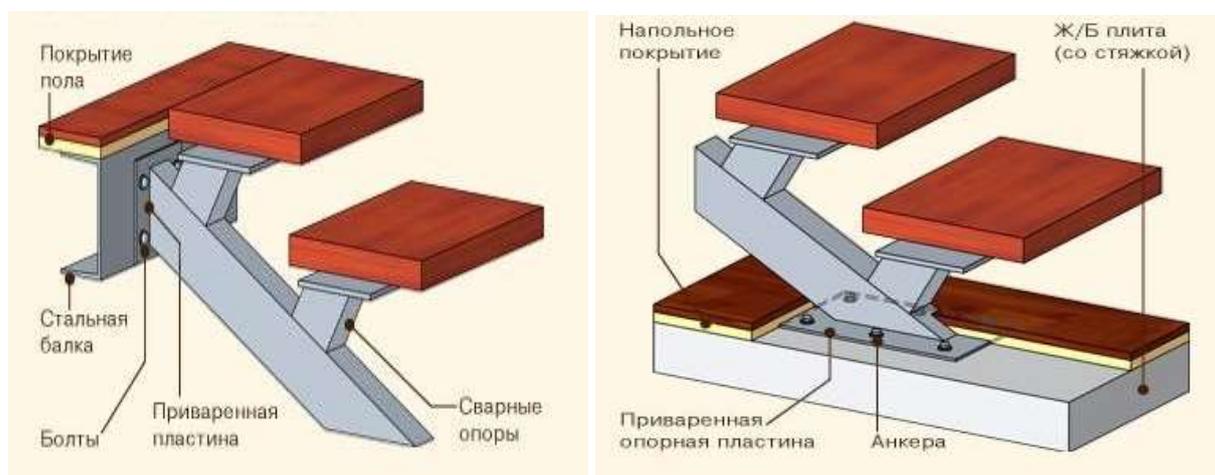


Рис.7.27. Узлы крепления лестницы с деревянными ступенями и металлическим косоуром: а – крепление стального косоура к балке; б – опирание стального косоура на железобетонную плиту.

7.2.4. Железобетонные лестницы из мелкоразмерных элементов

Использование металла для несущих элементов внутриквартирных лестниц позволяет разнообразить их архитектурно-конструктивные решения. Таким оригинальным решением является лестница с уложенными железобетонными или деревянными ступенями по центральной каскадной балке, выполненной из отдельных металлических втулок.

Благодаря высокой несущей способности металлические косоуры позволяют создавать визуально легкие прозрачные конструкции, которые могут иметь любую форму. Сечение косоуров из металла может быть значительно меньше, чем у аналогичных деревянных косоуров.

Стальные косоуры могут быть не только прямыми, но и ломаными, то есть иметь зигзагообразную форму, повторяющую профиль лестницы. В этом случае их сваривают из коротких прямоугольных отрезков трубы, шлифуют и красят.

Лестницы по металлическим косоурам представлены на рис. 7.28, а. Косоуры обычно делают из двутавров или швеллеров № 14 – 18, из прямоугольных труб. Их сопрягают со стальными площадочными балками на болтах с постановкой угольников или с помощью сварных соединений. По косоурам укладывают ступени главным образом железобетонные, реже ступени из натурального камня.

Лестницы из мелкоразмерных элементов с железобетонными косоурами монтируют из отдельных косоуров, ступеней, площадочных балок и плит (рис. 7.28, б). Косоуры снабжены на концах шипами, которые при сборке лестницы вводят в гнезда, имеющиеся в площадочных балках.

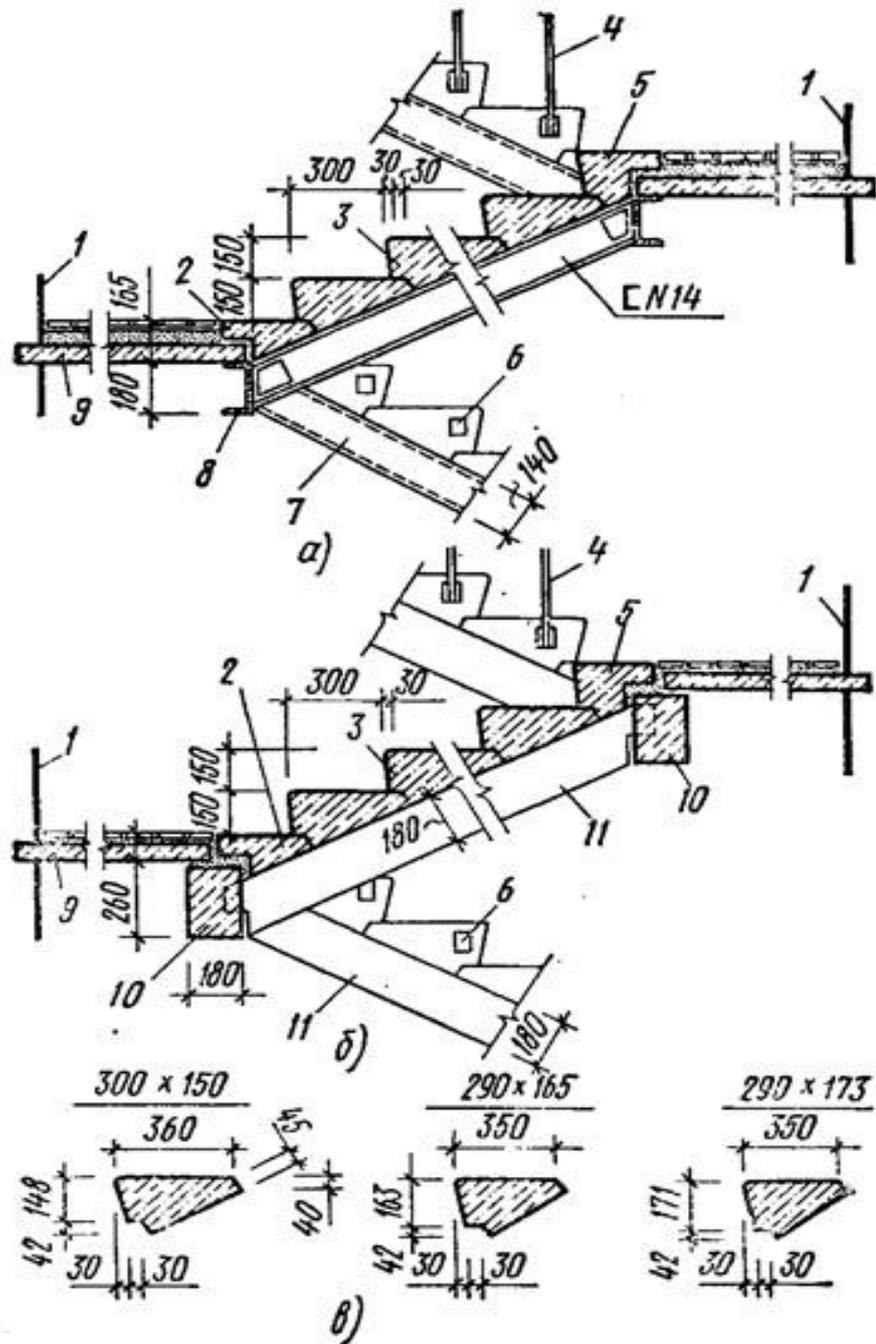


Рис.7.28. Лестницы из мелкоразмерных элементов с железобетонными ступенями и металлическими косоурами: 1 – стена лестничной клетки; 2 – нижняя фризная ступень; 3 – рядовая ступень; 4 – стойка ограждения; 5 – верхняя фризная ступень; 6 – закладная деталь; 7 – металлический косоур; 8 – металлическая площадочная балка; 9 – площадочная железобетонная плита; 10 – площадочная железобетонная балка; 11 – железобетонный косоур а и б – по металлическим и сборным железобетонным косоурам; в – типы ступеней для разных уклонов;

Ограждения на лестницах (перила) делают обычно металлическими с деревянным поручнем. Стойки ограждения приваривают к стальным закладным деталям ступеней или заделывают на цементном растворе в гнезда, имеющиеся в ступенях. Высота ограждения принимается 850 – 900 мм по вертикали (от поверхности проступи или площадки до верха поручня).

7.3. Сборные железобетонные лестницы из крупноразмерных элементов

Главные лестницы зданий любых строительных систем проектируются, как правило, полносборными. Разрезку лестниц на сборные элементы выбирают в соответствии с конструктивной системой.

Монолитные железобетонные лестницы и лестницы из отдельных ступеней по монолитной плите марша применялись, где не проходили по габаритам крупноразмерные лестницы, для наружных входов, цокольных этажей, внутривестибюльные и в зданиях, возводимых по индивидуальным проектам и нетиповым габаритам.

В бескаркасных зданиях лестницу в пределах этажа расчленяют на четыре сборных элемента – два марша и две (этажную и промежуточную) лестничные площадки; в каркасных зданиях – на два сборных элемента – марши с полуплощадками. Исключением являются бескаркасные панельные общественные здания, где по аналогии с каркасными применяют для лестниц марши с полуплощадками.

Конструкция лестницы, собираемая из 4-х элементов, является наиболее массовой и применяется в зданиях различных строительных систем.

Габариты площадок не унифицированы в связи с тем, что приняты разные варианты их опирания на несущие конструкции.

В кирпичных зданиях применяют ребристые лестничные площадки, опорные рёбра которых входят в гнёзда каменных внутренних стен лестничной клетки.

В крупноблочных зданиях этажную и междуэтажную площадки опирают на консоли в стенах лестничной клетки.

Лестничные марши применяют двух типов – ребристой конструкции с фризowymi ступенями (рис. 7.29) и плитной конструкции без фризowych ступеней (рис. 7.30).

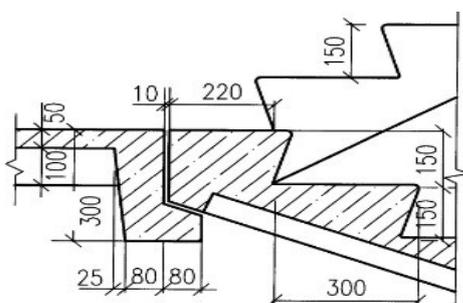


Рис.7.29. Узел сопряжения сборной железобетонной лестничной площадки и сборного железобетонного лестничного марша ребристой конструкции

Марши первого типа являются основным унифицированным решением для общественных зданий, второго типа – кирпичных, крупнопанельных и крупноблочных зданий.

В панельных домах этажные площадки опирают на панели внутренних стен лестничной клетки, а междуэтажные – на консоли в этих панелях (рис. 7.31).

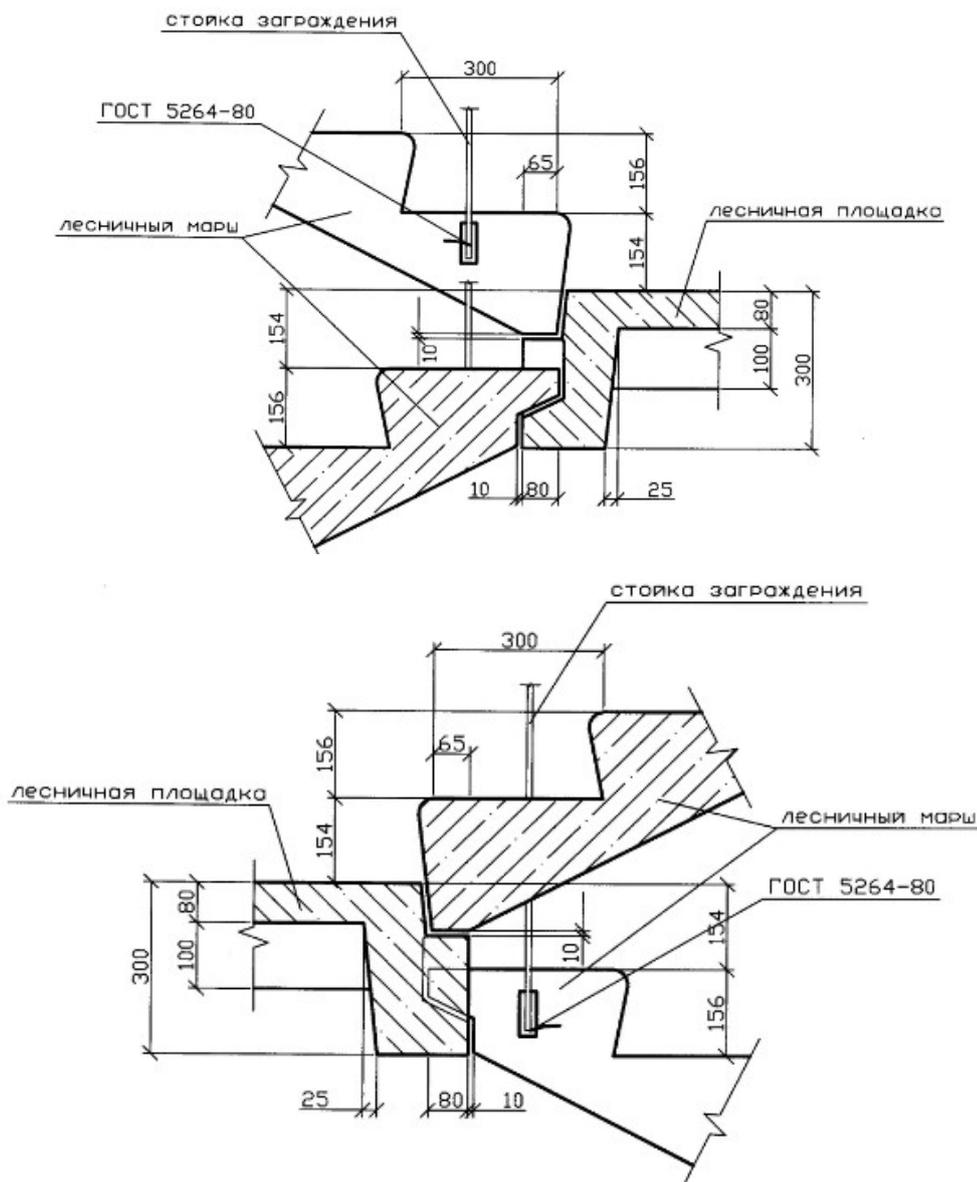


Рис.7.30. Узлы сопряжения сборной железобетонной лестничной площадки и сборного железобетонного лестничного марша плитной конструкции.

Различные виды площадок и маршей плитной конструкции представлены на рис.7.32.

Лестничные клетки размещены в модульных ячейках, ограждённых по четырём углам колоннами и с четырёх сторон (при расположении лестницы внутри здания) стенками жёсткости. При примыкании лестничной клетки к

фасаду она ограждается стенами жёсткости с трёх сторон (за исключением фасадной).

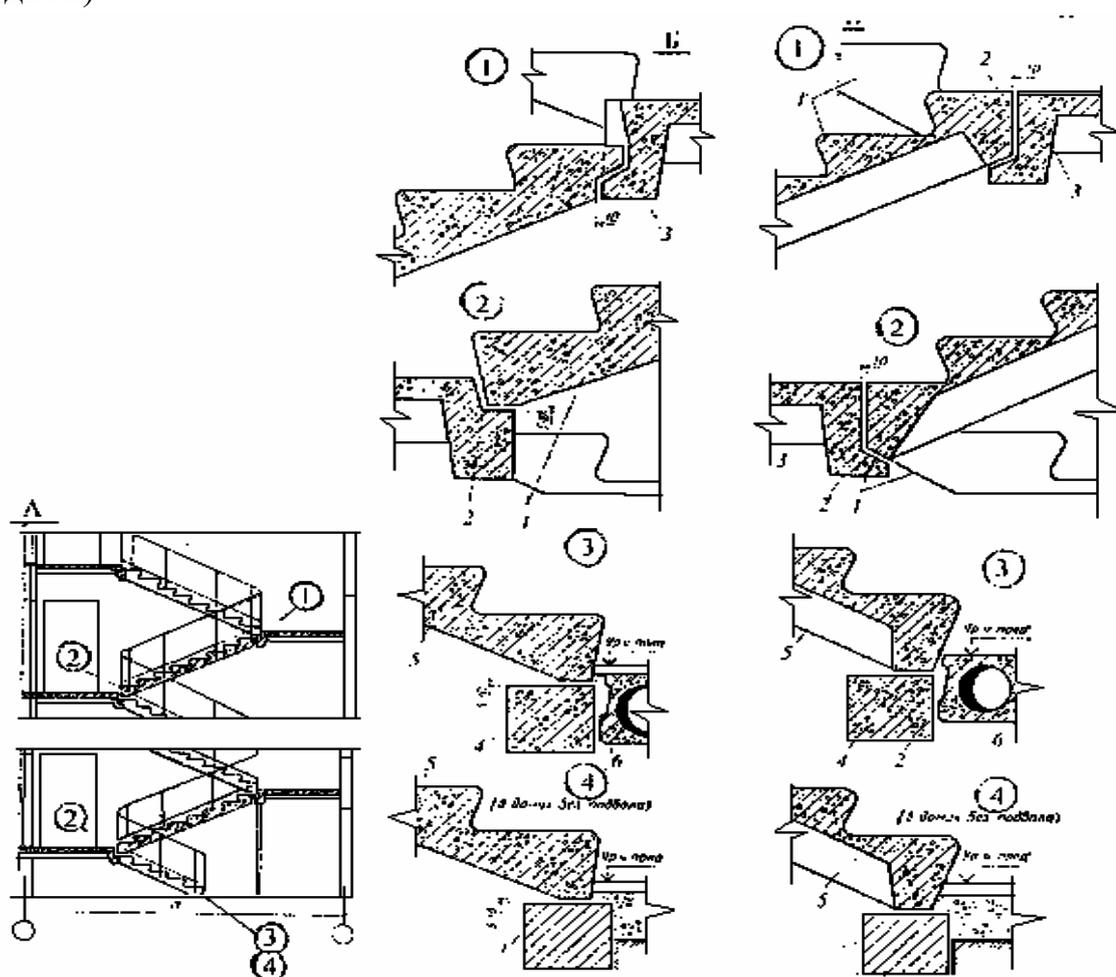


Рис.7.31. Примеры монтажных схем и узлов лестничных клеток в панельных бескаркасных зданиях: 1 – этажная лестничная площадка; 2 – междуэтажная площадка; 3 – наружная стеновая панель; 4 – панель внутренней стены; 5 – электропанель; 6 – панель перекрытия; 7 – цементно-песчаный раствор; 8 – лестничные марши.

Лестничные со стороны фасада опирают на фасадные ригели, а внутри здания – на полки стен жёсткости или стен лестничной клетки, рядовые или лестничные ригели, стальные консоли, приваренные к закладным деталям стен лестничной клетки.

Типовые лестничные марши каркасных зданий позволяют устраивать для большинства применяемых высот этажей (3; 3,3; и 3,6 м) двухмаршевые лестницы, а для высот этажей 4,2 и 4,8 – трехмаршевые.

Конструктивные решения лестничных полуплощадок и маршей представлены на рис. 7.33.

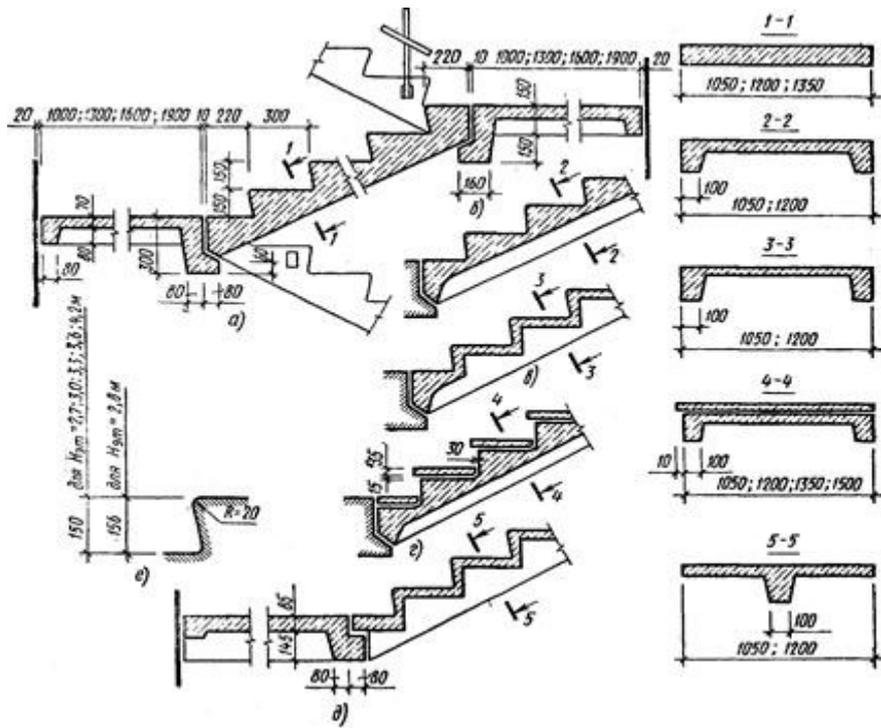


Рисунок 7.32 – Крупноблочные лестницы из сборных маршей и площадок:
 а – с бескосоурным маршем; б, в – с П-образным маршем; г – то же, с накладными проступями; д – с Т-образным маршем; е – размер подступенка для разных высот этажей

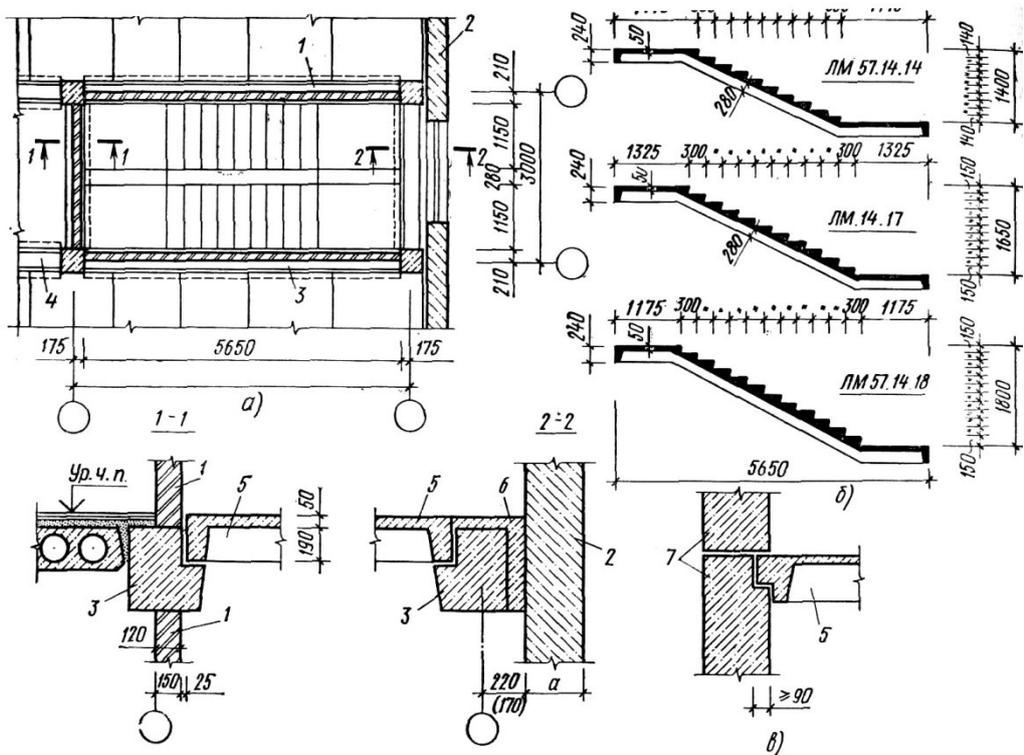


Рис. 7.33. Лестница в здании из крупноразмерных элементов:
 а – план лестницы в каркасном здании; б – типы лестничных маршей для разных высот этажей; в – вариант опирания лестничного марша в крупнопанельном бескаркасном здании; 1 – кирпичные стены лестничной клетки; 2 – стеновая панель; 3 – ригель с одной полкой (марки РО); 4 – то же, с двумя (марки РД); 5 – полуплощадка лестничного марша; 6 – бетон замоноличивания.

7.4. Краткие сведения о лифтах, пандусах, эскалаторах и траволаторах

Для сообщения между этажами, кроме лестниц, могут быть использованы пандусы, механические подъемные лифты (рис. 7.34).

В жилых домах серьезным вопросом является планировка лестнично-лифтового коммуникационного узла (рис.7.35), служащего эвакуационным путем в случае аварийной ситуации. В зданиях высотой более 10 этажей эвакуационная лестница должна быть незадымляемой, что достигается устройством подпора воздуха в лестничной клетке при пожаре или проходом в лестничную клетку через воздушную зону (балконы, лоджии, галереи и другие открытые переходы). Незадымляемые лестничные клетки должны иметь выходы в пределах первого этажа непосредственно наружу через входные вестибюли.

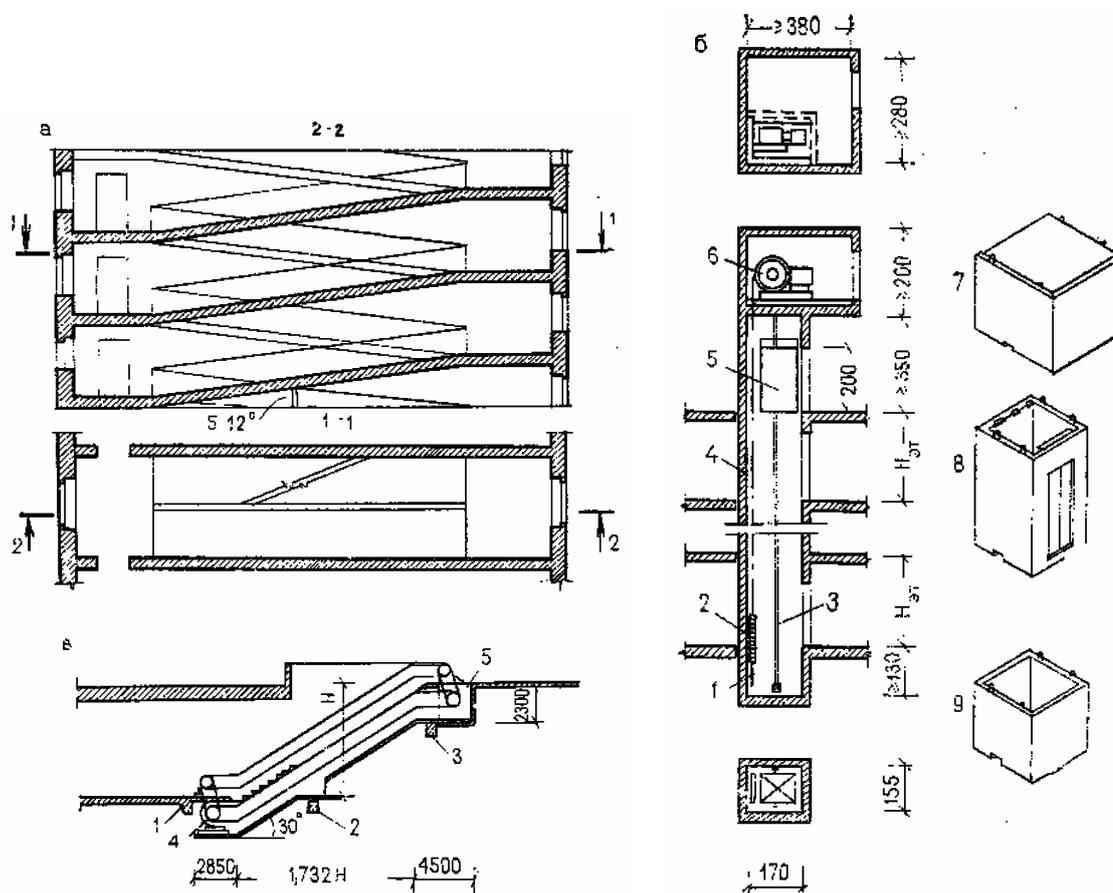


Рис.7.34. Пандусы, лифты и эскалаторы:

а – схема пандуса; б – схема лифта: 1 – приямок; 2 – противовес; 3 – направляющие кабины; 4 – шахта лифта; 5 – кабина; 6 – машинное отделение; 7 – 9 – сборные железобетонные элементы лифтовой шахты (верхний, средний и нижний блоки); в – эскалатор: 1 – нижняя опора; 2 – средняя опора; 3 – верхняя опора; 4 – натяжная станция 5 – приводная станция

Пандус – наклонная междуэтажная связь с гладкой поверхностью. Пропускная способность пандуса намного больше, чем у лестницы. Но пандусы

не считаются эвакуационными выходами, поэтому их применение ограничено. Уклон пандусов допускается небольшой (до 10°) из-за трудности передвижения по крутым гладким плоскостям.

Вследствие этого заложение пандусов (их горизонтальная проекция) очень протяженное и отнимает много полезной площади, что тоже ограничивает его применение.

Пандусы могут быть одно- и двух маршевые, прямо- и криволинейные в плане (рис.7.36).

Конструкции прямолинейных пандусов состоят из косоуров, по которым укладывают сборные железобетонные плиты.

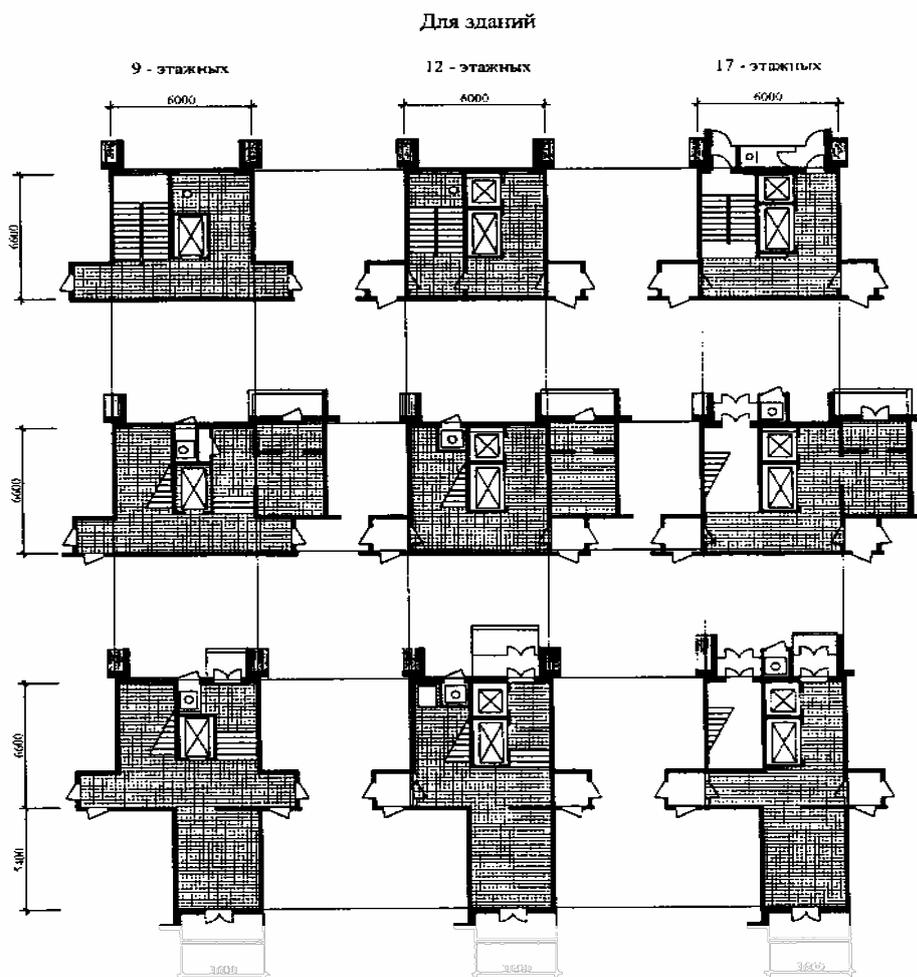


Рис.7.35. Лестнично-лифтовые холлы.

Криволинейные пандусы выполняют из монолитного железобетона. Чистый пол пандуса должен быть нескользким (релин, асфальт, мастичные полы). Широкое применение пандусы нашли в многоэтажных гаражах, где они являются одним из главных конструктивных и композиционных элементов несущего остова.

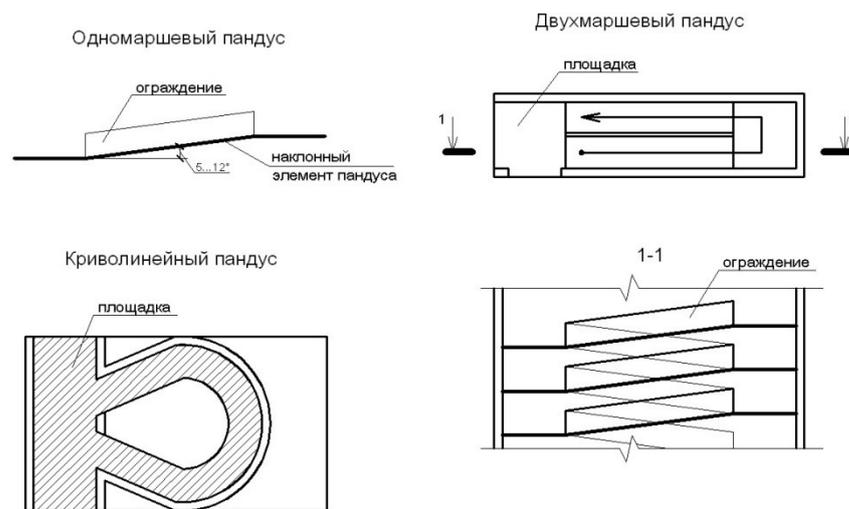


Рис.7.36. Виды пандусов.

Эскалаторы, как и лифты, являются механическим устройством для сообщения между этажами. Эскалатор относится к классу подъемных устройств непрерывного действия, представляя собой движущуюся лестницу. Применяют эскалаторы в общественных зданиях с большими людскими потоками. Эскалаторы, так же, как и пандусы, не являются эвакуационными выходами и поэтому могут не ограждаться стенами.

Расположение эскалаторов в здании зависит от направления наиболее интенсивных пассажиропотоков, но по конструктивным соображениям их желательно располагать так, чтобы они вписывались в сетку колонн и не пересекали основных ригелей перекрытия.

Эскалатор состоит из приводной станции, расположенной наверху, и натяжной станции, расположенной внизу. Шкивы станций огибают тяговые цепи, между которыми вмонтированы ступени, движущиеся по направляющим.

Цепи и ступени составляют эскалаторное полотно, которое может быть шириной от 0,5 до 1,2 м. Угол наклона полотна не более 30° . Эскалатор опирается на строительные конструкции в местах установки приводной и натяжной станций. При высоте эскалатора более 10 м устраивают третью, промежуточную опору (рис.7.37).

Траволатор — это движущаяся дорожка, которая облегчает движение людей и перевозку чемоданов, детских колясок, инвалидных тележек и грузов. В отличие от эскалатора у траволатора отсутствуют ступеньки — составные части траволатора называются «паллетами». Траволаторы бывают наклонными и горизонтальными.

Наклонный является альтернативой эскалатору - движется на верхний или нижний уровень. Из-за того, что не имеет ступеней, траволатор удобнее для пассажиров с продуктовыми тележками, детскими колясками, для маломобильных граждан. Но недостаток наклонного варианта в том, что его подъем не может быть настолько крутым, как у эскалатора.

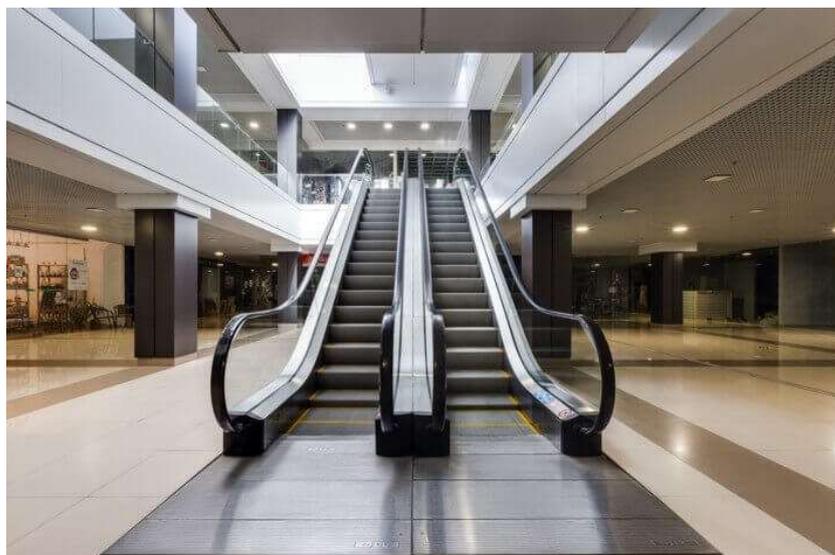


Рис.7.37. Эскалатор.

Горизонтальный - параллельная полу движущая дорожка. По ней можно как идти, так и передвигаться стоя, держась за поручни.

Устройство траволатора во многом напоминает работу известного тренажера, беговой дорожки. Только вместо ног спортсмена его приводят в ход двигатели, питающиеся электроэнергией. Надо сказать, что траволатор - абсолютно безопасное в экологическом плане устройство, не вырабатывающее в процессе своего функционирования вредных веществ.

Часто можно заметить такое оборудование в аэропортах. Наличие траволаторов упрощает передвижение пассажиров по терминалу между воротами для посадки. Особенно ценно наличие устройств в тех местах, где пассажиры несут с собой тяжелые сумки, чемоданы. Комплекс ускоряет проход людей, позволяет избежать столпотворений. Кроме того, траволаторы применяются в крупных торговых центрах, метро, в залах ожидания, в масштабных офисах и выставочных пространствах (рис.7.38).

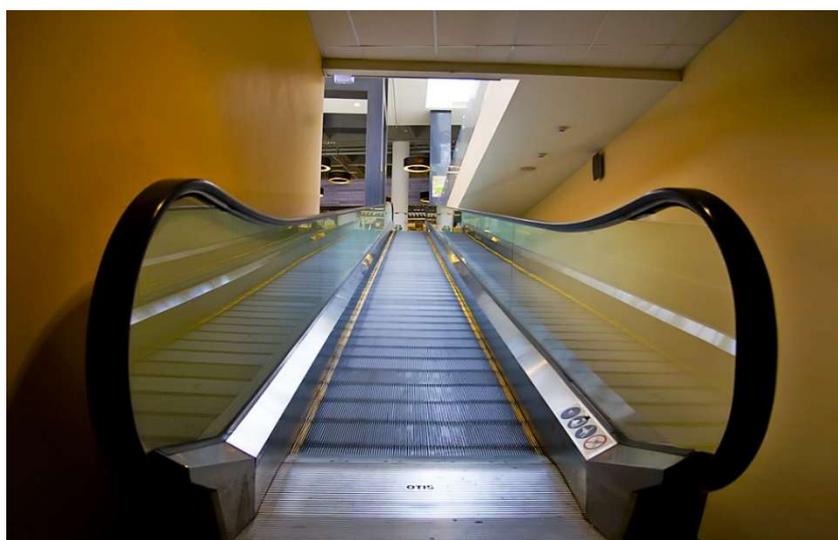


Рис.7.38. Траволатор.

Число лифтов, их грузоподъемность и скорость в зависимости от поэтажных площадей приведены в табл. 7.1. Ширина перед лифтом колеблется от 1,6 до 2,5 м, в зависимости от грузоподъемности и расположения лифтов.

В 11-этажных секционных жилых домах, в которых суммарная общая площадь квартир на этаже д секции не превышает 350 м², допускается устройство одного лифта на секцию с габаритами кабины не менее 1100x2100 или 2100x1100 мм. Количество лифтов в жилых домах с многоуровневыми квартирами в верхних этажах следует определять по этажу последней остановки лифтов. Если суммарная общая площадь квартир на этаже больше, чем указано в данной таблице, а также для зданий общежитий любой этажности количество лифтов определяют расчетом.

Таблица 7.1

Минимально необходимое количество лифтов и минимальные габариты кабины лифта

Тип жилого здания	Этажность	Количество лифтов	Минимальные габариты кабины лифта (ширина x глубина), мм	Наибольшая суммарная общая площадь квартир на этаже, м ²
Многokвартирный жилой дом	2-10		1100x2100 или 2100x1100	550
	11-12	2	1100x2100 или 2100x1100 — для одного из лифтов	550
	13-19	2		450
	20 и более	3	1100x2100 или 2100x1100 — для двух из лифтов	350
4		450		
Жилой дом для престарелых	2-5		2100x1100	800
		2	2100x1100 — для одного из лифтов	550
Жилой дом для инвалидов	2-3		2100x1100	800
		2	2100x1100 — для одного из лифтов	550

Несмотря на то, что данные типы подъемников имеют много плюсов, установить их можно не в каждом здании. В помещении должно быть много места, чтобы там поместился один из видов транспорта. Нужно учитывать, что скорость движения эскалатора и траволатора меньше, чем передвижение на лифте. Актуальной будет установка только в тех зданиях, где небольшое количество этажей.

8. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОКРЫТИЙ

8.1. Классификация и основные требования, предъявляемые к покрытиям

Под *покрытием* в гражданских зданиях понимают верхнюю завершающую часть конструкции здания, состоящую из крыши и чердачного перекрытия.

Крыша функционально важный конструктивный элемент здания, занимает сравнительно небольшую часть его объема, но играет большую роль в обеспечении надежности и комфортности проживания, особенно на верхних этажах здания. Крыша включает в себя собственно несущую конструкцию и кровлю. Несущая часть передает нагрузку от снега, ветра и собственной массы крыши на стены и отдельные опоры и может состоять из современных индустриальных конструкций в виде ферм из железобетона, стали, из железобетонных панелей. Простейшие деревянные или железобетонные стропильные конструкции (*наклонные или висячие*) чаще всего применены в старых зданиях с относительно малой этажностью.

Ограждающая часть конструкции покрытий состоит из *кровли* – верхней водонепроницаемой оболочки крыши, основания под кровлю в виде цементного (асфальтового) слоя по железобетонной основе, при деревянных несущих конструкциях (в старых зданиях) или из деревянной обрешетки по элементам стропил. Кровли в зависимости от уклона, применяемых материалов, архитектурных, экономических, противопожарных и других требований устраивают из асбестоцементных плит, глиняной черепицы, кровельной листовой стали, рулонных материалов (толя, рубероида), деревянные и др.

Кровельные материалы можно условно классифицировать по виду исходного сырья, виду вяжущего вещества, структуре, форме и внешнему виду и др.

По *виду исходного сырья* кровельные материалы подразделяются на:

- *органические* (рубероид, деревянные плитки, кровельная дрань и стружка, и другие);
- *минеральные* (асбестоцементные листы и плитки, глиняная черепица).

По *виду вяжущего вещества* кровельные материалы делятся на:

- *битумные рулонные* материалы (пергамин, рубероид);
- *битумно-полимерные* (эмульсия ЭГИК, БЛК);
- *дегтевые* (толь кровельный и гидроизоляционный);
- *дэgteбитумные*;
- *гудрокамовые* (рулонные материалы РГМ-420 и РГМ-350);

По *структуре* различают кровельные материалы:

- *покрывные* (рубероид кровельный с крупнозернистой и мелкозернистой посылкой и др.);
- *беспокровные* (гидроизол, фольгоизол).

По **наличию основы** кровельные материалы подразделяются на

- **основные** (на картонной и стекловолоконистой основе);
- **безосновные** (получаемые прокаткой на каландрах смеси вяжущих веществ с наполнителями и добавками в полотнища заданной толщины).

По **форме и внешнему виду** кровельные материалы различают:

- **штучные** (листовые) – асбестоцементные листы и плитки, листовая сталь, глиняная черепица, деревянные кровельные материалы (доски, плитки, дрань);
- **рулонные** (кровельный пергамин, рубероид, толь кровельный, гидроизол);
- **мастичный** (битумные и дегтевые материалы, модифицированные полимерами и используемые в качестве самостоятельных материалов при устройстве так называемых бесшовных кровель).

По **способу крепления к основанию** различают кровли, приклеиваемые на мастиках и прибиваемые гвоздями. Замена крыш с дорогими и относительно недолговечными кровлями из листовой стали по деревянным стропилам на крыши из сборного железобетона значительно расширяет область применения кровель из рулонных материалов, так как в настоящее время конструкции сборных железобетонных крыш чаще всего покрывают рубероидом.

Крыши классифицируют по различным признакам:

- **по общему решению:** чердачные с холодным, теплым и с открытым чердаком; бесчердачные – раздельные и совмещенные;
- **по способу водоотвода:** с внутренним или наружным;
- **по виду кровли** – с кровельным или без кровельного слоя;
- **по способу выполнения** – сборные и построеночного изготовления.

Полносборные чердачные покрытия также классифицируют по конструктивному решению: панели – форме, ее составу и структуре; условию работы панели – теплозащите, вентилированию, нагрузке; по материалу панели – виду бетона, арматуры и утеплителя.

Несущая часть крыши должна иметь необходимую прочность и устойчивость, ограждающая часть быть водонепроницаемой, малотеплопроводной и обладать рядом других качеств в зависимости от конкретных условий. Крыша в целом должна быть долговечной, индустриальной и экономичной не только по первоначальным затратам, но и по эксплуатационным расходам. Кровли из волнистых асбестоцементных листов (рис. 8.1-8.2) отличаются долговечностью, невозгораемостью, имеют малую массу и небольшое количество швов, не требуют сплошной опалубки, дешевы в эксплуатации.

Волнистые листы укладывают по разреженной обрешетке из брусьев сечением 60×60 мм, шаг которых выбирают таким, чтобы каждый лист лежал на трех брусках. При этом первый (карнизный) брусок должен быть выше рядовых на толщину асбестоцементного листа, то есть при толщине шифера 6 мм карнизный брусок должен быть высотой 66 мм. Все последующие четные бруски должны иметь высоту равную рядовой решетине плюс половина

толщины шифера, то есть — 63 мм. Высота всех нечетных брусков равна 60 мм. Это правило нужно соблюдать для укладки всех штучных кровельных материалов на трех опорах, иначе кровля не прижмется к обрешетке, а листы первого ряда будут иметь другой уклон, отличный от последующих рядов — первый ряд листов «клюнет» вниз. Для однотипности целесообразно использовать бруски сечением 60×60 мм с наращиванием их по необходимости подкладками толщиной 3 мм. Шаг брусков обрешетки должен составлять не более 750 мм.



Рис. 8.1. Жилые дома с кровлей из волнистых асбестоцементных листов

При подходе к коньку листы укладываются неполной длины, поэтому высоту брусков обрешетки нужно подбирать по факту. На коньке устанавливаются один или два коньковых бруса для крепления коньковой фасонной детали.

Кровля из асбестоцементных плиток — это дешевый заменитель натуральной сланцевой кровли. Издалека кровля из асбестоцементных плиток может выглядеть весьма привлекательно («типа как в Старой Европе»), но материал этот «благородным» уже не назовёшь, тем более что применение асбеста в строительных материалах запрещено практически во всех развитых странах. Срок службы асбестоцементных плиток (шифер плоский конструкционный) около 30 лет, физические, химические и биологические свойства — такие же, как и у волнистых асбестоцементных листов, также называемых «шифером».

Кровли из плоских асбестоцементных плиток устраивают по сплошной или разреженной обрешетке и крепят гвоздями. Забивают гвозди с таким расчетом, чтобы шляпка не доходила до плитки на 5—7 мм. Вокруг вбитого гвоздя затем навивают медную или алюминиевую проволоку, делая как бы пружину, которая должна плотно прижимать плитку к опалубке. Пружинки можно заготовить заранее, а в процессе работы надевать на гвозди. Асбестоцементные плитки размером 300×300 и 400×400 мм бывают рядовые, краевые, фризковые и коньковые. Уклон крыши для такой кровли должен быть от 25 до 45° (рис. 8.3-8.4).

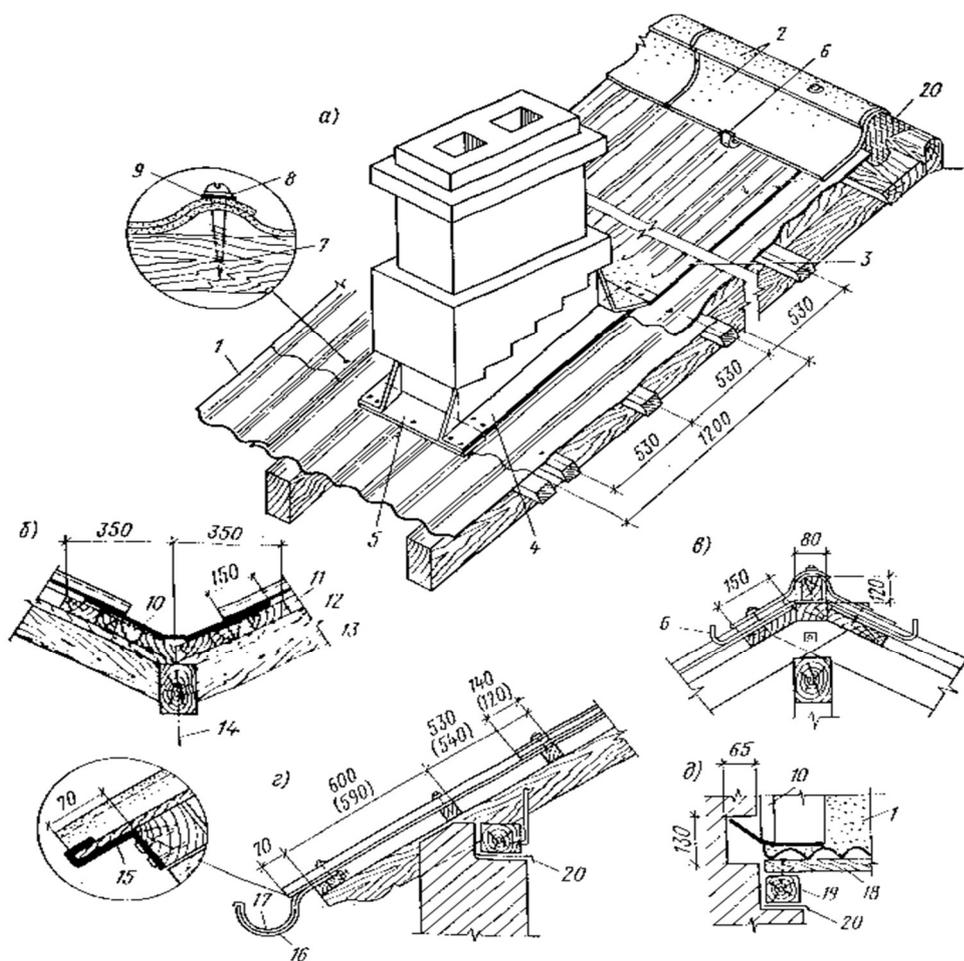


Рис. 8.2. Кровля из волнистых асбестоцементных листов:

а – общий вид; б – покрытие ендовы; в – покрытие конька; в – крепление листов на свесах; д – примыкание кровли к стене; 1 – волнистые асбестоцементные листы; 2 – листы коньков; 3, 4, 5 – уголки; 6 – скоба 6×30 мм; 7 – шурупы 5×70 мм; 8 – шайбы диаметром 14 мм; 9 – шайбы диаметром 20 мм из прорезиненной ткани; 10 – лотки; 11 – дощатый настил; 12 – уравнивательная планка; 13 – нарожник; 14 – ось ендовы; 15 – противовеерная скоба; 16 – скоба подвесного желоба; 17 – подвесной желоб; 18 – обрешетка; 19 – мауэрлат; 20 – толь



Рис. 8.3. Жилые дома с кровлей из плоских асбестоцементных листов

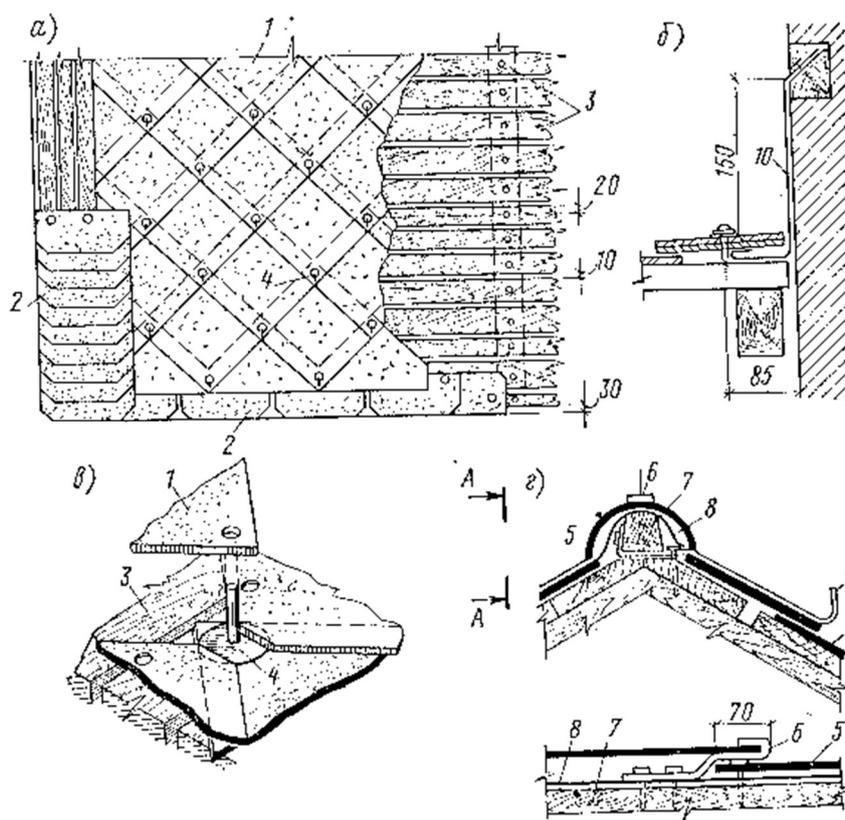


Рис. 8.4. Кровля из плоских асбестоцементных плиток:

а – общий вид; б – примыкание кровли к стене; в – крепление плиток; г – покрытие конька; 1 – рядовые плитки; 2 – то же, фризовые; 3 – обрешетка; 4 – противовеетренная кнопка; 5 – коньковый элемент; 6 – скоба 2×20 мм; 7 – коньковый брус; 8 – рубероидная лента; 9 – скоба 6×30 мм; 10 – фартук из оцинкованной кровельной стали.

Кровля из оцинкованных стальных листов представлена на рис. 8.5-8.6. Это кровля, имеющая небольшую массу. При ее использовании возможен большой диапазон уклонов (но не менее 12°), а крыше можно придать разнообразные формы. Ее недостатки – большой расход металла и необходимость регулярной окраски масляной краской. В настоящее время в массовом строительстве стальные кровли не применяют. Их в основном используют в индивидуальном строительстве.

Стальную кровлю выполняют из листов кровельной стали размером 1420×710 мм толщиной 0,4 – 0,5 мм. Листы соединяют между собой в **фальц**.

Вдоль ската фальцы делают стоячими, поперек ската и в ендовах – лежащие, для беспрепятственного стока воды. При уклонах $12 - 16^\circ$ и в ендовах фальцы для большей надежности делают двойными. Обрешетку устраивают из брусков 50×50 мм с шагом 250 мм или из досок толщиной 30 мм с зазорами между ними в 40 – 50 мм. У карнизного свеса и в ендовах обрешетку выполняют в виде сплошного настила. Кровлю крепят к обрешетке клямерами.

Клямер – это узкая полоска кровельной стали, один конец которой прибивается к обрешетке, а другой пропускается в фальц.

Свес кровли крепят к Т-образным стальным **костылям**, прибиваемым к обрешетке через 700 мм с выносом за край обрешетки на 100 мм. Кровельную сталь подгибают под концы костылей, образуя капельник. Желоба, подводящие

воду к водосточным трубам, крепят кровельными крючьями. Водосточные трубы располагают обычно по углам здания, но не реже чем через 20 м. В местах пропуска дымовых труб зазоры в кровле защищают специальным воротником в виде загнутых вверх кромок листов, подведенных под цоколь трубы.



Рис.8.5. Жилые дома с кровлей из оцинкованных стальных листов

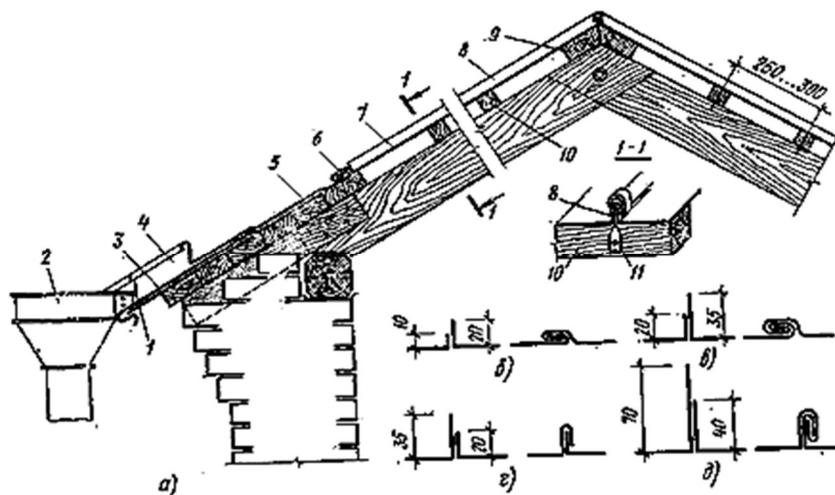


Рис. 8.6. Кровля из оцинкованных стальных листов:

а – разрез по кровле; б – фланец лежащий одинарный; в - фланец лежащий двойной; г фланец стоячий одинарный; д - фланец стоячий двойной; 1 – Т-образный стальной костыль через 700 мм; 2 – воронка водосточной трубы; 3 – карнизная картина; 4 – настенный желоб; 5 – картина настенного желоба; 6 – лежащий фалец; 7 – кровельная сталь; 8 – стоячий фалец; 9 – доска коньковая; 10 – бруски обрешетки; 11 – клямера.

Среди множества кровельных материалов одно из лидирующих мест по продаваемости и популярности занимает черепица. Помимо своего эстетичного вида, черепица является очень функциональным материалом и отлично подходит для кровли жилых и офисных зданий.

Первой разновидностью черепицы, которая появилась несколько веков назад считается керамическая. Производится из смеси глины с различными добавками, необходимыми для увеличения прочности и долговечности. Эти компоненты смешиваются, помещаются в специальную форму и обжигаются

при температуре 100 и более градусов. Кровля из керамической черепицы имеет прекрасный внешний вид. Для устранения протекания кровли используется гидроизоляционный материал.

Кровли из глиняной черепицы (рис. 8.7- 8.8) состоят из обрешетки, (брусков 50×50 мм) с расстояниями, кратными размерам черепиц. Черепица бывают гончарная и цементно-песчаные, пазовые штампованные и пазовые ленточные. Пазы и гребни используются при нахлестке черепицы на черепицу. Цементно-песчаная черепица - более дешевый вариант. Обладает небольшим сроком службы, поэтому используется значительно реже, чем глиняная.



Рис.8.7. Жилые дома с кровлей из глиняной черепицы

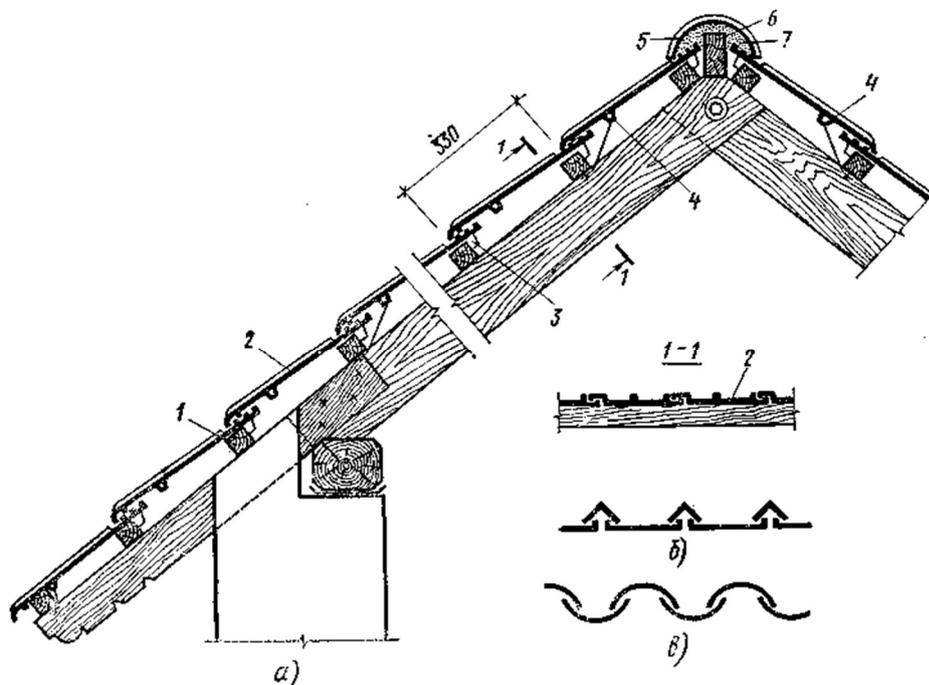


Рис. 8.8. Конструкция кровли из черепицы:

a – разрез по кровле из штампованной пазовой черепицы; *б* – античная черепица; *в* – татарская черепица; 1 - бруски обрешетки; 2 - штампованная пазовая черепица; 3 – уступ для опирания на обрешетку; 4 – шип с отверстием для крепления проволокой к обрешетке; 5 – коньковая черепица; 6 – коньковый брус; 7 – цементный раствор.

Металлочерепичные кровли – изготавливают методом роликовой обработки из оцинкованной стали с полимерным покрытием. Стальные листы подвергаются поперечному штампованию, создающему объемный рисунок (под черепицу и др.). Листы металлочерепицы могут иметь различную геометрию профиля листа по длине и ширине, а также могут иметь любой оттеночный тон; крепеж листа осуществляется при помощи саморезов к обрешетке, выполняемой из досок, шириной примерно 10 – 150 мм (толщина доски обрешетки устанавливается проектировщиком). Доска, выходящая на карниз, должна быть на 10 – 15 мм толще. Расстояние между досками обрешетки, соответствует шагу профиля металлочерепицы – 350-400 мм. Доски обрешетки крепят гвоздями к стропилам или контробрешетке, а на коньке и в ендовах укладывают сплошной настил. Листы металлочерепицы крепят саморезами с уплотнительными резиновыми прокладками в гребень волны листа. Для предотвращения скатывания снега в нежелательных местах (над входом, гаражом и т.п.) используют снегозадержатели, состоящие из крепежного уголка и снегозадерживающей планки. Снегозадержатель монтируют на расстоянии около 350 мм от карниза (рис.8.9).



Рис. 8.9. Жилые дома с кровлей из металлочерепицы:
а- устройство кровли; б – жилые дома с металлочерепицей

Рулонные кровельные материалы представлены на современном строительном рынке очень широко: битумные, полимерные и дегтевые, основные и безосновные, наплавляемые и не наплавляемые, с защитным слоем и без него.

Первые битумные рулонные материалы были произведены в России в 1877 году на заводе в г. Сызрани под руководством инженера А. А. Петрова, который использовал наработки Д. И. Менделеева. С тех пор производство развивалось, а ассортимент увеличивался. Доступные по цене, простые в применении и обладающие необходимыми физико-механическими свойствами для надежной гидроизоляции, они получили широкое распространение в промышленном строительстве, а затем и массовом жилищном строительстве (рис.8.10).



Рис. 8.10. Жилые дома с рулонной кровлей

Кровлю из рулонных материалов (рубероида, толя и др.) устраивают по дощатому или бетонному основанию. Дощатое основание делают двухслойным в виде сплошного защитного настила толщиной 19 – 25 мм из узких досок (50 – 70 мм) влажностью не более 20 % и разреженного рабочего настила из досок толщиной 25 – 35 мм, прибиваемых к стропильным ногам параллельно коньку. Доски защитного слоя под углом 45° прибивают к рабочему настилу, образуя малодеформируемое деревянное основание, к которому на мастике крепят двух-, трехслойный гидроизоляционный ковер. Верхний слой кровельного ковра защищает нижний (подкладочный) от разрушающих атмосферных осадков.

При уклонах 15 – 18% рулонную кровлю делают двухслойной, при 8 – 15% – трехслойной. Нижний слой кровельного ковра в кровле с уклоном более 20 % крепят к настилу мастикой и гвоздями. Полотнища наклеивают с напуском последующих на предыдущие не менее 5-10 см подкладочных и 7-10 см - верхних. Для битумных рулонных материалов применяют битумные, для дегтевых – дегтевые мастики. Конструктивное решение кровли из рулонных материалов представлено на рис. 8.11.

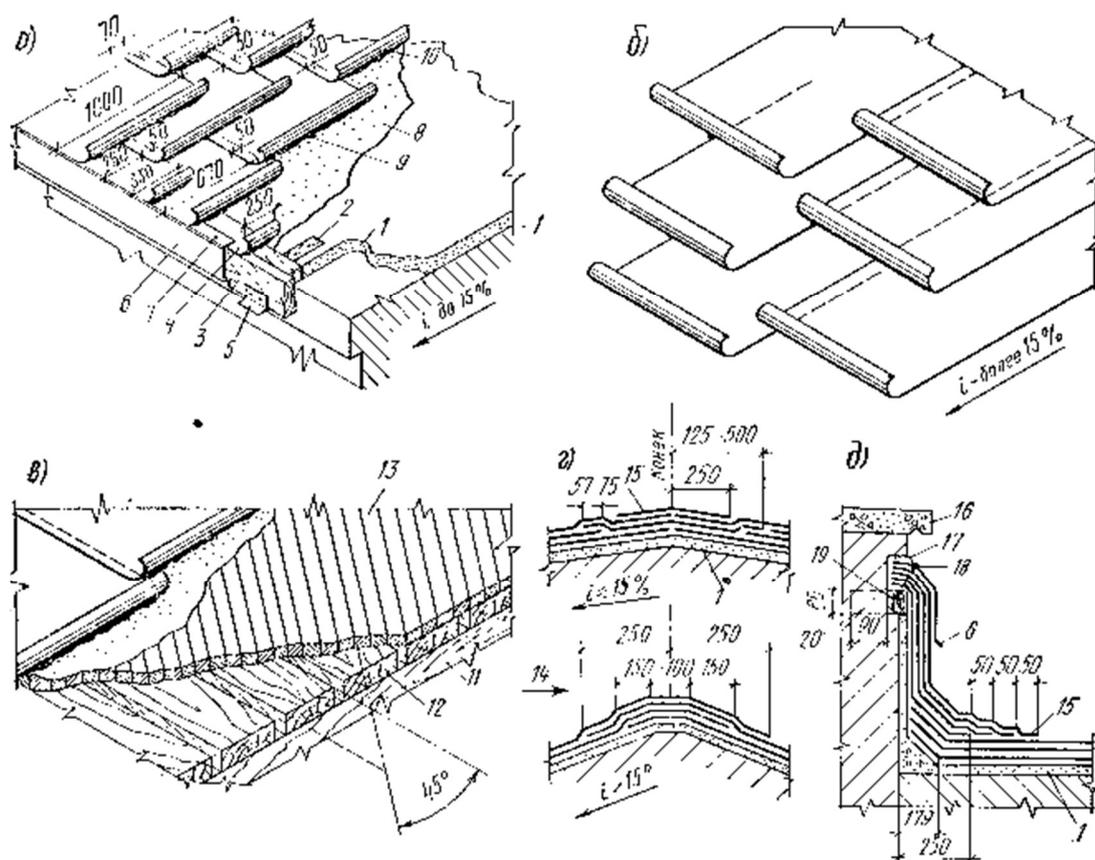


Рис.8.11. Конструктивное решение рулонной кровли:

а – трехслойная кровля; б – раскладка рулонов; в – деревянное основание кровли; г – покрытие коньков; д – примыкание кровли к стене; 1 – стяжка; 2 – пробки через 0,6 – 0,7 м; 3 – рейки; 4 – дополнительный слой на гвоздях (через 10 см); 5 – клямеры через 0,7 м; 6 – фартук из оцинкованной стали; 7 – гвозди через 0,5 м; 8 – грунтовка; 9 – мастика; 10 – рулонный материал; 11 – стропильная нога; 12 – рабочий настил (сечение по расчету); 13 – защитный настил из реек 25x50 мм; 14 – господствующее направление ветра; 15 – дополнительный слой рубероидного материала; 16 – парапетная плитка; 17 – раствор; 18 – гвозди через 10 см; 19 – брусок 40×60 мм; 20 – деревянные пробки через 0,9 м

Рулонные кровли широко распространены, дешевы, удобны как при строительстве, так и при ремонте и достаточно водонепроницаемы. Для лучшей сохранности при эксплуатации рулонные кровли рекомендуется периодически прокрашивать теми же материалами, которыми пропитан рулонный материал данной кровли. Такая окраска восстанавливает эластичность кровли.

Самый простой, недорогой и наиболее распространённый рулонный кровельный материал – это рубероид. Толь вышел из применения по причине канцерогенности его вяжущего (дегтя). Пергамин находит применение по сей день. Пергамин представляет из себя рулон кровельного картона, пропитанного мягкими нефтяными битумами. Используется как пароизоляция, подкладочный слой в многослойных покрытиях крыши, для упаковки оборудования.

Рубероид – это кровельный картон, сначала пропитанный мягкими низкоокисленными битумами, затем с обеих сторон высокоокисленными тугоплавкими битумами, поверх которых нанесена защитная посыпка. Посыпка бывает крупная и чешуйчатая. С изнаночной стороны наносится мелкозернистая посыпка или защитная пленка. Рубероид маркируется группой

буквенных символов и цифр. Первая буква Р – рубероид, вторая буква характеризует вид использования (К – кровельный либо П – подкладочный, третья буква обозначает вид посыпки (К – крупнозернистая, П – пылевидная или мелкозернистая). Цифры обозначают марку кровельного картона (300, 350, 400). Разницу между марками составляет прочность на растяжение и плотность посыпки. Чем выше марка, тем прочнее материал. Благодаря дешевизне при достойных физико-механических свойствах, рубероид до сих пор популярен. Крышу с покрытием из рубероида нужно делать из 4 слоев при уклоне до 1,5%, и из 3 слоев при уклоне кровли более 1,5%, наклеивая на битумную мастику сначала подкладочные слои, затем кровельный слой с посыпкой. На примыканиях и у воронок следует наклеивать 2 дополнительных слоя, а в ендовах 1 дополнительный слой. Рубероид применяют на плоских и малоуклонных крышах (до 15%). Нормативный срок службы кровли из рубероида при правильном её устройстве до 12 лет.

К рулонным синтетическим материалам для покрытия кровель относят бризол, изол, фольгоизол, стеклорубероид и др., наклеиваемые на специальные мастики.

Кровли из синтетических плиток выполняют аналогично кровлям из плоских асбестоцементных плиток. Осваивают также и производство синтетической черепицы, которая легче и дешевле черепицы гончарной.

В настоящее время широкой популярностью пользуются *наборные* или *штучные кровельные* материалы. Это мягкая, гибкая черепица. Она выпускается листами размером 1,0×0,35 м с богатой цветовой гаммой. Нижняя часть листа имеет форму пяти-, шести- или прямоугольника, создающую оригинальную фактуру скатов кровли.

В основе материала – стеклохолст или стекловолокно, на которое с обеих сторон наносится окисленный битум. На верхнюю поверхность наносится слой минеральной крошки, а на нижнюю – слой самоклеящегося битума, защищенного предохранительной селиконизированной, легко удаляемой при настиле пленкой. Уклоны скатов от 10°, без ограничения крутизны. Основание под мягкую кровлю должно быть жестким, ровным и всегда проветриваемым.

Воздушный зазор должен быть достаточно большим, вытяжное отверстие располагают как можно выше, а приточное – в нижней части кровли. В качестве основания может быть использована влагостойкая фанера, шпунтованная или обрезная доска.

Подкладочный слой (рубероид, толь) под кровельную плитку укладывают на коньки, в ендовах, на карнизных свесах и торцевой части кровли. При уклонах менее 1:3 подкладочный слой устанавливают по всей площади кровли.

Битумные мягкие кровли изготавливают в виде листов, повторяющих «шиферный профиль». Такие листы применяют на кровлях с уклоном от 10° до 90°. Их размеры 2×1 м (ондулин, аквалайн) подходят для несложных форм крыши. Если крыша имеет вычурную форму, то резко возрастает количество отходов листа. В этих случаях рациональнее применять наборные штукатурные материалы типа «Katepal» и «Roofshield» (рис.8.12).

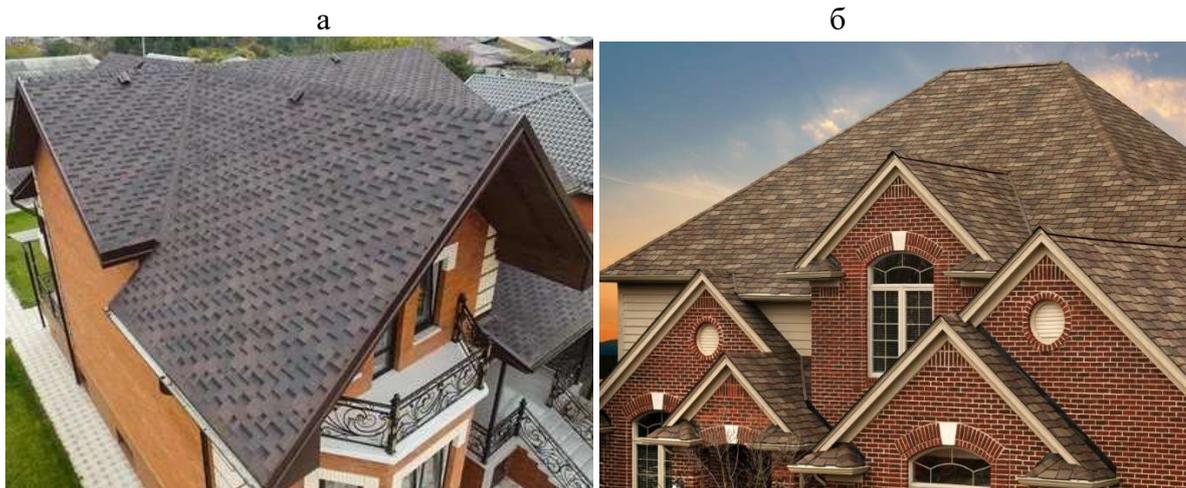


Рис.8.12. Крыши домов с гибкой черепицей: а – «Rocky Katepal»; б – «Roofshield».

Различные виды материалов гибкой черепицы представлены на рис.8.13.

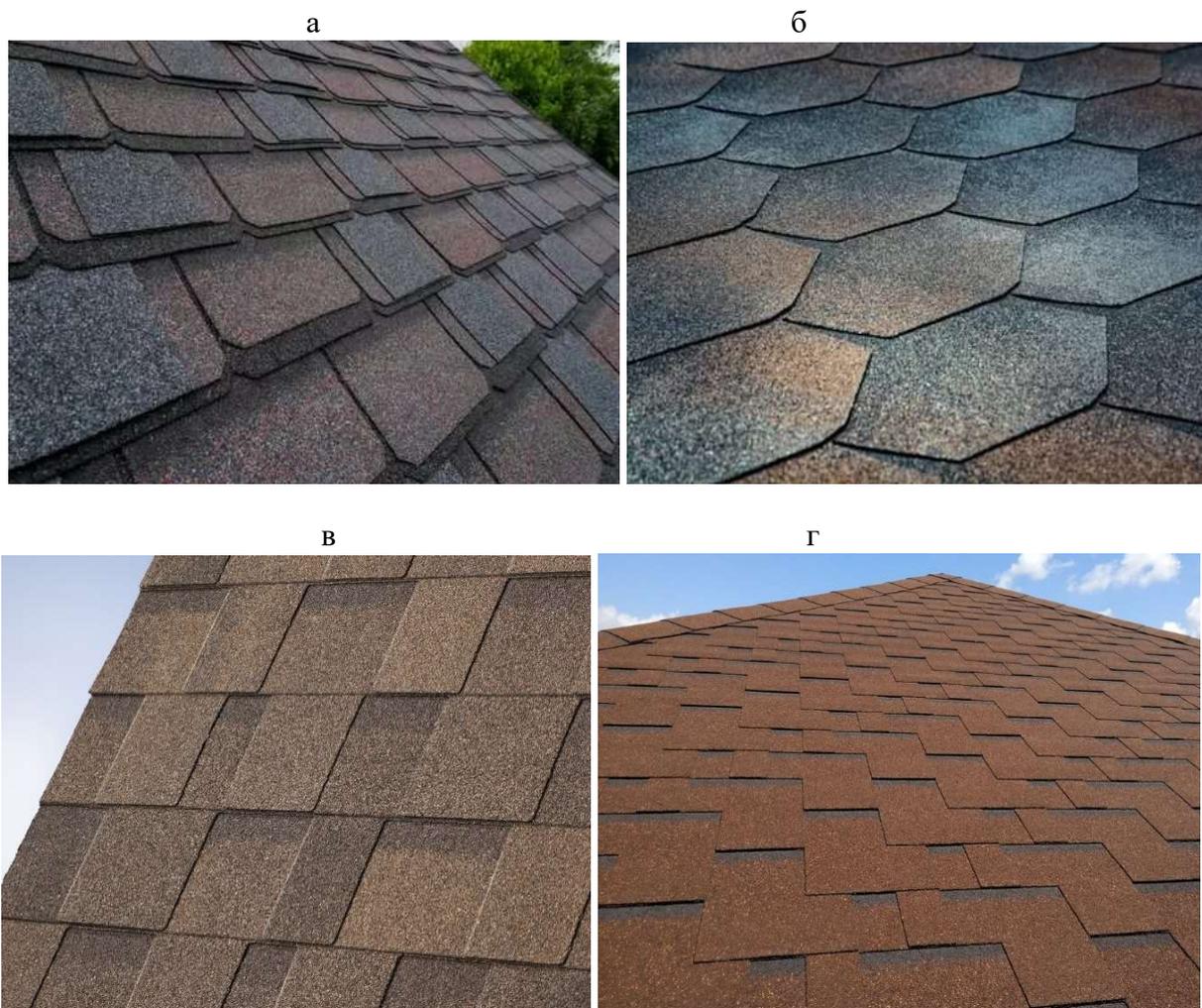


Рис.8.13. Различные виды гибкой черепицы: а – «Shinglas»; б – «Katepal Forte»; в- «Cambridge express»; г – «Roofshield».

8.2. Чердачные скатные крыши

По скатам вода отводится к свесу кровли и сбрасывается непосредственно на землю (наружный неорганизованный отвод воды) или с помощью *желобов* и *водосточных труб* (наружный организованный отвод).

В малоэтажном строительстве применяют в основном чердачные скатные крыши с наружным отводом воды. Совмещенные покрытия и внутренние водостоки применяют, как правило, в многоэтажном строительстве.

Формы чердачных скатных крыш бывают различными и определяются очертаниями здания в плане, кровельным материалом и требованиями архитектурной выразительности. Крыши могут быть односкатными, двускатными (наиболее часто применяемые), четырехскатными (шатровыми, вальмовыми, полувальмовыми) и многоскатными, в том числе пирамидальными (рис. 8.14-8.15).

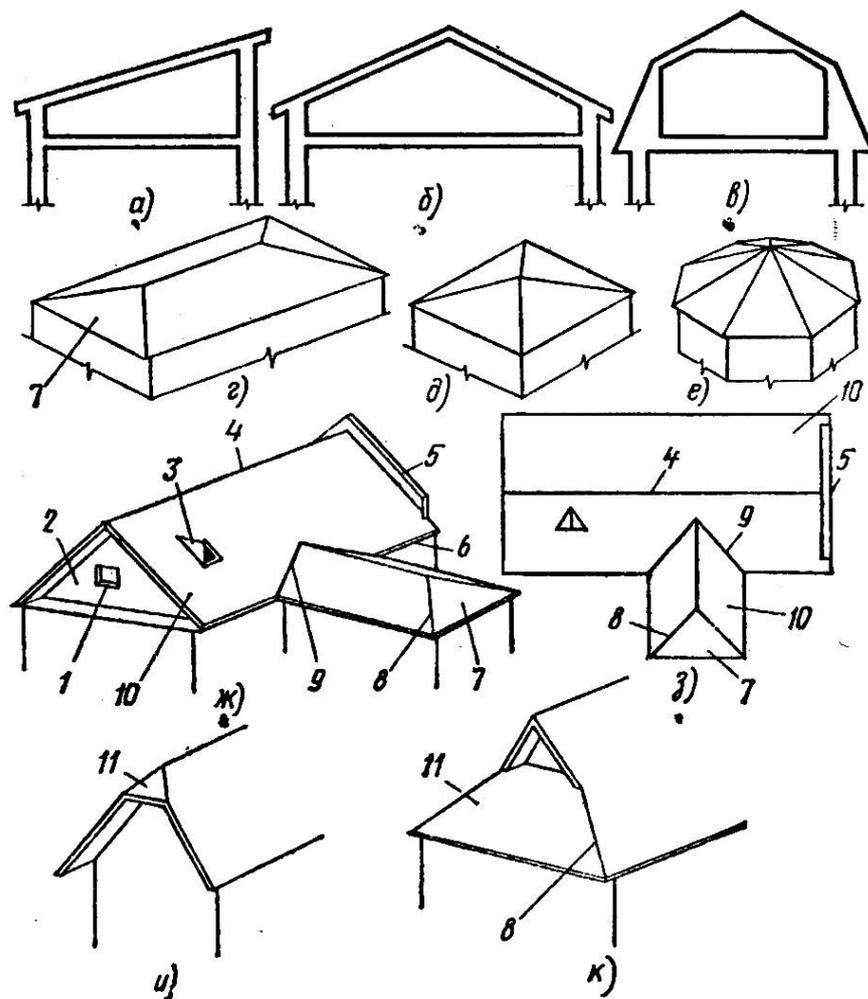


Рис. 8.14. Формы скатных крыш:

а – односкатная; б – двускатная; в – с изломом ската (мансардная); г – вальмовая (четырёхскатная); д – шатровая; е – пирамидальная; ж, з – элементы скатной крыши; и, к – типы полувальмовых крыш; 1 – чердачное окно; 2 – фронтон с треугольным тимпаном; 4 – конек; 5 – щипец; 6 – карниз; 7 – вальма; 8 – ребро; 9 – ендова (разжелобок); 10 – скат; 11 – полувальма

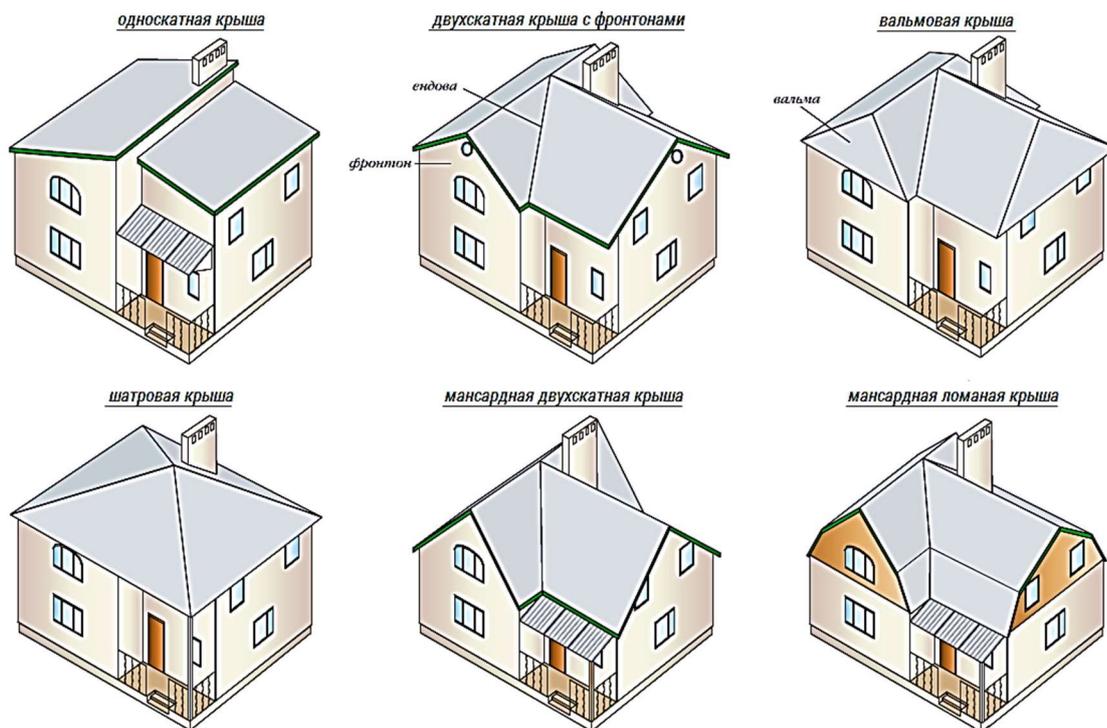


Рис.8.15. Жилые здания с различными формами скатных крыш

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**. 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, скапливается снег и мусор, создающий неблагоприятные условия для работы кровельных материалов. Верхнее горизонтальное ребро называют **коньком**. Выступ крыши у наружных степ называют **свесом**. Торец двускатной крыши решается двояко. Если скаты крыши перекрывают торцовую стену и выступают над ней в виде свеса, то получается **фронтон**. Если торцевая стена поднимается выше кровли и выступает над ней в виде парапета, то получается **щипец**. Щипец может оформляться уступами, прямыми наклонными линиями, профильными линиями типа волют и др. В каждом здании уклоны отдельных скатов делают одинаковыми с целью создания одинаковых условий работы кровли и равной долговечности ее отдельных участков. Поэтому при изображении кровли в плане линии ребер и ендов проходят по биссектрисам углов.

Высоту чердака рекомендуется делать с учетом удобного использования его для бытовых нужд. У наружных стен высота чердака должна быть не менее 0,4 м для возможности осмотра состояния конструкций. В пределах чердака часто предусматривают жилые помещения – **мансарды**. В этом случае форма

двускатной крыши может иметь дополнительные ребра, параллельные коньку, а скаты – разный уклон.

Зимой из жилых помещений в чердак сквозь чердачное перекрытие может проникать тепло и влага. В этом случае температура в чердаке может стать выше 0°, а влажность достигнуть критического состояния, которое приведет к образованию конденсата (иней) на внутренней поверхности крыши. При повышении температуры наружного воздуха конденсат тает и капает на чердачное перекрытие, увлажняя его. Кроме того, теплый воздух чердака может вызвать подтаивание снега на крыше. Талая вода, стекая под слоем снега по скату крыши, замерзает на свесе кровли, который не подогревается воздухом чердака, образуя наледи и сосульки. Удаление таких наледей приводит к повреждению кровли. Чтобы избежать этих нежелательных явлений, необходимо выполнить надежную теплоизоляцию чердачного перекрытия с устройством под утеплителем пароизоляционного слоя, а также предусмотреть естественную вентиляцию чердака. Такая вентиляция (проветривание) осуществляется с помощью отверстий в нижней части чердака (под карнизом) и в верхней части (у конька). Нижние отверстия – приточные, верхние – вытяжные. Для проветривания используют слуховые окна на скатах крыши и окна во фронтонах и щипцах.

Несущие конструкции скатных крыш состоят из стропил и обрешетки.

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 бревен, брусьев или досок. Все сопряжения отдельных элементов стропил выполняют с помощью врубок и металлических креплений (скоб, болтов, гвоздей, хомутов). Стропила бывают наслонными и висячими.

Наслонными называют стропила, основные элементы которых – **стропильные ноги** – работают как наклонно положенные балки. Длина таких балок должна быть не более 6,5 м (максимальная длина стандартной деловой древесины). Таким образом, расстояние между опорами, то есть горизонтальная проекция балки, обычно принимается не более 5 м. Простейший тип наслонных стропил применяют при односкатных крышах (рис. 8.16 – 8.17).

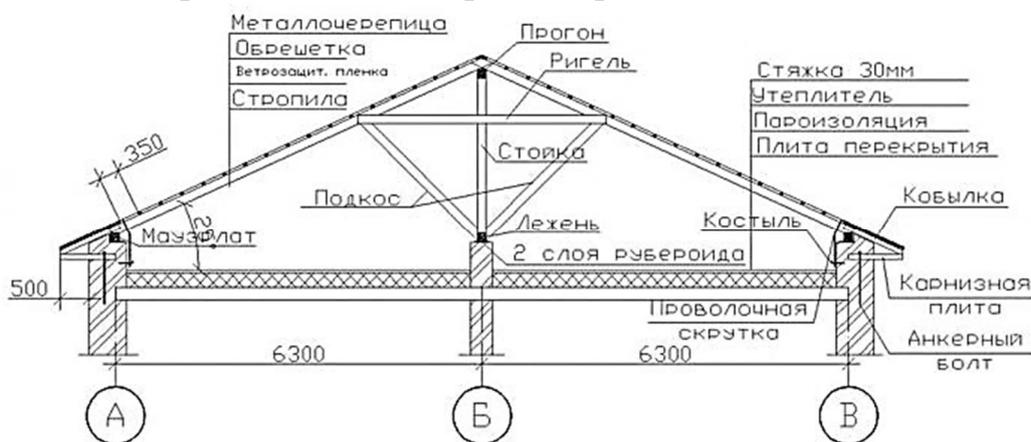


Рис.8.16. Конструкция скатной крыши по наслонным стропилами

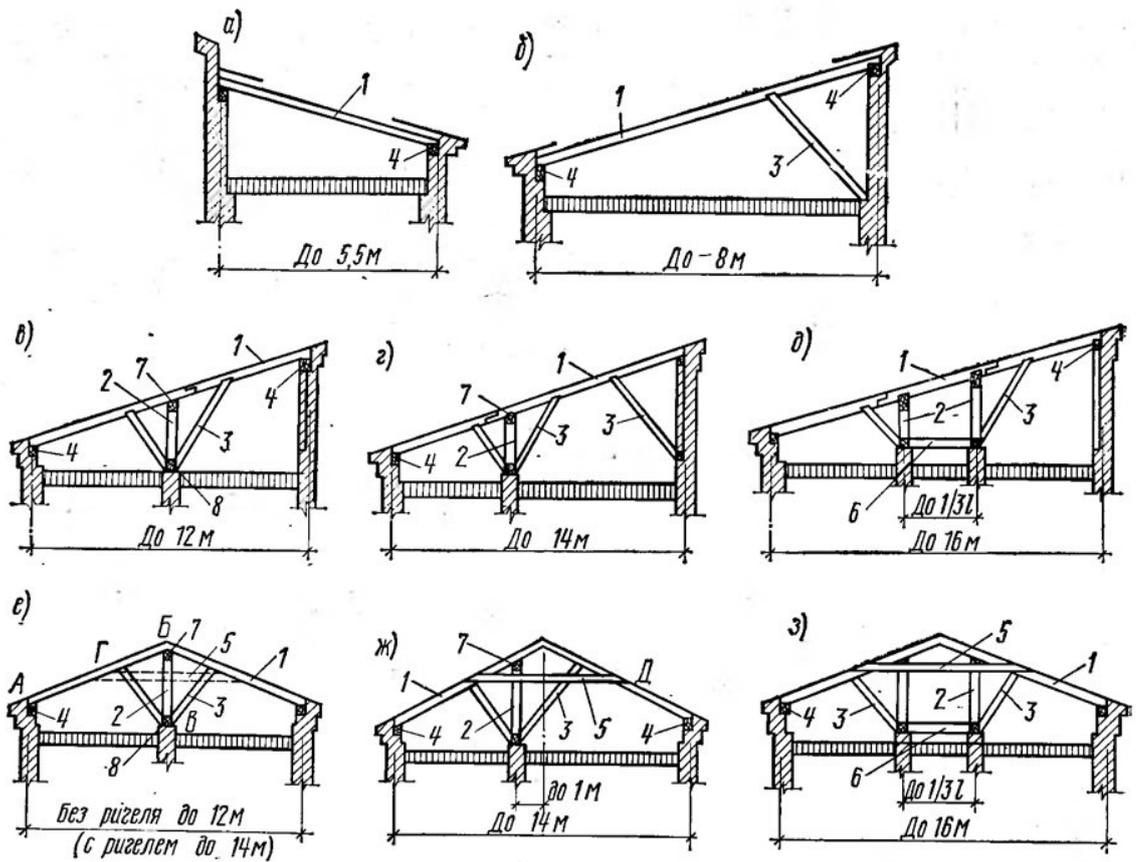


Рис. 8.17. Конструктивные схемы деревянных наслонных стропил:
 а – д – для односкатных крыш; е – з – для двускатных крыш; 1 – стропильная нога; 2 –
 стойка; 3 – подкос; 4 – подстропильный брус; 5 – ригель; 6 – распорка; 7 – верхний прогон; 8
 – лежень

Стропильные ноги изготавливают из брусьев, бревен и досок (рис.8.18-8.19).

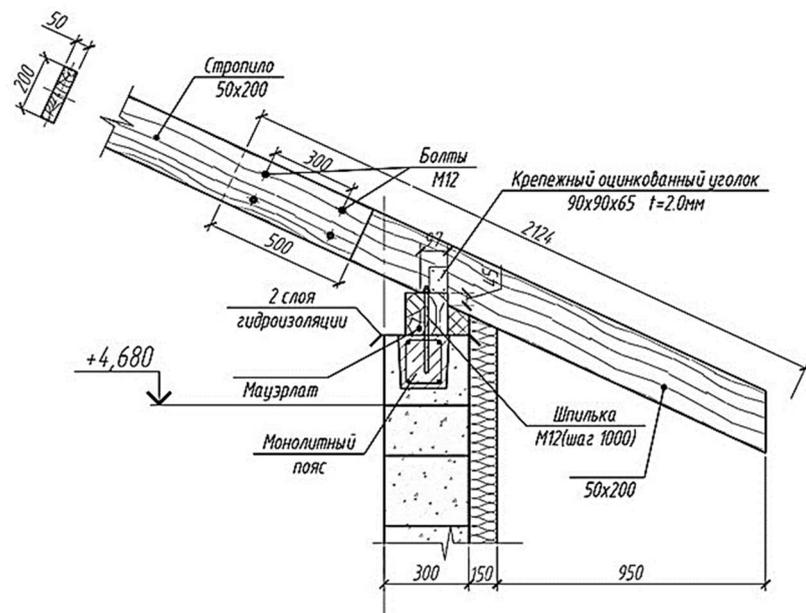


Рис.8.18. Опорный узел дощатых наслонных стропил

Опираются они на брусья – *мауэрлаты*, уложенные по верхнему обрезу стен. Они служат для равномерного распределения нагрузки от стропильных ног на стену. Их изолируют от каменной стены толем.

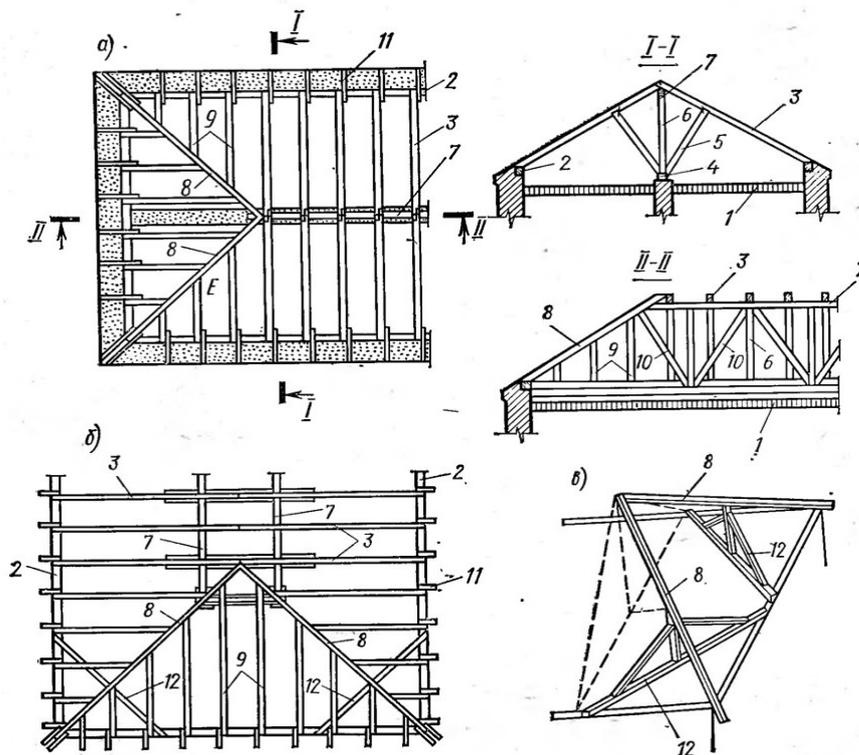


Рис. 8.19. Расположение в плане наслонных стропил в зданиях:

а – с одной внутренней опорой; б – то же с двумя; в – общий вид шпренгелей для опирания накосных стропильных ног; 1 – чердачное перекрытие; 2 – мауэрлат; 3 – стропильная нога; 4 – лежень; 5 – подкос; 6 – стойка через 3 – 5 м; 7 – прогон; 8 – накосная (диагональная стропильная нога); 9 – нарожки; 10 – подкос под прогон; 11 – кобылка; 12 – шпренгель

При наличии внутри здания опор применяют и двускатные наслонные стропила. В этом случае по внутренним опорам укладывают *лежни* (при внутренней стене) или *прогоны* (при отдельностоящих опорах), по которым через 3 – 4 м устанавливают стойки как опоры для верхнего *конькового прогона*. 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 горизонтальную *схватку*, которая придает дополнительную жесткость в поперечном направлении и гасит возникающий в конструкции распор. Схватку выполняют из досок и располагают ниже верхнего прогона.

При пролете 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. Для предотвращения сноса крыши при сильном ветре стропильные ноги (обычно через одну) крепят проволочными скрутками к костылям (или ершам),

забиваемым в стену. 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 брусьев обрешетки. Обычно его принимают равным: 0,7 м - для дощатой обрешетки; 1, 2-1,5 м - для брусчатой.

В настоящее время широко распространены наслонные стропила заводского изготовления. Элементы этих стропил изготавливают из досок в виде укрупненных элементов – опорных ферм, стропильных щитов, коньковых и карнизных обрешеточных щитов.

Висячие стропила представляют собой простейший тип стропильной фермы, где наклонные стропильные ноги (верхний пояс фермы) передают распор на затяжку (нижний пояс фермы), рис.8.20.

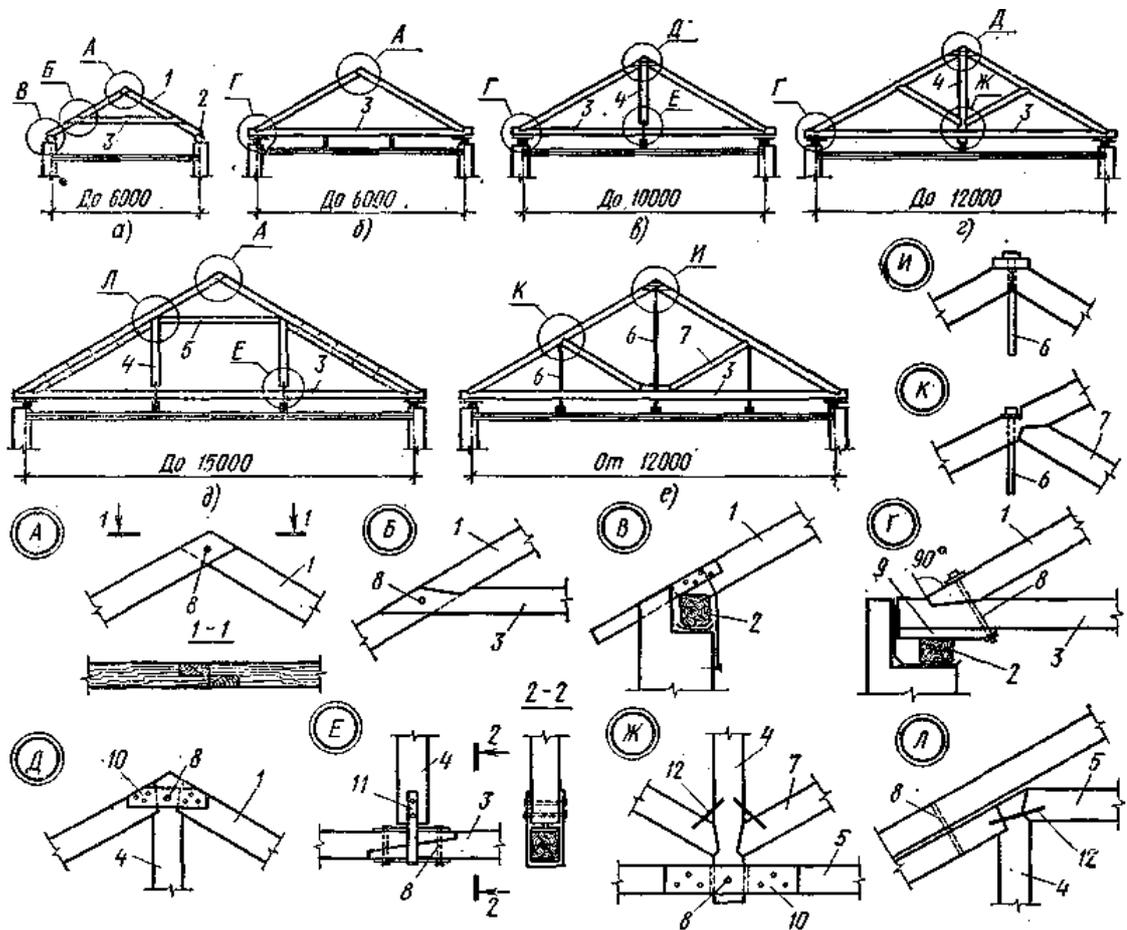


Рис.8.20. Деревянные висячие стропила (стропильные фермы):

- а – с поднятой затяжкой; б – с затяжкой, используемой для подвески чердачного перекрытия;
 в – с подвесной бабкой; г – с подвесной бабкой и подкосами; д – с двумя подвесными бабками; е – металлодеревянная ферма; 1 – стропильная нога; 2 – мауэрлат; 3 – затяжка; 4 – подвесная бабка; 5 – распорка; 6 – стальная стойка фермы; 7 – подкос; 8 – болт; 9 – корытыш; 10 – деревянная накладка; 11 – хомут; 12 – скоба

Висячие стропила в малоэтажном строительстве применяют в виде ферм треугольной формы. Их изготавливают из бревен или досок. При пролете более 12 м применяют металлодеревянные фермы, где элементы ферм, работающие на растяжение, выполняют из металла. Шаг ферм пролетом до 10 м принимают по тем же соображениям, что и шаг наслонных стропил. При пролете 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 пролете более 6 м чердачное перекрытие выполняют подвесным в виде прогонов, подвешенных к нижнему поясу, балок, опирающихся на прогоны, и в виде межбалочного заполнения. В качестве высокоэффективного утеплителя применяют минеральную вату, легкие древесностружечные плиты и др.

Обрешетка является непосредственным основанием для кровли и устраивается по стропильным ногам в виде настила из досок или брусьев. Характер настила – сплошной или разряженный – зависит от применяемого кровельного материала.

Стропильные фермы изготавливают деревянными, железобетонными и металлическими, по форме – треугольные, полигональные, сегментные и др. Допустимые уклоны скатных крыш представлены в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Допустимые уклоны скатных крыш при различных материалах кровли

Материал скатной кровли	Уклон, град.
Волнистые асбестоцементные листы	19-20
Плоские асбестоцементные листы:	
в один слой	35-45
в два слоя	25-30
Стальные листы	16-22
Керамическая черепица	40-45
Цементная черепица	22-60

8.3. Мансардные крыши

Мансарды – один-три этажа жилых или рабочих помещений, размещенных в чердачном пространстве, фасад которых полностью или частично образован поверхностями наклонной или ломаной крыши. Ардуен Монсар (1646 – 1708) главный архитектор Людовика XV во Франции впервые использовал этот прием в своей практике, откуда и пошло название – мансарда.

В настоящее время в Республике Беларусь и других странах СНГ строительство мансард возобновляется. Главным стимулом для их применения стала экономическая необходимость повышения плотности застройки, особенно в крупных городах. Дополнительным – эстетический: сформировалась определенная «эстетическая усталость» от складывающегося почти сорок лет однообразного силуэта массовой застройки зданиями с плоскими крышами.

Основной областью применения мансард в отечественном строительстве становится реконструкция зданий исторической и массовой застройки, хотя есть отдельные примеры проектирования мансард в новых зданиях. Поэтому представляется закономерным рассмотрение вопросов конструирования мансард, в разделе, посвященном реконструкции зданий. В связи с новизной проблемы для отечественной строительной практики ее решение осуществляется не без учета зарубежного опыта.

Геометрические формы мансард весьма разнообразны: они могут быть симметричными и несимметричными, односкатными и двускатными, иметь треугольный или ломанный силуэт, располагаться по всей ширине здания или только по одну сторону от его продольной оси, особенно, если это необходимо по условиям инсоляции расположенных напротив зданий (рис. 8.21).

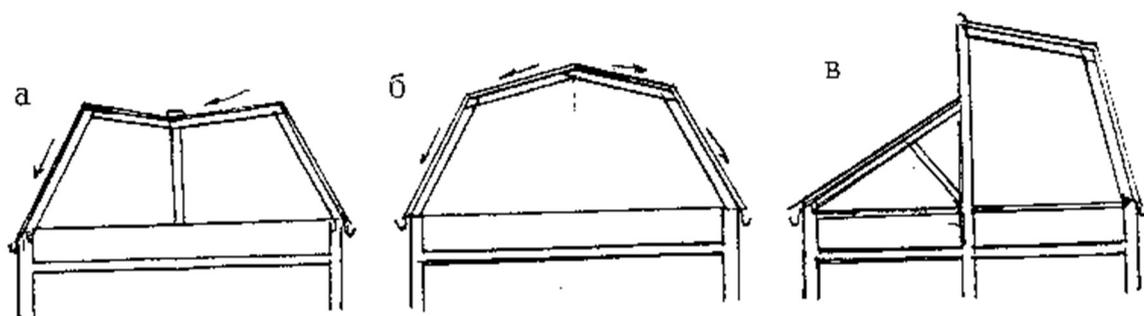


Рис. 8.21. Схема устройства мансард:

а – в чердачном пространстве полностью с внутренним водоотводом; б – то же, с наружным водоотводом; в – с устройством мансарды на половине чердачного пространства

Односкатные мансарды – это, когда скат, который упирается своими краями на стены, возведенные разной высоты. Именно разность высот и определяет угол наклона ската. Сама конструкция представляет собой два бруса мауэрлата, расположенные на разных стенах, на который упираются стропильные ноги. Если дом возведен из бревен или брусьев, то верхний венец строения используется в качестве мауэрлата.

Строительство односкатной крыши мансардного типа достаточно простое (рис.8.22). Для этого требуется всего лишь несколько стропил, которые укладываются на стены с шагом 1,0-1,2 м. Между ними закладывается теплоизоляционный пирог из утеплителя, паро- и гидроизоляционных слоев. Если правильно провести утепление крыши, то это гарантия снижения тепловых потерь до минимума. А это не только комфортные условия проживания в мансарде, но и значительная экономия потребления энергоносителей, затрачиваемых на отопление дома.

Двухскатная мансардная крыша — наиболее широко распространена: при общем строении, решений может быть много. Сама конструкция является наиболее оптимальной: при относительно невысоких затратах позволяет удовлетворить различные требования по необходимой площади помещения.

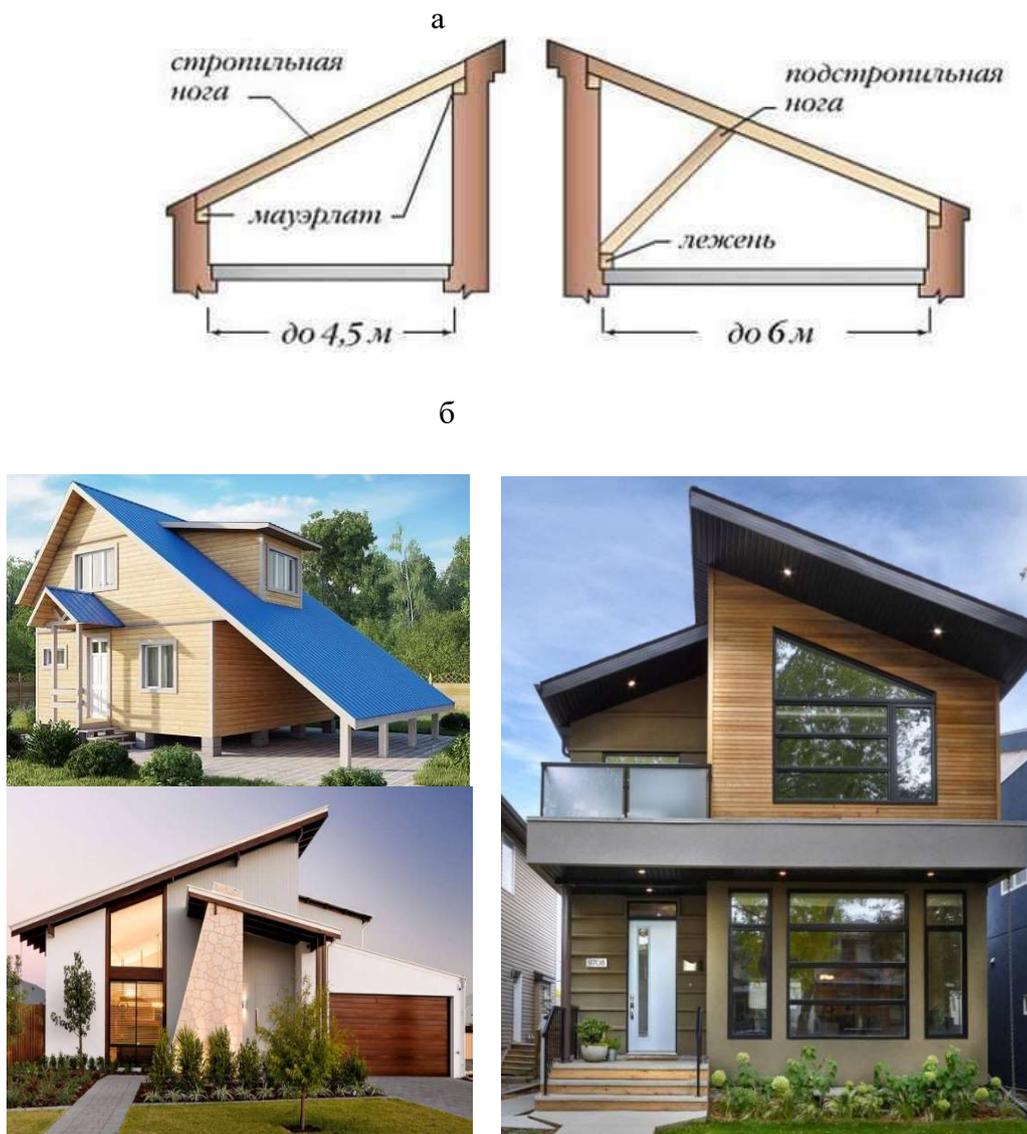


Рис.8.22. Жилые дома с односкатными мансардами:
а – схемы мансард; б – внешний вид

Проще всего реализуется мансарда под обычной двускатной крышей, но высота ее должна быть достаточной, чтобы под ней можно было выделить жилое помещение (рис.8.23). Недостаток двухскатной крыши мансардного типа с том, что отсекается большое пространство по бокам, что в частных домах не всегда приемлемо. Чтобы немалые площади не гуляли, их используют под устройство кладовых или шкафов. При таком устройстве окна делают в крыше, место их расположения зависит от угла наклона. Есть еще один вариант устройства мансардной крыши частного дома с двумя скатами - полуторный этаж. Ее устанавливают на выгнанные до некоторого уровня стены. Дом тогда называют «в полтора этажа».

Устройство ломаной мансардной крыши сложнее односкатной из-за сложности устройства стропильной системы. По сути, это те же два ската, но состоящие из двух частей с разным уклоном. Это строение позволяет, не тратя

средства на возведение стен, получить жилое пространство примерно на 15% меньше, чем на нижнем этаже.

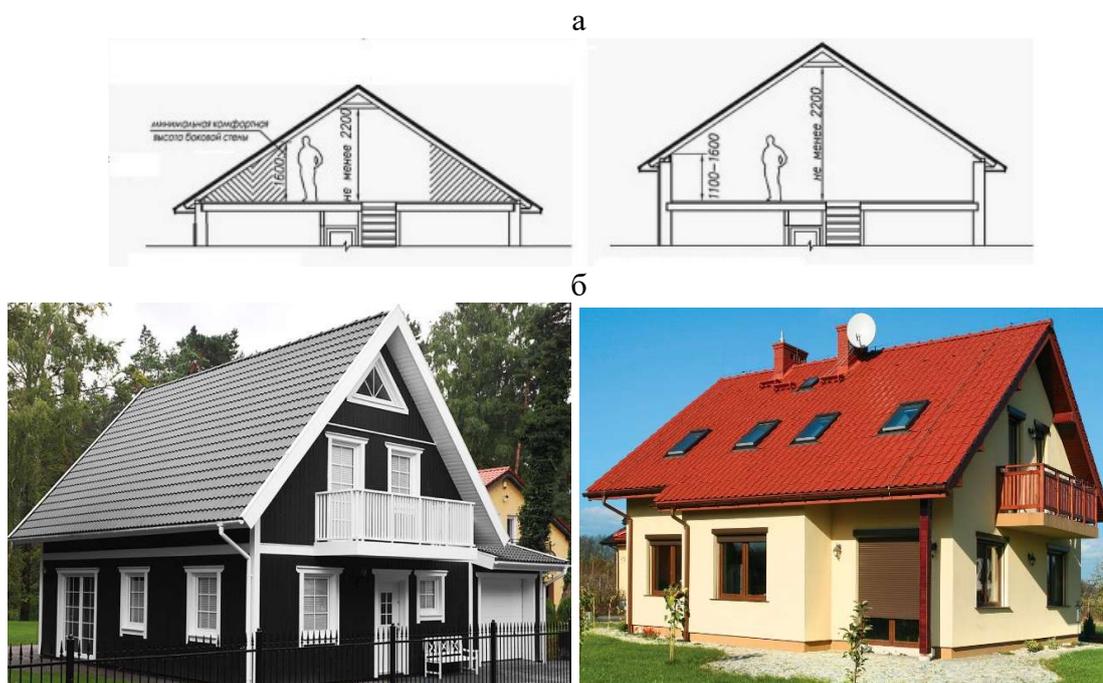


Рис.8.23. Жилые дома с двускатными мансардами:
а – схемы мансард; б – внешний вид

Мансарды с ломаной крышей могут располагаться в створе наружных стен здания или выходить за его границы. При ограниченном выносе мансардного объема его опирают на консольный вынос перекрытий нижележащего этажа, при большом выносе – на дополнительные опоры – колонны, стенки, подвески (рис. 8-24-8.25).

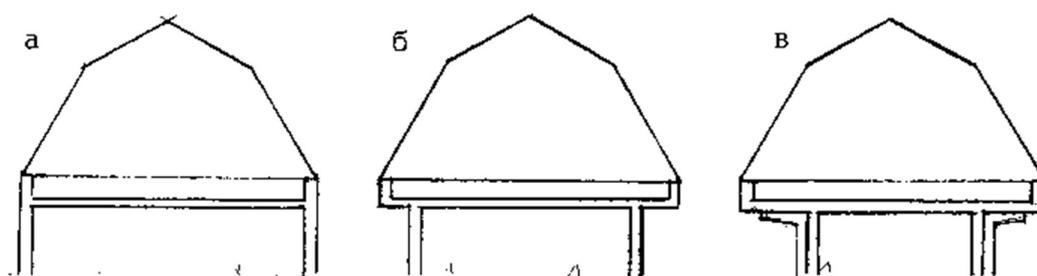


Рис. 8.24. Схемы размещения мансарды: а – в створе наружных стен здания; б – с выходом за границы наружных стен на консолях перекрытия; в – то же, на дополнительных наружных опорах

Общим признаком мансарды является крутой уклон скатов для увеличения пространства, расположенных в ней помещений. При ломаной форме крыше ее нижняя часть имеет крутой уклон – 60 -70°, а верхняя – пологой – 15-30°. Конструкция ломаной мансардной крыши — наиболее часто используемый вариант стропильной системы — с выносом части стропила за

поверхность стены. Таким образом образуется свес, защищающий узел примыкания к стенам от осадков.



Рис.8.25. Жилые дома с двускатными мансардами:
 а – схема мансарды; б – внешний вид

Конструкции мансард весьма разнообразны: их проектируют из дерева, железобетона, стали или комбинированными, например, из стальных и деревянных несущих конструкций. Выбор конструкций зависит от уровня капитальности здания и соответствующей ему степени огнестойкости.

Четырехскатные крыши — это сложные системы, которые обязательно нужно рассчитывать. Поверхность получается большой, расходы на утепление значительно возрастают, вместе с тем уменьшаются размеры мансардного помещения: отсекаются части помещений со всех четырех сторон.

Их главное достоинство — высокая устойчивость к сильным ветрам: все поверхности наклонные и ветровая нагрузка не настолько сильно давит на скаты. Строение таково, что свесы можно сделать низкими, защищая стены от воздействия осадков и ветров. К тому же дома с такими крышами многие считают наиболее привлекательными. Наиболее распространенный вариант четырехскатной крыши — вальмовые (переходной вариант — полувальмовая). В этом случае вальма делают только на часть высоты этажа (рис.8.26).



Рис.8.26. Жилые мансардные дома с вальмовой и полувальмовой крышами:
а – схемы мансард; б – внешний вид

Наружные ограждения мансард могут быть полностью утепленными, либо только в границах отапливаемых помещений с устройством в последних наклонных, ломаных или плоских потолков. Высота жилых помещений в чистоте принимается не менее 2,5 м, при этом в жилую площадь могут засчитываться и участки помещений с меньшей высотой. Их величина нормируется в зависимости от уклона крыши (рис.8.27).

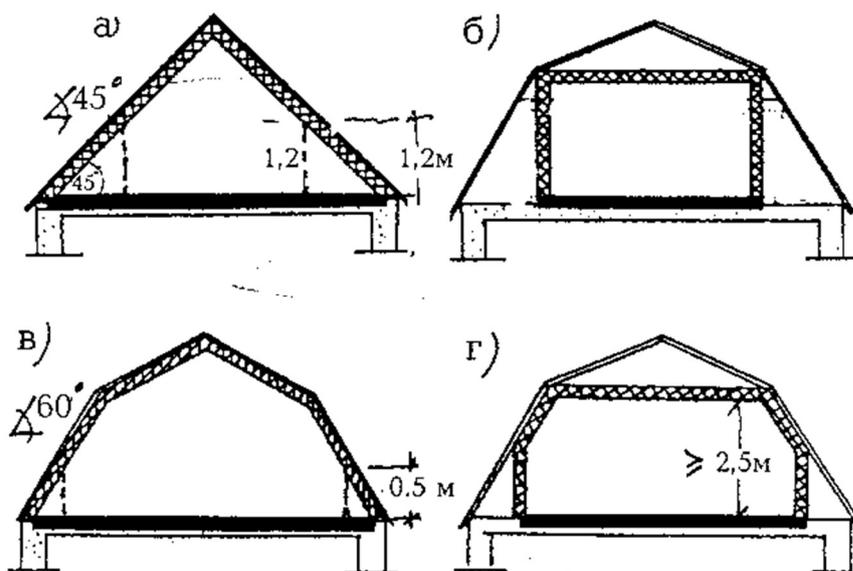


Рис.8.27. Форма мансардного пространства и его утепление:
а – с наклонным потолком; б – с горизонтальным потолком; в – с потолком из ломанных плоскостей; г – с горизонтальными и наклонными участками потолка.

При устройстве мансард все горизонтальные, вертикальные и наклонные поверхности помещения утепляют эффективным материалом требуемой толщины. С внутренней стороны утепляющих плит укладывают пароизоляционный слой из полиэтиленовой пленки, а затем обшивают досками, вагонкой, гипсокартонными плитами.

Между утеплителем и покрытием кровли предусматривается воздушный зазор до 5 см, при покрытии кровли плоскими материалами: (листы оцинкованной стали) и 2,5 см при волнистой (профилированная оцинкованная сталь – металлочерепица, волнистые асбестоцементные листы).

Теплоизоляционный слой не должен прерываться при сопряжении мансардной стены и наружной стены здания. Поэтому обязательно требуется утеплять небольшой участок чердачного перекрытия, ограниченного скатом кровли и вертикальной стеной мансарды (рис.8.28).

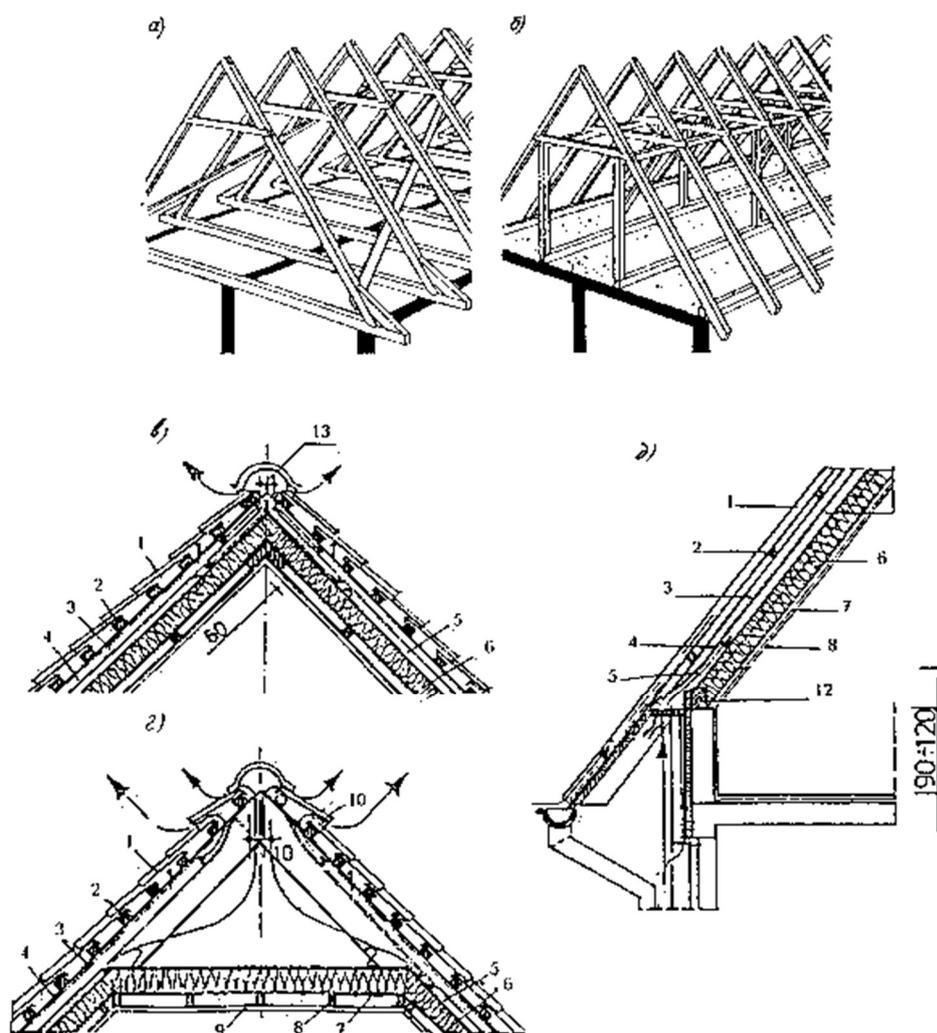


Рис. 8.28. Несущие и ограждающие конструкции деревянных мансард:

а – система висячих стропил мансарды; б – то же, наслонных; в – коньковый узел бесчердачной мансарды; г – то же, чердачной; д – карнизный узел; 1 – кровля; 2 – обрешетка; 3 – защитная пленка; 4 – контробрешетка; 5 – вентилируемая воздушная прослойка; 6 – утеплитель; 7 – пароизоляция; 8 – деревянные рейки; 9 – гипсокартон; 10 – черепица с вентиляционной решеткой; 11 – вентиляционная решетка; 12 – мауэрлат; 13 – коньковая черепица

На наклонных плоскостях кровли плиты утеплителя укладывают между стропильными ногами, но они могут быть уложены и поверх стропильных ног или подшиты к ним снизу.

Обязательным является устройство пароизоляции из толстой полиэтиленовой пленки, укладываемой с перехлестом полотнищ на 10 – 15 см. Такой пароизоляционный слой служит барьером для защиты утеплителя от увлажнения водяными парами внутреннего воздуха. Для защиты утеплителя от возможных протечек укладывают по его верху ветрозащитную, паронепроницаемую подкровельную пленку.

С внутренней стороны помещения производят отделку поверхности стены гипсокартонными листами, фанерой, вагонкой или другими материалами. Водоотвод с мансарды – наружный, организованный.

Применение деревянных конструкций мансард согласуется со степенью огнестойкости здания. Деревянные конструкции должны быть защищены антипиренами, утепление стены-крыши – выполнено из негорючих материалов или трудногорючих материалов, а пространство мансард посекционно расчленено брандмауэрами.

Необходимо отметить, что в последние годы появились новые формы мансардных крыш: шатровая, купольная и арочная.

Шатровая — это четырехскатная (пирамидальная) крыша с мансардой, но состоит она из четырех одинаковых скатов с формой равнобедренного треугольника. Используются при строительстве домов квадратной формы. Встречаются такие разновидности кровель редко. Все дело в сложности организации пространства под ней. Со всех сторон скаты образуют у перекрытия зоны, которые практически невозможно использовать. То есть под такой кровлей мало полезной площади.

Но, как показывает практика, если есть возможность использовать подкровельное пространство под жилое помещение, то даже под шатровой крышей его организуют. Ведь главное – провести утепление кровельного сооружения и создать условия для жизни. Одно из них – естественное освещение. На рис.8.29 представлена шатровая мансарда.

Купольная мансардная крыша - одна из самых оригинальных и одна из самых сложных в возведении, потому что стропильные ноги – это не цельный пиломатериал в виде доски или бруса. Это сборный из нескольких кусков и частей элемент, который формирует скругленную конструкцию кровли. Мастера при этом тщательно выбирают сам материал по качеству, а затем тщательно его соединяют в стропильную систему.

Необходимо отметить, что в категорию купольных крыш можно отнести арочные. Они, конечно, друг от друга формой отличаются. Но по способу изготовления стропил они одинаковые. Нередко в частном домостроении для сооружения крыш такого типа используют металлические стропила из стального уголка. Это более простой вариант изготовления стропильных ног, но он более затратный, плюс увеличивается масса самой крыши, что требует усиления стен и фундамента дома.

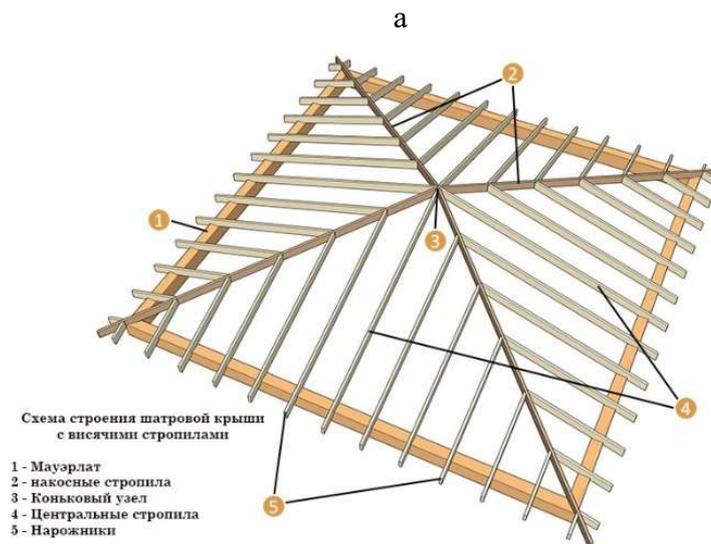


Рис.8.29. Жилые мансардные дома с шатровой крышей:
а – схема мансарды; б – внешний вид

Более удобный вариант, не требующий затрат на эти работы, является строительство шатровых и арочных крыш из клееной древесины в виде полуарок (рис.8.30-8.31).

Надо отметить, что арочные мансардные крыши создают под собой больше пространства, чем купольные. Но у последних более презентабельный и необычный вид.



Рис.8.30. Интерьеры жилых мансардных домов с купольной и арочной крышами.



Рис.8.31. Внешний вид жилых мансардных домов с купольной и арочной крышами.

8.4. Деревянные фермы на металлических зубчатых пластинах в покрытиях гражданских зданий

В современном мире города и другие населённые пункты растут в геометрической прогрессии. Однако дороговизна даже той же земли заставляет подумать об альтернативном строительстве хотя бы небольших жилых помещений в самом городе.

Выход был найден: устройство мансард, надстройка нескольких этажей над существующим зданием, надстройка небольших помещений на части эксплуатируемой крыши с созданием места для дополнительной рекреации.

Для их создания используются фермы, рамы и другие строительные конструкции на металлических зубчатых пластинах (МЗП), которые обеспечивают высокую прочность и жёсткость соединений.

МЗП – зубчатые крепёжные металлические пластины для соединения деревянных деталей. Их изготавливают методом штамповки из оцинкованной стали толщиной 1,2 мм или 2,0 мм. Затем пластины нарезаются в соответствии с необходимыми размерами (длина от 50 мм до 400 мм с шагом 25 мм, ширина от 100 мм до 250 мм с тем же шагом). Каждая из пластин содержит параллельные ряды выштампованных и вертикально отогнутых в одну сторону фигурных зубьев с внутренней и наружной стенками с заострёнными концами и уширением по боковым торцам у основания. МЗП из сталей обыкновенного качества защищают от коррозии цинкованием или гидрооксидированным алюминированием.

Наибольшее распространение дощатые фермы с соединением на металлических зубчатых пластинах типа “Gang-Nail” получили в США, где только в 1975 году было использовано на их производство 8% всей древесины страны (рис. 8.32.). Позднее были приобретены лицензии на производство дощатых конструкций с соединением на МЗП системы “Gang-

Nail” в 16 странах Европы, Канаде, Японии, Австралии, Новой Зеландии, некоторых странах Африки, Южной Америки и Юго-Восточной Азии. Из-за притока новых жителей в южные штаты возникла большая потребность в жилье. В то время, чтобы удовлетворить эту потребность, строительной промышленности нужны были эффективные методы. Деревянные фермы с соединениями на металлических коннекторных пластинах начали вытеснять ранее использовавшиеся методы традиционного изготовления стропил и ферм на фанерных узловых накладках. Новый тип ферм можно было производить быстро, в больших количествах и хорошего качества на фабриках, персоналу которых требовалось лишь очень короткое время для обучения.

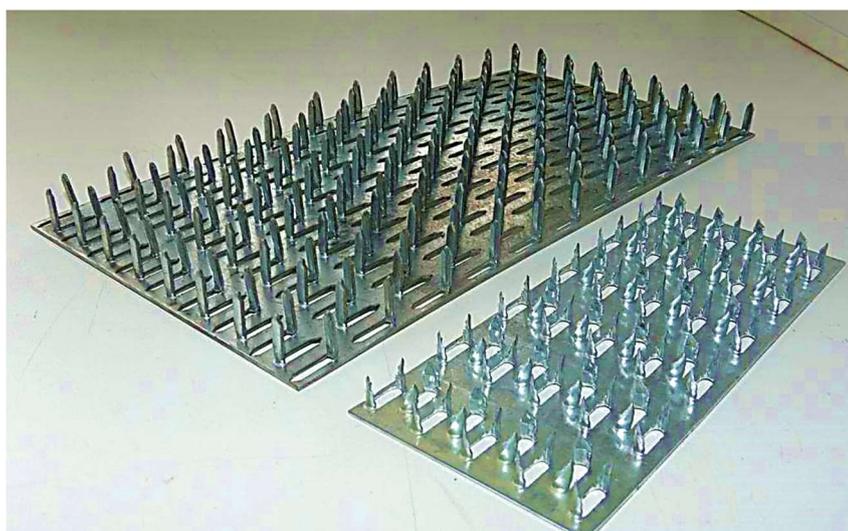


Рис.8.32. Металлические зубчатые пластины.

Эта технология проникла в Европу, где получила существенное развитие. Первые соединительные пластины проникли в Европу через Швейцарию и Бельгию, а к 1964 г. - в Германию. В настоящее время конструкции с использованием соединительных пластин применяются практически по всей Европе.

В бывшем СССР в 80-ые годы XX века ведущей научно-исследовательской организацией ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко были опубликованы рекомендации по испытанию и расчету соединений на МЗП, которые могут служить основой для разработки соответствующих стандартов и норм. В СССР применялись соединения типа МЗП-1,2 и МЗП-2.

Исследования Марийского государственного технического университета под руководством кандидата технических наук, доцента А.К. Наумова позволили построить первые объекты с использованием ферм на МЗП в 1970-х гг. (птицефабрика совхоза «Сила» Горномарийского р-на, овцеводческий комплекс «Шойбулакский»). Основные типы ферм, изготавливаемых с узловыми соединениями на МЗП, – треугольные одно- и двускатные, а также с параллельными поясами. Фермы разработаны для пролетов 7,5 – 20 м с шагом 0,5 – 2,5 м, однако наиболее распространенный – 1,25 м. Толщина досок для изготовления ферм – 40-60 мм, ширина – 100 – 200 мм (зависит от нагрузок,

действующих на конструкцию). Высота ферм треугольного очертания и двускатных – 1/6 – 1/7 пролета, с плоским покрытием может быть уменьшена до 1/10 – 1/20 пролета. Тридцатилетний опыт эксплуатации этих конструкций по мнению А.К. Наумова подтверждает целесообразность их применения взамен трудоёмких традиционных стропильных систем для устройства покрытий зданий при реконструкции и строительстве. Данные конструкции эффективны также при надстройке мансард реконструируемых домов.

В Республике Беларусь совместная белорусско-английская компания СООО «Каркасные строительные технологии» (г. Минск) также производит различные типовых деревянных конструкций с применением МЗП для устройства покрытий надстроек и мансард реконструируемых и вновь строящихся зданий. Компания применяет для производства конструкций высокопроизводительное североамериканское оборудование. По мнению изготовителей, применение деревянных конструкций на МЗП позволит уменьшить трудозатраты на 30 % и сэкономить древесину до 25 %.

Сейчас становится не рациональным производство кровельных конструкций и строительство сложных крыш, которые строятся с применением металла в кровельных конструкциях, так как эти конструкции тяжелы, дороги и требуют дальнейшей подготовки для кровельных и внутренних отделочных работ, что ведёт к удорожанию строительства. Устройство же стропильных конструкций из дерева для сложных крыш требует высококвалифицированного персонала и, в итоге, приводит к достаточно большим срокам строительства с последующим его удорожанием.

Можно заметить, что часто возникают так называемый «денежный» вопрос и вопрос нехватки времени при возведении какого-либо здания, его реконструкции или надстройке помещений. Они могут быть решены также при помощи использования строительных конструкций (в частности ферм) на МЗП. Это легко доказать:

- материалоемкость минимальна, что даёт показатель себестоимости сооружения в общей стоимости здания «под ключ» в размере 30 – 35 %;
- малые сроки строительства. Срок монтажа каркаса стропильной конструкции, состоящий из деревянных ферм заводского изготовления может достигать производительности порядка 30 м² горизонтальной проекции крыши в день бригадой из 4-х человек;
- не требуются высококвалифицированные рабочие;
- проектирование и расчет конструкций с соединениями на МЗП осуществляется, как правило, на персональном компьютере по специальной программе.

Полученная распечатка (чертеж и спецификация элементов) передается в цех, где изготавливаются либо фермы целиком, либо линейные фрагменты ферм, которые собираются в готовое изделие на строительной площадке или в цеху.

Оборудование для производства металлических зубчатых пластин включает в себя прессы для изготовления пластин различной конфигурации, необходимый инструмент, угловые шаблоны, прессовые установки для

производства составных балок и специальное оборудование для нанесения покрытий. Сборка ферм в цеху и оборудование для производства пластин МЗП представлены на рис.8.33.

С помощью обычной циркулярной пилы доскам придается нужная геометрия, после чего из них выкладывают конструкцию будущей фермы на специальных столах и в местах соединения элементов запрессовывают МЗП.

Причем пластины ставятся по обе стороны соединяемых элементов.

Таким образом, можно выделить ещё несколько плюсов применения МЗП:

- отсутствуют трудоёмкие операции по созданию пазов и шипов;
- если выставить монтажные столы точно по геометрии первой создаваемой конструкции, то геометрия всех последующих идентичных конструкции будет соблюдаться автоматически;

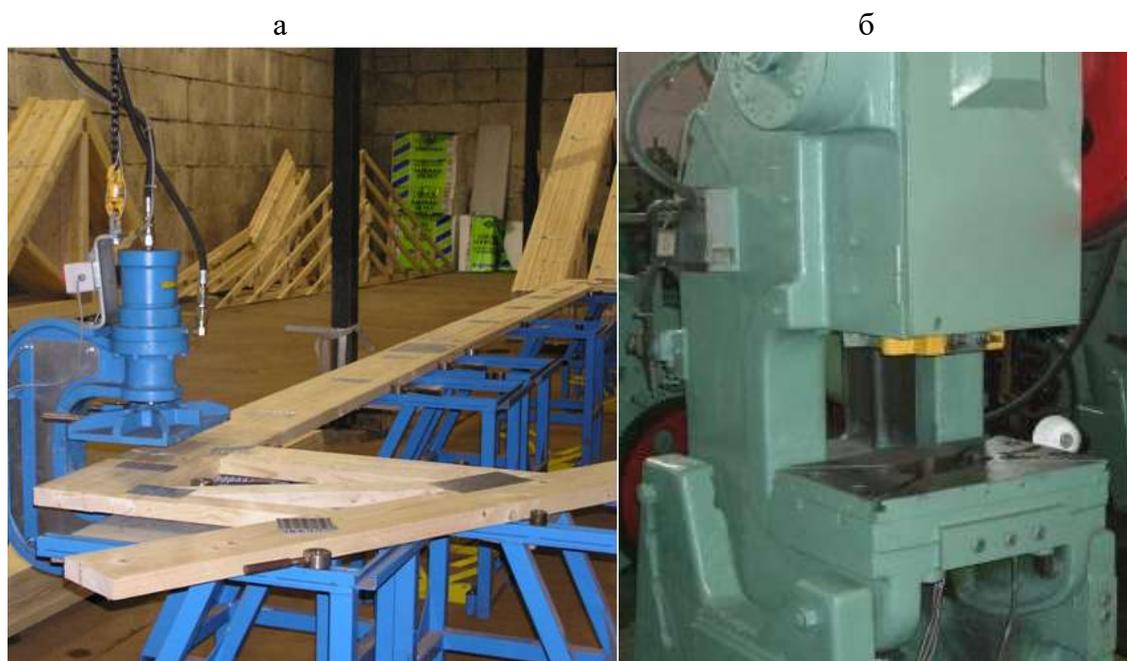


Рис. 8.33. Сборка деревянной дощатой фермы в цеху (а) и оборудование для производства МЗП (б)

- чем больше конструкций одной конфигурации изготавливается, тем больше рабочего времени экономится;
- конструкции с соединениями на МЗП гораздо экономичнее традиционных и позволяют экономить как древесину на 20 %, так и сталь на 30 %;
- позволяют создавать конструкции любой сложности (рис. 8.34);
- соединения на МЗП превосходят по прочности аналогичные соединения на клею или гвоздях;
- позволяют осуществлять крепеж брусков в стык даже с зазором до 4-х мм без потери прочности конструкции;
- готовые конструкции перевозятся на место их установки, что

увеличивает скорость сборки дома. Например, срок строительства усадебного дома можно уменьшить в 1,5 раза за счет параллельного возведения стен и изготовления стропильных ферм «на земле» сразу в проектных размерах.

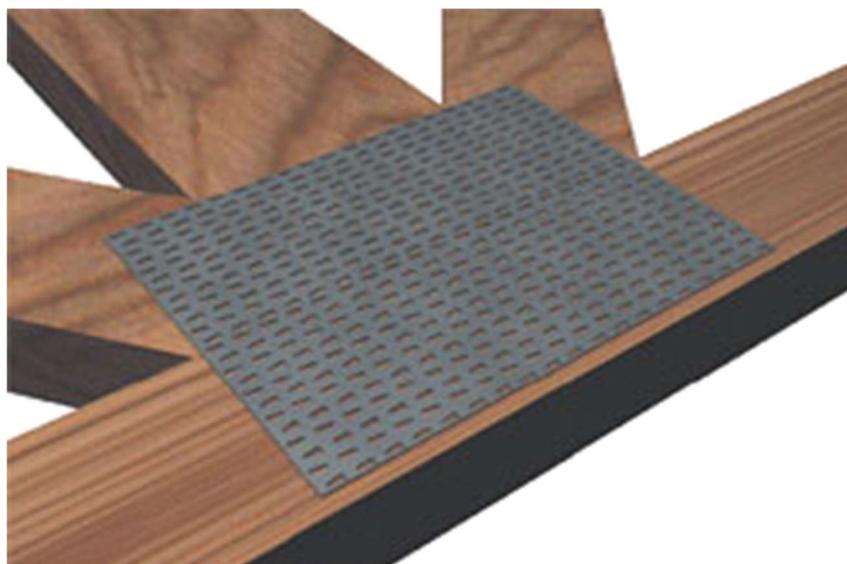


Рис.8.34. Пример соединения на МЗП

А если вместе с этим добавить то, что все работы производятся в помещении, следовательно, не зависят от погодных условий, то МЗП становятся просто идеальными для использования в строительстве. Но есть всё же некоторые проблемы, связанные с их применением:

- необходимо иметь почти идеально ровную площадку с размерами, соответствующими изготавливаемым элементам и специальный пресс в форме скобы с соответствующей гидростанцией (прочность соединений гарантируется только при использовании специального оборудования для запрессовки);
- работает соединительная пластина в разных направлениях по-разному, а прочность шипов на изгиб минимальная при нагрузке, действующей по главной оси.

Последнего недостатка лишена система МЗП типа Арпад, так как оси пар шипов, выштампованные в пластине, образуют с направлением основной нагрузки определенный угол, а ряды шипов поочередно расположены под углом друг к другу. При такой геометрии зубьев при нагружении узла возникает явление заклинивания шипов в древесине, тем самым увеличивается прочность соединения.

Изобретатель МЗП Арпад – венгерский инженер Арпад Берталан. В январе 1995 г. в БелНИИС были проведены испытания деревянных безврубчатых соединений на металлических зубчатых пластинах типа Арпад. Фирмой «Аверс-компакт» были представлены образцы, выполненные из сосновых досок 40×150 мм: серия 1 – три образца для испытания соединения растянутых элементов вдоль волокон; серия 2 – три образца для испытания соединения растянутого элемента под углом 45° к другому элементу; серия 3 –

четыре образца для испытания соединения растянутого элемента под углом 90° к другому элементу (рис.8.35)

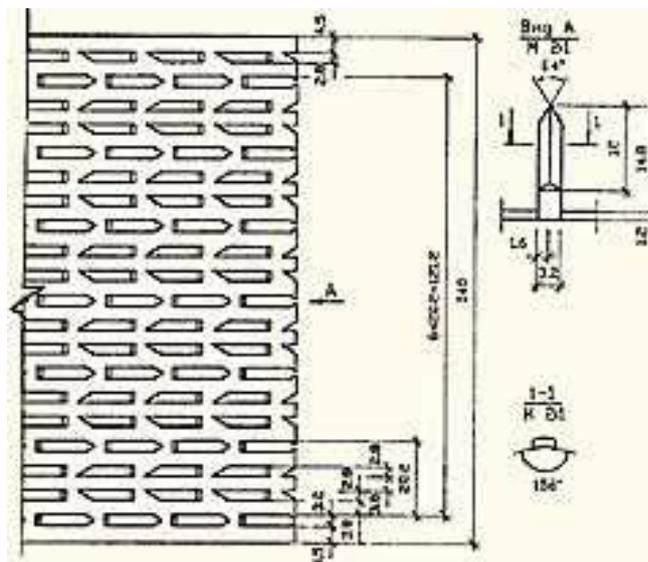


Рис.8.35. Металлическая зубчатая пластина типа Арпад.

Результаты испытаний, представленных образцов, позволили установить следующие значения несущей способности металлических зубчатых пластин типа Арпад: для пластин толщиной 1 мм при передаче усилий вдоль волокон элемента 290 Н на 1 пару зубьев (60 Н/см^2); для пластин толщиной 0,8 мм при передаче усилий под углом 45° к волокнам древесины 290 Н на 1 пару зубьев (60 Н/см^2); для пластин толщиной 0,8 мм при передаче усилий под углом 90° к волокнам древесины 250 Н на 1 пару зубьев (57 Н/см^2).

Для сравнения: несущая способность соединения растянутых деревянных элементов на гвоздях односрезных диаметром 4,6 мм, длиной 130 мм, 160 штук (по восемьдесят с каждой стороны) в пять рядов только $33,8 \text{ Н/см}^2$.

Наибольшее распространение МЗП получили в изготовлении стропильных конструкций в виде ферм для двухскатных, односкатных и плоских крыш с пролетом 6 – 20 м с шагом 0,6 – 2 м. Двухскатные фермы применяются для кровель с уклонами от 15° , односкатные от 6° . В покрытиях с фермами на МЗП кровля выполняется из любого из существующих кровельных материалов. Известны случаи применения МЗП для соединения элементов в пространственных деревянных конструкциях с параллельными поясами. Индустриальность изготовления, малая собственная масса, простота и высокое качество монтажа без применения кранов большой грузоподъемности делают рациональным использование этих конструкций в строительстве гражданских, общественных и производственных зданий, особенно со сложными архитектурными формами (8.36-8.37).

Фермы типов 1 – 7, 13-16 разработаны в Республике Беларусь ООО «Каркасные строительные технологии», фермы типов 8 – 9, 12 в Российской Федерации, фермы 10 – 11 типов – в США.

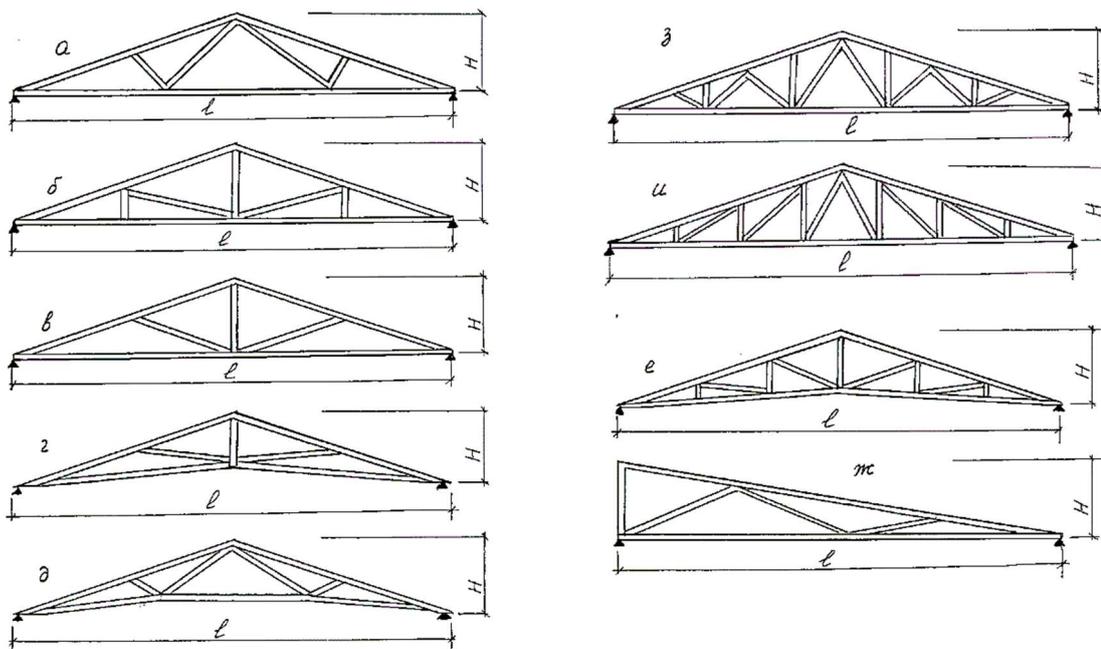


Рис.8.36. Основные типы деревянных ферм на металлических зубчатых пластинах:
а – тип 1; б – тип 2; в – тип 3; г – тип 4; д – тип 5; е – тип 6; ж – тип 7; з – тип 8; и – тип 9

Основные типы ферм треугольного очертания следующие: 1 тип – W-образная; 2 тип – М-образная; 3 тип – Е-образная; 4 тип – ферма-ножницы Е-образная; 5 тип – ферма с 3-х сегментным нижним поясом; 6 тип – ферма-ножницы М-образная; 7 тип – односкатная треугольная ферма; 8 тип – ферма с треугольной решеткой и стойками; 9 тип – ферма с раскосной решеткой и стойками.

Стоимость ферм на МЗП (по данным СООО «Каркасные технологии» с покрытием FENAX) составляет:

- простые фермы – 15 – 20 у.е./м² горизонтальной проекции крыши;
- фермы средней сложности – 20 – 25 у.е./м² горизонтальной проекции крыши;
- сложные фермы – 25 – 40 у.е./м² горизонтальной проекции крыши.

Таким образом, фермы на металлических зубчатых пластинах можно рекомендовать к применению при строительстве надстроек реконструируемых гражданских зданий и строительстве новых, так как это позволит сократить его сроки, а также уменьшить себестоимость при сохранении качества.

Сегодня в Беларуси мансардное строительство получает все большее распространение. Чердачное пространство используют под жилье и офисы, причем не только при возведении новых коттеджей и многоэтажных жилых домов, но и при реконструкции существующих зданий – как исторических, так и домов первых массовых серий.

Конечно, надстройке дополнительного этажа должно предшествовать детальное обследование всех конструктивных элементов здания, особенно фундаментов, но практика показывает, что несущей способности их вполне

хватает для дополнительного мансардного этажа. С одной стороны, известен факт уплотнения грунта под фундаментом уже через 10 – 15 лет эксплуатации здания на 10 – 15 %, что для большинства грунтов дает такое же увеличение несущей способности основания. С другой стороны, мансарда, благодаря целому комплексу отличий от обычного этажа, дает после ее возведения увеличение напряжений в основании под фундаментами не более чем на 5 – 10 %.

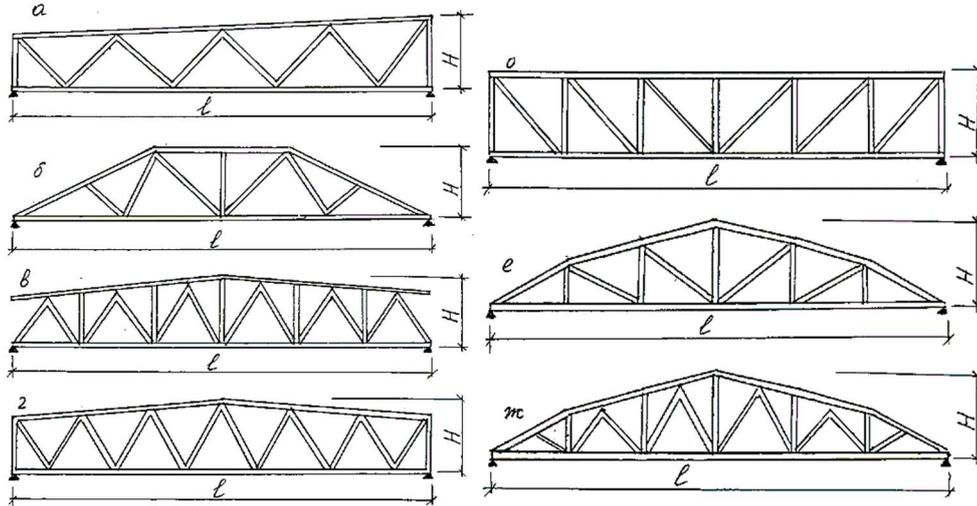


Рис.8.37. Основные типы деревянных ферм на металлических зубчатых пластинах для малоуклонных кровель: а – тип 10; б – тип 11; в – тип 12; г – тип 13; д – тип 14; е – тип 15; ж – тип 16.

Таким образом, мансардное строительство, с одной стороны, позволяет получать недорогое жилье муниципального типа, не требуя дополнительных земельных участков и внешних коммуникаций, а с другой – может обеспечить получение элитного экологически чистого жилья повышенной комфортности в центре или зеленой зоне крупного города при сравнительно небольшой стоимости (рис. 8.38).



Рис. 8.38. Надстройка мансардными этажами жилых домов в Республике Беларусь

В Республике Беларусь совместная белорусско-английская компания ООО «Каркасные строительные технологии» (г. Минск) производит различные типы деревянных конструкций с применением МЗП для устройства покрытий мансард реконструируемых и вновь строящихся зданий. Компания применяет для производства конструкций высокопроизводительное североамериканское оборудование. Основные схемы мансардных конструкций компании представлены на рис. 8.39.

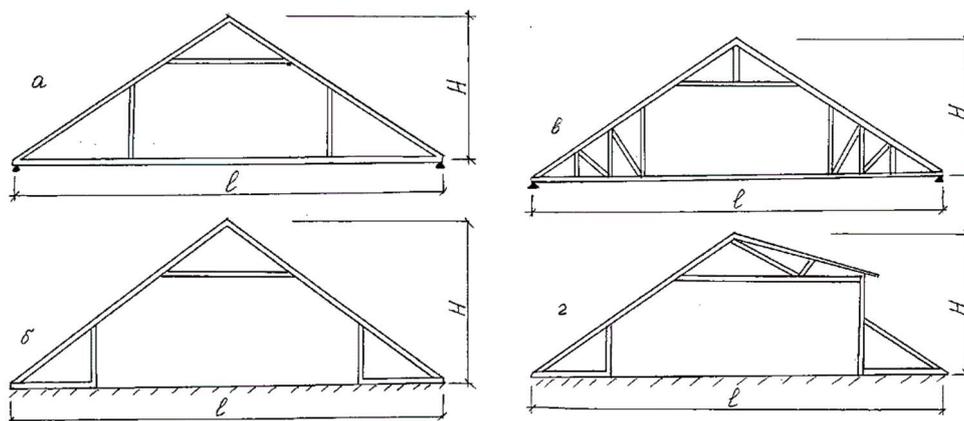


Рис. 8.39. Основные типы мансард с применением металлических зубчатых пластин:
а – тип 1; б – тип 2; в – тип 3; г – тип 4

8.5. Железобетонные крыши

Железобетонные полносборные конструкции крыш проектируют с уклоном до 5%. Применяют три типа конструкций крыш: чердачные, бесчердачные и эксплуатируемые.

Чердачная крыша – основной вариант покрытия в жилых зданиях массового строительства повышенной этажности.

Бесчердачная крыша – основной тип покрытия в малоэтажных массовых общественных зданиях. Бесчердачную крышу применяют также в жилых домах высотой до четырех этажей при строительстве в умеренном климате, а также на ограниченных по площади участках покрытий многоэтажных зданий: над машинными отделениями лифтов, над лоджиями и эркерами, пристроенными магазинами, вестибюлями, тамбурами и пр. В свою очередь чердачные крыши применяют и в многоэтажных общественных зданиях, когда их планировочные параметры совпадают с параметрами жилых зданий, что позволяет применить соответствующие им сборные изделия для крыш.

Эксплуатируемая крыша устраивается и над чердачными, и над бесчердачными покрытиями. Она может быть устроена над всем зданием или его частью и использоваться в рекреационных целях как для населения (или служащих) в здании, либо независимо, например, для устройства, открытого кафе.

Окончательный выбор системы водоотвода с крыши при проектировании осуществляют в зависимости от назначения объекта, его этажности и размещения в застройке. В жилых зданиях средней и повышенной этажности принимают внутренний водоотвод, в малоэтажных – наружный организованный, а в малоэтажных, размещенных внутри квартала, – наружный неорганизованный.

При внутреннем водостоке в жилых домах предусматривают по одной водоприемной воронке на планировочную секцию, но не менее двух на здание.

При наружном организованном водостоке расстояние между водосточными трубами по фасаду должно быть не больше 20 м, а их сечение принимают не менее $1,5 \text{ см}^2$ на 1 м^2 площади крыши.

Гидроизоляцию железобетонных крыш проектируют в зависимости от типа крыши.

Для бесчердачных крыш (за исключением крыш раздельной конструкции) применяют многослойные гидроизоляционные рулонные покрытия.

Гидроизоляцию чердачных и раздельных бесчердачных крыш осуществляют одним из следующих трех способов. Первый (традиционный) – устройство многослойного рулонного ковра, второй – окраска гидроизоляционными мастиками (например, кремнийорганическими), которые совместно с водонепроницаемым бетоном кровельной панели обеспечивают защитные функции покрытия, третий – применение предварительно напряженных кровельных панелей, отформованных из бетонов высоких классов по прочности и марок по водонепроницаемости, обеспечивающих гидроизоляцию крыши.

По методу удаления воздуха из системы вытяжной вентиляции через конструкцию покрытия различают крыши *с холодным, теплым и открытым и закрытым* чердаком (рис.8.40).

Для каждой из этих конструкций может быть применен любой из вышеперечисленных методов гидроизоляции.

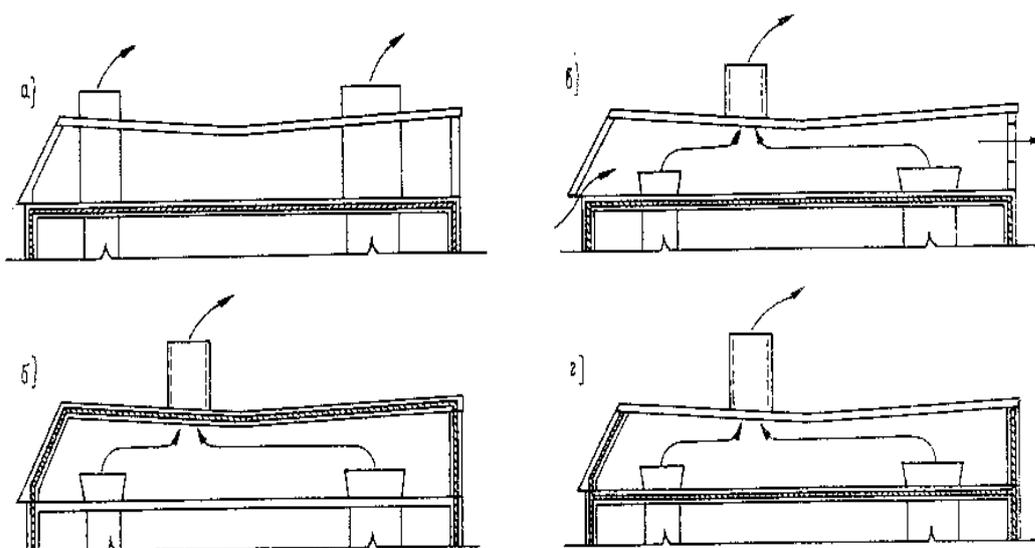


Рис.8.40. Принципиальные схемы чердаков:
а – холодный; б – теплый; в – открытый; г – закрытый

Конструкции чердачных крыш применяют в строительстве в следующих шести основных вариантах (рис. 8.41):

- А – с холодным чердаком и рулонной кровлей;
- Б – то же, с безрулонной кровлей;
- В – с теплым чердаком и рулонной кровлей;
- Г – то же, с безрулонной кровлей;
- Д – с открытым чердаком и рулонной кровлей;
- Е – то же, с безрулонной.

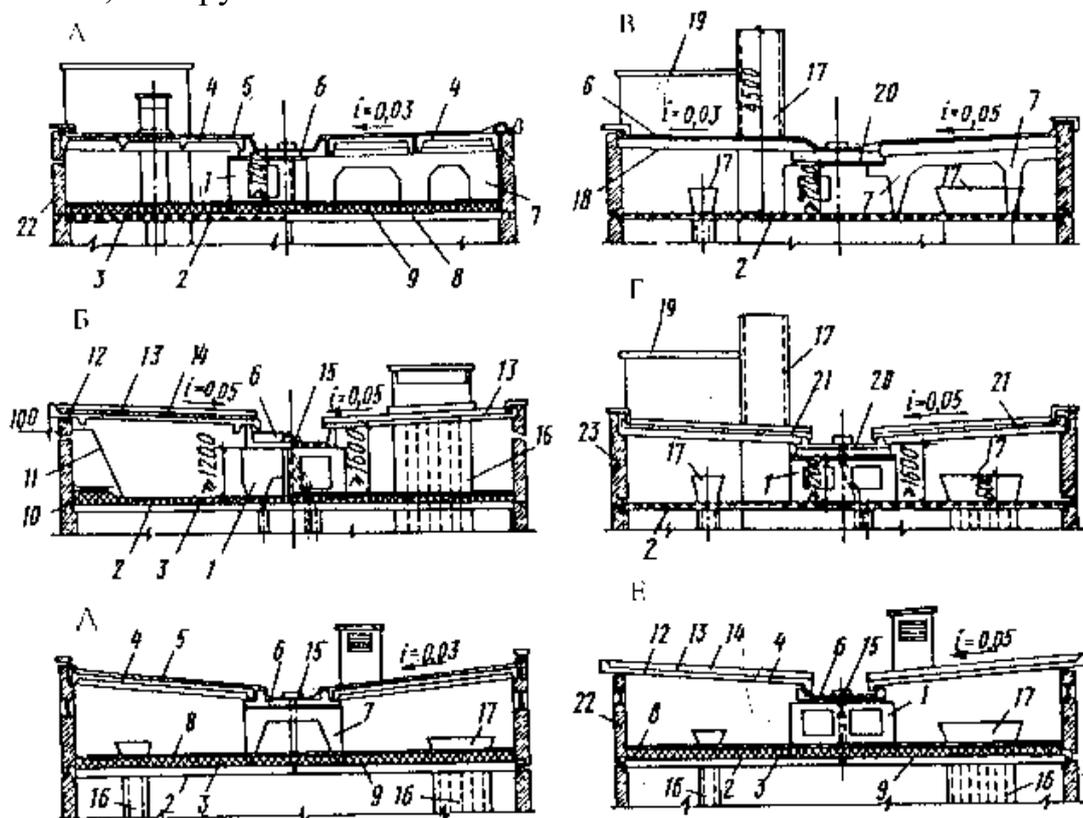


Рис. 8.41. Схемы конструкций чердачных крыш:

А, В – с холодным чердаком с рулонной (А) и безрулонной (Б) кровлей; В, Г – с теплым чердаком с рулонной (В) и безрулонной (Г) кровлей; Д, Е – с открытым чердаком с рулонной (Д) и безрулонной (Е) кровлей; 1 – опорный элемент; 2 – плита чердачного перекрытия; 3 – утеплитель; 4 – неутепленная кровельная плита; 5 – рулонный ковер; 6 – водосборный лоток; 7 – опорная рана; 8 – защитный слой; 9 – пароизоляционный слой; 10 – поноса рубероида; 11 – опорный элемент фризовой панели; 12 – кровельная плита безрулонной крыши; 13 – гидроизоляционный слой из мастичных или окрасочных составов; 14 – П-образная плита-нашельник; 15 – водосточная воронка; 16 – вентиляционный блок (шахта); 17 – оголовок вентиляционного блока; 18 – легковесная однослойная кровельная плита; 19 – машинное отделение лифта; 20 – легковесная плита лотка; 21 – двухслойная кровельная плита; 22 – неутепленная фризловая панель; 23 – утепленная фризловая панель

Конструкции бесчердачных крыш применяют в строительстве в следующих пяти вариантах (рис. 8.42):

Ж – раздельной (с кровельной панелью, чердачным перекрытием, утеплителем и вентилируемым пространством) с безрулонным покрытием;

И – то же с рулонным покрытием;
 К – совмещенной однослойной панельной конструкции;
 Л – совмещенной трехслойной панельной конструкции;
 М – совмещенной многослойной построечного изготовления.

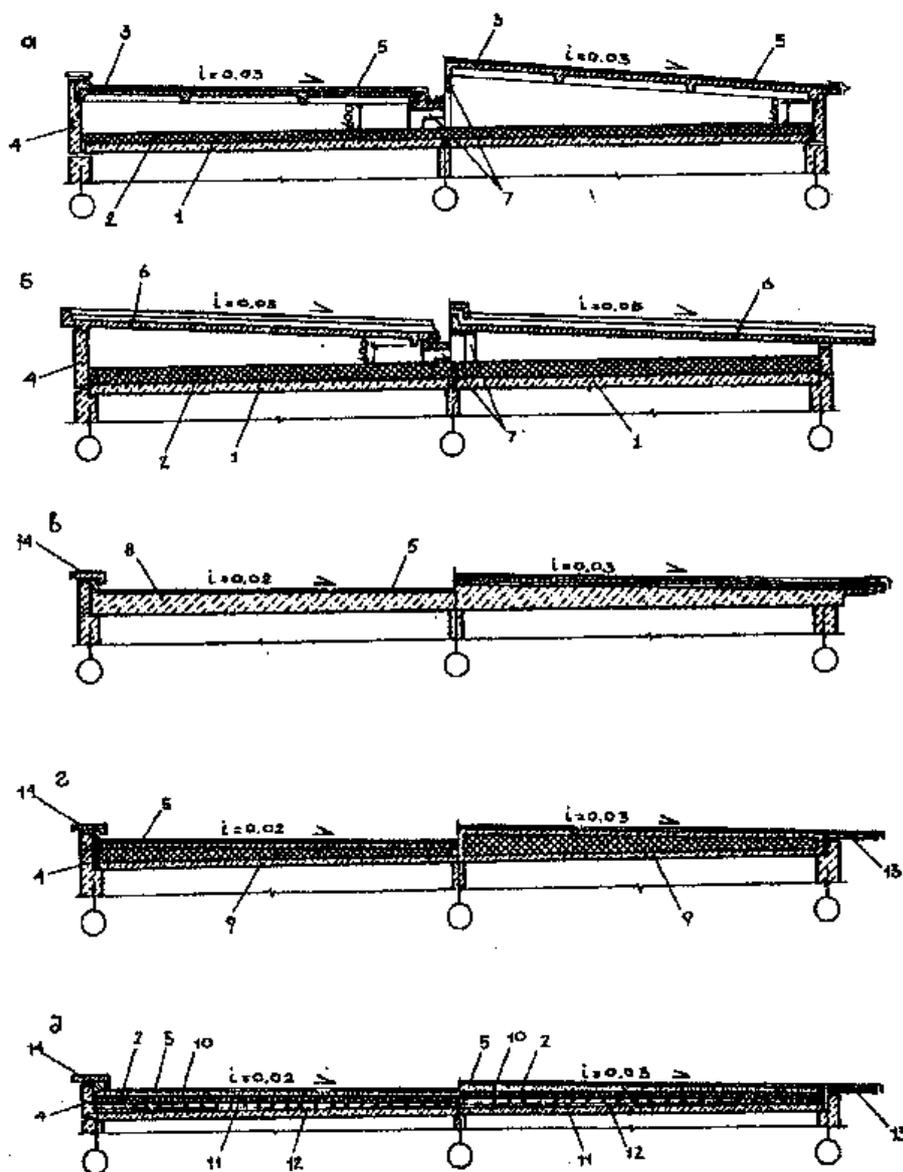


Рис. 8.42. Схема конструкций бесчердачных полносборных крыш:
 а – раздельной конструкции с рулонной кровлей; б – раздельной конструкции с безрулонной кровлей; в – совмещенной панельной однослойной конструкции; г – то же, трехслойной; д – то же, построечного изготовления; 1 – панель чердачного перекрытия; 2 – слой теплоизоляционного материала; 3 – кровельная ребристая панель; 4 – фризная панель; 5 – рулонный ковер; б – кровельная панель безрулонной крыши; 7 – опорный элемент; 8 – однослойная легкобетонная панель; 9 – трехслойная кровельная панель; 10 – цементная стяжка; 11 – слой керамзита; 12 – слой прокладочного рубероида на мастике; 13 – карнизная плита; 14 – парапетная плита

При проектировании тип конструкции покрытия выбирают в соответствии с назначением здания, его этажностью и климатическими условиями района строительства.

Конструкцию чердачных крыш составляют панели покрытия (кровельные панели и лотки, чердачное перекрытие, опорные конструкции под лотки и кровельные панели, наружные фризové элементы. Высота сквозного прохода в чердачном пространстве должна составлять не менее 1,6 м. Допускаются местные понижения до 1,2 м вне сквозного прохода.

Чердачные крыши с холодным и открытым чердаком (типы конструкций А, Б, Д, Е) содержат в своем составе утепленное чердачное покрытие, неутепленные тонкостенные ребристые железобетонные кровельные, лотковые и фризové панели, в которых предусматривают отверстия для вентиляции чердачного пространства. Площадь вентиляционных отверстий по каждой продольной стороне фасада назначают в I и II климатических районах в 1/500 от площади чердака, а III и IV районах – в 1/50.

Размеры приточных и вытяжных отверстий во фризových панелях открытых чердаков принимают существенно большими по результатам теплотехнического расчета, по зимним и летним условиям эксплуатации.

Вентиляционные каналы пересекают крыши с холодным чердаком, что должно учитываться при раскладке панелей чердачного перекрытия и покрытия.

Конструкции крыш с теплым чердаком (типы В и Г, рис. 8.43 – 8.44) составляют утепленные кровельные, лотковые и фризové панели, неутепленное чердачное перекрытие и опорные конструкции кровельных и лотковых панелей.

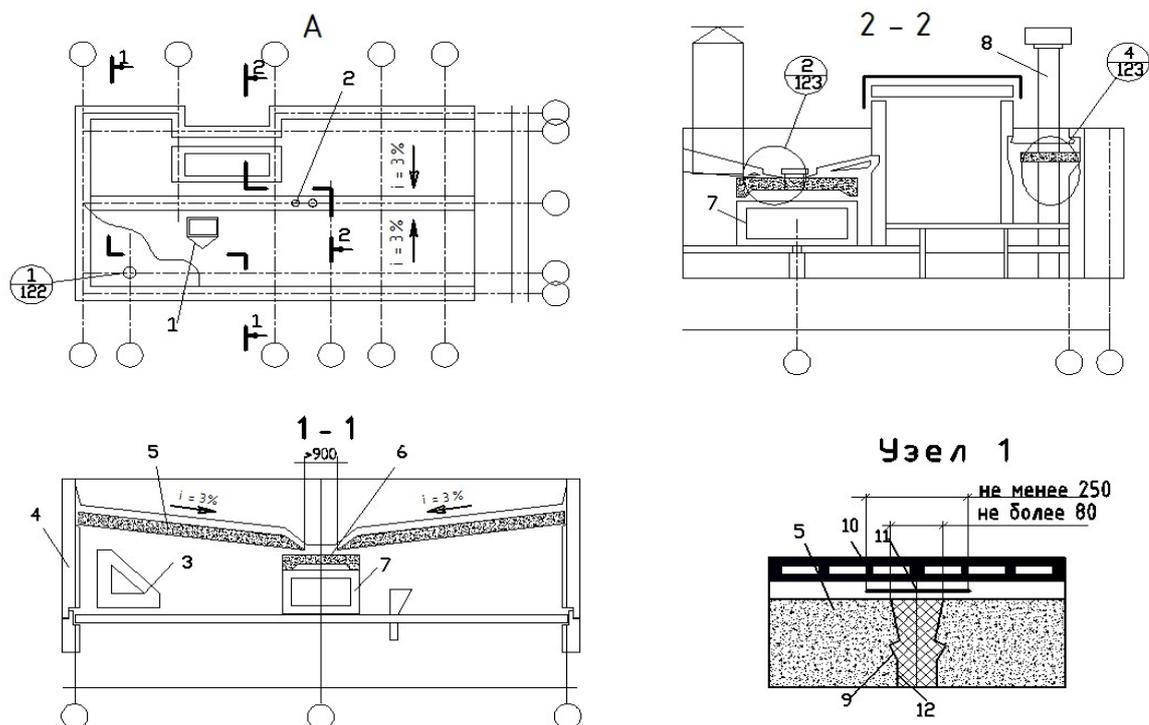


Рис.8.43. Рулонная крыша с теплым чердаком (тип В): А – схема-план крыши; 1 – вытяжная шахта; 2 – водосточная воронка; 3 – опорный элемент фризовой панели; 4 – фризová панель; 5 – кровельная панель; 6 – лотковая панель; 7 – опорная рама; 8 – вентиляционная труба; 9 – утепляющий вкладыш; 10 – основная кровля; 11 – скользящая полоса рулонного материала; 12 – цементно-песчаный раствор.

высоте 0,6 м от поверхности чердачного перекрытия, как в крышах с теплым чердаком.

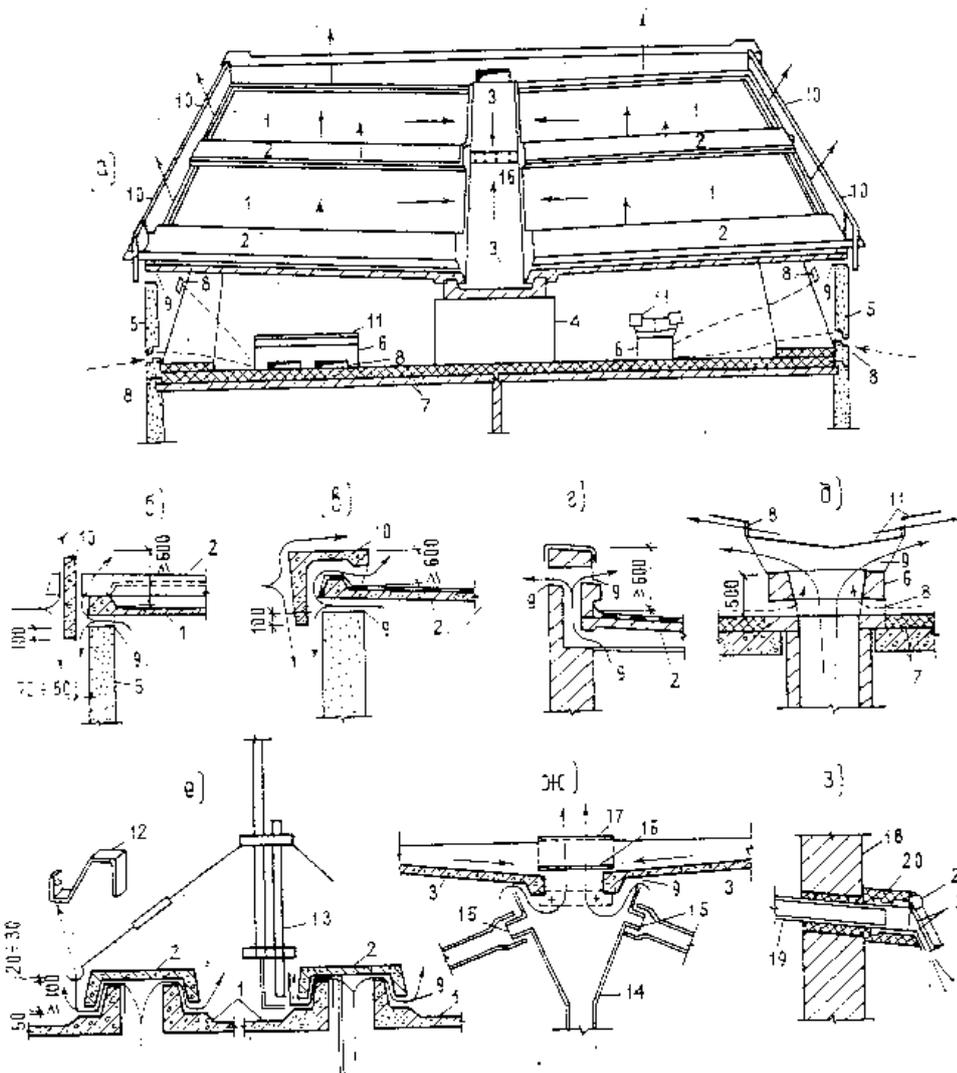


Рис. 8.45. Конструкции крыши с открытым чердаком: а – общий вый;

б, а, г – карнизные узлы; д – оголовок вентиляционного блока; е – продольные вентилируемые стыки кровельных панелей и детали крепления теле- и радиоантенны; ж – устройство воронки внутреннюю водостока; з – устройство открытого стока внутреннего водостока; 1 – скатные кровельные панели; 2 – нащельные панели; 3 – лотки внутреннего водостока; 4 – опорные блоки; 6 – фризные панели; 6 – оголовки вентиляционных блоков; 7 – утепленное чердачное перекрытие; 8 – приточные отверстия; 9 – вытяжные отверстия; 10 – экраны-парапеты; 11 – деталь крепления основания теле- и радиостойки оттяжки; 13 – основание теле- и радиостойки; 14 – чаша воронки внутреннего водостока; 15 – патрубки для подсоединения объединенных фановых труб; 16 – решетка воронки; Л – подвеска воронки; 18 – цоколь; 19 – открытый выпуск стояка внутреннего водостока; 10 – утепленный прямоугольный патрубок; 2- крышка с уплотнительными приливами а прокладкой; 23 – шарнир.

Удалению вытяжного воздуха наряду с общей шахтой способствует интенсивное горизонтальное проветривание через увеличенные вентиляционные отверстия во фризных панелях.

Особенностью открытого чердака является совмещение принципиальных схем теплого и холодного чердаков, выпуск вентиляции в чердак и проветривание его наружным воздухом.

К достоинствам крыш с открытым чердаком можно отнести:

- повышение надежности и долговечности кровли вследствие устранения многочисленных отверстий и примыканий вокруг вентиляционных блоков;
- упрощение и облегчение конструкции покрытия, выполняемого из тонкостенных панелей без теплоизоляции;
- возможность применения любых утеплителей, свободно укладываемых по чердачному перекрытию;
- упрощение конструкции крыши путем устранения вентиляционных блоков и внутренних конструкций.

Крыша с холодным чердаком и кровлей из рулонных материалов состоит из железобетонных панелей чердачных перекрытий с утеплением плитными, штучными или засыпными материалами; фризových наружных стен из железобетонных панелей; кровельных панелей и водосборных лотков; бетонных карнизных парапетных блоков из тяжелого бетона; кровли из рулонных материалов.

В состав крыши с холодным чердаком и кровельными панелями находят элементы, перечисленные выше, за исключением кровли из рулонных материалов.

Для крыш с холодным чердаком характерным является пропуск каналов вытяжной вентиляции дома через чердачное пространство наружу и утепление чердачного перекрытия. Холодный чердак наиболее полно соответствует функциональной схеме крыши, безупречен в эксплуатационном отношении, а область его применения практически не ограничена. Однако пропуск через чердачное покрытие многочисленных вентиляционных блоков и канализационных вытяжек существенно уменьшает ее надежность, особенно в местах примыкания, а также увеличивает номенклатуру сборных элементов.

Своеобразным архитектурным вариантом конструкций железобетонных чердачных крыш многоэтажных зданий стали крыши с наклонными фризowymi панелями и вертикальными фризowymi панелями щипцовой формы, перекликающиеся с традиционными формами мансардных крыш.

Этот вариант может быть применен и при холодных и при теплых чердачных крышах. Фасадный отделочный слой крутоуклонных фризových панелей может быть аналогичен примененному для наружных стен (декоративный бетон или облицовочная плитка) либо выполнен из кровельных материалов – глиняная, цементная или металлочерепица.

Конструкция отдельной бесчердачной крыши (тип И) содержит те же конструктивные элементы, что и чердачная крыша с холодным чердаком, но в связи с тем, что ее воздушное пространство имеет малую высоту (до 0,6 м), решение опорных конструкций упрощено.

Кровельные панели безрулонных крыш с холодным и открытым чердаком, а также отдельных бесчердачных крыш решены одинаково. Это тонкостенные (толщина плиты 40 мм) ребристые железобетонные плиты. Стыковые грани панелей и их примыканий к пересекающим крышу вертикальным конструкциям (лифтовым шахтам, вентиляционным блокам и

пр.) снабжены ребрами высотой в 100 мм. Стыки защищены нащельниками (или сопряжены в нахлестку) и герметизированы.

Водосборные корытообразные лотки выполняют из водонепроницаемого бетона с толщиной днища 80 мм и высотой ребер 350 мм, шириной не менее 900 мм.

Кровельные панели и лотки крыши с теплым чердаком проектируют двух- или трехслойными. Верхний слой выполняют из морозостойкого бетона толщиной не менее 40 мм. Для утепляющего слоя двухслойных панелей применяют легкие бетоны плотностью 800 – 1200 кг/м³ класса В 3,5-В7,5, для трехслойных эффективные утеплители плотностью менее 300 кг/м³.

При безрулонных крышах утепленные кровельные панели имеют продольные краевые ребра для устройства сопряжений внахлестку или с нащельниками.

Бесчердачные совмещенные крыши однослойной конструкции проектируют панельными из легкого бетона или из автоклавного ячеистого бетона (конструкция типа К). Легкий бетон кровельных панелей плотностью до 1200 кг/м², ячеистый бетон – 800 кг/м². В панелях предусматривают цилиндрические вентиляционные каналы в подкровельном слое. Кровля – рулонная четырехслойная, причем первый слой гидроизоляции выполняют в заводских условиях во избежание увлажнения конструкции при транспортировании, складировании и монтаже.

Трехслойные панели совмещенных бесчердачных крыш (тип Л) изготавливают в едином технологическом цикле или комплектуют на заводе из двух тонкостенных ребристых плит и утеплителя между ними.

Совмещенные крыши построечного изготовления (тип М) возводят путем последовательной укладки на постройке по перекрытию верхнего этажа пароизоляционного слоя, выравнивающей стяжки и многослойного гидроизоляционного рулонного ковра. Конструкция М наиболее трудоемка и отличается наихудшими эксплуатационными качествами. Ее применение по возможности следует предельно ограничивать.

При устройстве кровли из трех-, четырехслойного ковра принимают комплекс конструктивных мер по повышению его долговечности и надежности. Применяют точечную (или полосовую) наклейку нижнего слоя и бронированный рубероид для верхнего слоя. Точечная наклейка способствует равномерному распределению давления водяного пара под ковром, исключая образование вздутий и разрывов; бронирование покрытия гравием светлых тонов повышает светоотражение кровли, уменьшает ее радиационный перегрев, что препятствует старению и вытеканию мастики.

Конструкция бесчердачных крыш и детали водостоков представлена на рис. 8.46 – 8.47.

Места сопряжения кровли с выступающими вертикальными конструкциями (парапетами и пр.) изолируют, заводя ковер на эти поверхности с защитой его верхней кромки водоотводящими металлическими или пластмассовыми фартуками.

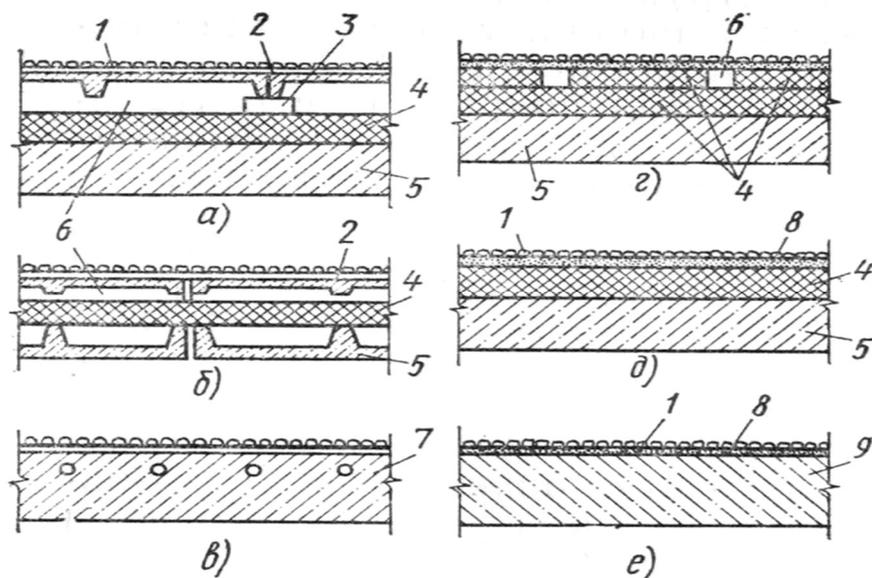


Рис. 8.46. Конструкции совмещенных покрытий:

a, б — вентилируемых; *в, з* — частично вентилируемых; *д, е* — сплошных, не вентилируемых; *1* — гидроизоляционный ковер с защитным слоем из гравия; *2* — ребристые плиты (скорлупы); *3* — столбики; *4* — утеплитель; *5* — железобетонная плита покрытия; *б* — продух; *7* — легковесная плита покрытия с вентиляционными каналами; *8* — выравнивающая цементная стяжка; *9* — легковесная плита покрытия

Переход ковра на вертикальную плоскость проектируют плавным устройством в основании ковра откосов из монолитной стяжки или установкой сборных брусьев трапециевидного сечения.

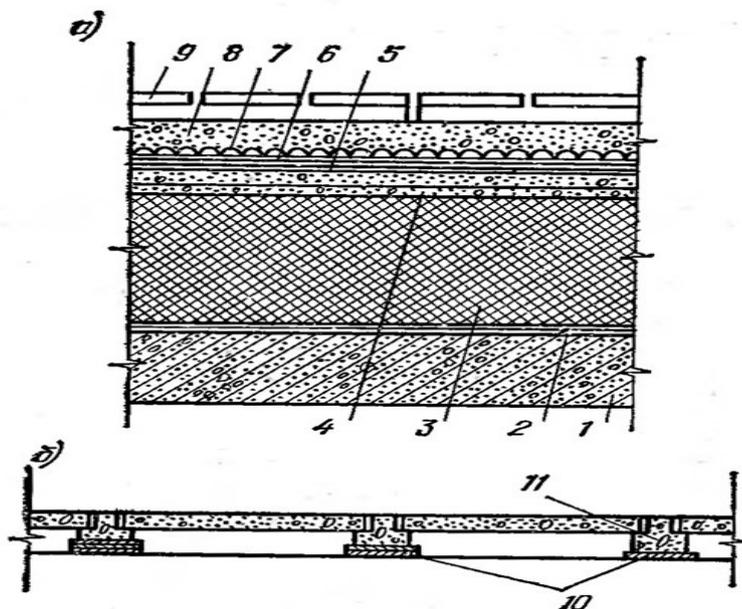


Рис.8.47. Конструктивная схема бесчердачной плоской крыши: *a* — с дренирующим слоем; *б* — без дренирующего слоя; *1* — железобетонная плита; *2* — пароизоляция, слой гидроизола; *3* — теплоизоляция — пенобетон; *4* — бетонная стяжка, армированная сеткой 200x200 мм из стальной проволоки диаметром 4 мм; *5* — грунтовка битумной эмульсией; *6* — гидроизоляция (4-5 слоев гидроизола); *7* — гравий, втопленный в битумную мастику; *8* — слой гравия толщиной 60-70 мм; *9* — керамический плитки на бетонных плитах; *10* — асфальтовые маяки; *11* — железобетонные подкладки.

Дополнительной страховкой изоляции этих мест служит обязательная установка в местах перехода ковра на вертикальную плоскость двух дополнительных слоев рубероида.

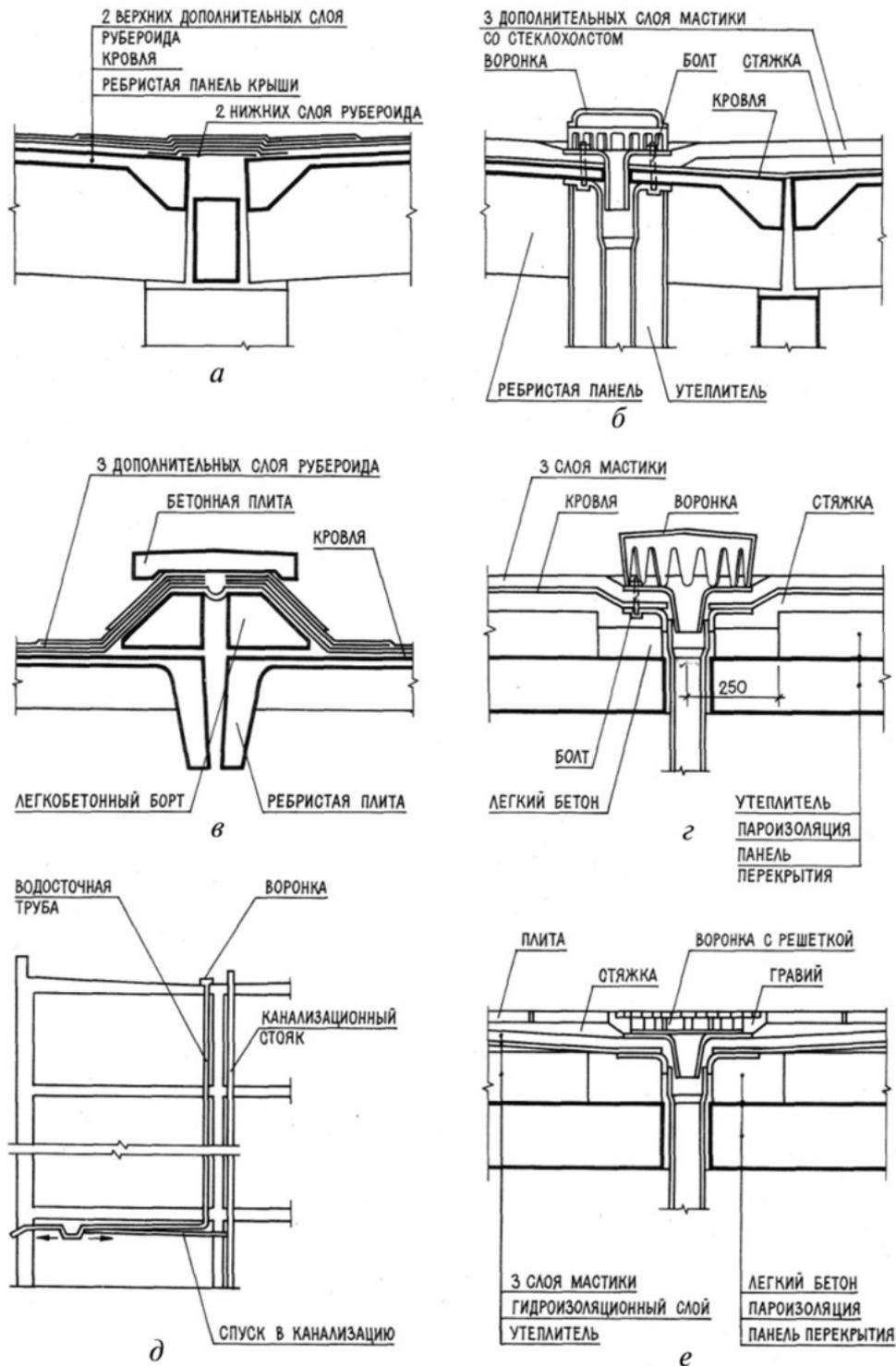


Рис.8.48. Детали кровли и водостоков: *a* - деталь кровли в ендове; *б* — крепление воронки внутреннего водостока при ребристых панелях раздельной крыши; *в* — деформационный шов крыши из ребристых панелей и примыкание к нему кровли; *з* — водосток совмещенной крыши; *д* - схема внутреннего водостока с наружным выпуском; *е* — водосточная воронка на эксплуатируемой крыше двухслойных панелей применяют легкие бетоны плотностью 800—1200 кг/м³ класса В3,5 — В7,5, для трехслойных — эффективные утеплители плотностью менее 300 кг/м³.

8.6. Эксплуатируемые крыши.

Плоская эксплуатируемая кровля на частном доме — тренд последних 20-30 лет. Особенно часто здания с такими крышами встречаются в плотно застроенных мегаполисах США и Японии. На миниатюрных земельных участках, которые отводятся под строительство в больших городах, сложно сделать просторную зону отдыха на открытом воздухе. А вот крыша дома для этой цели подходит идеально.

В этом их основная, хотя не единственная причина растущей популярности плоских эксплуатируемых крыш.

Эксплуатируемая кровля — это любая плоская крыша, для которой допустимы регулярные или постоянные точечные нагрузки. Если проще, то это крыша, на которой можно гулять людям и ставить мебель или оборудование без предварительной подготовки места установки. На глаз отличить эксплуатируемую кровлю от неэксплуатируемой очень просто. Если верхний слой кровельного покрытия — это битумная, полимерная или мембранная гидроизоляция, тогда перед вами неэксплуатируемая крыша, даже если она без проблем выдержит вес человека. По такой кровле нельзя ходить, на нее нельзя просто выставить даже стол или вазон с растением, не говоря уже о чем-то более тяжелом, потому что это приводит к ускоренному износу гидроизоляционного покрытия.

Эксплуатируемая крыша может быть открытой и крытой полностью по всему периметру (рис.8.49). В наше время самой популярной стала крыша с ломаной формой. Особенность такой формы заключается в том, что количество скатов может быть разным. Угол наклона скатов определяется самостоятельно. Главное, чтобы скат выполнял свою главную функцию — удаление осадков с поверхности. В дополнение к этой функции идет необычность и красота конструкции.



Рис.8.49. Эксплуатируемая крыша

Необходимо позаботиться о естественном освещении такого крытого помещения, для этого нужно правильно расположить окна в крыше. Для простой крыши без различных ответвлений достаточно двух окон по бокам и двух на скатах. Если вы решите сделать ярко освещенное солнечным светом

пространство, можно добавить больших окон. Угол наклона крыши является важной частью конструкции, ведь излишки влаги и осадки могут негативно сказаться на общем состоянии кровли.

В отличие от неэксплуатируемой, плоская эксплуатируемая крыша — это точно такая же площадка, как терраса возле входа в дом. Кровельный пирог у такой крыши всегда закрыт финишным покрытием: тротуарной плиткой, террасной доской, цементно-песчаной стяжкой, асфальтом и другими подобными материалами. Также к эксплуатируемым крышам относятся все виды зеленых кровель на плоском основании.

Обустройство плоской эксплуатируемой крыши на частных домах в городской черте стало тенденцией не просто так.

На эксплуатируемой кровле можно сделать террасу, кинозал под открытым небом, паркинг, пешеходную зону, сад на высоте и даже поставить бассейн — никаких ограничений, кроме вашей фантазии и несущей способности строительных конструкций.

Кроме того, эксплуатируемую крышу можно использовать как:

- *место отдыха.* На территории организовываются пикники, семейный досуг, встречи с друзьями;
- *дачную зону.* Плоская крыша эксплуатируется как дачная территория: оборудуются цветники, газоны, грядки;
- *детскую площадку.* Игровое пространство с ограждением для безопасности. Зона оборудуется в соответствии с интересами и потребностями детей. Сооружаются искусственные бассейны, песочницы, устанавливаются качели, горки;
- *теплицу, сад.* Не только летом, но и в зимнее время пустующую территорию можно использовать во благо заядлым садоводам — выращивать овощные и фруктовые культуры;
- *площадку для активных игр.* Устанавливается теннисный корт, проводятся баскетбольные состязания. Этот вид развлечений подходит для активных жильцов;
- *место для организации частного бизнеса.* Дополнительная территория – воплощение коммерческих задумок. Прибыльный вариант – кафе на крыше. Постоянные клиенты – романтические особы.

Устройство эксплуатируемой кровли сильно снижает вероятность протечки крыши по сравнению с неэксплуатируемыми конструкциями. Ремонт плоской крыши обычно вызван необходимостью замены гидроизоляции. А под прочным финишным слоем она стареет значительно медленнее, чем в случае, когда гидробарьер защищен от солнца только слоем минеральной посыпки.

Через эксплуатируемую кровлю теряется меньше тепла, чем через неэксплуатируемую при использовании того же вида утеплителя. А летом крыша не так нагревается, что снижает расходы на кондиционирование помещений.

Однако, обустройство эксплуатируемой кровли значительно повышает стоимость дома, особенно если здание расположено в густонаселенном районе,

но плоская эксплуатируемая крыша — это просто красиво. И она отлично подходит для домов, построенных в любом из современных стилей.

Недостатки эксплуатируемой кровли:

- дополнительный слой стяжки толщиной не менее 50 мм, причем часто не один, дренаж, финишное покрытие, сложности с разуклонкой и отводом воды. Поэтому такая крыша: дорогая. Она может быть в несколько раз дороже, чем неэксплуатируемая крыша на аналогичном здании;
- под эксплуатируемую кровлю нужны мощные несущие конструкции и фундамент, поэтому ее далеко не всегда можно сделать на уже построенном доме;
- сложная в монтаже и ремонте. Чем больше слоев в кровельном пироге, тем выше вероятность ошибки и сложнее контроль качества работ. А в случае протечки для поиска ее причины и ремонта нужно будет как минимум частично снимать финишное покрытие и разбивать стяжку. Кроме того, на эксплуатируемой плоской кровле в большинстве случаев не делают стандартную разуклонку. Для отвода воды с нее есть свои приемы, но они не так эффективны, как правильно организованная водосточная система на обычной плоской крыше. Поэтому в регионах с большой снеговой нагрузкой выпавший снег с эксплуатируемой кровли желательно регулярно счищать.

По конструкции эксплуатируемые кровли делят на две большие группы: классические (рис.8.50); инверсионные (рис.8.51).

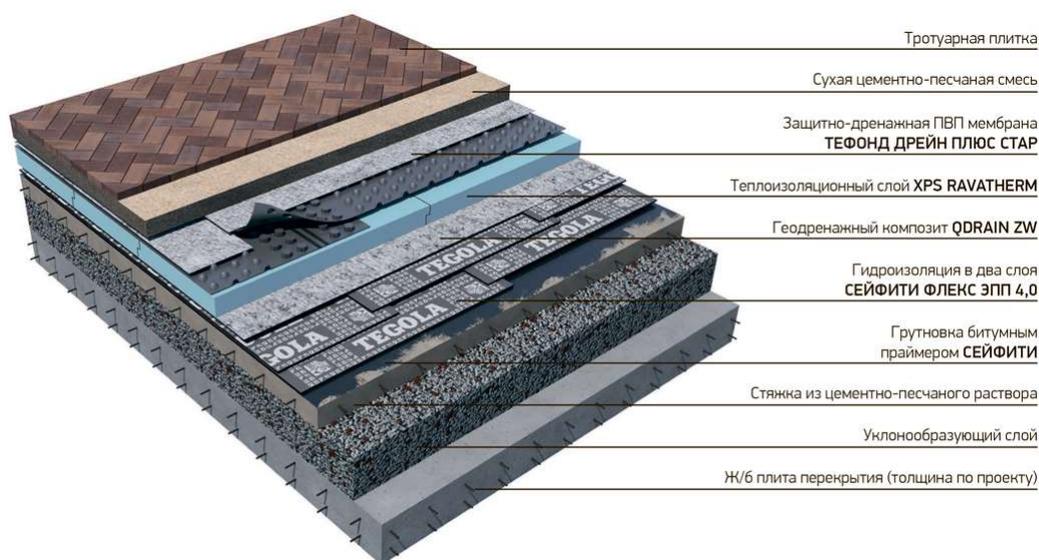


Рис.8.50. Классическая эксплуатируемая кровля

Классическая эксплуатируемая кровля — это крыша, у которой гидроизоляция уложена поверх утеплителя. Расположение остальных слоев кровельного пирога значения не имеет. Этот вид кровли проще и дешевле в монтаже: в кровельном пироге крыши классической конструкции меньше слоев, а в качестве утеплителя можно использовать недорогую минеральную вату. Кроме того, стандартный порядок слоев понятнее строителям, поэтому

при монтаже они допускают меньше ошибок. Но из-за перепадов температур гидроизоляционный слой таких кровель стареет быстрее.

Устройство эксплуатируемой плоской кровли инверсионного типа, наоборот, предполагает монтаж гидробарьера под утеплитель. У такого решения есть два преимущества. Во-первых, теплоизоляционный слой защищает гидроизоляцию от перепадов температур. Это продлевает срок службы гидроизоляционного слоя. Во-вторых, в такой конструкции кровельного пирога не нужен паробарьер. Но инверсионная крыша сложнее и дороже в монтаже. Поэтому, несмотря на преимущества такой конструкции, ее делают редко.

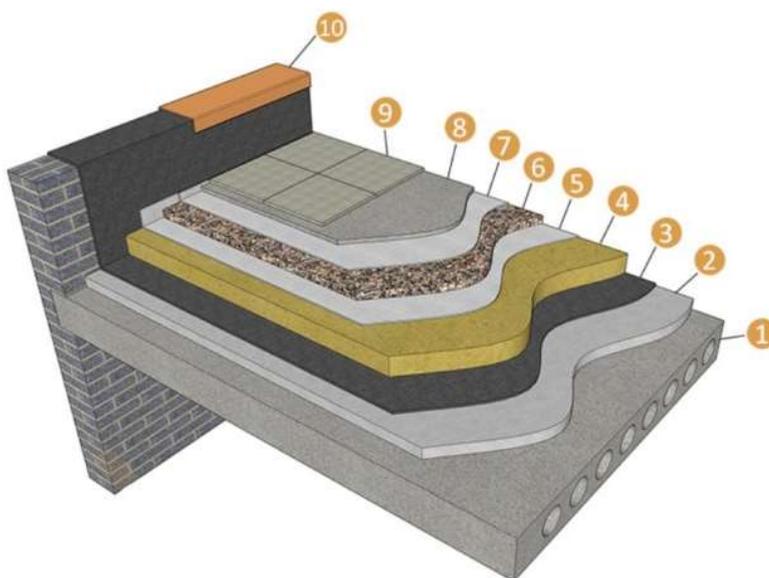


Рис.8.51. Эксплуатируемая инверсионная кровля:

1 - плита перекрытия; 2 - уклонообразующая стяжка; 3 - гидроизоляция; 4 - теплоизоляция; 5 — геотекстиль; 6 — дренаж; 7 — геотекстиль; 8 — цементно-песчаная стяжка; 9 — плитка; 10 — жестяной парапет.

Рассмотрим следующие варианты использования эксплуатируемой кровли:

- **эксплуатируемая кровля-терраса** (рис.8.52). Это один из самых популярных типов эксплуатации плоской крыши. Кровля-терраса является прекрасной зоной отдыха, на которой можно смело разместить спортивную площадку, дорожку для прогулок или беседку. Такой вариант также отлично сочетается со смотровой площадкой и зеленой зоной. Крыши-террасы лучше всего вписываются в дизайн небольших или частных домов;

- **автомобильная зона** (рис.8.53). Такое использование крыши требует крепкого основного слоя. В качестве основы можно использовать монолитную армированную плиту толщиной больше 8 см. Для верхнего слоя можно использовать монолитный асфальтобетон толщиной 4 см либо бетонную плитку толщиной более 8 см. Требуются гидроизоляционный и теплоизоляционный слои. Каких-то особенностей расположения они здесь не имеют.

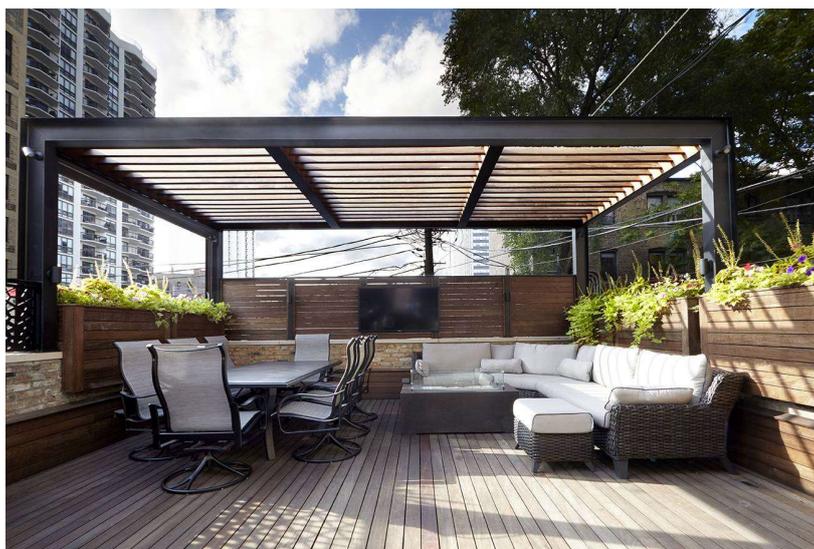


Рис.8.52. Эксплуатируемая кровля-терраса.

Автостоянки или площадки, предполагающие проезд автотранспорта, испытывают динамические нагрузки от движения машин и веса самих автомобилей, для них случае эксплуатируемая кровля выполняется с уклоном гидроизоляции в 1,5–5% (1–3%). При этом состав её предполагает применение рулонных битумно-полимерных материалов, армированных синтетической основой, плёночных мембран.

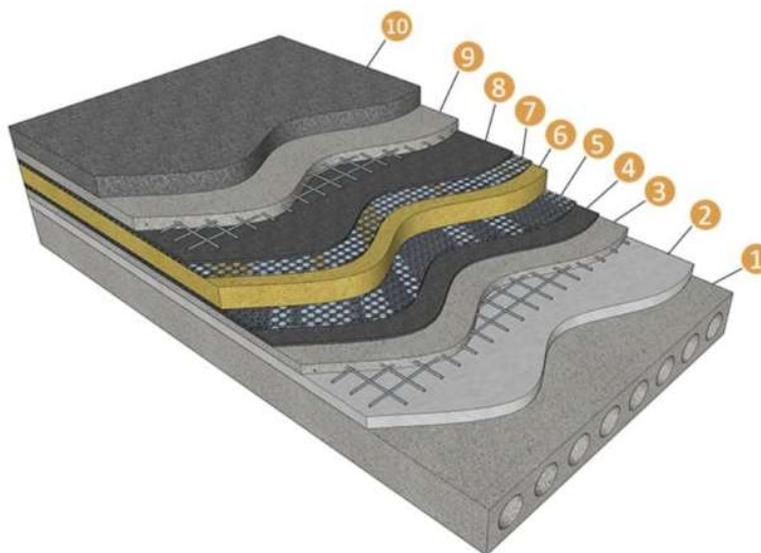


Рис.8.53. Автомобильная зона эксплуатируемой крыши: 1 — плита перекрытия; 2 — уклонообразующая стяжка; 3 — цементно-песчаная армированная стяжка; 4 — гидроизоляция; 5 — дренирующий слой; 6 — утеплитель; 7 — дренирующий слой; 8 — гидроизоляция; 9 — цементно-песчаная армированная стяжка; 10 — асфальтобетон.

Верхнее покрытие автомобильных площадок может выполняться из:

- монолитного асфальтобетона толщиной 40 мм;
- железобетонных плит толщиной более 80 мм с классом бетона

C20/25;

- тротуарной (бетонной) плитки толщиной более 80 мм.
- подстилающим слоем для них служит монолитная армированная бетонная подготовка (бетон класса C20/25), толщина которой принимается более 80 мм. В качестве арматуры в средний её слой укладывается сетка с ячейками 100x100 из проволоки диаметром 5 мм S500 или две композитные сетки периодического профиля диаметром более 6 мм с ячейками 200x200;
- под бетонную стяжку делается подсыпка из гравия (фракция 3/15 мм), укладываемая на дренажное покрытие из геотекстиля.
- **пешеходная зона** (рис.8.54). «Одежда» покрытия террас, смотровых, спортивных площадок, летних кафе подвергается воздействию пешеходных нагрузок и оборудования. Гидроизоляция выполняется для таких кровель не менее чем из 2-х слоёв мастики или полимерных мембран рулонного типа. Уклон её составляет 1,5–2%. Уклон пандусов должен быть менее 10% (6%).

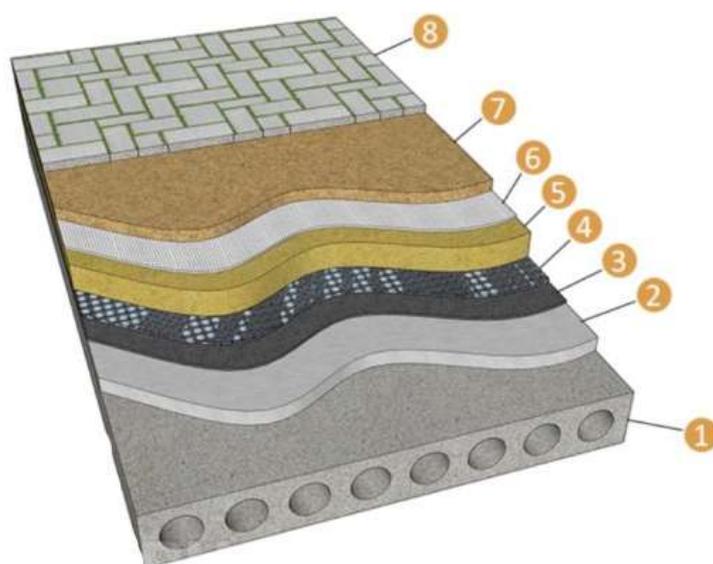


Рис.8.54. Конструкция эксплуатируемой крыши в пешеходной зоне:

1 — плита перекрытия; 2 — бетонная стяжка; 3 — гидроизоляция; 4 — дренажный материал; 5 — утеплитель; 6 — геотекстиль; 7 — песчано-цементная смесь; 8 — тротуарная плитка.

Монолитное защитное покрытие предполагает применение бетона класса В25 (С20/25) марки М350 с морозостойкостью F150, армированного сеткой в среднем слое с ячейками 100x100 из проволоки диаметром 5 мм S500. Толщина его слоя допускается более 40 мм. Штучные материалы «одежды» кровли (плиты: тротуарные, бетонные, керамические и др.) укладываются на подготовку из сухого цементно-песчаного раствора с маркой более 100 морозостойкостью F150, песчаное, песчано-гравийное основание. Толщина подстилающего слоя должна составлять более 30 мм.

Для защиты влагоизоляции от механического воздействия при устройстве дренажной подсыпки, под неё укладывается разделительный слой из синтетической плёнки толщиной более 200 мкм и геотекстиля. При таком типе

нужно вместить в покрытие минимум 2 слоя гидроизоляции из полимерных мембран круглого рулонного типа. Утеплителю тоже стоит уделить немало внимания. В качестве основы под покрытие используют монолитную бетонную плиту. Толщина подстилающего покрытия должна быть больше 3 см;

- **с газоном и растительностью** (рис.8.55). Здесь должно быть не менее двух водозащитных слоев из мембраны. К защитному покрову относятся субстрат почвы, дренажный или разделительный слой. Верхний слой почвы должен подбираться индивидуально по типу, толщине. Все зависит от того, что будет высажено. Толщина почвы для газона травы должна составлять около 2 см, для выращивания цветочных растений – около 2.5 см, кустарников – 3,5 см, деревьев – более 7 см. Под слой почвы укладывают специальное синтетическое покрытие, которое не позволяет прорасти корням, а также накапливает влагу.

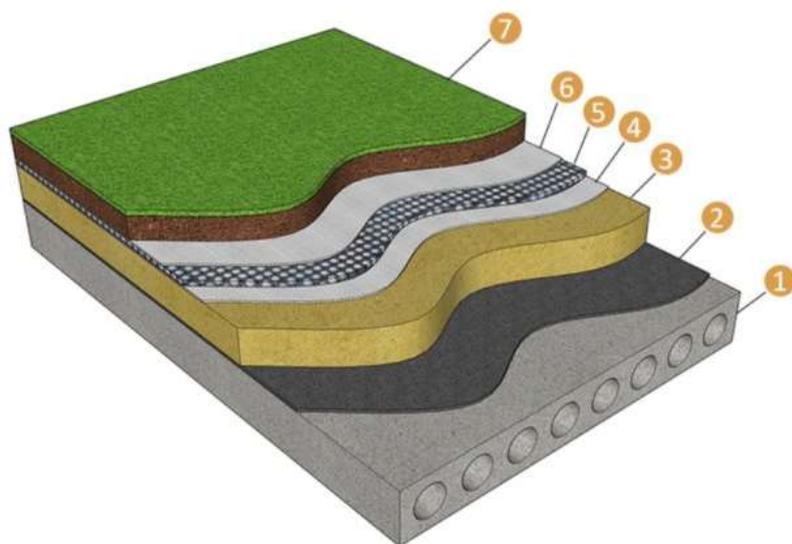


Рис.8.55. Эксплуатируемая кровля с газоном и покрытием:

1 — бетонное основание; 2 — битумно-полимерная кровельная мембрана; 3 — утеплитель; 4 — разделительный слой (геотекстиль); 5 — дренажная профилированная мембрана; 6 — фильтрующий слой (геотекстиль); 7 — плодородный слой с растениями.

Уклон эксплуатируемых кровель с травянистым почвенным покрытием предусматривается тоже 1,5–2% (1%). В качестве водозащиты применяются гидроизоляционные мембраны или рулонные материалы, состоящие не менее чем из двух слоёв.

Защитным покрытием служит:

- субстрат почвы;
- слой, создающий микроклимат;
- фильтрующий слой;
- дренажный слой;
- разделительный слой.

Толщина почвенного слоя напрямую зависит от типа зелёных насаждений и составляет:

- 180 мм — для газона из трав;

- 240 мм — для цветущих растений;
- 350 мм — для кустов;
- 750 мм — для деревьев.

Под почвенный слой укладывается синтетическое ковровое покрытие, пропитанное специальным раствором от прорастания корней. Оно также накапливает влагу для создания микроклимата.

Дренажный слой выбирается, руководствуясь показателем горизонтально пропускать воду (не менее 4,3 л/м/с) и показателем предела прочности на сжатие (более 300 кН/м²). Кроме того, учитывается биостойкость дренажного материала, его инертность к щелочной среде и прорастанию растений;

- **зеленая кровля** (рис.8.56). Озеленение крыши — отличное решение для кровель, имеющих дополнительный слой грунта. Между прочим, грунт полезен не только для растений; он также способен сохранять тепло, обеспечивая тем самым теплоизоляцию эксплуатируемой крыши.



Рис.8.56. Зеленая эксплуатируемая кровля.

Способы озеленения могут быть самые различные — небольшой газон, цветник или целая оранжерея, разбитая на крыше собственного дома. Зеленые зоны имеют практическую ценность — они гарантируют естественную защиту кровли от погодных условий.

Эстетическую ценность такой крыши также сложно переоценить — прекрасный вид не может не радовать глаз. Отдых в окружении живых растений, чудесные ароматы и завораживающие виды вокруг — неотъемлемые составляющие вечеров на собственной зеленой крыше.

Эксплуатируемая кровля решает проблемы больших мегаполисов с дефицитом площадей. Крыши с озеленением дают возможность насладиться всеми преимуществами природы, не выезжая из города, а порой и в пределах своего дома.

К эксплуатируемым кровлям предъявляются следующие основные конструктивные требования:

- при возведении кровель должны быть устроены температурно-деформационные швы шириной не менее 5–10 мм.

Размер участков между швами составляет:

- 6х6 м — для выравнивающих цементно-песчаных стяжек;
- 4х4 м — для мелкозернистого асфальтобетона.;

- вдоль температурно-усадочных швов укладываются компенсаторные полоски, ширина которых составляет 15–20 см. Их приклеивают к обеим сторонам швов;

- водоизоляционный ковёр укладывать непосредственно на поверхность утеплителя можно только, руководствуясь результатами расчёта на прочность с учётом предела прочности и модуля упругости теплоизолятора. Примыкание кровли ко всем выступающим конструкциям крыши защищается от воздействия влаги путём заведения гидроизоляции на вертикальные поверхности минимум на 25 см (рис.8.57).



Рис.8.57. Примыкание кровельной системы к вертикальной поверхности.

- водоотвод в случае эксплуатируемых кровель предусматривается внутренний. Важно уделить особое внимание узлам примыкания кровли к водоотводным воронкам, стенам и парапету. Их необходимо выполнять с учётом всех нормативных рекомендаций. Количество воронок зависит от водосборной площади и определяется расчётом. Например, для кровель с озеленением максимальное расстояние между водоотводными воронками должно составлять не более 24 м. При площади до 500 м² можно делать одну воронку диаметром минимум 10 см. Их конструкция подбирается с учётом вида кровли (рис.8.58).

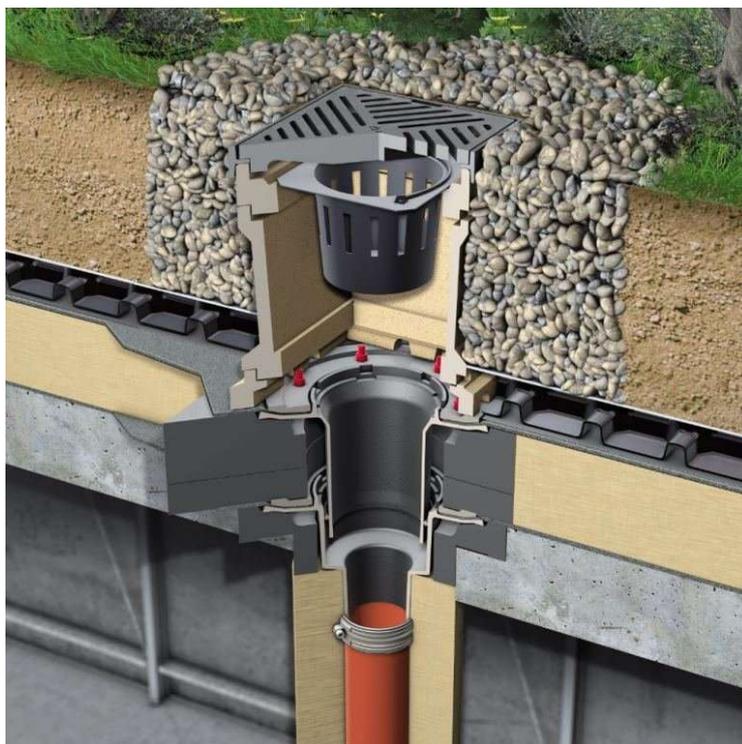


Рис.8.58. Устройство водостока эксплуатируемой кровли.

Заключительная отделка кровли дома играет роль практичного эстетичного покрытия, которое противостоит механическому и атмосферному воздействию. Финишная обработка основана на использовании разных материалов. Все зависит от выбора и пожеланий заказчика, но лучше справляются с этой задачей следующие материалы:

- террасные доски;
- галька, щебень;
- декоративная плитка;
- покрытие из прочной резины;
- «зеленая» кровля;
- плитка.

Очень часто применим вариант покрытия из *плитки*, определяющий границы благоустроенной зоны. Материал изготавливается из натурального гранита, керамогранита, мрамора и т. д. Метод практичный, недорогой. Укладка осуществляется несколькими способами: гранитная крошка, клей, опоры.

Галька и щебень используется в качестве выравнивающего, защитного, дренажного слоя. Часто применяется как дополнение ландшафтного дизайна.

Террасная доска обладает высокими эстетичными свойствами. В основе – древесина ценных пород, включая мербау, ипе, тик, лиственницу. Покрытие поддается уходу, легкому монтажу. Единственный нюанс – необходимость регулярно обновлять лакокрасочный слой.

В «*Зеленой*» кровле финишным покрытием выступает растительный слой, – прекрасный вариант для зонирования пространства под открытым небом. Сверху дом обустраивается декоративными цветниками, ландшафтным парком,

газонами на плоской крыше. В результате имеем профессиональную ландшафтную композицию.

Покрытие из резины имеет вид больших плит, произведенных из резиновой крошки методом прессования. Можно использовать разные цвета и толщину. Плитка упругая, эластичная, с антискользящим эффектом, широкой цветовой гаммой. Характеризуется неприхотливостью в обслуживании и долголетием. Плитка укладывается на предварительно обработанное основание строительным клеем.

ЧАСТЬ II. ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 1. СТЕНЫ

Несущая способность каменных стен зависит от величины нагрузки, толщины кладки, прочности камня и раствора. В малоэтажных жилых зданиях нагрузка на стены обычно является небольшой, и прочность кладки оказывается вполне достаточной. Поэтому толщину каменных стен малоэтажных зданий часто определяют не расчетом на прочность, а из конструктивных соображений или теплотехническим расчетом. Например, по конструктивным требованиям для надежного опирания плит перекрытий (покрытий) кирпичная стена должна быть не тоньше 120 мм, для опирания балок – 250 мм.

Теплотехнический расчет определяет минимальную толщину стен для того, чтобы в процессе эксплуатации не было случаев промерзания или перегрева.

При строительстве малоэтажных зданий возводят либо сплошные наружные стены, либо облегченные:

- сплошные – чаще из эффективного кирпича и легких камней по многорядной системе кладки (по двухрядной – в случаях более удобного крепления облицовки или теплотехнических соображений). Рядность кладки определяется числом «тычковых» рядов с продольной укладкой камней. При двухрядной – каждый «ложковый» ряд перекрывается «тычковым». При многорядной кладке перевязку осуществляют через пять рядов, а в стенах из мелких камней – через два ряда. Многорядная кладка экономичнее двухрядной, так как менее трудоемка;

- облегченные наружные стены возводят путем закладки легких теплоизоляционных материалов внутрь каменной стены – между двумя рядами сплошных стенок или с помощью теплоизоляционной облицовки.

Для облицовки применяют жесткие плиты из легких бетонов, пеностекла, фибролита и других материалов. Плиты из атмосферостойких материалов располагают с наружной стороны. Менее стойкие материалы прикрепляют к поверхности кладки с внутренней стороны вплотную или с образованием воздушной прослойки толщиной 20 – 40 мм – «на отnose». Плиты «на отnose» крепят к стене металлическими зигзагообразными скобами или прибавают к рейкам. Эти рейки, расположенные вертикально и горизонтально, делят пространство воздушной прослойки на отдельные отсеки, улучшающие температурно-влажностный режим стены. При внутреннем расположении утеплителя поверхности жестких плит подготавливают под окраску или оклейку обоями с учетом образования пароизоляционного слоя. Поверхность полужестких плит обшивают жесткими листами с прокладкой теплоизоляционного слоя.

При выполнении теплотехнического расчета рекомендуют принимать толщину внутренней отделки (штукатурки) – 20 мм. Толщину наружной

отделки: штукатурки и керамической плитки – 20 мм, облицовочного кирпича – 120 мм. Размеры кирпича, керамических и бетонных камней представлены в СТБ 1228-2000. Все виды кладок и возможные толщины стен из различных материалов представлены в табл.9.1. и на рис.9.1.

Таблица 9.1.

Толщина стен и перегородок

№ п/п	Наименование материала	Толщина внутренней несущей стены	Толщина внутренней самонесущей стены	Толщина перегородки
1	Кирпич обычный	250, 380	250	120, 65
2	Кирпич модульных размеров	288, 438	288	63, 138
3	Керамический камень пустотелый	250, 380	250	120
4	Керамический камень модульных размеров	288, 438	288	138
5	Бетонный камень	290, 390, 490	290	90, 190
6	Бетонный камень модульных размеров	288, 438	288	138

Толщина наружных стен определяется теплотехническим расчетом, толщина внутренних несущих стен и перегородок принимается в зависимости от материала стен по табл.9.1. При выборе толщины внутренних несущих стен необходимо учесть величину опирания конструкций перекрытий.

Выполним теплотехнический расчет наружной стены в соответствии с СП 2.04.01-2020 «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования» (далее СП).

Сопротивление теплопередаче следует принимать равным экономически целесообразному – $R_{т.эк.}$, определяемому по формуле 5.1 из СП, но не менее требуемого сопротивления теплопередаче $R_{т.тр.}$, определяемого по нижеприведенной формуле 6.1, и не менее нормативного сопротивления теплопередаче $R_{т.мин.}$.

$$R_{т.тр.} = [n (t_{в} - t_{н})] / \alpha_{в} \cdot \Delta t_{в}, \quad (9.1)$$

где:

$n = 1$ (для наружных стен и покрытий) – коэффициент, учитывающий положение наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 6.2 СП;

$t_{в} = 18$ °С – расчетная температура внутреннего воздуха, °С, принимаемая по таблице 5.1 СП;

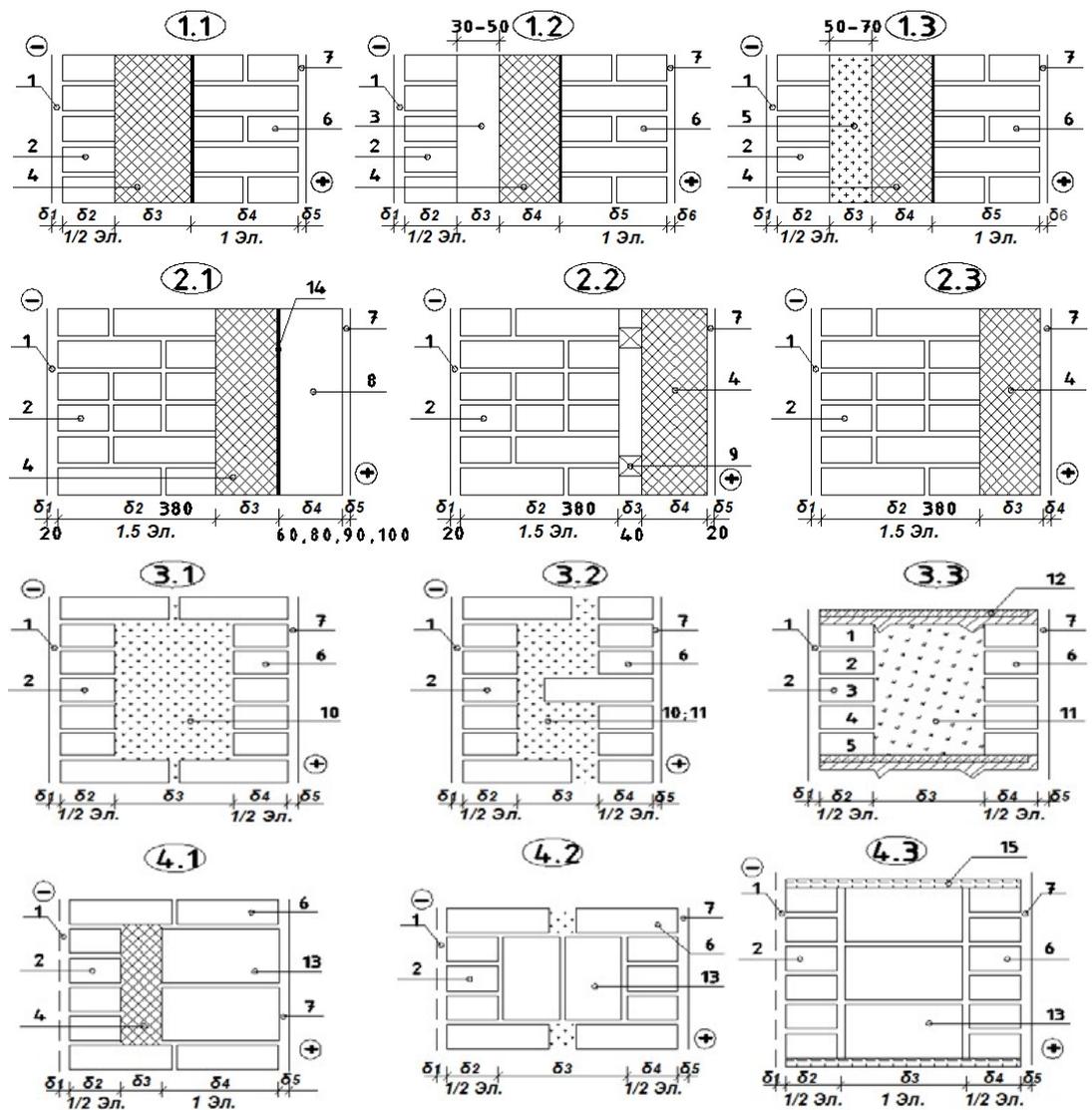


Рис. 9.1. Виды каменных кладок:

1.1 – с плитным утеплителем внутри стены; 1.2 – с воздушной прослойкой и плитным утеплителем внутри стены; 1.3 – с засыпкой (керамзит) и плитным утеплителем внутри стены; 2.1 – с плитным утеплителем и легкобетонными блоками с внутренней стороны стены; 2.2 – с воздушной прослойкой и плитным утеплителем с внутренней стороны стены; 2.3 – с плитным утеплителем с внутренней стороны стены; 3.1 – с засыпным утеплителем внутри стены; 3.2 – с засыпным или заливным утеплителем внутри стены; 3.3 – с засыпным или заливным утеплителем внутри стены и армоцементным поясом; 4.1 – с плитным утеплителем внутри и блоками из ячеистого бетона; 4.2 – с утеплителем внутри в виде блоков из ячеистого бетона; 4.3 – армированная кладка с утеплителем внутри в виде блоков из ячеистого бетона; 1 – цементно-песчаная штукатурка, сложный раствор, керамическая плитка; – кладка из кирпича керамического, лицевого, эффективного; 1 – воздушная прослойка; 2– плитный утеплитель (пенопласт, минеральная вата и др.); 3– засыпка; 4– кладка из кирпича керамического, рядового; 5– известково-песчаная, гипсо-перлитовая, цементно-перлитовая; 6– легкобетонные (ячеистые) блоки; 7– деревянные бруски и воздушная прослойка; 8– засыпной утеплитель (керамзит или газосиликат); 9– заливной ячеистый бетон; 10– армобетонный пояс; 11– блоки из ячеистого бетона; 14 – гидроизоляция; 15 – арматура.

t_n – расчетная зимняя температура наружного воздуха, °С, принимаемая по таблице 6.3 СП с учетом тепловой инерции ограждающих конструкций D (за исключением заполнений проемов);

$\alpha_{в} = 8,7 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$ (для стен) – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, принимаемый по таблице 6.4 СП;

$\Delta t_{в} = 6 \text{ °С}$ (для наружных стен жилых зданий) – расчетный перепад между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 6.5 СП.

Тепловую инерцию ограждающей конструкции D следует определять по формуле 9.3 (формула 6.3) СП:

$$D = R_1 S_1 + R_2 S_2 + \dots + R_n S_n, \quad (9.2)$$

где:

R_1, R_2, R_n – термические сопротивления отдельных слоев ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$, определяемые по формуле 5 (формула 6.3 из СП);

S_1, S_2, S_n – расчетные коэффициенты теплоусвоения материала отдельных слоев ограждающей конструкции в условиях эксплуатации, $\text{Вт} / (\text{м}^2 \cdot \text{°С})$, по таблице 5.2 СП, принимаемые по табл. Д1 (приложению Д СП);

Ограждения считаются «легкими» при $D < 1,5$; «малой массивности» при $1,5 < D < 4$; «средней массивности» при $4 < D < 7$ и массивными при $D > 7$.

Слои конструкции, расположенные между воздушной прослойкой, вентилируемой наружным воздухом, и наружной поверхностью ограждающей конструкции, не учитываются.

Термическое сопротивление однородной ограждающей конструкции, а также слоя многослойной конструкции $R \text{ м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$, определяем по формуле:

$$R = \delta / \lambda, \quad (9.3)$$

где:

δ – толщина слоя, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала однослойной или теплоизоляционного слоя многослойной ограждающей конструкции в условиях эксплуатации, таблица 5.2, $\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$, принимаем по приложению Д СП.

Сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции $R_T, \text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$, определяем по формуле:

$$R_T = 1 / \alpha_{в} + 1 / \alpha_{н} + R_k, \quad (9.4)$$

где:

R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, $\text{м}^2 \cdot \text{°С} / \text{Вт}$, определяемое по формуле:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n, \quad (9.5)$$

где:

R_1, R_2, R_n – то же, что и в формуле 9.3;

$\alpha_{н} = 23 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{°С}$ – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкции для зимних условий.

Средние температуры наружного воздуха наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98 и 0,92 и наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 для определенного района строительства следует принимать по таблице 6.3 СП и по таблице 9.2.

Значения средней температуры наружного воздуха

Расчетный период	Средние температуры наружного воздуха, t_n , °С по областям					
	Минская	Могилевская	Брестская	Витебская	Гомельская	Гродненская
Наиболее холодные сутки обеспеченностью 0,92	-28	-29	-31	-31	-28	-26
Наиболее холодные сутки обеспеченностью 0,98	-33	-34	-37	-37	-32	-31
Наиболее холодная пятидневка обеспеченностью 0,92	-24	-25	-25	-25	-24	-22

Среднюю температуру наиболее холодных трех суток следует определять как среднее арифметическое из температур наиболее холодных суток и наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92.

Значение нормативного сопротивления теплопередаче $R_{т.норм}$ определяем по таблице 9.3 и 9.4 или по таблице 5.1 из изменений к ТКП45-2.04-43-2006(02250) «Строительная теплотехника. Строительные нормы проектирования».

Пример расчета:

Для решения примера по расчету наружной стены из мелкоформенных элементов принимаем вид кладки 3.1 (место строительства – г. Витебск).

Необходимые исходные данные определяем по приложению «Д» СП и сводим в таблицу 9.5.

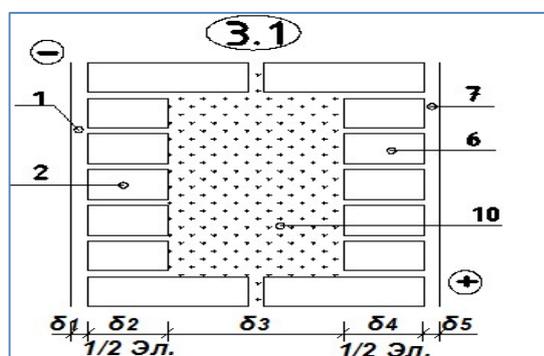


Рис.9. 2. Каменная кладка (3.1) с засыпным утеплителем:
 1 – цементно-песчаная, сложный раствор; 2 – кладка из кирпича керамического;
 6 – кладка из кирпича керамического; 7 – гипсо-перлитовая штукатурка;
 10 – засыпной утеплитель (керамзит)

Принимаем значение D свыше 7. Тогда t_n принимаем по температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 (для Витебской области): $t_n = -25^\circ\text{C}$.

Таблица 9.3

Значение нормативного сопротивления теплопередаче

Ограждающие конструкции	Нормативное сопротивление $R_{т\text{ норм}}$, $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$
ЖИЛЫЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ	
А. СТРОИТЕЛЬСТВО, РЕКОНСТРУКЦИЯ, МОДЕРНИЗАЦИЯ	
Наружные стены зданий	3,2
Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия (кроме теплых чердаков) и перекрытия над проездами	6,0
Перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями	2,5
Заполнения световых проемов	1,0
Б. РЕМОНТ И РЕСТАВРАЦИЯ	
1. Ограждающие конструкции зданий, построенных в соответствии с требованиями строительных норм по строительной теплотехнике, действовавших с 1993 г.	
1.1. Наружные стены крупнопанельных, каркасно-панельных и объемно-блочных зданий.	2,5
1.2. Наружные стены монолитных зданий.	2,2
1.3. Наружные стены из штучных материалов (кирпич, шлакоблоки и т.п.).	2,0
1.4. Совмещенные покрытия, чердачные перекрытия (кроме теплых чердаков) и перекрытия над проездами.	3,0
1.5. Покрытия теплых чердаков	По расчету
1.6. Перекрытия над неотапливаемыми подвалами и техническими подпольями	По расчету
1.7. Заполнения световых проемов	0,6
2. Ограждающие конструкции зданий, построенных в соответствии с требованиями строительных норм по строительной теплотехнике, действовавших до 1993 г.	
2.1. Сопротивление теплопередаче наружных ограждающих конструкций (за исключением заполнений световых проемов)	Не менее требуемого
2.2. Заполнения световых проемов	0,6

Определение коэффициента обеспеченности в зависимости от значения тепловой инерции

Тепловая инерция D	Расчетная зимняя температура наружного воздуха, t_n , °С
До 1,5 включительно	Средняя температура наиболее холодных суток обеспеченностью 0,98
Св. 1,5 до 4,0 включ.	То же, обеспеченностью 0,92
Св. 4,0 до 7,0 включ.	Средняя температура наиболее холодных трех суток
Свыше 7,0	Средняя температура наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92

$$R_{T,\min.} = 1 [(18^\circ\text{C} - (-25^\circ\text{C})) / 8,7 \cdot 6,0^\circ\text{C} = 0,824 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}.$$

Так как $R_{T,\min.} = 0,881 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт} < R_{T,\text{норм.}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$, то решаем:

$$3,2 = 1/8,7 + 1/23 + 0,02/0,93 + 0,12/0,78 + X/0,12 + 0,12/0,78 + 0,02/0,23.$$

Находим $X = 0,315 \text{ м}$.

Исходные данные для теплотехнического расчета

Наименование слоя	Плотность слоя, ρ , кг/м ³	Толщина слоя, δ , м	Коэффициент теплопроводности λ , Вт/м ² ·°С	Коэффициент теплоусвоения, S , Вт/м ² ·°С
1. Цементно-песчаная штукатурка	1800	0,02	0,93	11,09
2. Кирпич керамический	1600	0,120	0,78	8,48
3. Утеплитель засыпной (гравий керамический)	200	X	0,12	1,3
4. Кирпич керамический	1600	0,120	0,78	8,48
5. Гипсоперлитовая штукатурка	600	0,02	0,23	3,84

Принимаем $X = \delta_{\text{ут.}} = 320 \text{ мм}$. Тогда толщина стены – 560 мм.

Проверяем значение D :

$$D = 0,02/0,93 \cdot 11,09 + 0,12/0,78 \cdot 8,48 + 0,32/0,23 \cdot 1,3 + 0,12/0,78 \cdot 8,48 + 0,02/0,23 \cdot 3,84 = 7,6. \text{ Следовательно, значение } D \text{ принято верно. Проверяем условие } R_T \geq R_{T,\text{норм.}}:$$

$$R_T = 1/8,7 + 1/23 + 0,02/0,93 + 0,12/0,78 + 0,32/0,12 + 0,12/0,78 + 0,02/0,23 = 3,23 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт} \geq R_{T,\text{норм.}} = 3,2 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}.$$

Следовательно, толщину утеплителя и толщину стены приняли верно.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 2. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ СО СТЕНАМИ ИЗ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.

В решении жилищной проблемы Республики Беларусь важная роль отводится индивидуальному жилищному строительству, которое за последнее время получило широкое развитие практически во всех областях страны.

Принцип функционального зонирования как основополагающий в архитектуре и градостроительстве предполагает выделение и группировку помещений в зависимости от их функционального назначения и типа индивидуального жилого дома, а также экономического уровня семьи.

При обобщении и анализе проектов жилых домов выделяются в зависимости от социально-экономического положения семей индивидуальные жилые дома:

- социальные общей площадью не более 120 м² для малоимущей группы населения;
- дома или коттеджи общей площадью до 300 м² для среднего класса;
- элитные дома или особняки общая площадь которых может достигать 500 м² для материально обеспеченных семей.

Такая типология в большей степени отражает сложившуюся практику проектирования и строительства малоэтажных индивидуальных жилых домов на современном этапе социально-экономического развития.

К *социальным* индивидуальным жилым домам относятся жилые дома, проектные решения которых выполнены по действующим нормативам и строящиеся за счет государственных и муниципальных средств, а также средств предприятий, предназначенные для категорий граждан, стоящих в очереди на получение или улучшение жилищных условий.

Для объемно-планировочного решения социального жилища характерны: жилая зона, включающая общую комнату и спальни, хозяйственно-бытовая – кухня, санитарный блок (туалет, ванная), топочная, иногда кладовая, а также коммуникационная зона, куда относятся тамбур, прихожая, коридор, лестница, которые соединяют функциональные зоны жилого дома между собой. Дома, как правило, без подвала, одноэтажные, иногда с мансардным этажом, двух-четырёхкомнатные.

Площади помещений находятся в пределах, рекомендованных строительными нормами, с небольшим превышением для жилых домов,

возводимых за счет собственных средств индивидуальных застройщиков. Так размер общей комнаты колеблется от 17 до 22 м², спальни – от 9 до 12 м² на 1 человека и от 12,5 до 19 м² для 2-х человек, площадь кухонь составляет от 6 до 19 м² при среднем значении 12 м².

В отдельную группу выделены летние помещения: веранда, лоджия, балкон. Площадь веранд в зависимости от размера дома и объемно-планировочного решения колеблется от 8 до 17 м².

Для усадеб этой категории жилых домов характерно наличие на приквартирном участке таких хозяйственных построек, как сарай для хранения садово-огородного инвентаря, баня, гараж, теплица, возводимых за счет средств жильцов. При размещении индивидуальной застройки на окраине города или в пригородной зоне встречаются помещения для содержания домашних животных. Хозяйственные постройки предусматриваются как отдельно стоящими, так и блокированными с жилым домом. Характерной особенностью освоения таких участков является первоочередное строительство хозяйственных блоков.

Особенностью объемно-планировочного решения коттеджей для семей со средним достатком является этажность (мансардные и двухэтажные, часто с полуподвальными и подвальными помещениями), наличие более развитого состава помещений с увеличенными по сравнению с нормативами для социальных жилых домов площадями. В жилой зоне появляются детские комнаты площадью от 8 до 10 м², рабочий кабинет от 11 до 19 м². Площадь общей комнаты или гостиной предусматривается от 19 до 33 м². При практически близких показателях площади спальни на 1 человека (8 – 13 м²) отмечается существенное увеличение площади спален на 2 человек (14 – 25 м²). В хозяйственно-бытовой зоне кроме кухонь появляются также столовые площадью от 13 до 19 м². При совмещении кухни и столовой площадь этих помещений иногда составляет в среднем 18,0 м². Практически во всех проектах предусматриваются кладовые площадью от 10 м², топочные – 4,3 м² и гаражи как в составе объемно-планировочного решения жилого дома, так и пристроенные непосредственно к жилому дому или веранде площадью от 16 до 33 м². В состав летних помещений достаточно часто входят лоджии, балконы, а также веранды.

В ряде проектов домов для этой категории населения в отдельную функциональную зону следует выделить производственную, включающую такие помещения, как офисы, кабинеты, мастерские по ремонту техники, пошиву одежды, ремонту обуви, ритуальных услуг, индивидуальных и групповых консультаций, частных магазинов, объектов питания, гостиниц и других элементов обслуживания, которые располагаются как в составе жилого дома, так и в самостоятельном помещении на участке.

Проекты индивидуальных жилых домов для *материально обеспеченных* семей имеют наиболее развитый состав помещений,

требующий выделения новых функциональных зон в составе особняков, ранее не предусматривавшийся в индивидуальных жилых домах. Это, как правило, элитные дома, преимущественно в два, реже три этажа с подвалом или полуподвалом. Для этого типа домов не может быть принята классификация по количеству комнат, поскольку их количество и функциональное назначение не укладывается в обычные рамки, сложившиеся в теории проектирования жилища советского периода при решении жилищной проблемы за счет государственных средств. Сложности возникают также в отнесении отдельных помещений к той или иной функциональной зоне, например, сауна, каминный зал и др.

Площади помещений жилой зоны значительно завышены по сравнению с действующими нормативами для государственного и муниципального жилищного строительства. Так площадь общей комнаты колеблется от 21 до 74 м² при средней площади, спальни на двоих от 15 до 45 м², спальни на одного – от 8 до 15 м², а средний размер детской комнаты составляет 12 м². Увеличены площади рабочего кабинета до 27 м², гостевой – до 17 м². Довольно развита в домах этого типа хозяйственно-бытовая зона, где кроме традиционных помещений предусматриваются постирочная средней площадью 8 м², погреб — до 12 м², гардеробная – от 3 до 9 м², подсобное помещение, склад, а также наличие нескольких туалетов, ванных комнат, площадь которых гораздо больше нормативной.

В отдельную функциональную зону выделены помещения рекреационно-спортивного назначения, встречающиеся во многих проектах этих жилых домов и ранее не предусматривавшийся. Это ведет к значительным разбросам площадей этих помещений. Так спортивные или физкультурные комнаты могут быть площадью 10 – 41 м², бильярдные — 29 – 37 м², библиотеки — 11 – 42 м², бассейны – 8 – 58 м². В целом, выделены 12 помещений этой зоны, достаточно часто встречающиеся в различных проектах, в том числе комната отдыха, игровая, каминный зал, оранжерея.

Из летних помещений в проектах предусматриваются балконы, лоджии, веранды с разбросом площадей от минимальных до максимальных.

Принцип соответствия жилого дома месту в планировочной структуре города предполагает размещение и проектирование его с учетом градостроительной ценности района застройки и его предназначение для соответствующей застройки. Здесь следует выделить особняки, застройка которыми может быть практически во всех районах города: от прилегающих непосредственно к центральной части до пригородной зоны. Архитектурно-планировочное решение, как жилых домов, так и застройки в целом, соответствует достаточно высокому уровню комфортности и благоустройству.

Районы коттеджной застройки для семей со средним достатком, где дома строятся преимущественно за счет собственных средств и кредитов

предприятий и банков, размещаются в средней части планировочной структуры городов, на окраине и в пригородной зоне.

Основным архитектурно-композиционным элементом жилого дома является квартира, представляющая собой группу особым образом сгруппированных помещений, рассчитанных на удобное проживание одной семьи. Благоустроенная квартира городского жилого дома должна иметь следующие помещения: жилые комнаты, кухню, переднюю, ванную (или душевую комнату), уборную, встроенные шкафы или хозяйственную кладовую.

Тип квартиры (количество комнат и площадь) определяется на основе численности и состава семьи, а также расчетной нормы жилой площади на одного человека.

На характер планировочного решения квартиры оказывают влияние климатические условия места строительства, ориентация, этажность, тип квартиры и дома, ее конструктивная схема и экономические возможности страны. Квартиры жилых домов и жилые комнаты должны располагаться в надземных этажах. Отметка пола жилых комнат, расположенных на первом этаже, должна быть выше планировочной отметки земли не менее чем на 0,6 м. Высота помещений квартиры и жилой ячейки общежитий от пола до потолка должна быть не менее 2,5 м, внутриквартирных коридоров – 2,1 м. В помещениях квартир (жилые комнаты и кухни) с наклонными потолками допускается меньшая высота на площади, не превышающей 50 % от общей площади помещения. Высота стен от пола до низа наклонного потолка должна быть не менее:

- 1,2 м – при наименьшем наклоне потолка к горизонту 30° ;
- 0,8 м – при наименьшем наклоне потолка к горизонту 45° , и не ограничивается при наклоне потолка к горизонту 60° и более.

При промежуточных значениях наклона потолка наименьшая высота стены определяется по интерполяции.

В ванной комнате высота стены от пола до низа наклонного потолка должна быть не менее 2,1 м.

Жилые комнаты, кухни, неканализованные уборные, входные тамбуры (кроме ведущих непосредственно в квартиры), лестничные клетки, общие коридоры в жилых зданиях коридорного типа должны иметь естественное освещение в соответствии с требованиями ТКП 45-3.02-324-2018 (33020) и СН 3.02.01-2019 «Жилые здания. Строительные нормы Республики Беларусь». Для кухонь-ниш допускается предусматривать естественное освещение вторым светом.

Отношение суммарной площади световых проемов всех жилых комнат и кухни в квартире (жилой ячейке общежитий) к суммарной площади пола этих помещений не должно превышать 1:5,5. Наименьшее отношение для каждого из этих помещений должно быть 1:8, а для помещений,

расположенных в мансардных этажах при устройстве наклонных мансардных окон, это отношение допускается принимать 1:10.

При проектировании жилых зданий допускается предусматривать остекление лоджий (балконов). В окнах жилых зданий и в остеклении летних помещений следует предусматривать открывающиеся створки, фрамуги, форточки, а также специальные вентиляционные устройства, необходимые для постоянного притока наружного воздуха.

В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, высота подоконников от уровня пола должна быть не менее 0,45 и не более 0,7 м. Приспособления для открывания элементов окон следует размещать на высоте от 0,45 до 1,25 м.

Продолжительность непрерывной в течение дня инсоляции квартир в расчетное время года (с 22 марта по 22 сентября) в соответствии с вышеуказанными нормами «Жилые здания» должна составлять не менее 2,5 ч и обеспечиваться:

- в одно-, двух- и трехкомнатных квартирах – не менее чем одной жилой комнатой;
- в четырех-, пяти- и шестикомнатных квартирах – не менее чем двумя жилыми комнатами;
- в квартирах с количеством комнат более шести – не менее чем тремя жилыми комнатами.

В квартирах, где инсолируются все жилые комнаты, или при размещении жилых домов в особо сложных градостроительных условиях (исторически ценная городская среда, существующая застройка, дорогостоящая подготовка территории, зоны общегородских и районных центров) допускается сокращение продолжительности инсоляции на 0,5 ч. В случае прерывистости инсоляции квартир суммарная ее продолжительность должна увеличиваться на 0,5 ч.

Главными критерием, на основе которых оценивают качество квартиры, являются удобство планировки, наличие и размер подсобных помещений, целесообразное ее техническое оборудование и красивая художественная композиция интерьера квартиры. Размеры и взаимное расположение жилых комнат и подсобных помещений находят, учитывая численный и возрастной состав семьи и возможность удобной расстановки мебели.

Планировка квартиры должна быть компактной, обеспечивающей короткие удобные связи помещений без лишних коридоров и переходом. Вход в комнаты по возможности должен быть из прихожей. Двери между комнатами при открывании и закрывании не должны мешать свободному проходу. Каждая квартира должна получать достаточно солнечного света и свежего воздуха, для чего необходимо выбирать наиболее благоприятную ориентацию дома по странам света.

Все помещения квартиры делятся на четыре группы:

- жилые – общая комната, спальни, детская комната, кабинет и т.д.;
- подсобные – кухня, санитарные узлы, прихожая, кладовые, постирочные, хозяйственные помещения;
- коммуникационные – коридоры, лестницы;
- летние балконы, лоджии, веранды, террасы.

Размеры помещений определяем в соответствии с ТКП 45-3.02-230-2010 «Дома жилые одноквартирные и блокированные» по табл.9.6. При этом площадь помещений жилых домов потребительских качеств с учетом расстановки необходимого набора мебели и оборудования должна быть, м², не менее значений указанных в этой таблице.

Ширину помещений квартир необходимо принимать не менее размеров, представленных в табл. 9.7.

Глубина жилой комнаты, как правило, не должна превышать ее ширину более чем в два раза.

При необходимости унификации конструктивно-планировочных решений допускается уменьшать не более чем на 5 % параметры помещений.

Все планировочные размеры желательно принимать кратными укрупненному модулю 3М (300 мм).

Таблица 9.6

Минимально допустимые площади помещений квартир

жилой (общей) комнаты в однокомнатном жилом доме	18,0;
жилой (общей) комнаты в двухкомнатном жилом доме	16,0;
жилой (общей) комнаты в трехкомнатном жилом доме	18,0;
жилой (общей) комнаты в четырех-, пятикомнатном жилом доме	20,0;
спальни на одного человека	9,0;
спальни на двух человек	12,0;
кухни	9,0;
кухни в жилом доме (в сельской местности)	12,0;
ванной комнаты	3,2;
уборной	1,1;
совмещенного санитарного узла	3,8;
кладовой	1,0;
кладовой для инвалидов-колясочников	4,0;
встроенного шкафа	0,6;
летнего помещения	2,2.

Минимально допустимая ширина помещений квартир

<p>а) для жилых домов потребительских качеств: жилой комнаты (общей) 3,2; жилой комнаты для инвалидов-колясочников 3,6; жилой комнаты (спальни на одного человека) и кухни 2,3; жилой комнаты (спальни на двух человек) 2,6; кухни и кухонной зоны в кухне-столовой 2,0; прихожей 1,4; прихожей для инвалидов-колясочников 1,6; внутриквартирных коридоров, ведущих в жилые комнаты 1,1; остальных коридоров 1,0; коридоров для инвалидов-колясочников 1,6; ванной комнаты 1,5; уборной 0,8; уборной с умывальником 1,2;</p> <p>б) для жилых домов потребительских качеств с улучшенной планировкой: жилой комнаты (общей) 3,4; жилой комнаты для инвалидов-колясочников 3,6; жилой комнаты (спальни на одного человека) и кухни 2,4; жилой комнаты (спальни на двух человек) 2,6; кухни и кухонной зоны в кухне-столовой 2,2; прихожей 1,6; прихожей для инвалидов-колясочников 1,6; внутриквартирных коридоров, ведущих в жилые комнаты, 1,2; остальных коридоров 1,0; коридоров для инвалидов-колясочников 1,6; ванной комнаты 1,5; уборной 0,8; уборной с умывальником 1,2;</p>	
<p>в) для жилых домов повышенной комфортности: жилой комнаты (общей) 3,6; жилой комнаты для инвалидов-колясочников 3,6; жилой комнаты (спальни на одного человека) и кухни 2,6; жилой комнаты (спальни на двух человек) 2,7; кухни и кухонной зоны в кухне-столовой 2,4; прихожей 1,6; прихожей для инвалидов-колясочников 1,6; внутриквартирных коридоров, ведущих в жилые комнаты, 1,2; остальных коридоров 1,0; коридоров для инвалидов-колясочников 1,6; ванной комнаты 1,7; уборной 0,9; уборной с умывальником 1,3.</p>	

Глубина жилой комнаты не должна превышать ее ширину более чем в 2 раза.

В зависимости от различных бытовых процессов, протекающих в квартире, можно выделить две основные функциональные зоны:

- зона дневной активности, которая включает в себя: прихожую, кухню, общую комнату; санитарный узел (унитаз и умывальник), мастерскую, хозяйственные помещения, постирочную, веранду, сюда же можно отнести детскую и кабинет;

- индивидуальную зону или зону спален, к которой относятся: спальни, санитарный узел (возможно совмещенный, если есть второй в зоне дневной активности), возможно детская и кабинет.

Помещения зоны дневной активности должны располагаться ближе к входу, в сельских домах иметь связь с участком, при решении квартиры в двух уровнях – они располагаются на первом этаже.

В сельском доме обычно устраивают два входа: основной и хозяйственный.

В условиях строительства в Республике Беларусь при всех наружных входах необходимо предусматривать тамбур глубиной не менее 1,2 м, а их открывание должно быть в сторону выхода. При этом во всех типах домов с квартирами для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, глубина тамбура при главных входах должна быть не менее 1,8 м, ширина – 2,2 м. При движении с поворотом размеры тамбура при главных входах должны быть не менее 2,2×2,2 м.

Для повышения комфорта в квартире желательно соблюдать следующие условия:

- отсутствие проходных комнат;
- применение раздвижных перегородок;
- в четырех и более комнатных квартирах наличие двух санузлов (туалет с умывальником в зоне дневной активности и совмещенный санузел в зоне спален);
- наличие встроенных шкафов, антресолей, помещений.

Общая комната предназначена для отдыха, общения семьи, приема гостей, личных занятий, приема пищи и может иметь 1 – 2 спальных места (последнее – в однокомнатной квартире). Через общую комнату допускается проход в спальни, однако это ухудшает использование ее площади, усложняет размещение мебели, создает бытовые неудобства.

Общая комната может быть подразделена на два помещения – гостиную и столовую. Первая предназначена для отдыха, общения семьи, приема гостей, размещения телевизора; вторая – для приема пищи, хранения столовой посуды. Между гостиной и столовой возможно устройство раздвижной перегородки, что создает маневренность в использовании этих помещений. Кухня и столовая должны быть связаны

дверью или окошком для передачи приготовленной пищи и др. Возможно устройство между этими помещениями раздвижной перегородки.

Спальни предназначены для сна, занятий, хранения, одежды, белья, возможно, книг.

В 3 – 4-х комнатных квартирах спальня обычно изолируют от зоны дневной активности, то есть они должны находиться в тихой зоне квартиры, удаленной от входа. При решении квартиры в двух уровнях обычно располагается на втором этаже. Общая комната может быть проходной, а спальни – нет. Проход в спальню допустим через общую комнату, но предпочтительнее через коридор.

Кухни предназначены для приготовления пищи и других хозяйственных процессов, а также для хранения посуды, продуктов, а часто – для повседневного приема пищи.

Площадь кухни допускается уменьшать до 5 м² при условии наличия в квартире отдельного помещения столовой.

В однокомнатных квартирах для одиноких граждан допускается устройство кухонь с наименьшей площадью 5 м² или кухонь-ниш глубиной не менее 0,6 м и шириной не менее 2,5 м, оборудованных электроплитами и вентиляцией с механическим побуждением.

Допускается сообщение кухни со смежной жилой комнатой (общей) посредством дверных проемов, а также по заданию на проектирование допускается объединение кухни, оборудованной электроплитой, с жилой комнатой (общей) и прихожей в единое пространство с созданием в быту функциональных зон за счет расстановки мебели.

Прихожие – в них могут размещаться: вешалка с полкой для обуви, встроенный шкаф для уличной одежды, зеркало.

Хозяйственные кладовые – в 1 – 2-х комнатных квартирах площадью не менее 1 м² (для инвалидов-колясочников более 1 м²), в 3 – 5 комнатных квартирах не менее 1,5 м². Двери кладовых должны открываться в прихожие или коридор.

Летние помещения квартир представляют собой балконы, лоджии, террасы. Глубина балконов (лоджий) должна быть не менее 0,9 м, а в квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках – не менее 1,4 м. Высота ограждений балконов (лоджий) в квартирах должна быть не менее 1,1 м от пола.

Допускается проектировать остекленными лоджии и балконы квартир, используемые в качестве второго эвакуационного выхода. При этом не менее 50 % общей площади остекления следует предусматривать с открывающимися внутрь или с раздвигающимися в стороны створками.

В окнах и в ограждениях лоджий (балконов) квартир, расположенных на первом этаже, допускается устройство защитно-декоративных решеток.

В квартирах с суммарной площадью жилых комнат более 60 м² решетки должны быть открывающимися.

Санитарные узлы в квартире должны быть отдельными (ванная комната и уборная). Допускается устраивать совмещенный санитарный узел в однокомнатных квартирах, в квартирах для инвалидов и в квартирах, имеющих второе санитарно-гигиеническое помещение, оборудованное унитазом. По заданию на проектирование допускается устройство совмещенных санитарных узлов во всех типах квартир, а в санитарных узлах вместо ванны допускается установка душевого поддона.

В квартирах суммарной площадью жилых комнат 60 м² и более, как правило, следует предусматривать не менее двух санитарно-гигиенических помещений, оборудованных унитазом и умывальником.

Размеры в плане ванной комнаты и совмещенного санитарного узла, как минимум должны обеспечивать размещение в них ванны длиной не менее 170 см, умывальника, стиральной машины и (для совмещенного санитарного узла) унитаза. Размеры в плане уборной без умывальника должны быть не менее 0,8×1,2 м, с умывальником – 1,2×1,4 м. В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, размеры в плане ванной комнаты или совмещенного санитарного узла должны быть не менее 2,2×2,2 м, уборной с умывальником – 1,6×2,2 м, без умывальника – 1,2×2,2 м.

Специальное оснащение санитарного узла приспособлениями, помогающими инвалидам самостоятельно пользоваться санитарными приборами, следует выполнять по индивидуальным заказам для каждой квартиры или группы квартир.

Двери санитарных узлов во всех типах квартир должны открываться в сторону выхода.

Расстояние между дверными проемами, ведущими в кухню и в санитарно-гигиеническое помещение квартиры, оборудованное унитазом, в домах квартир типа должно быть не менее 2 м.

По заданию на проектирование допускается устраивать вход в ванную комнату или совмещенный санитарный узел из спальни в квартирах специальных жилых домов для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, а также во всех типах квартир при условии размещения в них другого санитарного узла с входом из коридора, холла.

Размещение санитарных узлов непосредственно над жилыми комнатами и кухнями не допускается. Размещение санитарного узла над кухней возможно в многоуровневых квартирах, когда санитарный узел и кухня входят в состав одной квартиры. Допускается частичное размещение одного из помещений санитарного узла (не более 25 % его площади) над жилой комнатой при условии выполнения мероприятий по повышению гидро- и звукоизоляции конструкции пола этого санитарного узла.

По заданию на проектирование в проектной документации жилого дома допускается предусматривать места для установки в квартирах встроенных шкафов, давая возможность жителям устраивать эти шкафы по индивидуальным заказам

Ширина полотен однопольных дверей в квартирах должна быть не менее:

- входных в квартиры, жилые комнаты и кухни - 0,8 м;
- в летние помещения, санитарные узлы и кладовые – 0,6 м.

В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, ширина всех полотен однопольных дверей должна быть не менее 0,9 м, высота порогов – не более 2,5 см.

Входные двери в квартиры и двери в общие на группу квартир поэтажные тамбуры (коридоры) в многоквартирных жилых домах секционного типа должны быть усиленные и иметь категорию прочности по сопротивлению взлому в соответствии с требованиями СТБ 1108-98. «Окна и балконные двери из поливинилхлоридного профиля», СТБ 939-93 «Окна и балконные двери для зданий и сооружений» и СТБ 1138-98 «Двери и ворота для зданий и сооружений». Их открывание, как правило, должно быть в сторону выхода.

Наименьшую ширину и наибольший уклон внутриквартирных лестниц следует принимать в соответствии с требованиями нормативных документов «Жилые здания». При этом допускаются лестницы винтовые и с забежными ступенями с шириной проступи в ее середине не менее 18 см.

Крыльцо при главном входе в жилой дом должно иметь размеры в плане не менее 1,4×1,4 м и должно быть защищено от атмосферных осадков козырьком или другим устройством, а также иметь приспособление для чистки подошв обуви.

Во всех типах жилых домов с квартирами для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, крыльцо при главном входе в здание должно иметь размеры в плане не менее 1,8×1,8 м, а при необходимости устройства лестницы, ведущей на это крыльцо, кроме нее должен быть предусмотрен пандус шириной и уклоном в соответствии с требованиями нормативных документов «Жилые здания». В начале и конце каждого марша пандуса и в местах его поворота следует устраивать горизонтальные площадки шириной не менее ширины пандуса и длиной не менее 1,8 м. Уровень перепада между площадками не должен превышать 0,8 м.

В жилых домах квартирного типа (без квартир для семей с инвалидами-колясочниками) допускается вместо пандусов предусматривать только места для их возможного устройства.

Наружные прямки входов и окон, имеющих отметку низа проема ниже уровня отмостки, должны выполняться с водоотбойными бортиками высотой не менее 0,15 м от планировочной отметки земли. Пол прямой должен иметь уклон от дверных и оконных проемов к водоотводящему

устройству с дренажным участком, расположенным за пределами ограждающих стен приемка.

При разнице отметок пола более 0,45 м от уровня земли крыльца, террасы, марши и площадки наружных лестниц, пандусы, приемки входов должны иметь ограждения высотой не менее 0,9 м. При этом подоконные приемки допускается ограждать съёмными горизонтальными металлическими решетками с шагом стержней не более 5 см.

Все ступени лестницы, ведущей на крыльцо жилого здания, должны иметь одинаковые размеры, количество ступеней, как правило, должно быть не менее трех. Горизонтальные поверхности покрытий крыльца, лестницы и пандуса, подвергающиеся атмосферному воздействию, должны быть шероховатыми. Не допускается облицовка этих поверхностей глазурованной плиткой и полированными (шлифованными) плитами из природного камня.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 3. ФУНДАМЕНТЫ.

Фундаменты устраивают под все наружные стены (несущие и самонесущие), под все внутренние стены (несущие и самонесущие), которые имеют толщину 250 мм и более, под стены с вентиляционными каналами и под отдельные опоры.

Точное определение ширины фундамента производится с учетом фактической нагрузки, прочности бетона на сжатие и допускаемого давления на грунт основания. В данном проекте не делается подобных расчетов, поэтому ширина фундаментных плит принимается из конструктивных соображений, ориентировочно:

- под внутренние несущие стены, как наиболее нагруженные, самая большая в зависимости от этажности здания: 1600, 1400, 1200 или 1000 мм; – под наружные несущие стены – на порядок ниже: 1400, 1200, 1000 или 800 мм соответственно;
- под самонесущие внутренние и наружные стены – еще на порядок ниже: 1200, 1000, 800 или 600 мм.

Толщина всех названных фундаментных плит 300 мм.

Толщину стеновых фундаментных блоков можно назначить в зависимости от толщины стены, которая опирается на эти блоки (табл. 9.8).

Таблица 9.8

Толщина стеновых блоков

Толщина стены, мм	250	380	510	640
Толщина блока, мм	300	400	500; 600	600

Выполнить привязки плит ленточных фундаментов к координационным осям в соответствии с привязками капитальных стен.

На рис. 9.3.а, а показан пример расчета привязки фундаментной плиты под наружную стену, а на рис. 9.3.б – под внутреннюю стену.

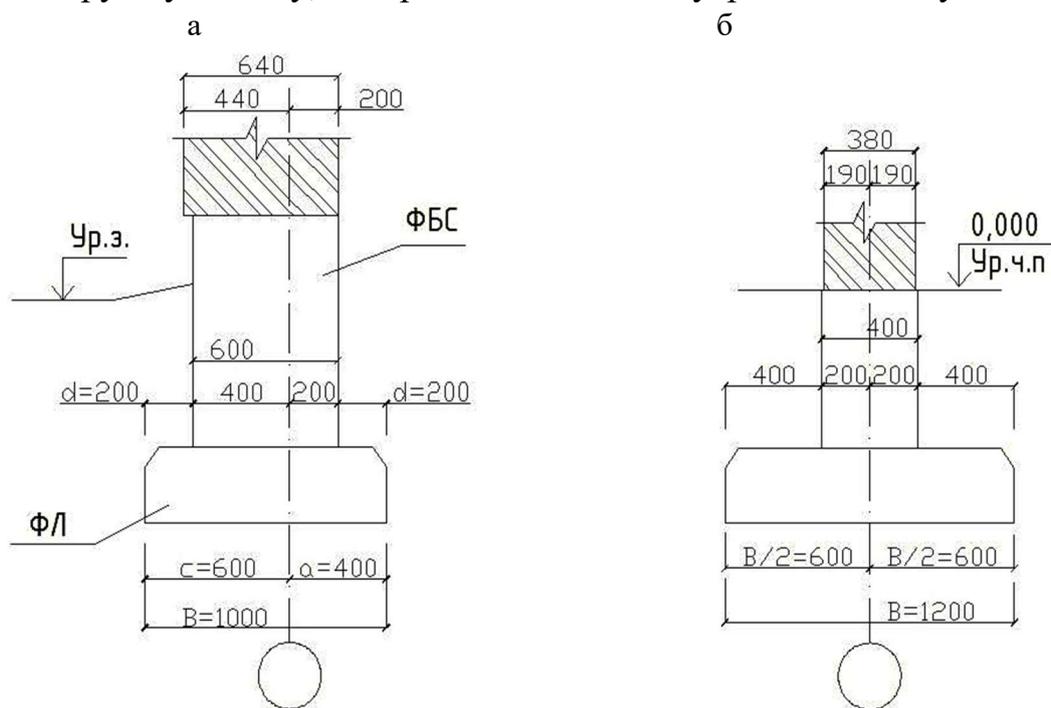


Рис. 9.3. Пример расчета привязки фундаментной плиты:
а – под наружную стену; б – под внутреннюю стену

При проектировании цокольных узлов, расчете числа вертикальных рядов фундаментных блоков с учетом обеспечения глубины заложения фундамента и при определении отметки подошвы фундамента, следует учитывать глубину промерзания грунта, представленную в табл.4.1 главы «Основания и фундаменты».

Расчет ширины монолитного ростверка свайного фундамента выполняют в следующей последовательности:

- принимают размер стороны свай 200, 250 или 300 мм;
- в зависимости от вида грунта определяют вид заземления свай в ростверке:

- свободное заземление (грунт – песок, супеси);
- жесткое заземление (грунт – глина, суглинок);

- в зависимости от вида заземления определяется ширина ростверка:

- при свободном заземлении (рис. 9.4.а) – $a = 0,2 b + 5$ см (при однорядном расположении свай);
- при жестком заземлении (рис. 9.4. б) – $a = 2 b$.

На плане фундамента должны быть указаны:

- модульные разбивочные оси внизу и слева от чертежа;
- две цепочки размеров: расстояние между осями и расстояние между крайними осями;

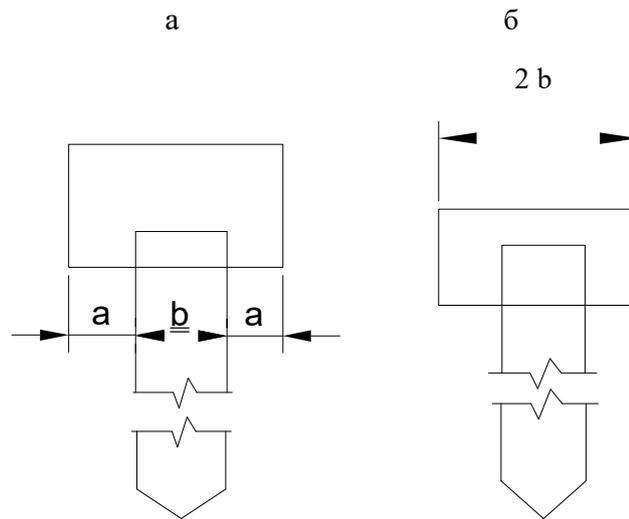


Рис. 9.4. К расчету ширины монолитного ростверка свайного фундамента: а – свободное защемление; б – жесткое защемление

- размеры привязок подошвы фундамента, ростверка, оголовка к модульным разбивочным осям;
- марки фундаментных плит в ленточном сборном фундаменте;
- марки свай и расстояние между сваями в свайном фундаменте;
- марки перемычек в столбчатом фундаменте;
- размеры монолитных участков;
- отметки подошвы фундамента под наружными и внутренними стенами.

Для построения эскиза плана фундамента необходимо:

- определить основные размеры фундамента под наружные стены в ленточных сборных фундаментах и столбчатых фундаментах ширину фундаментных плит под несущие и самонесущие стены необходимо принимать по несущей способности и материалу стены;
- рассчитать привязку подошвы ленточного и столбчатого фундамента; оголовков и ростверка свайного фундамента, эффективных свай к модульным разбивочным осям.

Вычерчивание плана фундамента начинают с разбивки модульных разбивочных осей и привязки к ним вышеперечисленных элементов фундамента. На плане сборного ленточного фундамента должна быть показана раскладка фундаментных плит (рис. 9.5).

На плане свайного фундамента с монолитным ростверком показывается ростверк с расстановкой свай (рис. 9.6). Сваи обязательно устанавливаются по углам ростверка и на пересечении стен.

Расстояние между осями свай и ширину ленточного фундамента можно принимать по табл. 9.8.

Таблица 9.8

Расстояние между осями свай и ширина ленточного фундамента

№п/п	Ширина ленточного фундамента (ФЛ) в зависимости от материала кладки			Расстояние между осями свай (монолитный ростверк)
	Кирпич и керамический камень обычный	Кирпич и керамический камень модульный	Бетонные блоки	
А. Самонесущие внутренние стены				
1	600	600	800	6d (d – сторона или диаметр свай)
2	800	800	1000	
Б. Несущие с опиранием с одной стороны перекрытий пролетом:				
до 4,2м	800	1000	1200	4d- 5d
> 4,2м	1000	1200	1400	
В. Несущие с опиранием с двух сторон перекрытий пролетом				
до 5м	1000	1200	1400	3d
> 5,0м	1200	1400	1600	

На плане столбчатого фундамента (под стены) показывают раскладку плит ФЛ..., блоки ФБС..., фундаментные балки (или перемычки). Столбы обязательно устанавливаются по углам и на пересечении стен здания.

На плане эффективного свайного фундамента показывают эффективные сваи (пирамидального сечения) и фундаментные балки (или перемычки).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 4. ПЕРЕКРЫТИЯ, ПОЛЫ И ПЕРЕГОРОДКИ.

Рассмотрим выполнение плана перекрытия между первым и вторым этажами.

На эскизе плана перекрытия должны быть показаны:

- несущие и самонесущие стены (перегородки не вычерчиваются);
- стены с вентиляционными каналами (рис.9.7);
- несущие элементы перекрытия – плиты перекрытия или балки с показом размера опирания на стены;
- межбалочное заполнение;
- монолитные участки (с указанием размера и условного обозначения);
- анкеровка плит перекрытия или балок;
- лестничная площадка, лежащая в уровне вычерчиваемого перекрытия;
- плиты балконов и лоджий.

Длина балок или плит перекрытия подбирается при разработке эскизов планов этажей.

Несущая конструкция перекрытий над всеми помещениями принимается, как правило, одинаковая.

Вычерчивание плана перекрытия начинается с нанесения модульных разбивочных осей.

После разработки эскиза плана перекрытия необходима корректировка планов этажей.

Пример оформления плана перекрытий из мелкогабаритных элементов представлен на рис. 9.8. Опирание балок на стены, анкеровка и размеры привязок представлены в табл.9.9, а виды накат-плит (накат-блоков) для деревянных, металлических и железобетонных балок - в табл. 9.10-9.13.

Наиболее распространенным типом перекрытий малоэтажных зданий являются многопустотные железобетонные плиты, поэтому более подробно рассмотрим построение плана перекрытий с этими плитами.

Перекрытия из сборных железобетонных плит выполняют с круглыми пустотами толщиной 220 мм. Номенклатура плит приведена в каталоге и в Методических указаниях по подбору бетонных и железобетонных конструкций заводского изготовления. Ширину плит следует принимать 1200 (1190) мм и (или) 1500 (1490) мм. Первая цифра – координационный (номинальный) размер, цифра в скобках – конструктивный размер. Длина плит должна соответствовать перекрываемому пролету (расстоянию между координационными осями несущих стен). Определитесь с конструктивной схемой здания (с несущими продольными или поперечными стенами).

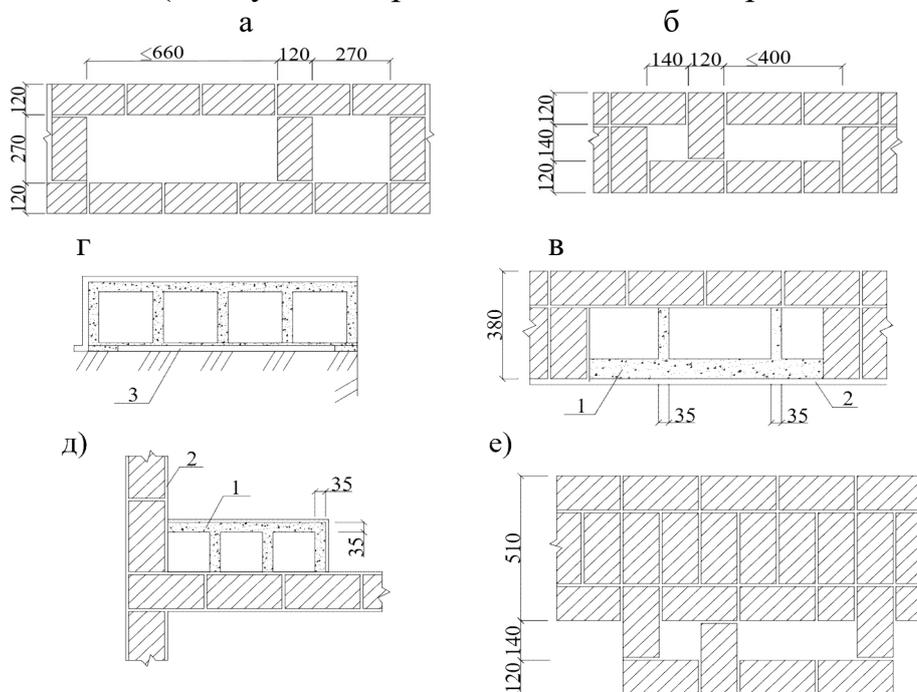


Рис. 9.7. Устройство вентиляционных каналов в каменных стенах:
а, б, в – во внутренних кирпичных стенах; г, д – в приставных коробах;
е – в наружных кирпичных стенах.

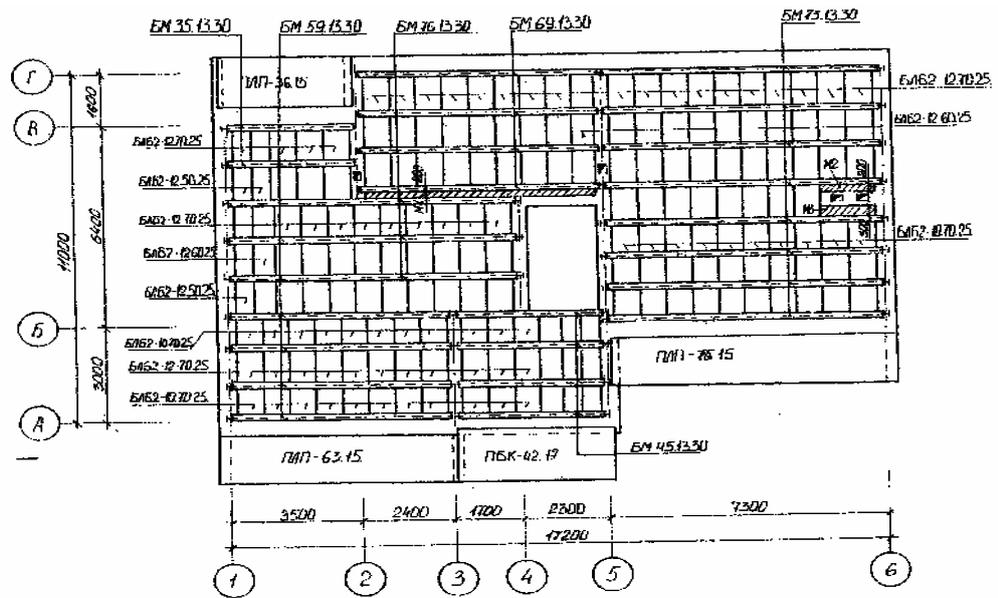


Рис. 9.8. Пример оформления плана перекрытий из мелкоразмерных элементов

Таблица 9.9

Опираие балок на стены, анкеровка и размеры привязок

На наружные несущие стены	На наружные самонесущие стены	На внутренние несущие стены
Деревянные балки		
<p>1-1 150 200</p>		<p>a a</p>
Металлические балки		
<p>2-2 200 250</p>		<p>a a</p>
Железобетонные балки		
<p>3-3 150 200</p>	<p>3-3 150 200</p>	<p>4-4 a a</p>

Таблица 9.10

Несущие накат-плиты (накат-блоки) для перекрытий по деревянным балкам

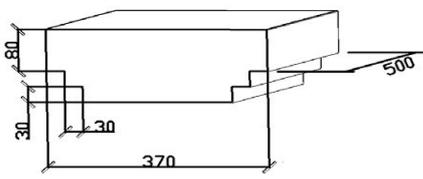
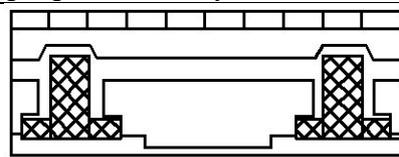
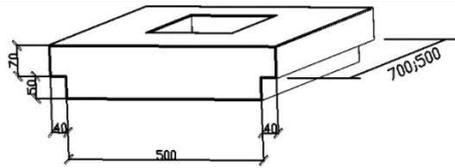
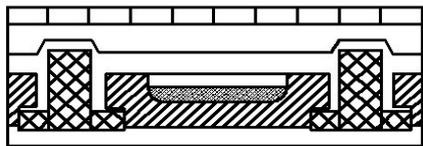
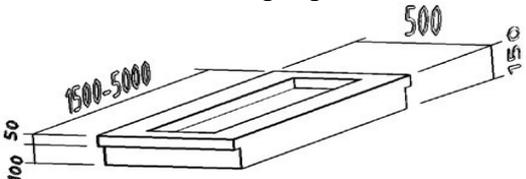
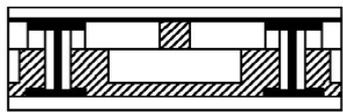
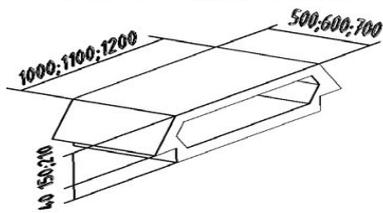
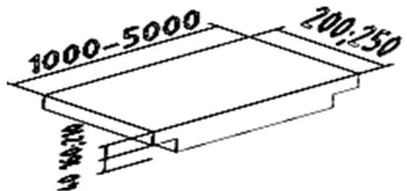
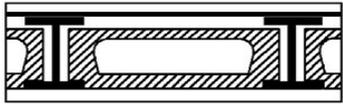
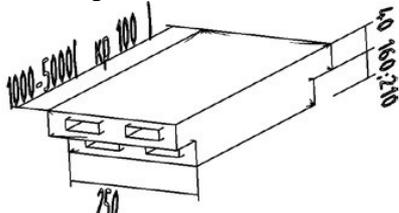
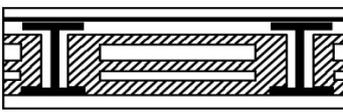
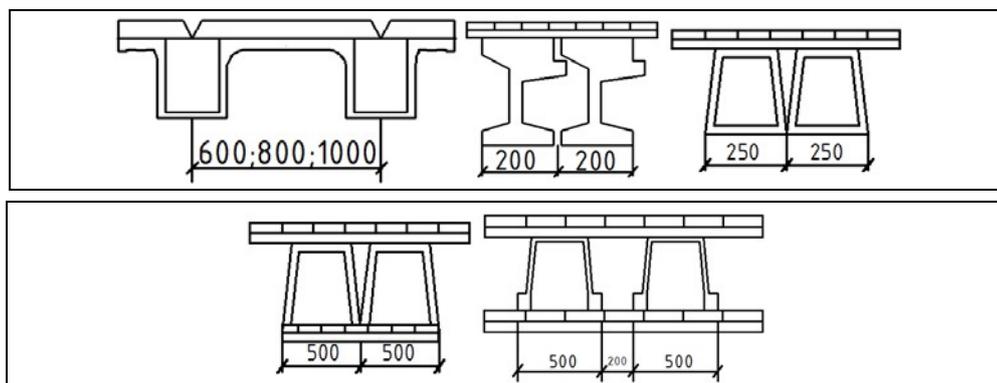
Марка	Несущие накат-плиты, накат-блоки	Перекрытия с несущими накатами
П1	 <p style="text-align: center;">Гипсобетонная плита</p>	
П2	 <p style="text-align: center;">Гипсолитовая ребристая плита</p>	

Таблица 9.11

Несущие накат-плиты (накат-блоки) для перекрытий по металлическим балкам

Марка	Несущие накат-плиты, накат-блоки	Перекрытие с несущими плитами
П5	<p>Железобетонные ребристые плиты</p> 	
БЛБ2	<p>Легкобетонные блоки</p> 	
БГ2	<p>Гипсовые блоки</p> 	
БК2	<p>Керамические блоки</p> 	

Перекрытия со сплошным настилом



Выпишите требуемые длины плит перекрытия.

Плиты перекрытия опирают на несущие стены короткими сторонами по слою свежего цементно-песчаного раствора. Глубина опирания должна быть не менее 120 мм.

При несущих продольных стенах предпочтительно укладывать плиты на внутреннюю стену образуемым при формировании закрытым торцом. При поперечных несущих стенах положение торцов значения не имеет.

Примыкание плит к самонесущим стенам и монолитные участки выполнять в соответствии с рис. 9.9.

Продольные швы между плитами и монолитные участки выполнять в соответствии с рис. 9.10.

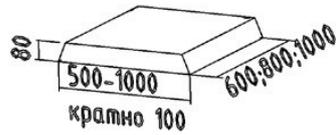
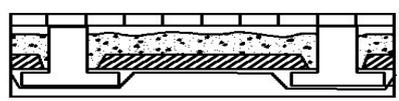
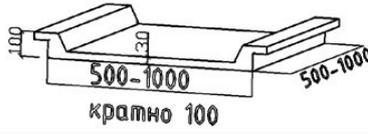
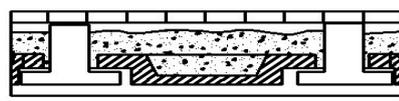
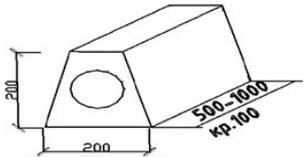
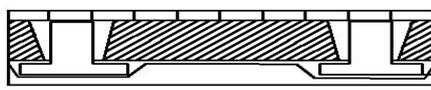
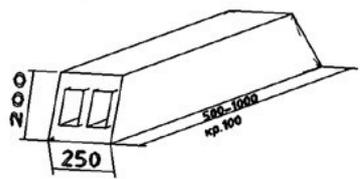
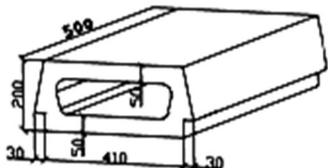
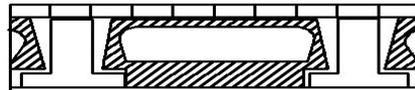
Мелкозернистый бетон или раствор заполняет швы и расположенные по боковым граням плит тарельчатые пазы диаметром 120 мм с шагом 200 мм и образует растворные шпонки, что придает сборному перекрытию свойства жесткого диска.

В смежных рядах надо стремиться укладывать плиты одинаковой ширины для удобства анкеровки, желательна соосность плит.

Пустоты в торцах плит перекрытия на глубину опирания, но не менее 120 мм, заделывают бетоном. Это предохраняет концы плит от продавливания вышележащей стеной, а также улучшает тепло- и звукоизоляцию перекрытий.

Схему расположения плит перекрытия выполняют над первым этажом (если вычерчен план первого этажа) или над типовым этажом (если вычерчен план типового этажа).

Несущие накат-плиты (накат-блоки) для перекрытий по железобетонным балкам

Марка	Несущие накат-плиты, накат-блоки	Перекрытия с несущими накатами
ПЗ	Легкобетонные или гипсовые плиты 	
П4	Гипсобетонная ребристая плита 	
БГ1	Гипсовый блок 	
БК1	Керамический блок 	
БЛБ1	Легкобетонный блок 	

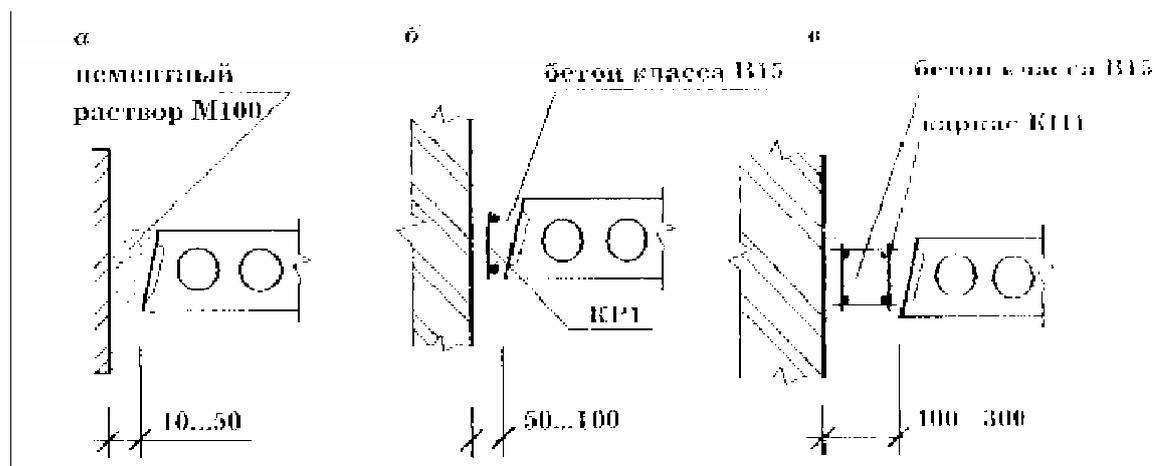


Рис. 9.9. Примыкание плит к самонесущим стенам и монолитные участки

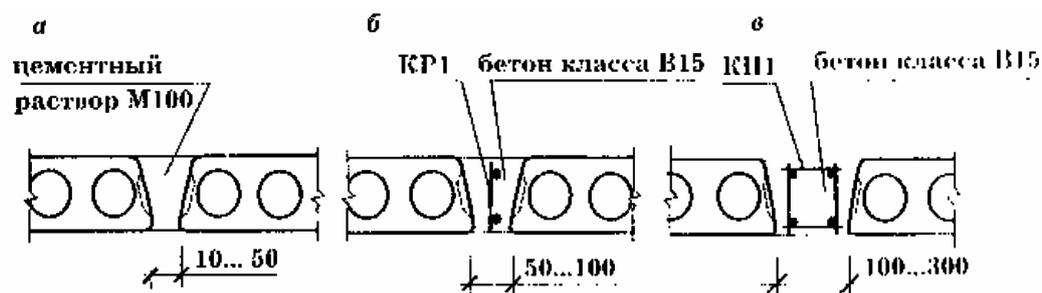


Рис.9.10. Выполнение продольных швов и монолитных участков

Предлагается следующая последовательность работы:

- Тонкими штрихпунктирными линиями нанести все координационные оси здания (оси капитальных стен), их обозначения, расстояния между ними и крайними осями;
- Нанести тонкими линиями контуры капитальных стен, соблюдая их толщину и привязки к осям. Привязку несущих стен назначают из условия обеспечения необходимой величины опирания на них плит перекрытия (рис. 9.11).

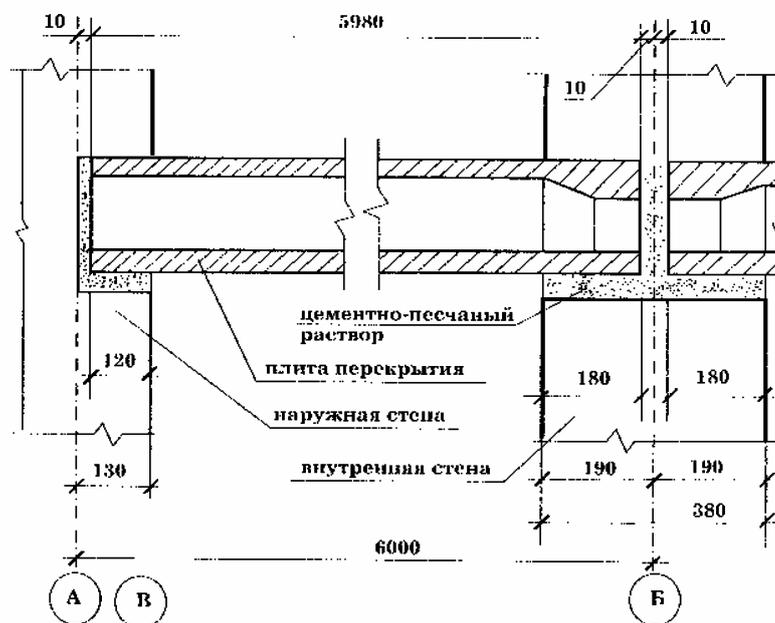


Рис. 9.11. Привязка плит перекрытий к несущим стенам

Если во внутренней несущей стене по оси Б необходимо предусмотреть вентиляционные каналы, плиту перекрытия сдвигают с вентиляционного канала, открывая его (рис. 9.12);

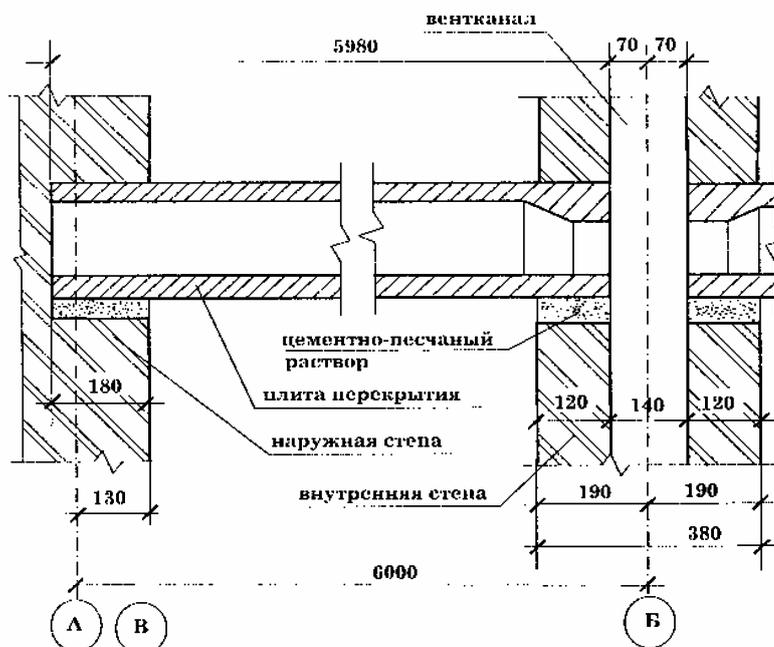


Рис. 9.12. Устройство вентиляционных каналов во внутренней стене

- Разложить плиты перекрытия над каждой ячейкой здания, огражденной капитальными стенами.

Для пропуска вентиляционных блоков укладывать ребристые (сантехнические) плиты толщиной 220 мм, в полках которых в построечных условиях устраивают проемы для вентблоков (рис.9.13. б) или можно запроектировать монолитные участки (рис. 9.13.а);

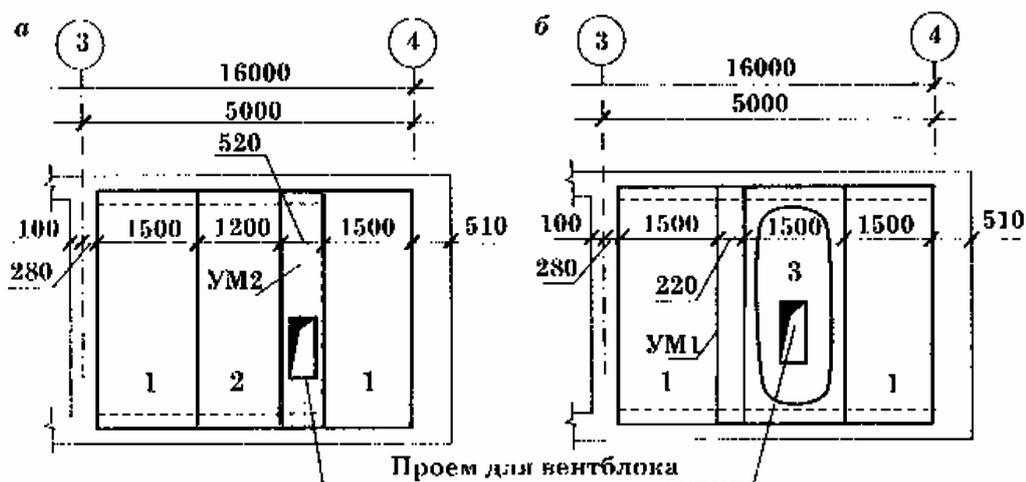


Рис. 9.13. Изображение вентиляционных каналов на плане перекрытий

- Назначить и проставить на чертеже номера позиций плит перекрытия (номера 1, 2, 3 рис. 9.13), сведения о плитах внести в спецификацию основных сборных железобетонных конструкций;
- Изобразить подобранные ранее элементы заполнения

лестничной клетки, присвоить им номера позиций ЛМ1, ЛП1, ЛП2 и внести их в спецификацию;

- Изобразить анкерные связи плит перекрытий с наружными стенами и между собой. Анкерные связи выполняют из гладкой стержневой арматурной стали диаметром 10А1: для наружных стен – из одного стержня, для внутренних – составные. Анкеры заделывают в кирпичную кладку наружных стен. При анкеровке плит друг с другом анкеры сваривают между собой. После установки анкеров подъемные петли загибают, анкеры и петли накрывают для защиты от коррозии слоем цементно-песчаного раствора толщиной 30 мм (для плит с выступающими петлями), см. рис. 9.14.

Для плит с утопленными петлями цементно-песчаным раствором заделывают и гнезда (рис. 9.15).

Анкерные связи устанавливают цепочкой через все здание в каждой третьей-четвертой плите ряда. Первую плиту у стены и монолитного участка не анкеруют. Цель анкеровки – создание связи перекрытия со стенами для придания им устойчивости и увеличения общей жесткости здания. Анкеровка и заделка швов между плитами обеспечивают сборному перекрытию свойства жесткого диска, который связывает вертикальные несущие элементы здания в пространственно-неизменяемую систему.

Анкерам присвоить позиции А1 и А2 и обозначить на чертеже.

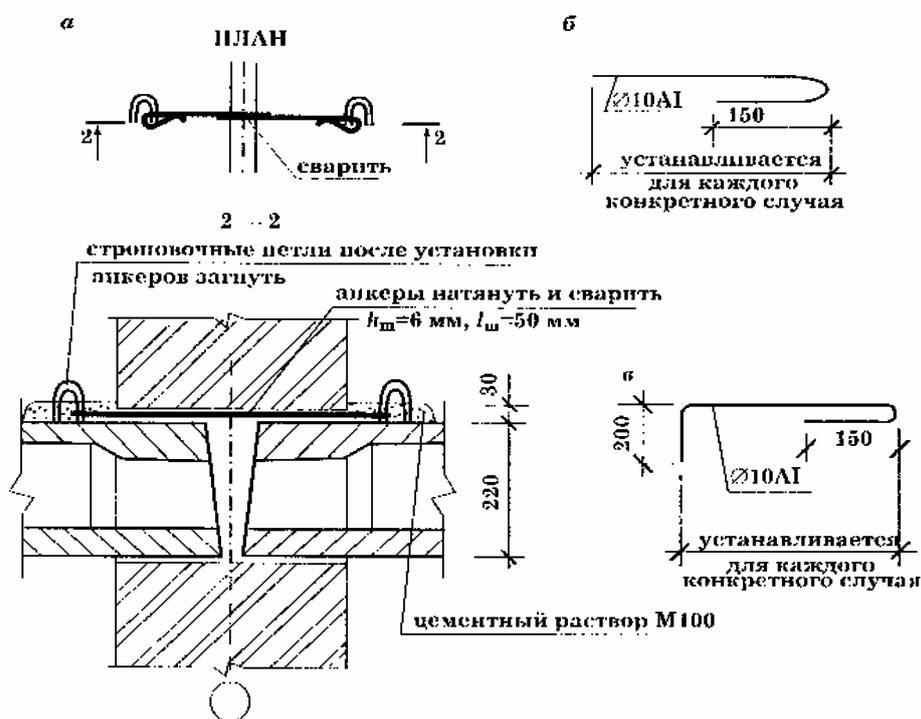


Рис. 9.14. Анкеровка плит перекрытий арматурными стержнями:
 а – опирание плит перекрытия на внутреннюю стену, анкеровка;
 б – анкер для внутренних стен; в – анкер для наружных стен

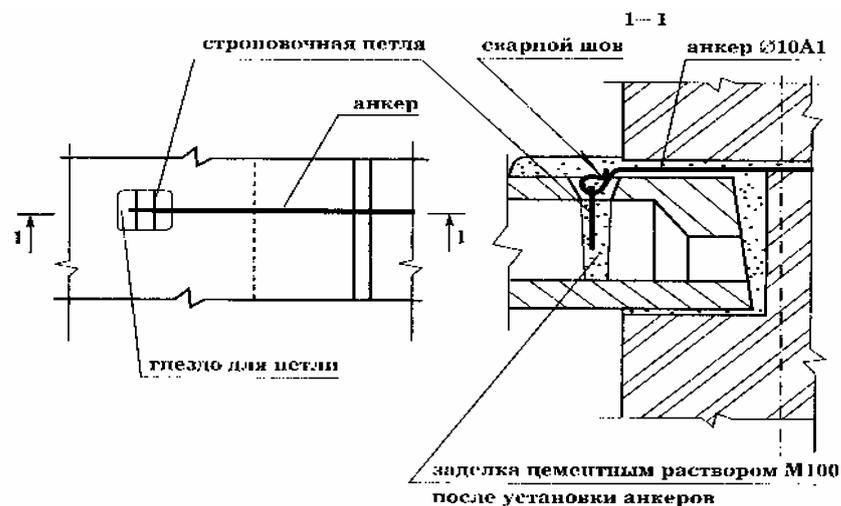


Рис. 9.15. Анкеровка плит перекрытий с утепленными петлями

Для перекрытия помещений зального типа, холлов и т.н. помещений устраивают кирпичные столбы, на которые опирают сборные железобетонные прогоны, а по ним – плиты перекрытия. На рис. 9.16 показано опирание прогона на кирпичный столб (стену) по железобетонной опорной подушке (вариант 2) или на армированные ряды кладки (вариант 1);

- Выполнить обводку изображения: контуры плит перекрытия обвести сплошными основными толстыми линиями, анкера – утолщенными линиями, стены – сплошными тонкими, а невидимые грани стен – штриховыми линиями;

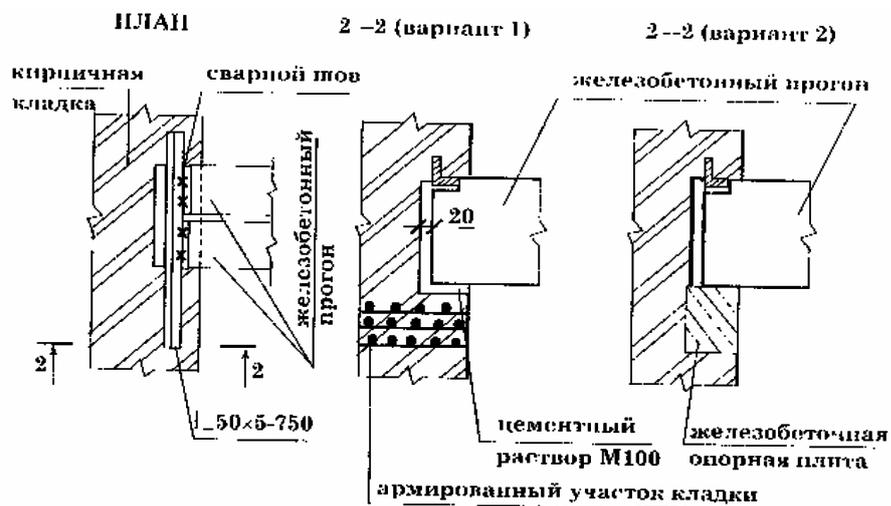


Рис. 9.16. Опирание прогона на кирпичный столб (стену) или на армированные ряды кладки

- Нанести размеры ширины монолитных участков и их позиции УМ1, УМ2...; привязки стен к осям; толщину стен;
- Обозначить сечения по характерным местам схемы расположения плит перекрытия и вычертить их. Пример оформления схемы расположения плит перекрытий представлен на рис. 9.17.

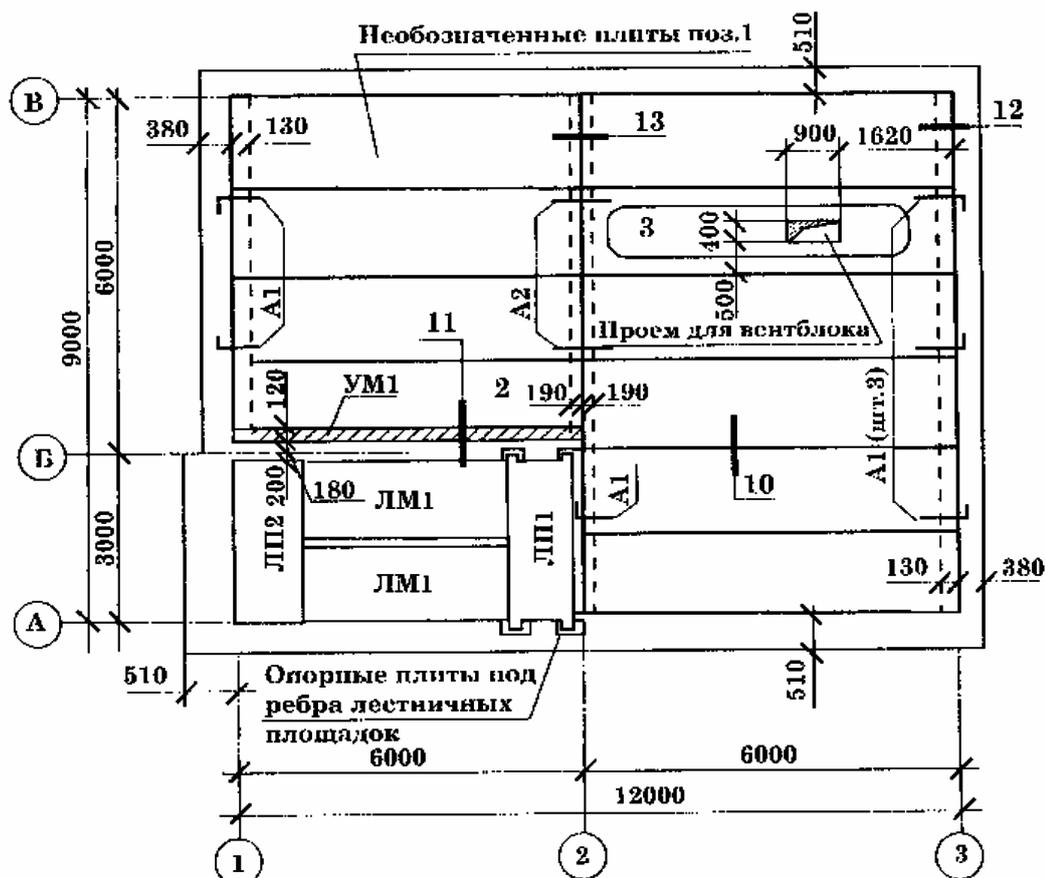


Рис. 9.17. Пример оформления плана перекрытий на отм. ± 3.000

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 5. ЛЕСТНИЦЫ И ЛИФТЫ, ДРУГИЕ КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗДАНИЙ

По ТКП 45-3.02-230 -2010 «Дома жилые одноквартирные и блокированные» определяем ширину лестницы и высоту этажа ($H_{\text{эт}}$). Высота этажа принимается с учетом принятого типа пола и минимальной высоты помещения (2,5 м).

Задаемся количеством подступенков (подъемов) – n .

Определяем высоту подступенка (h):

$$h = H_{\text{эт}} / n, \quad (9.6)$$

Для лестниц максимальный уклон составляет:

- внутриквартирных – 1:1,25 (при минимальной ширине марша 0,9 м);
- межквартирных для зданий до 2-х этажей – 1:1,5 (при минимальной ширине марша 1,05 м).

Так как $h / b = H_{\text{марша}} / B_{\text{марша}} = 1 / 1,25$ (для внутриквартирной лестницы), тогда величина проступи (b) будет равна:

$$B = h \cdot 1,25 \quad (9.7)$$

Удобство пользования лестницей зависит от соотношения величин подступенка и проступи. Это соотношение определяется правилом, по которому сумма размеров двух подступенков ($2h$) и одной проступи (b) должна составлять $2h + b = 600-650$ мм (средний размер шага человека).

Если полученные значения h и b удовлетворяют этому условию, то расчет следует считать законченным. Если условия проверки не выполняются, следует принять другое количество подступенков и произвести перерасчет.

Пример расчета:

Принимает высоту этажа $H_{\text{эт}} = 3000$ мм. Задаемся количеством подступенков $n = 15$. Высота подступенка $h = 3000:15 = 200$ (мм). Стандартная высота подступенка – 150 мм, а проступи – 300 мм (рис. 1, а).

При уклоне лестницы 1:1,25 величина проступи $b = 200 \cdot 1,25 = 250$ (мм). Проверка: $2h + b = 2 \times 200 + 250 = 650$ (мм) выполняется.

При таких размерах ступеней лестница будет иметь в плане следующие размеры (рис. 9.18, б). Двухмаршевая лестница представлена на (рис. 9.18, в).

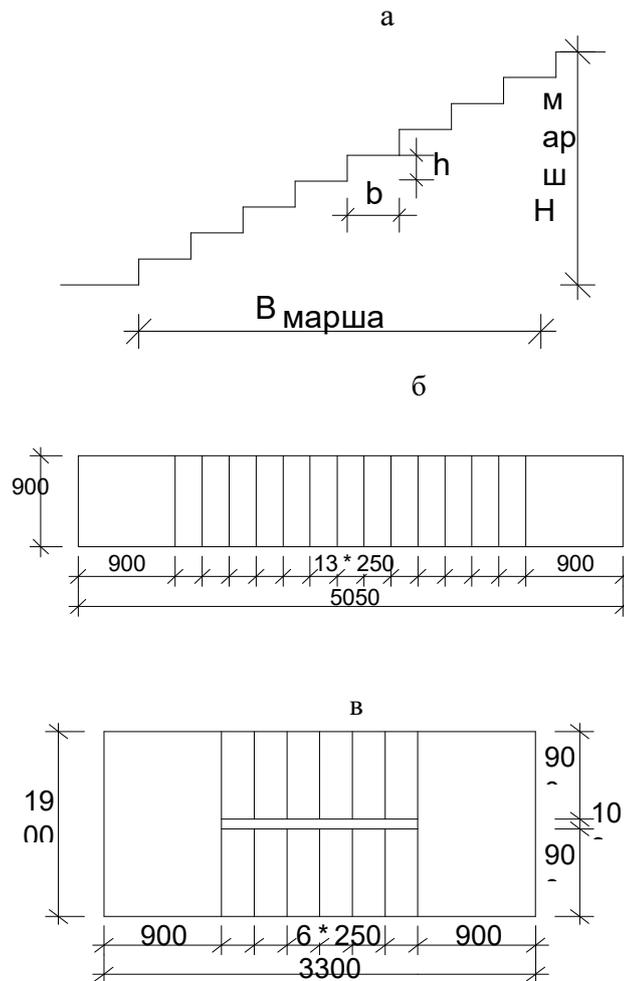


Рис. 9.18. Схемы лестниц:

а – разрез лестницы; б – план одномаршевой лестницы; в – план двухмаршевой лестницы.

Подбор различных типов железобетонных лестниц из крупногабаритных элементов, балконных плит и плит лоджий можно выполнять по методическим указаниям «Подбор сборных бетонных и железобетонных конструкций заводского изготовления». При этом необходимо учитывать, что глубина балконов (лоджий) должна быть не менее 0,9 м, а в квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках – не менее 1,4 м. Высота ограждений балконов (лоджий) в квартирах должна быть не менее 1,1 м от пола.

Выбор санитарно-технических кабин можно выполнять с учетом рекомендаций по определению типа кабины и ее необходимых габаритных размеров.

Кабины подразделяются на типы:

1. СК – кабина, состоящая из ванной комнаты и уборной;
2. СК – то же, с укороченной уборной, при расположении вентиляционных каналов в уборной;
3. СК – то же, при расположении вентиляционных каналов вдоль боковой стороны уборной.

Кабины изготавливают в двух вариантах исполнения:

- правом – при расположении в санитарных узлах ванны справа от унитаза;
- левом – при расположении в санитарных узлах ванны слева от унитаза.

Форма и основные размеры кабин должны соответствовать указанным на рисунке 9.19 и в таблице 9.14.

Кабины изготавливают в виде объемного блока типа «колпак», устанавливаемого на ребра плиты днища и соединяемого с ними закладными деталями на сварке.

Номинальное значение толщины элементов кабины должно быть не менее, мм: стен (перегородок) и потолка – 40; днища – 50.

Кабины допускается изготавливать с технологическими уклонами глухих (без дверного проема) стен. Уклоны следует обеспечивать за счет утолщения стен в верхнем сечении на величину до 15 мм.

Отверстия в стенах и потолке кабин выполняют сквозными или в виде ниш (местных углублений) глубиной не менее половины толщины стенок, пробиваемых при сборке кабин.

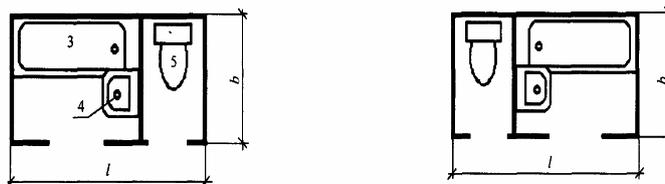
Кабины обозначают марками в соответствии с ГОСТ 23009.

Марка кабин состоит из буквенно-цифровых групп, которые разделяются дефисом.

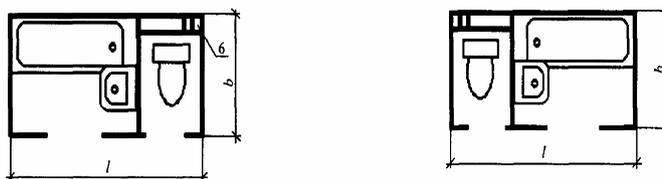
Первая группа содержит:

- обозначение типа кабины;
- высоту кабины в дециметрах, округленную до целого числа.

Тип 1 СК



Тип 2 СК



Тип 3 СК

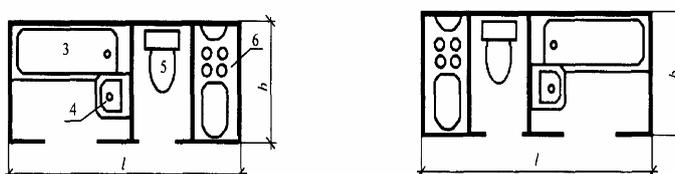


Рис. 9.19. Санитарно-технические кабины: 1 – объемный блок типа «колпак»; 2 – плита днища; 3 – ванна; 4 – умывальник; 5 – унитаз; 6 – вентиляционный блок

Таблица 9.14

Размеры санитарно-технических кабин

Типоразмер	Размеры, мм			Область применения
	Длина l	Ширина b	Высота h	
1 СК 25-1 1 СК 25-2 1 СК 26 2 СК 25	2730	1600	2590	для КПД то же “ ” “ для кирпичных домов то же
2580				
2610				
2540				
3 СК 25 1 СК 25-3 1 СК 25-4	2800		2550	
2545				
2540				

Во второй группе приводят:

- цифры 1, 2, 3, 4, соответствующие размерам кабин по высоте, в мм;
- буквы Л или П, соответствующие левому или правому варианту исполнения кабины.

В третью группу включают дополнительные характеристики, обозначающие вид бетона:

- Г – гипсоцементобетон;
- М – мелкозернистый бетон.

Примеры условных обозначений при заказе:

1. Кабина 1 типа длиной 2730 мм, шириной 1600 мм, высотой 2590 мм, левый вариант, из тяжелого бетона:

1 СК25-1Л СТБ 1216-2000.

2. Кабина 1 типа длиной 2730 мм, шириной 1600 мм, высотой 2580 мм, правый вариант, из мелкозернистого бетона:

1 СК25-2П-М СТБ 1216-2000.

В кабинах предусматривают устройства, обеспечивающие вентиляцию воздуха. Вентиляцию организуют следующими способами:

- через короб и патрубок, установленный на верхней грани кабины и соединенный с отверстием в вентиляционном блоке;
- через вентиляционные отверстия в стенах кабин, соединенные с отверстиями в вентиляционных блоках;
- через вентиляционные отверстия в стенах кабин, соединенные с вентиляционным блоком, отформованным совместно с объемным блоком кабины.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 6. ПОКРЫТИЯ И КРОВЛИ

В соответствии с заданием на проектирование выбирают схему и конструкцию покрытия .

Для скатных покрытий разрабатывают план раскладки стропил (рис. 9.20) в следующей последовательности:

- на схеме-плане разрабатываемого здания наносят стропильные ноги с шагом, позволяющим крайним стропилам прилегать вплотную к торцевым стенам. Для оформления свеса крыши прибывают к стропилам «кобылки». На части фрагмента плана можно наносить (не обязательно) элементы обрешетки с шагом, зависящим от материала покрытия;
- разрабатывают схемы разрезов (продольный – не обязательно) и поперечный (обязательно) покрытия.

Проставляют характерные отметки высот и наносят шаг обрешетки, выбирая под соответствующее покрытие:

- разрабатывают узлы опирания стропильных ног: коньковый и карнизные;
- затем разрабатывают планы кровель.

План скатной кровли выполняют в следующей последовательности:

- наносят координационные оси, их обозначения, расстояния между ними и между крайними осями;

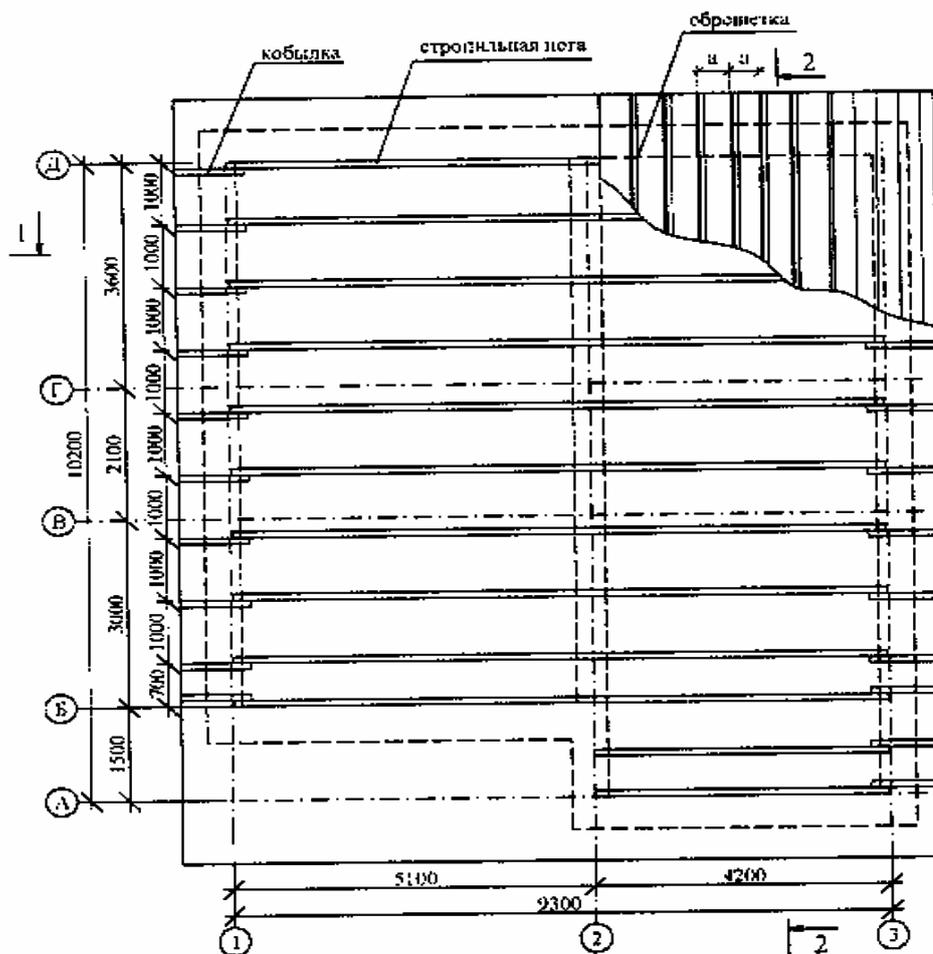


Рис.9.20. План раскладки стропил.

- тонкими штриховыми линиями нанести наружную грань наружных стен, соблюдая привязку их к осям;
- показывают линии обреза кровли (скатов), соблюдая величину вылета (свеса) карниза;
- показывают линии накосных ребер (под углом 45°) и ендов, линию конька крыши;
- изображают слуховые окна, служащие для выхода на кровлю, для освещения и проветривания чердака;
- изображают вентиляционные трубы в проекционной связи с планом этажа;
- изображают, если требуется, ограждение крыши по периметру.

Ограждение устанавливают для безопасности ремонтных работ и очистки крыши от снега. Высота ограждения не менее 0,6 м. Ограждения на кровле следует предусматривать:

- в зданиях с уклоном кровли до 12% включительно высотой от уровня земли до карниза (парапета) более 10 м;
- в зданиях с уклоном кровли свыше 12% высотой более 7 м;

○ для эксплуатируемых плоских кровель независимо от высоты здания.

Ограждения выполняют из круглой или полосовой стали в виде сварных решеток, укрепляемых на стальных стойках с подкосами. Стальные стойки и подкосы устанавливают поверх кровли и прибивают к обрешетке крыши. Под лапки стоек и подкосов для надежной гидроизоляции ставят специальные прокладки из листовой резины;

▪ проектируют наружный организованный водоотвод и изображают на плане крыши водосборные желоба и водосточные трубы.

Расстояние между наружными водосточными трубами должно принимать не более 24 м; площадь поперечного сечения водосточной трубы должна приниматься из расчета 1,5 см² на 1 м² площади кровли (СНБ 5.08.01—2000. Кровли).

Пример расчета количества водосточных труб.

Задаемся диаметром водосточной трубы D , например $D = 13$ см.

Находим площадь поперечного сечения трубы S труб по формулам:

$$S_{\text{труб}} = \pi D^2 / 4, \quad (9.8)$$

Если труба круглого сечения, $S_{\text{труб}} = 133$ см².

Можно принимать трубы и прямоугольного поперечного сечения.

Подсчитываем площадь кровли $S_{\text{кр}}$.

Подсчитываем, какую площадь кровли обслужит одна водосточная труба:

1,5 см² трубы – 1 м² кровли,

133 см² трубы – X м² кровли.

Количество водосточных труб:

$$N_{\text{труб}} = S_{\text{кр}} / 88, \quad (9.9)$$

Это количество водосточных труб размещают равномерно по периметру кровли в характерных местах; изображают их на плане, привязывают оси к координационным осям.

Решение о том, какими будут водосточные желоба (настенными или подвесными), принимают самостоятельно.

План скатной кровли представлен на рис. 9.21.

План плоской кровли выполняют в следующей последовательности (рис. 9.22):

- наносят координационные оси, их обозначения, расстояния между ними и между крайними осями;
- изображают парапет наружных стен, парапет стены в месте перепада высот здания;

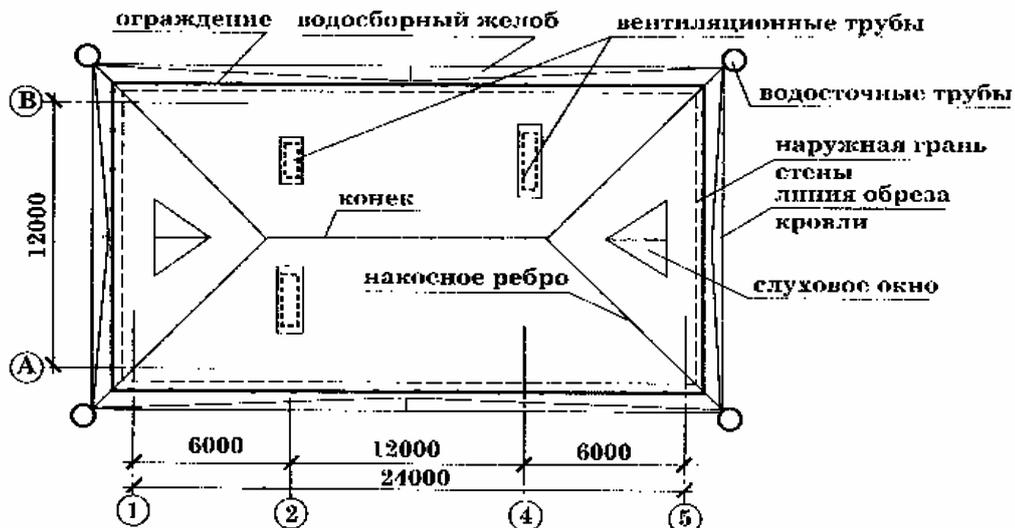


Рис. 9.21. План скатной кровли

- изображают вентиляционные трубы в проекционной связи с планом этажа;
- изображают шахту для выхода на крышу;
- изображают при необходимости пожарные лестницы;
- проектируют внутренний организованный водоотвод.

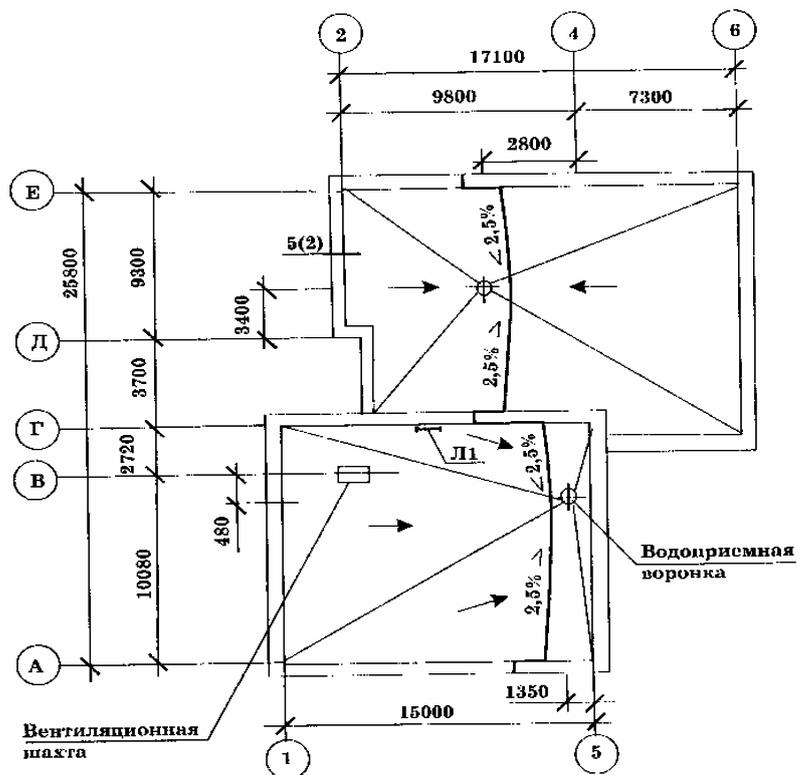


Рис.9.22. План плоской кровли.

На каждом участке кровли, ограниченном стенами, должно быть не менее двух водоприемных воронок. Количество воронок N принимают из расчета, что одна воронка обслуживает не менее 800 м^2 кровли.

При площади участка неэксплуатируемой кровли менее 700 м^2 , а эксплуатируемой и кровли с озеленением менее 500 м^2 , допускается установка одной воронки диаметром не менее 100 мм :

- Располагают воронки по поверхности кровли таким образом, чтобы стояки дождевой канализации проходили через вспомогательные помещения здания (лестничные клетки, санузлы, тамбуры, коридоры и т.п.). В толще стен установка водосточных стояков не допускается. Воронки изображают кружочками, их оси привязывают к ближайшим координационным осям здания;

- Обозначают уклоны кровли к водоприемным воронкам;

- Показывают схематический поперечный профиль кровли (основной толстой линией).

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ 7. ОКНА, ДВЕРИ И ФАСАДЫ ЗДАНИЙ.

В соответствии с ТКП 45-3.02-230 -2010 «Дома жилые одноквартирные и блокированные» [10]: отношение суммарной площади световых проемов всех жилых комнат и кухни (ΣA_1) в квартире (жилой ячейке общежитий) к суммарной площади пола этих помещений (ΣA_2) не должно превышать $1:5,5$, то есть:

$$\Sigma A_1 / \Sigma A_2 \leq 1 / 5,5, \quad (9.10)$$

Наименьшее отношение для каждого из этих помещений должно быть $1:8$, а для помещений, расположенных в мансардных этажах при устройстве наклонных мансардных окон, это отношение допускается принимать $1:10$:

$$A_{1i} / A_{2i} = 1/8 \text{ (} 1/10 \text{ – для мансардных наклонных окон),} \quad (9.11)$$

где:

A_{1i} – площадь проема одного из помещений, принятая за «х»; A_{2i} – соответственно площадь пола этого помещения.

Высоту оконных проемов в жилых зданиях принимают равной 1500 мм .

Ширина полотен однопольных дверей в квартирах должна быть не менее:

- входных в квартиры, жилые комнаты и кухни – $0,8 \text{ м}$;
- в летние помещения, санитарные узлы и кладовые – $0,6 \text{ м}$.

В квартирах для инвалидов, передвигающихся на креслах-колясках, ширина всех полотен однопольных дверей должна быть не менее $0,9 \text{ м}$, высота порогов – не более $2,0 \text{ см}$.

Окончательно размеры и марки оконных и дверных проемов принимают в соответствии с СТБ 1108-98, СТБ 939-93 и СТБ 1138-98.

В зданиях со стенами из мелкогазобетонных элементов в боковых и верхних частях оконных и дверных проемов наружных стен с наружной стороны устраивают четверти в зависимости от материала наружной стены.

Производим расчет цепочки размеров оконных и дверных проемов по наружной стороне стены (рис. 9.23).

Размеры проемов с внутренней стороны принимают на 10 мм больше размеров, указанных в марке окна или двери.

Размер простенка с внутренней стороны должен быть кратен ширине элементов, из которых выполняется стена, с учетом ширины вертикального шва между элементами – 8-15 мм.

На кухне и в санитарных узлах должны быть устроены вентиляционные каналы.

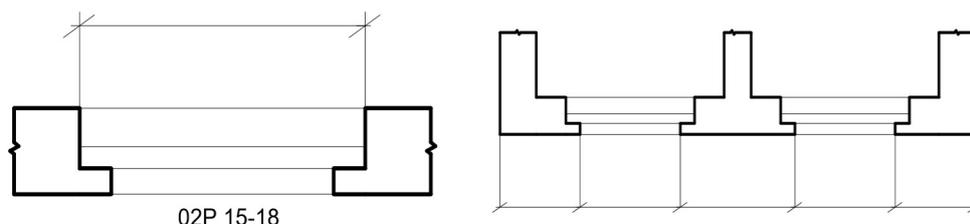


Рис. 9.23. Оконные и дверные проемы с четвертями

Зная расстояние между модульными разбивочными осями, толщины стен и перегородок, размеры пропорции помещений, лестниц, размеры и расположение оконных и дверных проемов, можно перейти к вычерчиванию эскиза плана здания.

Следует вычерчивать тот фасад, на котором располагается вход в здание.

При вычерчивании фасада берутся:

а) с плана – все необходимые горизонтальные размеры (общая длина здания, длина отдельных выступов, горизонтальные размеры оконных и дверных проемов, лоджий и балконов);

б) с разреза – все необходимые вертикальные размеры (высота здания, высота цоколя, вертикальные размеры оконных и дверных проемов, ограждений балконов и лоджий, высота крыши).

При разработке фасада необходимо добиться интересного пластического решения. Пластика фасада обогащается за счет интересного ритма окон, своеобразного решения ограждений балконов и лоджий, окон лестничной клетки, интересного решения входа в здание.

Большие композиционные возможности открываются при использовании ограждений балконов и лоджий различных по формам, выполняемых из различных материалов (железобетона, металла, пластмассы, дерева и др.), имеющих различный рельефный рисунок.

Добиться интересного входа в здание можно с помощью декоративных стенок, панно, цветочниц, декоративных скамеек и интересных решений козырьков над входами.

На фасаде ставятся следующие отметки:

- уровня земли;
- низа и верха окон;

- верха здания.

Под фасадом выносятся необходимые оси без проставления размеров между ними.

Для оценки экономичности разработанного проекта жилого здания определяются основные объемно-планировочные показатели:

$$K_1 = A_1 / A_0, \quad (9.12)$$

$$K_2 = V_{стр.} / A_1, \quad (9.13)$$

где:

A_1 – жилая площадь; определяется как сумма площадей жилых комнат;

A_0 – общая площадь квартиры; определяется как сумма площадей их помещений, встроенных шкафов, а также лоджий, балконов, веранд, террас и холодных кладовых, посчитываемых со следующими понижающими коэффициентами (в соответствии с ТКП 45-3.02-230 -2010 «Дома жилые одноквартирные и блокированные»):

- для лоджий – 0,5;
- для балконов и террас – 0,3;
- для веранд и холодных кладовых – 1,0;
- для остекленных лоджий и балконов – 0,7.

$V_{стр.}$ – строительный объем здания; определяется как сумма строительного объема выше отметки ± 0.000 (надземная часть) и ниже этой отметки (подземная часть). Строительный объем надземной и подземной частей здания включает в себя объемы, заключенные в пределах отметок чистого пола каждой из частей здания и его наружных поверхностей. Последние включают в себя: стены, ограждения лоджий и остекленных балконов, совмещенные покрытия и утепленные перекрытия над верхним этажом (в «холодных чердаках»), световые фонари, эркеры, отапливаемые надстройки.

В строительный объем не включаются выступающие на фасадах и крыше архитектурные детали и конструктивные элементы; балконы (без остекления) и террасы, объемы проездов (в чистоте), портики, пространство под зданием на опорах, подпольные каналы, чердаки, вентиляционные шахты на крыше.

Площадь помещений жилого дома следует определять по их размерам, измеряемым между отделанными поверхностями стен, перегородок и полотен дверей на уровне пола (без учета плинтусов).

Площадь, занимаемая печью или камином на твердом топливе, в площадь помещения не включается. Площадь внутриквартирной лестницы (горизонтальная проекция) включается поэтажно в площадь пола помещений этажа, в котором она расположена, при этом дополнительно учитывается часть площади пола под лестницей в нижнем этаже.

При подсчете площади помещения с наклонным потолком учитывается площадь этого помещения с высотой до наклонного потолка, м:

- 1,5 – при его наклоне к горизонту 30° ;

- 1,1 – при его наклоне к горизонту 45°;
- 0,5 – при его наклоне к горизонту 60° и более.

При промежуточных значениях указанного наклона потолка высота определяется по интерполяции. Площадь пола под лестницей учитывается с высотой до ее выступающих конструкций 1,6 м и более. Площадь помещения и пола под лестницей меньшей указанной высоты учитывается в площади помещения с коэффициентом 0,7. Площадь пола ниш (кроме ниш для инженерных коммуникаций) и проемов (без дверей) высотой не менее 1,8 м включается в площадь помещений. Площадь встроенных шкафов для одежды и кладовых (гардеробных), открывающихся в сторону жилых комнат, включается в площадь этих помещений.

Площадь жилого дома следует определять как сумму площадей жилых комнат, подсобных помещений и встроенных шкафов без учета площади летних помещений, холодных кладовых и тамбуров.

Оформление экспликации помещений, всех необходимых ведомостей и спецификация в индивидуальных заданиях и курсовых проектах осуществляется в соответствии с примерами, представленными в таблицах 9.15-9.21.

Таблица 9.15

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, кв. м	20 мм
			8 мм
			8 мм
			8 мм
15 мм	80 мм	20 мм	
115 мм			

Таблица 9.16

Ведомость перемычек

Марка	Схема сечения	15 мм
ПР 1		
ПР 10		
20 мм	70 мм	

Таблица 9.17

Спецификация элементов перемычек

Позиция	Обозначение	Наименование	Количество на этаж			Всего	Масса ед., кг	Примечание
			1	2	3			
1	Б1.038.1-1, Вып.1	5ПБ 27-27	21	21	-	42	375	
1		2ПБ 29-4	21	21	-	42	120	
3		1ПБ 16-1	21	21	-	42	30	
20 мм			n x 10 мм			10 мм	10 мм	15 мм
185 мм								

Таблица 9.18

Экспликация полов

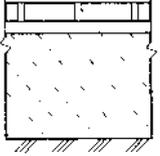
Номер помещения	Тип пола	Схема пола или тип пола по серии	Элементы пола и их толщина, мм	Площадь, кв. м	30 мм
3	1		Покрытие – плитка керамическая – 7 Прослойка и заполнение швов – цементно-песчаный раствор марки ... – 15 Стяжка – цементно-песчаный раствор – 20 Подстилающий слой – бетон В7,5 – 80 Основание – уплотненный грунт с втрамбованным в него слоем щебня или гравия крупностью 40...60 мм – 100	31, 50	
25 мм	15мм	50 мм	75 мм	20 мм	
185 мм					

Таблица 9.19

Ведомость проемов

Марка, поз.	Размер проема в кладке b×h, мм (b – ширина проема по внутренней грани стены; h – высота проема по внутренней грани стены)	15 мм
ОК 1	910×1510	8 мм
ОК 2	1210×1510	8 мм
ДБ 1	910×2810	
1	1310×20170	
3	910×2070	
20 мм	70 мм	
70 мм		

Таблица 9.20

Спецификация элементов заполнения проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Количество по фасадам					Масса ед., кг	Примечание	
			1-8	8-1	В-А	А-В	Всего			
Окна										
OK1	СТБ 939-93	ОРС15-9 ССП	-	10	-	3	15		44	1510
Блоки дверные										
1	СТБ 1138-98	ДНДЧ!"!-13ФА	2	1	1	-	4		84	2070
2		ДВДЧ21-13Ф	-	-	-	-	14		64	2070
3		ДВДГ21-9Щ								
15 мм	35 мм	40 мм	13 мм	13 мм	13 мм	13 мм	13 мм		15 мм	15 мм
185 мм										

Таблица 9.21

Спецификация основных сборных железобетонных конструкций

Поз.	Обозначение	Наименование	Количество	Масса ед. кг	Примечание	15 мм
Плиты перекрытий						8 мм
1	1.141-1, вып.60	ПК 30.15-3Т	18	1425		8 мм
.....	8мм
Плиты ленточных фундаментов						
1	ГОСТ13580-85	ФЛ8.12-1	8	550		
2	Б1.112.1-87	ФЛ10.8-1в	12	350	с вырезами	
Лестничные марши и площадки						
ЛМ1	1.251.1-4, вып.1	2ЛМФ39.12.17-5	2	1290		
ЛП1	1.252.1-4, вып.1	ЛПФ.10в5	1	1040	верхняя	
ЛП2		ЛПФ25.10-5	1	900		
Блоки стен подвала						
5	СТБ 1076-97	ФБС 24.5.6-Т	64	1630		
6		ФБС 12.5.6-Т	13	790		
15 мм	60 мм	65 мм	10 мм	15 мм	20 мм	
185 мм						

Формы самостоятельной работы

При изучении дисциплины рекомендуется использовать следующие формы самостоятельной работы:

- подготовка рефератов по индивидуальным темам;
- подготовка сообщений, тематических докладов, презентаций по заданным темам;
- составление тематической подборки литературных источников, интернет-источников.

Темы научно-исследовательских работ и рефератов для самостоятельной подготовки

1. Объемно-планировочные решения квартир малоэтажных индивидуальных жилых домов из различных материалов.
2. Объемно-планировочные решения квартир малоэтажных жилых домов секционного типа из различных материалов.
3. Малоэтажные дома с различными конструктивными системами.
4. Современные виды кладок из мелкоштучных элементов (кирпич, керамические, легкобетонные и ячеисто-бетонные камни, камни из натуральных материалов) и способы их выполнения.
5. Виды облицовочных материалов для отделки наружных стен и цоколя зданий из мелкоштучных элементов.
6. Современные виды кирпичных кладок и способы их выполнения.
7. Современные способы утепления наружных стен из мелкоштучных и крупноразмерных элементов при реконструкции жилых зданий (отечественный и зарубежный опыт).
8. Виды и конструкции балконов, лоджий и эркеров, экранов для их ограждения.
9. Виды облицовочных материалов для внутренней отделки помещений различных назначений.
10. Применение эффективных видов фундаментов в Республике Беларусь (РБ) и за рубежом.
11. Эффективные виды фундаментов зданий из мелкоштучных элементов.
12. Применение сплошных фундаментов для зданий различного назначения.
13. Современные виды свайных фундаментов для зданий различного назначения.
14. Эффективные виды фундаментов сельских усадебных домов.
15. Современные виды полов гражданских зданий.
16. Современные лестницы из стекла.
17. Современные лестницы из сборного и монолитного бетона.
18. Современные лестницы из металла.
19. Современные лестницы из дерева.
20. Современные лестницы из натуральных и искусственных камней.

21. Каркасные малоэтажные жилые здания из древесины.
22. Каркасные малоэтажные жилые здания из сборного железобетона.
23. Каркасные малоэтажные жилые здания из металла.
24. Каркасные малоэтажные жилые здания из монолитного железобетона.
25. Применение кровель из природных материалов.
26. Деревянные малоэтажные дома из клееного и цилиндрованного бруса.
27. Эксплуатируемые крыши малоэтажных домов.
28. Объемно-блочные малоэтажные здания.
29. Крупнопанельные малоэтажные здания.
30. Монолитные малоэтажные дома.
31. Сборно-монолитные малоэтажные дома.
32. Энергоэффективные малоэтажные жилые дома.
33. Строительство малоэтажных домов с применением несъемной опалубки.
34. Зимние сады в индивидуальных малоэтажных домах.
35. Устройство скатных крыш с применением современных кровельных материалов в малоэтажном домостроении.
36. Устройство малоуклонных крыш с применением современных кровельных материалов в малоэтажном домостроении.
37. Конструктивные решения гидроизоляции подвалов.
38. Различные конструктивные решения устройства мансардных крыш.
39. Конструктивные решения деревянных стропильных систем и малоэтажные дома с их применением.
40. Конструктивные решения железобетонных стропильных систем и малоэтажные дома с их применением.
41. Конструктивные решения металлических стропильных систем и малоэтажные дома с их применением.

ЧАСТЬ III. РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

Оценка уровня знаний студента производится по десятибалльной шкале в соответствии с критериями, утвержденными Министерством образования Республики Беларусь.

Для оценки достижений студента рекомендуется следующий диагностический инструментарий:

- устный и письменный опрос, тесты во время практических занятий;
- текущие контрольные работы по отдельным темам;
- защита выполненных на практических занятиях индивидуальных заданий;
- выступление по подготовленному реферату на конференции;
- сдача зачета.

Примерный перечень вопросов для зачета по лекционному курсу «Архитектура»

1. Общие сведения о зданиях и сооружениях. Требования, предъявляемые к зданиям.
2. Нагрузки и воздействия и основные конструктивные элементы здания.
3. Планировочные схемы зданий.
4. Индустриализация строительства. Понятие унификации, типизации и стандартизации.
5. Модульная координация основных геометрических параметров в проектировании жилых и общественных зданий. Номинальные, конструктивные и натурные размеры.
6. Правила привязки конструктивных элементов зданий к разбивочным осям.
7. Классификация жилых зданий. Основные требования, предъявляемые к жилым зданиям.
8. Объемно-планировочные решения жилых зданий.
9. Малоэтажные жилые здания.
10. Противопожарная защита жилых зданий.
11. Конструктивные системы зданий.
12. Конструктивные схемы зданий.
13. Строительные системы зданий и их применение.
14. Понятие об основаниях, их классификация.
15. Общие сведения о фундаментах.
16. Конструктивные решения ленточных фундаментов.
17. Конструктивные решения свайных фундаментов.
18. Конструктивные решения столбчатых и сплошных фундаментов.
19. Общие требования и классификация стен.
20. Архитектурно-конструктивные детали стен.

21. Каменные стены из мелкогазмерных элементов.
22. Оконные и дверные проемы.
23. Перемычки.
24. Перегородки.
25. Классификация перекрытий.
26. Перекрытия по деревянным балкам.
27. Перекрытия по металлическим балкам.
28. Железобетонные перекрытия.
29. Полы.
30. Общие сведения о лестницах.
31. Лестницы из мелкогазмерных элементов.
32. Сборные железобетонные лестницы из крупногазмерных элементов.
33. Краткие сведения о лифтах, пандусах, эскалаторах.
34. Классификация и основные требования, предъявляемые к покрытиям.
35. Чердачные скатные крыши.
36. Мансардные крыши.
37. Железобетонные крыши.
38. Эксплуатируемые крыши.

ЧАСТЬ IV. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

Учебная программа по дисциплине «Архитектура» составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-70 02 01-2013 и учебного плана для специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». Регистрационный номер АФ63 – 12/уч. от 06.07.2017 г.

Целью изучения дисциплины является теоретическая и практическая подготовка будущего инженера-строителя к архитектурно-конструктивному проектированию гражданских и промышленных зданий различного назначения, капитальности, этажности, конструктивного решения.

Задачей изучения дисциплины «Архитектура» является освоение основ проектирования гражданских и промышленных зданий и сооружений и их конструктивных элементов с учетом их функционального назначения, то есть создания для человека материально организованной среды, в которой протекает его жизнедеятельность. Достижение решения этой задачи обеспечивается комплексной методикой преподавания функциональных, конструктивных и эстетических основ проектирования, построенной на сочетании лекционных и практических занятий с курсовым проектированием, в котором теоретические знания закрепляются в процессе принятия и обоснования студентами (под руководством преподавателя) конкретных проектных решений.

Для изучения данного курса необходимо знание следующих дисциплин: «Инженерная графика», «Физика», «Химия», «Строительные материалы и изделия», «Сопротивление материалов».

Знания и умения, полученные студентами при изучении данной дисциплины, необходимы для освоения последующих специальных дисциплин, таких как: «Железобетонные и каменные конструкции», «Технология строительного производства», «Металлические конструкции», «Экономика строительства», «Организация и управление в строительстве».

В результате изучения дисциплины «Архитектуры» студент должен:

знать:

- основы архитектурно-конструктивного проектирования гражданских и промышленных зданий;
- основные конструктивные системы зданий и сооружений;
- виды конструкций жилых, гражданских и промышленных зданий, области их применения;
- основы проектирования и типологию современных зданий и сооружений надземного и подземного строительства;
- методологию объемно-планировочных и конструктивных решений зданий и сооружений различного назначения;
- методы расчета технико-экономических показателей проектных решений зданий и сооружений;

уметь:

- пользоваться приемами и примерами объемно-планировочных и

конструктивных решений гражданских и промышленных зданий;

- применять нормативно-техническую документацию;
- использовать нормативную, справочную и научную литературу;

владеть:

- проектированием гражданских и промышленных зданий на стадии техно-рабочего проекта;
- использованием учебно-методической и нормативной литературой по архитектурно-конструктивному проектированию.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

- УК-1. Владеть основами научной деятельности, осуществлять поиск, анализ и синтез информации.
- УК-5. Быть способными к саморазвитию и совершенствованию в профессиональной деятельности.
- СК-5. Применять требования технологических нормативных правовых актов, разрабатывать проектную (конструкторскую) и иную техническую документацию для строительства.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

РАЗДЕЛ 1. ГРАЖДАНСКИЕ ЗДАНИЯ ИЗ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Тема 1.1. Основы проектирования гражданских зданий

Общие сведения о зданиях и сооружениях. Требования, предъявляемые к зданиям. Нагрузки и воздействия и основные конструктивные элементы здания. Планировочные схемы зданий. Индустриализация строительства. Понятие унификации, типизации и стандартизации. Модульная координация основных геометрических параметров в проектировании жилых и общественных зданий. Номинальные, конструктивные и натурные размеры. Правила привязки конструктивных элементов зданий к разбивочным осям.

Тема 1.2. Общие положения проектирования жилых зданий

Классификация жилых зданий. Основные требования, предъявляемые к жилым зданиям. Малоэтажные жилые здания. Противопожарная защита жилых зданий.

Тема 1.3. Принципы конструктивных решений жилых зданий

Конструктивные системы зданий. Конструктивные схемы зданий. Строительные системы зданий и их применение. Особенности строительства зданий малой и средней этажности в Республике Беларусь и за рубежом.

Тема 1.4. Основания и фундаменты

Понятие об основаниях, их классификация. Общие сведения о фундаментах. Конструктивные решения основных видов фундаментов

(ленточных, свайных, столбчатых и сплошных). Применение эффективных конструкций фундаментов в Республике Беларусь.

Тема 1.5. Наружные и внутренние стены и их элементы

Общие требования и классификация стен. Архитектурно-конструктивные детали стен. Каменные стены из мелкогабаритных элементов. Оконные и дверные проемы. Перемычки. Перегородки. Утепление наружных стен при реконструкции.

Тема 1.6. Перекрытия и полы

Классификация перекрытий. Перекрытия по деревянным балкам. Перекрытия по металлическим балкам. Железобетонные перекрытия. Полы.

Тема 1.7. Лестницы

Общие сведения о лестницах. Лестницы из мелкогабаритных элементов. Сборные железобетонные лестницы из крупногабаритных элементов. Архитектурно-конструктивные детали лестниц. Краткие сведения о лифтах, пандусах, эскалаторах и трапаторах.

Тема 1.8. Проектирование покрытий

Классификация и основные требования, предъявляемые к покрытиям. Чердачные скатные крыши. Мансардные крыши. Железобетонные крыши. Эксплуатируемые крыши. Применение ферм на металлических зубчатых пластинах в покрытиях гражданских зданий.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. Архитектурные конструкции / З.А. Казбек-Казиев, В.В. Беспалов, Ю.А. Дыховичный и др.; под ред. З.А. Казбек-Казиева: учеб. для вузов по спец. «Архитектура». – Москва: Архитектура-С, 2014. – 341 с.
2. Маклакова Т.Г. Конструкции гражданских зданий / Т.Г.Маклакова, С.М.Нанасова; под ред. Т.Г.Маклаковой. – 3-е изд., перераб. и доп. – М: АСВ, 2012. – 280 с.

Дополнительная

3. Платонова Р.М., Захаркина Г.И. «Двухэтажный жилой дом с подвалом со стенами из мелкогабаритных элементов». Методические указания к выполнению курсовой работы по специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство». - ПГУ, Новополоцк, 2017. - 83 с.
4. Платонова Р.М., Захаркина Г.И., Платонова М.А. «Подбор сборных бетонных и железобетонных конструкций заводского изготовления». Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. – ПГУ, Новополоцк, 2018. - 64 с.

Нормативная

5. ТКП 45-3.02-230-2010 (02250). Дома жилые многоквартирные и блокированные. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2011. – 30 с.
6. ТКП 45-2.02-22-2006 (02250) Здания и сооружения. Эвакуационные пути и выходы. - Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2006. – 52 с.
7. ТКП 45-2.02-142-2011 Здания, строительные конструкции, материалы и изделия. Правила пожарно-технической классификации. – Мн.: Минстрой-архитектуры РБ, 2011. – 25 с.
8. ТКП 45-2.02-92-2007* (02250) Ограничение распространения пожара в зданиях и сооружениях. Объемно-планировочные и конструктивные решения. Строительные нормы проектирования. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2014. – 20 с.
9. СН 3.02.01-2019. Жилые здания. Строительные нормы Республики Беларусь. - Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2020. – 26 с.
10. СП 2.04.01 – 2020. Строительная теплотехника. Строительные правила Республики Беларусь – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2007. – 76 с.
11. СТБ 1154-99. Жилище. Основные положения. – Мн.: Минстройархитектуры, 1999. – 11 с.
12. ТКП 45-5.03-131-2009 (02250). Монолитные бетонные и железобетонные конструкции. Правила возведения Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2009. – 24 с.
13. СТБ 1108-98. Окна и балконные двери из поливинилхлоридного профиля. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999. – 29 с.
14. СТБ 939-93. Окна и балконные двери для зданий и сооружений. – Мн.: Минстройархитектуры, 1994. – 40 с.
15. СТБ 1138-98. Двери и ворота для зданий и сооружений. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999. – 58 с.
16. СТБ 1117-98. Блоки из ячеистого бетона. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999. – 22 с.
17. СТБ 1228-2000. Кирпич и камни силикатные. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2001.-23 с.
18. СТБ 1160-99. Кирпич и камни керамические. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999.- 33 с.
19. СТБ 1319-2002. Перемычки железобетонные. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2002.-29 с.
20. СТБ 1375-2003. Блоки бетонных стен с теплоизоляционным слоем. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 1999. – 22 с.
21. СТБ 1995-2009. Блоки бетонных стен с теплоизоляционным слоем. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2010. – 16 с.
22. СТБ 1995-2009. Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2010. – 16 с.
23. СТБ 1437-2004. Плиты пенополистирольные теплоизоляционные. – Мн.: Минстройархитектуры РБ, 2004. – 14 с.