

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

Е. В. Лихненко, З.С. Адигамова

# **СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАЛОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ**

Учебное пособие

Рекомендовано ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для обучающихся по образовательным программам высшего образования по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство, 07.03.01 Архитектура, 07.03.03 Дизайн архитектурной среды

Оренбург  
2018

УДК 624.01(075.8)

ББК 38.5я73

Л 65

Рецензент – профессор, доктор технических наук, А.Ф. Колинченко

**Лихненко, Е. В.**

Л 65 Строительные конструкции малоэтажных зданий : учебное пособие / Е.В. Лихненко, З.С. Адигамова; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2018. – 151 с.  
ISBN 978-5-7410-2224-5

В учебном пособии рассмотрены основы архитектуры, строительные и конструктивные системы зданий, требования, которым должны отвечать объекты малоэтажного жилищного строительства в современных условиях. Представлены структурные части жилых зданий из мелкоштучных элементов, в соответствии с современными нормами проектирования.

Предназначено для обучающихся всех форм обучения по направлениям подготовки 08.03.01 Строительство, 07.03.01 Архитектура, 07.03.03 Дизайн архитектурной среды.

УДК 624.01(075.8)

ББК 38.5я73

ISBN 978-5-7410-2224-5

© Лихненко Е. В.,  
Адигамова З. С., 2018  
© ОГУ, 2018

## Содержание

Введение .....	5
1 Общие сведения.....	8
1.1 Строительные системы зданий .....	8
1.2 Конструктивные системы зданий .....	8
1.3 Композиционные схемы зданий .....	12
1.4 Единая модульная система. Унификация, типизация, стандартизация.....	13
1.5 Классификация зданий. Основные требования, предъявляемые к зданиям и их конструкциям.....	16
1.6 Общие положение проектирования зданий.....	20
1.7 Физико-технические основы проектирования зданий и ограждающих конструкций .....	21
1.8 Силовые и несилловые нагрузки и воздействия .....	34
1.9 Структурные части здания. Основные понятия и определения .....	34
2 Основания и фундаменты.....	39
2.1 Основные сведения о грунтах и методах проектирования оснований. ....	39
2.2 Общие сведения о фундаментах гражданских зданий .....	41
3 Стены и отдельные опоры .....	57
3.1 Общие сведения о стенах .....	57
3.2 Каменные стены .....	59
3.3 Перемычки .....	64
3.4 Отдельные опоры (столбы) .....	68
4 Перекрытия и полы .....	69
4.1 Общие сведения о перекрытиях.....	69
4.2 Балочные перекрытия .....	71
4.3 Плитные перекрытия.....	75
4.4 Монолитные железобетонные перекрытия .....	79
4.5 Полы.....	81
5 Крыши и кровли .....	87

5.1 Общие сведения о крышах .....	87
5.2 Скатные крыши .....	91
4.3 Кровли скатных крыш.....	100
5.4 Плоские крыши.....	107
5.5 Мансарды .....	109
6 Лестницы .....	112
6.1 Общие сведения.....	112
6.2 Конструкции лестниц.....	115
7 Перегородки. Окна и двери .....	122
7.1 Перегородки.....	122
7.2 Светопрозрачные конструкции (окна, витражи).....	125
7.3 Двери.....	131
8 Балконы, лоджии, эркеры, веранды, террасы.....	135
8.1 Балкон .....	135
8.2 Лоджия.....	137
8.3 Эркер.....	139
8.4 Веранда .....	141
8.5 Терраса.....	142
Список использованных источников .....	144
Приложение А.....	146
Приложение Б .....	147

## Введение

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

Несмотря на то, что зарождение архитектуры относится ко времени первобытнообщинного строя, четкого определения, что такое архитектура не существует. Архитектура есть сложное и многостороннее явление. Ее развитие тесно связано с развитием науки, технического прогресса, социальных запросов общества и идеологических воздействий на человека.

В переводе с древнегреческого слово «архитектор» означает «главный строитель».

Несколько приближенным определением архитектуры может быть следующее: архитектура – это система зданий и сооружений, формирующих пространственную среду для жизни и деятельности людей, а также само искусство создавать эти здания и сооружения в соответствии с законами красоты.

Архитектура тесно связана с искусством, так как здания и сооружения, будучи материальными, являются объектами, воздействующими на эмоции (чувства) человека.

Еще две тысячи лет назад, древнеримский зодчий Витрувий в своем трактате «Десять книг об архитектуре» писал, что «...архитектура должна заключать в себе три элемента: пользу, прочность, красоту.» Это выражение называют **Витрувианской триадой** – главным правилом архитектора-зодчего.

В современном понимании польза означает правильный выбор размеров и

форм зданий или помещений, создание оптимальных условий для осуществления человеком соответствующих функциональных процессов.

Прочность и устойчивость зависят от конструктивного построения зданий или сооружений, применяемых материалов и способности конструкций воспринимать силовые и несиловые воздействия.

Архитектурно-художественные требования относятся к внутренним пространствам зданий, равно как и к их внешнему виду.

Полезность, прочность и красота базируются на экономическом фундаменте. Архитектурно-строительное дело требует соответствующих материальных затрат и это определяет связь архитектуры с экономикой.

Архитектура изучает большой круг вопросов:

- архитектурно-художественное построение композиционных систем (зданий, сооружений, поселков, городов, мегаполисов);
- композиция садов и парков (садово-парковая архитектура);
- искусство гармоничного сочетания естественных ландшафтов с архитектурными комплексами (ландшафтная архитектура);
- стиль постройки;
- малые архитектурные формы (небольшие сооружения декоративного, мемориального и служебного назначения);
- специальные вопросы (сейсмика, динамика, воздействие солнечной радиации, ветра, воздуха; биологические воздействия на строительные конструкции).

Существуют четыре целесообразности архитектуры:

- функциональная – здание должно соответствовать своему назначению-функции, т.е. быть удобным, отвечать запросам человека, предъявленным к зданию;
- техническая – здание должно удовлетворять требованиям прочности и долговечности;
- эстетическая – объекты архитектуры должны оказывать эмоциональное воздействие на человека, т.к. являются произведениями искусства. Здания

должны иметь идейное содержание, отражать идеологию людей, характер общественных отношений, художественные вкусы и пристрастия человечества на данном этапе развития;

- экономическая целесообразность – планы и идеи архитектора должны быть экономически выполнимы, реальны.

Современное развитие строительной отрасли диктует необходимость введения пятой целесообразности – все объекты архитектуры в первую очередь должны экологически безопасными для человека.

Все эти целесообразности взаимосвязаны и дополнительны. В том случае, если целесообразности вступают в противоречие, в архитектуре наступает кризис.

Важно усвоить методологию подхода к применению достижений научно-технического прогресса в архитектурном творчестве, выявить взаимосвязь между принятыми конструкциями и воздействиями на здания условиями эксплуатации зданий и их элементов, требованиями к этим элементам и способами удовлетворения этих требований

# **1 Общие сведения**

## **1.1 Строительные системы зданий**

Строительная система – это комплексная характеристика конструктивного решения здания по материалу и технологии возведения его несущих конструкций.

По материалу существуют 3 вида зданий: каменные, бетонные и деревянные.

По технологии возведения различают 4 строительные системы:

- традиционная (из мелкоштучных элементов);
- полносборная;
- монолитная;
- монолитно-сборная.

Традиционная подразумевает под собой ручная кладка или бревенчато-рубленное строительство.

Полносборная – все конструктивные элементы здания выполняются на заводе (это крупные блоки, панели, элементы каркаса, объемные блоки).

Монолитная означает, что все конструкции выполняются из бетона непосредственно на строительной площадке с применением скользящей, объемно-переставной или крупнощитовой опалубки.

Монолитно-сборная – некоторые конструкции могут быть сборными (наружные стены, лестничные марши, санитарно-технические кабины).

## **1.2 Конструктивные системы зданий**

Конструктивные системы зданий – это взаимосвязанная совокупность вертикальных и горизонтальных несущих конструкций здания, которые совместно обеспечивают его прочность, жесткость и устойчивость.

Известно, что совокупность горизонтальных и вертикальных несущих элементов, связанных в единую систему образуют остов здания.

В зависимости от вида несущего остова различают 4 конструктивные схемы зданий:

- стеновая ( бескаркасная);
- каркасная;
- ствольная;
- оболочковая.

**Бескаркасная (стеновая) схема** – основные несущие элементы – стены.

По направлению несущих стен существует 3 варианта бескаркасной конструктивной системы:

- а) перекрестно-стеновой – во всех направлениях стены несущие (рисунок 1.1);
- б) поперечно-стеновой (рисунок 1.2);
- в) продольно-стеновой (3-х стенки и 2-х стенки) (рисунок 1.3).

**Каркасная схема** – система связанных между собой вертикальных элементов – колонн и горизонтальных балок-прогонов или ригелей.

Каркасная конструктивная система может быть с полным и неполным каркасом. Если колонны располагаются по периметру наружных стен – это полный каркас.

**Ствольная система** – основной несущий элемент ствол жесткости – внутренний объемно-пространственный полый стержень на всю высоту здания. Ствол – монолитный, остальные конструкции могут быть сборными.

**Оболочковая конструктивная система** состоит из объемно-пространственных внешних несущих конструкций на всю высоту здания. Конструкции выполнены в виде тонкостенной оболочки замкнутого сечения.

Наряду с основными конструктивными системами широко используются и комбинированные конструктивные системы. К ним относятся: системы с неполным каркасом (каркасно-панельная), каркасно-связевая (с внутренними

связями в виде стенок жесткости), ствольно-стеновая, ствольно-каркасная, каркасно-оболочковая, ствольно-оболочковая и др.

Область применения конструктивных систем:

- бескаркасная – массовое жилищное строительство домов различной этажности;
- каркасная, каркасно-стеновая – строительство массовых общественных зданий (школ и т.п.);
- ствольная, оболочковая и комбинированные системы на их основе – строительство жилых и общественных многофункциональных высотных зданий (жилые – выше 20 этажей, общественные – свыше 40 этажей).

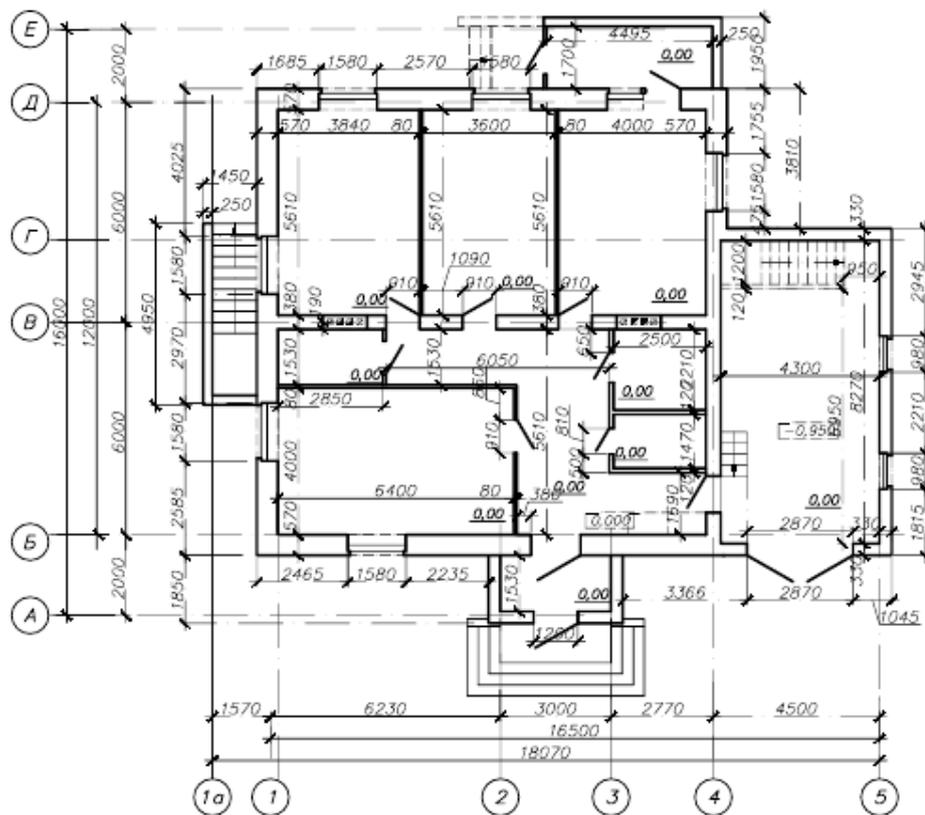


Рисунок 1.1 – Пример перекрестно-стеновой конструктивной схемы

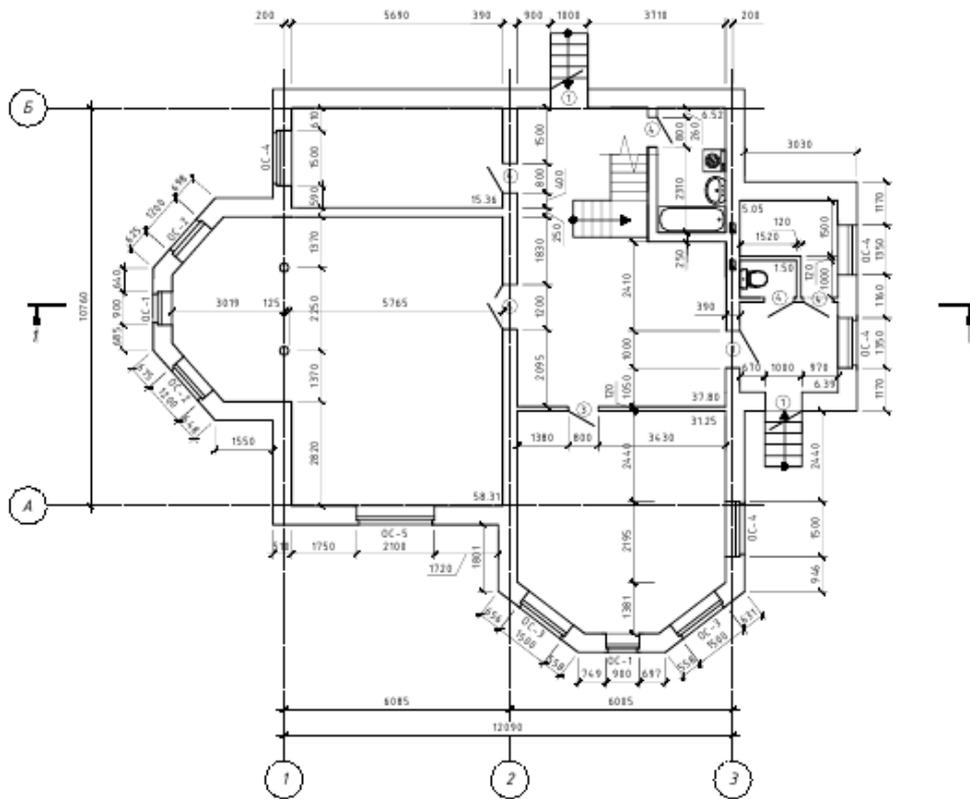


Рисунок 1.2 – Пример поперечно-стеновой конструктивной схемы

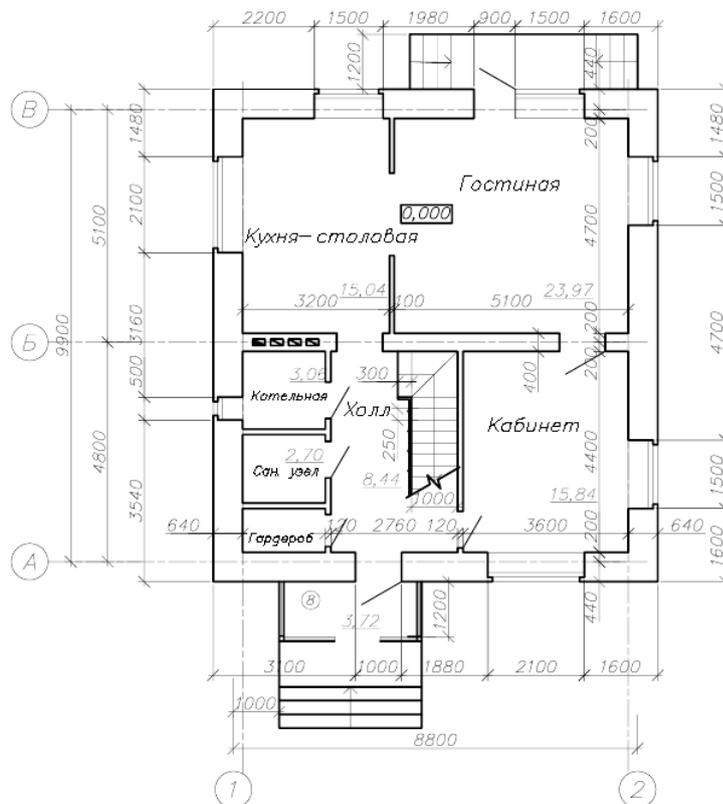


Рисунок 1.3 – Пример продольно-стеновой конструктивной схемы

### 1.3 Композиционные схемы зданий

Существует 5 композиционных схем архитектурно-планировочного решения зданий: коридорная, анфиладная, центрическая, секционная, смешанная.

Коридорная схема – помещения располагаются с одной или двух сторон коридора, связанного с лестничными клетками.

При двустороннем размещении помещений освещение коридора обеспечивают через окно в торцевых стенах.

Длина коридора:

- при освещении с одного торца – 20 м;

- при освещении с двух торцов – 40 м;

- при наличии уширения коридоров (световых проемов) расстояние может быть 30 м от светового проема до торцевого окна.

Анфиладная схема характеризуется отсутствием коридоров, помещения располагаются последовательно одно за другим, связаны между собой дверными проемами (музеи, дворцы, супермаркеты).

Центрическая схема – вокруг большого главного помещения группируются меньшие вспомогательные помещения (театр, кинотеатр, концертный зал).

Зальная схема – это схема, применяемая в зданиях, в которых функциональный процесс протекает в едином помещении (крытый рынок, выставочный павильон, ангар)

Секционная схема применяется в зданиях, состоящих из изолированных друг от друга одинаковых отсеков-секций. Широко применяется в жилищном строительстве.

Существует смешанная композиционная схема в которой сочетаются несколько планировочных схем.

## **1.4 Единая модульная система. Унификация, типизация, стандартизация**

Заводское изготовление конструкций и деталей может стать эффективным только при условии сведения к минимуму количества их типоразмеров, т.е. разнообразия видов и размеров каждого из них. При этом следует стремиться к сокращению типоразмеров элементов не только для одного вида здания, но и для зданий различного назначения.

Такое ограничение количества типоразмеров строительных деталей и приведение их в соответствие с основными параметрами зданий называется унификацией.

Благодаря такой взаимосвязи конструкции и детали приобретают очень важное свойство взаимозаменяемости, что дает возможность, не меняя проекта, заменять в случае необходимости одни конструкции другими. Это имеет особое значение при строительстве по одним и тем же проектам в районах, имеющих разную строительную базу, основанную на использовании местных строительных материалов.

Все элементы и объемно-планировочные параметры зданий унифицируются на основе единой модульной системы (ЕМС), обеспечивающей кратность всех размеров определенной единице измерения, называемой модулем.

В качестве основного модуля (М) принята величина 100мм. Все размеры зданий, имеющие значение для унификации, должны быть кратны М. Для повышения степени унификации, устанавливаются производные модули: укрупненные и дробные. Укрупненным модулем называется величина основного модуля, увеличенная в целое число раз: 2М, 3М, 6М, 12М, 15М, 30М и 60М. Укрупненный модуль применяется для назначения размеров зданий по горизонтали и вертикали, а также размеров крупных конструкций и изделий.

Для назначения относительно малых размеров конструктивных элементов и деталей применяется дробный модуль.

Дробный модуль:  $1/2M = 50$  мм;  $1/5M = 20$  мм;  $1/10M = 10$  мм;  $1/20M = 5$  мм;  $1/50M = 2$  мм;  $1/100M = 1$  мм.

Современной архитектуре, строительству в целом присущи унификация, стандартизация, типизация.

На основании унификации параметров и элементов производится типизация зданий определенного назначения. Для них разрабатываются типовые проекты.

Стандарт в широком смысле слова «образец». Разрабатывается на все виды строительных материалов и конструкций, которые являются унифицированными на основе модуля и не допускает отклонений в габаритных и прочностных показателях. Это делает возможным поставку на различные объекты с различных заводов-изготовителей разнообразных деталей и конструкций.

Унификация – это приведение элементов, конструкций, деталей к единой структуре и составу, на основе общих конструктивных решений. Она позволяет использовать однотипные элементы и изделия для зданий различных назначений. При этом учитываются два условия: взаимозаменяемость и универсальность. В основе унификации лежит ЕМС.

Стандартизация – это установление норм и требований к качеству и размерам изделий и материалов.

Разработано более 130 каталогов местного и общесоюзного значения, где собраны все конструкции зданий и сооружений с указанием их размеров и других требований.

Типизация – это процесс создания многократно применяемых отдельных конструкций, секций, блок-секций, конструктивных элементов.

Типизация сводит к минимуму количество конструктивных элементов.

В современном строительстве 90 % зданий строится типовым проектам (т.е. проекты, основанные на типовых конструктивных решениях).

При проектировании зданий используются следующие понятия:

- координационная ось (КО) – основная линия, относительно которой ведется отсчет всех геометрических размеров здания;

- пролет – расстояние в плане между КО, определяющее положение основных несущих элементов. КО имеет буквенное обозначение;

- шаг – расстояние в плане между КО, определяющее положение поперечных несущих элементов. КО имеет цифровое обозначение;

- высота этажа – расстояние от пола нижележащего и полом вышележащего этажа.

При проектировании применяют 3 типа размеров: номинальный, конструктивный и натуральный (фактический) модульные размеры.

Номинальный размер – проектное расстояние между разбивочными координационными осями или условный размер конструктивного элемента, учитывая швы и зазоры.

Конструктивный размер – это проектный размер конструктивных элементов, строительных изделий, отличающийся от номинального на величину нормированного зазора или шва (5, 10, 15 или 20 мм).

Натурный (фактический) размер – размер конструктивного элемента, строительного изделия. Определяется в результате обмера готовой конструкции.

Правила привязки конструкции к координационным осям зависят от конструктивной схемы зданий.

Для бескаркасной (стеновой) конструктивной схемы в зданиях из мелкоштучных элементов (кирпич, шлакоблок и т.д.):

- наружная несущая стена – координационная ось сдвинута на 200 мм от внутренней грани стены;

- наружная ненесущая, ограждающая стена – координационная ось идет по внутренней грани стены, привязка «нулевая»;

- внутренние стены – к координационной оси привязка центральная;

- перегородки не имеют координационных осей.

## **1.5 Классификация зданий. Основные требования, предъявляемые к зданиям и их конструкциям**

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

Промышленными называются здания, предназначенные для размещения орудий производства и выполнения трудовых процессов, в результате которых получается промышленная продукция.

Промышленные здания обеспечивают нормальные условия производственных процессов, защищают оборудование и работающих на производстве людей от атмосферных воздействий, и обеспечивают необходимые комфортные условия работы трудящихся на производстве.

К производственным относятся основные и вспомогательные здания промышленных предприятий различного назначения (например, черной и цветной металлургии, машиностроения, химии и т.п.), агроиндустриальных комплексов, сельскохозяйственных зданий производственного назначения и т.п.

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

Гражданские здания в свою очередь подразделяются на две подгруппы: жилые и общественные.

К жилым относятся дома усадебного типа, коттеджи (дома повышенной комфортности), квартирные дома, предназначенные для постоянного проживания. Специализированные здания – гостиницы, общежития, дома для малосемейных, интернаты – предназначены для периодического или эпизодического проживания.

К общественным относятся здания торговли, общественного питания, здравоохранения, детские дошкольные учреждения, здания учебно-воспитательных и научных учреждений, зрелищные, лечебно-профилактические, коммунальные и т.п.

Гражданские здания подразделяются на:

- объекты массового строительства, возводимые в большом количестве и в основном по типовым проектам;

- уникальные здания – здания государственного или культурного назначения, возводимые по индивидуальным проектам.

Жилые здания по количеству квартир подразделяются на:

- малоквартирные (от одной до двенадцати квартир);
- многоквартирные (от двенадцати квартир). Могут быть одно и многосекционные, коридорные, галерейные.

По этажности жилые здания подразделяются на:

- малоэтажные – 1-3 этажа;
- средней этажности – 3-5 этажей;
- повышенной этажности – 6-9 этажей;
- многоэтажные – 10-20 этажей;
- высотные – от 20 этажей и более.

По материалу несущих конструкций стен могут быть:

- каменные, из естественного или искусственного камня;
- деревянные;
- железобетонные.

Требования к зданиям и конструкциям:

- функциональные – здание должно соответствовать своему назначению, т.е. создавать наилучшие условия для его эксплуатации;

- технические требования – здание должно быть прочным, устойчивым и долговечным.

Прочность (способность воспринимать расчетные нормативные нагрузки).

Устойчивость – взаимное сочетание составных конструктивных элементов и обеспечение состояния устойчивого равновесия зданий и их отдельных частей и элементов.

Долговечность основное требование, которое устанавливается с учетом срока службы несущих конструкций здания, без потери ими необходимых эксплуатационных качеств.

Долговечность зависит от:

а) ползучести применяемых материалов (свойство материалов медленно пластически деформироваться при постоянных нагрузках;

б) морозостойкости материалов (количество циклов замораживания и оттаивания);

в) влагостойкости материалов – способности не разрушаться при действии влаги;

г) коррозиестойкости материалов – способности сопротивляться разрушению при различных химических и электрохимических процессах;

д) биостойкости материалов – способности органических материалов противостоять действию насекомых и микроорганизмов.

Строительными нормами и правилами (СНиП) установлено III степени долговечности для несущих конструкций:

- I степень – срок службы не менее 100 лет (каменные, бетонные, бутовые конструкции);

- II степень – срок службы не менее 50 лет (железобетонные конструкции);

- III степень – срок службы не менее 20 лет (деревянные конструкции).

Одно из важнейших требований к зданиям - пожарная безопасность.

Степень огнестойкости здания зависит от огнестойкости строительных конструкций и отделочных материалов, характеризующейся пределом распространения огня в конструкции.

Строительные материалы и конструкции по степени возгораемости делятся на:

- негораемые – каменные, бетонные конструкции;

- трудно-сгораемые – железобетонные конструкции;

- сгораемые – деревянные конструкции без огнезащиты.

**Несгораемые** – под воздействием больших температур не воспламеняются, не тлеют, не обугливаются.

**Трудно-сгораемые** – под воздействием больших температур воспламеняются, тлеют или обугливаются и продолжают гореть и тлеть только при наличии источника огня. После удаления источника огня тление и горение прекращается.

**Сгораемые** – под воздействием больших температур воспламеняются или тлеют и продолжают гореть и тлеть после удаления источника.

Отделочные материалы характеризуются пожарной опасностью (горючие и негорючие), а строительные конструкции огнестойкостью и пожарной опасностью (не пожароопасные, пожароопасные).

Предел огнестойкости – время в часах, в течение которого конструкция или система не теряет свою несущую способность и устойчивость.

По степени огнестойкости здания подразделяются на V степеней. К I, II, и III степени огнестойкости относятся здания каменные и железобетонные. К III степени огнестойкости относятся здания с применением стальные несущих конструкций. К IV степени – деревянные оштукатуренные. К V – деревянные неоштукатуренные.

Объемно-планировочные решения зданий должны обеспечивать в случае пожара возможность эвакуации людей и ограничение материального ущерба;

- экономические требования – здания должны быть экономичными, т.е. все конструкции подбираются из условия их минимальной стоимости, а выбор способов возведения здания – из условия минимальной трудоемкости и кратчайших сроков возведения;

- санитарно-гигиенические требования – здание должно быть безопасным для здоровья человека и не оказывать негативного воздействия на окружающую среду.

## 1.6 Общие положения проектирования зданий

Объемно-планировочные решения гражданских зданий; состав помещений.

Проектирование любого здания начинается с формирования его объемно-планировочной структуры, которая соединяет в единое целое внутреннее пространство здания и его внешний облик.

Проектировщиком разрабатывается оптимальная композиция, в которой объемно-планировочное решение здания и его внешний облик отвечали бы:

- функциональному назначению зданию;
- архитектурно-художественным и градостроительным требованиям;
- климатическим и национальным особенностям района строительства;
- экономическим требованиям.

Объемно-планировочное решение (ОПР) здания – это оптимизированное расположение (компоновка) помещений, выбор их размеров и форм в едином комплексе.

Важным требованием при разработке ОПР является размещение помещений с кратчайшими путями сообщения между ними, без пересечения потоков (в том числе людских и транспортных) с возможностью легкой ориентации в здании.

Основные формы помещений в плане: прямоугольная, квадратная, круглая (редко), овальная, смешанная.

Помещения в здании по назначению подразделяются на:

- главные помещения, предназначенные для основных функций здания (жилые здания – спальни, детские, гостиные, столовая, рабочий кабинет);
- подсобные помещения, предназначенные для вспомогательных функций здания (кухни, санузлы, холлы, прихожие, входной узел – вестибюли, гардеробные, тамбуры);

- коммуникационные помещения: вертикальные (лестницы) и горизонтальные (коридоры, проходы);
- второстепенные помещения (балконы, лоджии, террасы, эркеры).

Порядок размещения помещений, установленный строгой зависимости от последовательности функциональных процессов, проходящих в данном здании, называется композиционной схемой здания (рисунок 1.3).

Функциональная схема имеет композиционное ядро и одну или несколько композиционных осей.

Композиционное ядро – одно или несколько основных помещений, отражающих назначение здания.

Композиционная ось – направление движения людей к композиционному ядру.

Размеры помещений здания определяются на основе габаритов оборудования, антропометрических данных людей, а так же от соблюдения ряда санитарно-гигиенических требований, таких как: проветривание, инсоляция, освещенность естественным светом и др.

## **1.7 Физико-технические основы проектирования зданий и ограждающих конструкций**

### **1.7.1 Теплофизические основы проектирования**

Строительная теплотехника – наука, изучающая воздействие на здания и сооружения температуры наружного воздуха, влажности, скоростного напора ветра, влияние этих факторов на качество и долговечность строения.

Строительная теплотехника основывается на данных строительной климатологии.

Климатология – это наука, изучающая условия формирования климата.

По климатическим показателям вся территория нашей страны делится на IV района (зоны):

I – зона влажного климата (Урал, Сибирь, Дальний Восток);

II – зона умеренного климата (Европейская часть России);

III – зона теплого климата (Узбекистан, Южный Казахстан);

IV – зона жаркого климата (Крым, Кавказ).

Отрасль климатологии, изучающая климатические факторы, учитываемые при проектировании зданий, называется строительной климатологией.

При проектировании зданий необходимо учитывать:

- влияние на наружные ограждения очень низких температур наружного воздуха ( $t_{н5}$ );

- влияние максимального напора ветра (роза ветров);

- влияние солнечной радиации;

- влияние атмосферной влажности (зоны влажности).

Конструкции, запроектированные в зданиях, должны удовлетворять следующим требованиям:

- обладать достаточными теплозащитными свойствами, т.е. предохранять помещения от холодов зимой и защищать их от перегрева солнцем летом;

- при эксплуатации – не иметь на внутренней поверхности слишком низкой температуры, во избежание образования на ней конденсата;

- быть воздухонепроницаемыми;

- быть влагонепроницаемыми, т.к. увлажнение ограждающих конструкций приводит к ухудшению его теплозащитных свойств и долговечности.

Строительная теплотехника рассматривает следующие вопросы:

- теплопередачу в ограждениях;

- воздухонепроницаемость;

- влажностное состояние ограждений.

Теплообмен – это распространение тепловой энергии от более нагретых тел к менее нагретым. Существует 3 вида теплообмена: теплопроводность, конвекция и излучение.

Теплопроводность – это теплообмен между соприкасающимися частицами тела.

Конвекция – это процесс распространения тепла в результате механического перемещения частицы вещества газообразной или жидкой среды из одной части пространства в другую.

Передача тепла излучением происходит между телами через пространство в форме электромагнитных волн (тепло → излучение → волна → поглощение → тепло).

Перенос тепла от нагретой газообразной среды к другой газообразной среде через разделяющую их твердую стенку называется теплопередачей.

Основные показатели теплотехнических свойств строительных материалов:

- коэффициент теплопроводности – тепловой поток (Q), проходящий через ограждение площадью  $F = 1 \text{ м}^2$ , толщиной 1 м ( $\delta$ );

$$\lambda = \frac{Q \cdot \delta}{F \cdot z \cdot (t_B - t_H)}, \quad (1)$$

где z – время передачи тепла (СНиП);

- термическое сопротивление R – отдельного слоя многослойной конструкции определяется по формуле (2)

$$R = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2)$$

Чем выше R, тем лучше теплозащитные свойства ограждения.

Термическое сопротивление – это падение температуры при переходе теплового потока через ограждение от внутренней поверхности к наружной.

Существует 3 этапа перехода тепла: тепловосприятие, теплопроницание через ограждение, теплоотдача.

Поэтому термин сопротивления состоит из 3-х составляющих:

$$R_{\text{общ}} = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{1}{\alpha_H}, \quad (3)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент тепловосприятия или теплоотдачи внутренней ограждающей конструкции;

$\alpha_H$  – коэффициент теплоотдачи.

В случаях реконструкции зданий, для которых по архитектурным или историческим причинам невозможно утепление стен снаружи, нормируемое значение сопротивления теплопередаче стен допускается определять по формуле (4)

$$R_o^{\text{норм}} = \frac{(t_B - t_H)}{\Delta t^H \alpha_B}, \quad (4)$$

где  $\alpha_B$  – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup>·°С);

$\Delta t^H$  – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха  $t_B$  и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции –  $\tau_B$ , °С;

$t_B$  – температура внутреннего воздуха для данного помещения, °С;

$t_{H5}$  – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [СП 131.13330](#).

Чтобы учесть в расчете влияние климата, при подборе ограждающих конструкций вводится показатель – градусо-сутки отопительного периода (ГСОП).

Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, определяют по формуле (5)

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}})z_{\text{от}}, \quad (5)$$

где  $t_{\text{от}}$ ,  $z_{\text{от}}$  – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут/год, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8 °С, а при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых не более 10 °С;

$t_{\text{в}}$  – расчетная температура внутреннего воздуха здания, °С, принимается по ГОСТ 30494 (в интервале от 20°С до 22 °С);

Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции,  $R_{\text{о}}^{\text{норм}}$ , (м<sup>2</sup>·°С)/Вт, следует определять по формуле (6)

$$R_{\text{о}}^{\text{норм}} = R_{\text{о}}^{\text{тп}} m_{\text{р}}, \quad (6)$$

где  $R_{\text{о}}^{\text{тп}}$  – базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>·°С/Вт, следует принимать в зависимости от градусо-суток отопительного периода, (ГСОП), °С·сут/год, региона строительства и определять по таблице А.1 Приложения А;

$m_{\text{р}}$  – коэффициент, учитывающий особенности региона строительства. В расчете по формуле (5.1) принимается равным 1.

Значения коэффициента  $m_{\text{р}}$  должны быть не менее:  $m_{\text{р}} = 0,63$  – для стен,  $m_{\text{р}} = 0,95$  – для светопрозрачных конструкций,  $m_{\text{р}} = 0,8$  – для остальных ограждающих конструкций.

## 1.7.2 Строительная акустика. Звукоизоляция

Говоря об акустике, мы должны знать, что она бывает архитектурной и строительной.

Архитектурная акустика – это методы по обеспечению хорошей слышимости в помещениях.

Достигается архитектурная акустика тремя способами:

- естественными;
- объемно-планировочными;
- конструктивными;
- искусственными (звуковые усилители, аппаратура);
- смешанными (совмещают естественные формы и звуковую аппаратуру).

Строительная акустика – это методика защиты внутренних помещений от лишнего шума и звуков, мешающих нормальной жизнедеятельности человека.

Шум, звук – волнообразные колебания тел в упругой газообразной, жидкой и твердой среде.

Скорость звуковой волны от звука  $\approx 340$  м/с (в воздухе); 1450 м/с (в воде); 4000-5000 м/с (в стали).

Частота звуковых колебаний измеряется в герцах (Гц).

Длина звуковой волны измеряется в метрах.

Сила звуковой волны измеряется в децибелах (дБа).

Различают воздушные шумы и ударные.

Воздушный шум распространяется в воздухе, может передаваться сквозь поры, изгибные колебания ограждений (колебания частиц воздуха создают новые звуковые волны).

Ударный шум распространяется в твердых телах в результате механического воздействия на них. Ударный шум распространяется на значительно большие расстояния, чем воздушный. Воздушный шум быстрее затухает. Ударный шум в ж/б или металле затухает медленнее, чем в кирпичной кладке вследствие неоднородности конструкции.

СНиП регламентируется сила звука:

- в дневное время в жилых зданиях должно быть 40 дБа;
- в ночное время – 30 дБа.

Источники шума:

- внешний шум – городской транспорт – 90-120 дБа, детские голоса – 85 дБа;
- внутренние шумы – инженерное оборудование, сантехническое оборудование.

Мероприятия борьбы с шумом:

- а) конструктивный – эффективная звукоизоляция конструкций;
- б) планировочный метод – создание шумозащитных экранов, заглубление трасс, расположение жилых сооружений по трассе.
- в) удаление зданий от трассы на 30 м дает понижение шума на 15-20 дБа
- г) зеленые насаждения (деревья - 10 ед., стриженный и дикорастущий кустарник – 10 ед., газоны – 5-10 ед.);
- д) шумозащитные дома. Это примеры борьбы с воздушными внешними шумами. Шумозащитные здания применяют для застройки городских магистралей, если уровень шума, создаваемый транспортным потоком у фасадов зданий превышает санитарно- гигиенически допустимую величину 55 дБа; а в жилых помещениях более 40 дБа.

Шумозащитные дома выполняют 2 функции:

- снижение уровня шума в помещениях самого здания и функцию защитного экрана, в звуковой тени которого располагается внутриквартальные застройки. Эти здания, как правило, проектируют высокими 9-12 этажей или 16-22 этажей в крупных городах.

Эти дома протяженные (не менее 100 м) и П-образные в плане.

Первые этажи – нежилые – магазины, службы быта. Со стороны магистрали нет проездов, только со стороны боковых крыльев. Вдоль фасада, выходящего на магистраль, нет балконов и лоджий для отдыха, есть только лоджии или балконы хозяйственного назначения (при кухнях).

Шумозащита основных помещений обеспечивается объемно-планировочными, конструктивными и инженерно-техническими мерами.

Ударный шум воспринимается конструкциями перекрытия и далее передается на внутренние стены.

Для исключения передачи ударного шума по конструкциям следует предусматривать полы по сплошному упругому основанию или отдельным ленточным прокладкам из упругих материалов или по сложному основанию из материалов различают плотности.

При наличии в здании инженерного оборудования, от которого по конструкциям здания могут распространяться упругие волны, создающие шум в помещениях, необходимо предусмотреть звукоизолирующие кожухи, глушители, удалять агрегаты от жилых помещений, в основаниях под инженерное оборудование должны помещаться амортизаторы – гасители вибраций.

### 1.7.3 Светотехника (естественное и искусственное освещение)

Использование естественного дневного света для освещения жилых помещений – один из важнейших факторов, способствующих улучшению санитарно-гигиенических условий жизни и деятельности человека, улучшению здоровья человека.

Естественное освещение – это освещение помещений светом неба (прямые и отраженные), проникающие через световые проемы в наружных ограждающих конструкциях. Естественное освещение обязательно для помещений, предполагающих длительное пребывание людей.

Степень и равномерность освещения помещений естественным светом зависит от формы, размеров и расположения светопроемов. Для небольших помещений площадь светопроемов (по требованию СНиП) определяется как часть площади пола освещаемого помещения. Например, для жилых зданий этот показатель определяется по формуле (7)

$$S_{ок} = (1/5 \dots \dots 1/8) \cdot S_{пол} \quad (7)$$

Принимаем:

- для гостиных (зал, комната общего пользования) – 1/6;
- кухни, спальни – 1/8;
- рабочий кабинет, детская комната – 1/5;
- столовая, комната-студия – 1/7.

Данный метод определения и нормирования освещенности называется геометрическим (он очень приближен). Более точным является светотехнический метод определения освещенности.

Естественное освещение бывает:

- боковым – через световые проемы в наружных стенах;
- верхним – через фонари, атриумы, световые проемы в покрытиях;
- комбинированным – сочетание бокового и верхнего естественного освещения (рисунок 1.4)

Естественное освещение создается солнечным светом через световые проемы. Оно зависит от многих объективных факторов, как-то: времени года и дня, погоды, географического положения и т.п. Основной характеристикой естественного освещения служит коэффициент естественного освещения (КЕО), то есть отношение естественной освещенности внутри здания  $E_v$  к одновременно измеренной наружной освещенности горизонтальной поверхности ( $E_n$ ). КЕО обозначается через "e":



Рисунок 1.4 – Комбинированное естественное освещение через боковые и потолочные окна

$$e = \frac{E_n}{E_B} \cdot 100 \%, \quad (8)$$

Определяется расчетом, нормируется СНиП.

Естественная освещенность нормируется согласно СНиП 23-05-95. Для установления необходимого нормативного значения КЕО, т.е.  $e_n$  необходимо учесть размер объекта различения, т.е. разряд зрительной работы, контраст объекта различения и фона, а также характеристику фона.

Помимо этого, учитывается географическая широта местоположения здания (коэффициентом светового климата  $m$ ) и ориентация помещения по сторонам горизонта ( $c$ ).

$$e_n = e_n \cdot c \cdot m, \quad (9)$$

где  $e_n$  – табличное значение КЕО, определяемое на основании разряда зрительной работы и вида естественного освещения. При естественном освещении нормируется его неравномерность, т.е. отношение максимальной к минимальной освещенности.

Чем выше разряд зрительной работы, тем меньше допускается неравномерность освещенности.

Определение потребных площадей световых проемов выполняется по формуле 10

$$S_0 = \frac{S_n \cdot e_n^1 \cdot k_3 \cdot \eta}{100 \cdot \tau_0 \cdot r_0}, \quad (10)$$

где  $S_n$  – площадь пола освещаемого помещения,  $m^2$ ;

$k_3$  - коэффициент запаса;

$k_{зд}$  – коэффициент учета затенения окон противоположными зданиями;

$\eta$  – световая характеристика окна;

$\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания проемов;

$r_1$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения;

Определение расчетного КЕО при боковом освещении производим по формуле (11)

$$e_p^b = \frac{\varepsilon_6 \cdot q \cdot \beta_0 \cdot r_0 \cdot \tau_0}{k_3}, \quad (11)$$

где  $\varepsilon_6$  – геометрическое значение КЕО. Геометрические коэффициенты освещенности определяются графически по методу Данилюка путем подсчета

числа лучей (секторов) небосвода, видимых в светопроеме в вертикальной и горизонтальной плоскости ( $n_1, n_2$ );

$q$  – неравномерность яркости неба;

$\tau_0$  – общий коэффициент светопропускания проемов;

$r_0$  – коэффициент, учитывающий повышение КЕО при боковом освещении благодаря свету, отраженному от поверхностей помещения;

$k_3$  – коэффициент учета затенения окон противоположными зданиями.

КЕО определяется для характерных точек помещения. При одностороннем боковом освещении принимается точка, расположенная на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов. При двустороннем боковом освещении определяется КЕО в точке посередине помещения.

В результате расчета должно выполняться следующее условие  $e_n > e_p$ .

Если условие не выполняется, необходимо предусмотреть искусственное освещение, т.к. излишнее увеличение оконных проемов увеличивает эксплуатационные расходы (большие теплопотери, расходы на ремонт и очистку окон).

Искусственное освещение осуществляется при помощи электрических светильников, ламп накаливания, газоразрядных ламп. Искусственное освещение бывает общим и комбинированным.

Достоинства:

- естественное освещение благоприятно воздействует на зрение, психику человека, общее состояние здоровья;

- естественное освещение просто в исполнении;

- равномерность искусственного освещения на протяжении всего необходимого времени.



Рисунок 1.5 – Комбинированное освещение: естественное через боковые окна и искусственное с помощью потолочных светильников

#### Недостатки:

- неравномерное естественное освещение в течение суток зависит от состояния атмосферы;
- при естественном освещении через светопроемы происходят большие теплопотери. Светоаэрационные фонари, атриумы верхнего освещения – очень дороги (7 % от стоимости СМР), сложны в эксплуатации и ремонте, образуются «снеговые мешки»;
- длительное пребывание в здании с искусственным освещением отрицательно сказывается на зрении (отличие спектра света естественного и искусственного), качестве выполнения работ (т.к. наблюдаются неточности при определении цвета и оттенка).

Солнечный свет обладает антибактериальными свойствами. Если в здании нет оконных проемов, необходимо предусмотреть установки с ультрафиолетовым излучением. Отсутствие окон оказывает отрицательное психологическое воздействие на человека. Согласно действующим

требованиям человек не может находиться более четырех часов в помещении без окон.

## **1.8 Силовые и несилловые нагрузки и воздействия**

К силовым воздействиям относятся следующие виды нагрузок:

- постоянные нагрузки (вес частей зданий, давление грунтов);
- временные длительные нагрузки (вес перегородок, стационарного оборудования);
- кратковременные нагрузки (вес людей, мебели, снега, ветра).
- особые нагрузки (нагрузки от землетрясений и возможных аварий).

Возможны различные сочетания вышеперечисленных воздействий (они регулируются положениями СНИП «Нагрузки и воздействия»).

К несилловым воздействиям относятся:

- воздействие влаги на строительные материалы и конструкции;
- воздействие лучистой энергии солнца (солнечная радиация);
- биологические воздействия (микроорганизмы, насекомые);
- химические воздействия.

## **1.9 Структурные части здания. Основные понятия и определения**

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

предприятий, предназначенные для периодического обслуживания технологического оборудования, водонапорные башни и другие подобные сооружения.

Внешняя оболочка здания состоит из взаимосвязанных конструктивных элементов, каждый из которых имеет свое определенное назначение: стены, фундаменты, перекрытия, покрытие, крыши и т.п. (рисунок 1.6).

Основные конструктивные элементы здания – горизонтальные (перекрытия, покрытия), вертикальные (стены, колонны) и фундаменты. Взятые вместе, они составляют единую пространственную систему – несущий остов здания, надежно обеспечивающий восприятие и передачу на основание всех видов нагрузок и механических (силовых) воздействий, возникающих в процессе эксплуатации здания.

Фундаменты – подземные конструктивные элементы зданий, воспринимающие все нагрузки от вышерасположенных вертикальных элементов несущего остова и передающие эти нагрузки на основание.



1 – цоколь; 2 – стена наружная; 3 – окно; 4 – скатная крыша; 5 – вентиляционный канал; 6 – фронтон; 7 – слуховое окно; 8 – венчающий карниз; 9 – фасадный этажный пояс; 10 – пилястра; 11 – корырек входа; 12 – перила ограждения; 13 – терраса; 14 – эркер; 15 – дымоход.

Рисунок 1.6 – Структурные части здания

Основанием называют грунт, непосредственно воспринимающий нагрузки. Оно может быть естественным (грунты в природном состоянии) и искусственным (грунты с искусственно измененными свойствами за счет уплотнения, укрепления и т.п.).

Стена – вертикальный конструктивный элемент здания, защищающий внутреннее пространство здания от воздействия окружающей среды, воспринимающий все нагрузки и воздействия и передающий их на фундаменты.

Перекрытия – горизонтальные конструкции, разделяющие здание на этажи; одновременно выполняют несущие и ограждающие функции, так как предназначены для размещения людей, оборудования, мебели, нагрузку от которых перекрытия воспринимают и передают на вертикальные опоры.

Крыша (покрытие) – верхняя конструкция, отделяющая помещения здания от внешней среды и защищающая их от атмосферных осадков и других внешних воздействий.

Перегородки – тонкие «стены» – вертикальные ограждающие конструкции, отделяющие в пределах этажа одно помещение от другого. Они опираются на междуэтажные перекрытия или на пол первых этажей.

Лестницы – наклонные или вертикальные ступенчатые конструктивные элементы в зданиях и сооружениях, предназначенные для вертикального перемещения между этажами или уровнями.

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

Назначение несущих конструктивных элементов здания воспринимать все виды нагрузок и воздействий силового характера, которые могут возникать в здании, и передавать их через фундаменты на грунт.

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

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

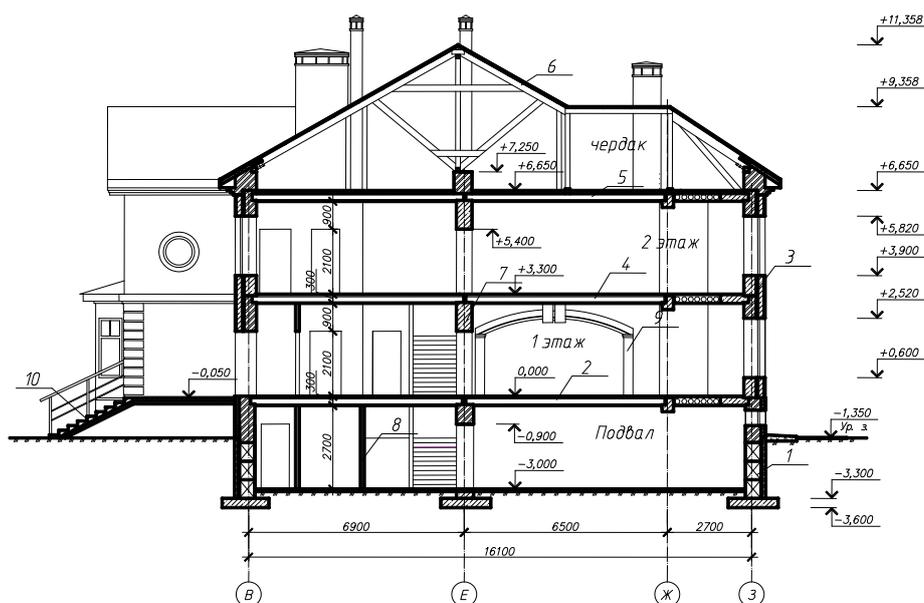
Многие конструктивные элементы являются одновременно и несущими, и ограждающими – в них несущие и ограждающие функции совмещены. Наиболее характерным примером такого совмещения функций являются наружные и внутренние несущие стены, которые одновременно могут являться и ограждающими конструкциями, и вертикальными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

К второстепенным конструктивным элементам зданий относятся эркеры, лоджии, балконы, веранды, фонари и т.п. К ним относятся также санитарно-технические устройства и инженерное оборудование зданий.

Внутреннее пространство зданий чаще всего расчленено на отдельные помещения - части внутреннего объема здания, огражденные со всех сторон.

Совокупность всех таких помещений, полы которых расположены на одном уровне, образует этаж здания. Отдельные этажи имеют определенное название (рисунок 1.7).

Разрез 2-2



1 – фундамент; 2 – надподвальное перекрытие; 3 – стена наружная; 4 – межэтажное перекрытие; 5 – чердачное перекрытие; 6 – скатная крыша; 7 – стена внутренняя; 8 – перегородка; 9 – арочный проем; 10 – лестница входа.

Рисунок 1.7 – Разрез здания

Подвал – этаж, полностью или большей своей частью (две трети высоты помещения) заглубленный в землю (называемый также «подвальный этаж»).

Полуподвальный, или цокольный – этаж, уровень пола которого заглублен от уровня тротуара или отмостки не более чем на половину высоты помещения.

Надземный этаж (первый, второй, третий и т.п.), расположенный выше уровня земли.

Чердачный (или чердак) – этаж, расположенный между крышей и перекрытием над последним этажом здания (так называемым «чердачным перекрытием»).

Мансардный (или мансарда) – этаж, выгороженный внутри чердачного пространства, образованного скатной крышей, и предназначенный для размещения жилых или подсобных отапливаемых помещений; площадь горизонтальной части потолка желательно чтобы занимала не менее 50 %

площади пола, а высота стен до низа наклонной части потолка различна, в зависимости от угла наклона крыши (обычно не менее 1,4-1,6 м).

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

## **2 Основания и фундаменты**

### **2.1 Основные сведения о грунтах и методах проектирования оснований.**

Основание – это толща грунтов, воспринимающая нагрузки от веса зданий или сооружений. В природе наиболее распространены не скальные или грунтовые основания (крупнообломочные, песчаные, пылевато-глинистые, глинистые. Грунты, в которых присутствует значительное количество глины (супеси, суглинки и глины), называют вспучивающимися при замерзании. Остальные грунты (пески, гравелистые грунты и др.) составляют группу не вспучивающихся при замерзании.

Грунты различают по многим признакам, но наиболее важные – физические и механические свойства (плотность, влажность, пористость, пластичность, деформативность, предельная несущая способность).

Грунты оснований по сравнению с конструктивными материалами обладают малой прочностью и большой деформативностью. Они воспринимают только сжимающие и сдвигающие усилия и не работают на

растяжение.

Степень прочностной ответственности оснований весьма велика, поскольку от них зависит целостность всех выше располагаемых конструкций любого здания или сооружения.

Прежде чем приступить к проектированию здания необходимо иметь полную информацию о грунтах, для чего проводятся предварительные инженерно-геологические изыскания на предлагаемой площадке строительства.

Некоторые грунты могут снижать свою прочность при увеличении влажности, которая может возникать в результате подъема грунтовых вод, поступления воды с поверхности земли (талые, дождевые воды) или в результате аварий трубопроводных систем. Поэтому, одна из основных мер – защита оснований от увлажнения.

Деформации оснований возможны также в результате их промерзания. Глубина сезонного промерзания обуславливает определенный минимум глубины заложения фундаментов.

Несущая способность оснований может быть увеличена путем искусственного их упрочнения (механический, физический и химический метод).

К механическим методам относятся трамбование и виброуплотнение грунтов, замена грунтов основания более прочными грунтами и др.

К физическим методам относятся уплотнение грунтов при помощи понижения уровня грунтовых вод и вертикальный дренаж грунтов основания.

К химическим методам относятся силикатизация, цементизация, битуминизация, электрохимическое и термическое закрепление грунтов.

При наличии в верхних зонах грунтов слабых участков возникает необходимость передачи нагрузок на более плотные слои. В таком случае применяют свайные фундаменты.

## 2.2 Общие сведения о фундаментах гражданских зданий

Фундаментом называется подземная часть здания, принимающим на себя все нагрузки строения, как постоянные, так и временные, и передающим их на грунт основания. Материалоемкость фундамента в объеме малоэтажного жилого дома составляет 10...30 %. Долговечность, надежность, прочность и устойчивость зданий во многом зависит от качества фундаментов (рисунок 2.1).

Верхняя плоскость фундамента, на которой располагается надземная часть здания, называется поверхностью фундамента или обрезами. Нижняя плоскость фундамента, непосредственно соприкасающаяся с основанием – подошвой фундамента, называется цоколем.

Цоколь – нижняя часть стены (или надземная часть фундамента), защищенная от механических повреждений и атмосферных воздействий отделкой из прочных и долговечных материалов. Верх цоколя обычно совпадает с уровнем пола первого этажа, а плоскость его выступает, либо западает по отношению к плоскости стены (последнее зависит от конструкции цоколя и архитектурных требований, которые предъявляются к цоколю как элементу, придающему зданию более устойчивый и законченный вид).

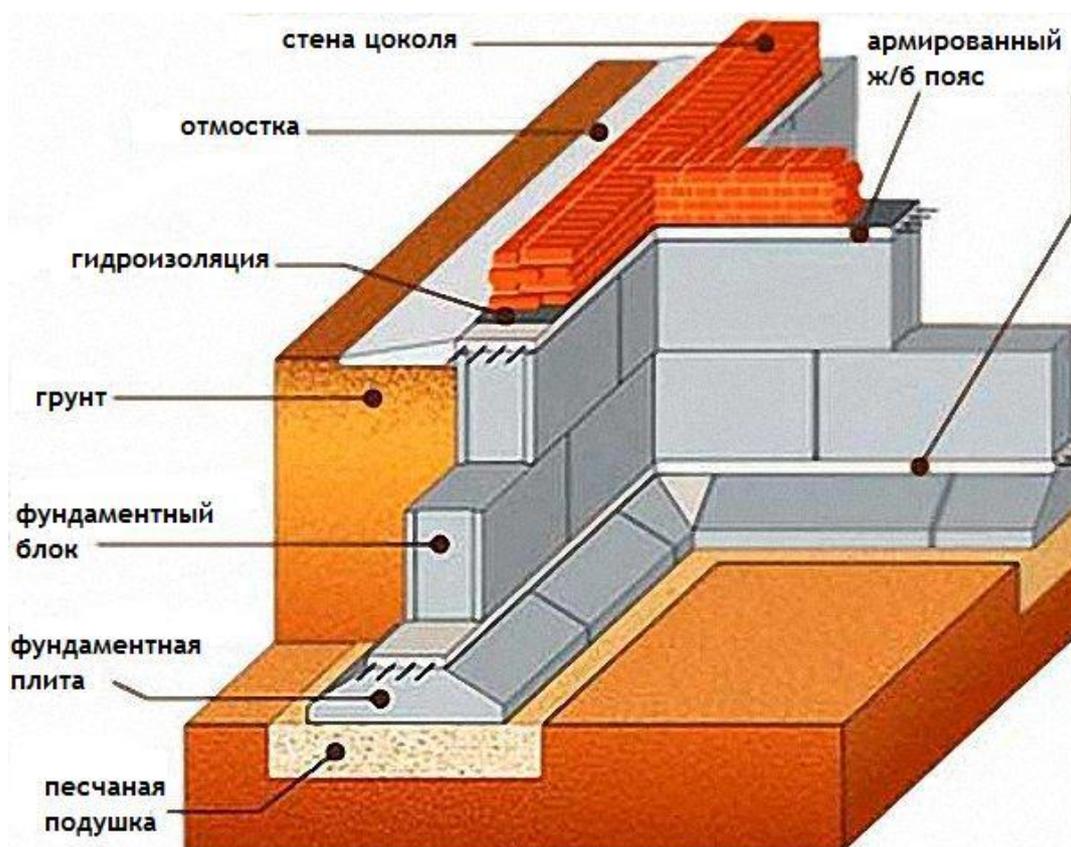


Рисунок 2.1 – Фрагмент расположения элементов ленточного сборного фундамента, общий вид

Высота подъема цокольной части фундамента зависит от района строительства (нормативной глубины промерзания грунта, количества осадков). Так, для южных регионов высота цоколя принимается 0,15...0,45 м. В умеренном климате – 0,45-0,6м. В холодных климатических районах, с большим количеством снега, высота цоколя проектируется от 0,9 до 1,2 м (рисунок 2.2). Цоколи стен из каменной кладки выполняют из хорошо обожженного полнотелого глиняного кирпича с облицовкой естественным камнем (в перевязку с кирпичом), либо штукатуркой из цементно-песчаного раствора, либо керамическими плитками типа «кабанчик» на цементном растворе, либо офактуренными железобетонными плитками и т. д. Нередко встречаются цоколи, облицованные тонкими плитами из естественного камня (чаще всего гранита) по аналогии с облицовкой стен.



Рисунок 2.2 – Фрагмент решения цокольной части фундамента, общий вид

По виду строительных материалов – фундаменты подразделяются на бутовые, буто-бетонные, бетонные, железобетонные.

По технологии исполнения – на монолитные, сборные, сборно-монолитные (рисунок 2.3).

По конструктивному признаку – ленточные; столбчатые, отдельностоящие; сплошные (плитные); свайные.

По условиям работы – на жесткие, воспринимающие в основном сжимающие усилия и гибкие, при работе которых образуются деформации изгиба.



Рисунок 2.3 – Фрагмент монолитного бетонного фундамента, общий вид

По глубине заложения:

- на фундаментах мелкого заложения, с расстоянием от планировочной отметки уровня земли до подошвы фундамента до трех метров. Такие фундамента выполняются в траншеях или открытых котлованах.

- фундамента глубокого заложения – конструкции, с расстоянием от планировочной отметки уровня земли до подошвы фундамента более трех метров. Возводятся такие фундамента открытым способом, методом «стена в грунте», забивкой или бурением свай.

По форме фундамента подразделяются на – ленточные (рисунок 2.3); столбчатые, отдельно-стоящие; плитные ( сплошные) и свайные.

Выбор конструкции фундамента производят с учетом характера несущего остова, геологических и гидрогеологических условий района строительства, наличия местных строительных материалов индустриальной базы.

Глубина заложения фундаментов (столбчатых, ленточных и сплошных) зависит от геологических и гидрогеологических условий участка строительства, величины нагрузок, климатических условий (нормативной глубины промерзания грунта  $d_{fn}$ ), наличия подвала, материала фундаментов.

При отсутствии подвалов и больших прямков на невспучиваемых грунтах обычно проектируют фундаменты мелкого заложения, подошва которых располагается на глубине не менее 0,5 м от спланированного уровня земли (спланированным уровнем земли называют тот уровень, который стал результатом вертикальной планировки участка). На грунтах, вспучивающихся при замерзании, глубину заложения  $d_3$  подошвы фундамента наружных стен принимают ниже расчетной глубины промерзающего слоя не менее чем на 0,2 м. (для отапливаемых зданий расчетная глубина промерзания меньше нормативной, указываемой в СНиП 2.02.01-83\*, на 10-30 % из-за влияния теплового режим помещений; степень влияния зависит от конструкции пола 1-го этажа).

$d_3 = d_1 + 0,2$  м, где  $d_1$  - расчетная глубина промерзания грунта, определяемая для каждого района строительства по СП 131.13330.2012 «Строительная климатология».

При наличии теплого подвала глубину заложения фундамента назначают не менее 0,5 м от уровня пола подвала; при холодном подвале – равной половине расчетной глубины промерзания. У бесподвальных зданий на непучинистых грунтах минимальная глубина заложения подошв фундамента - 0,5 м.

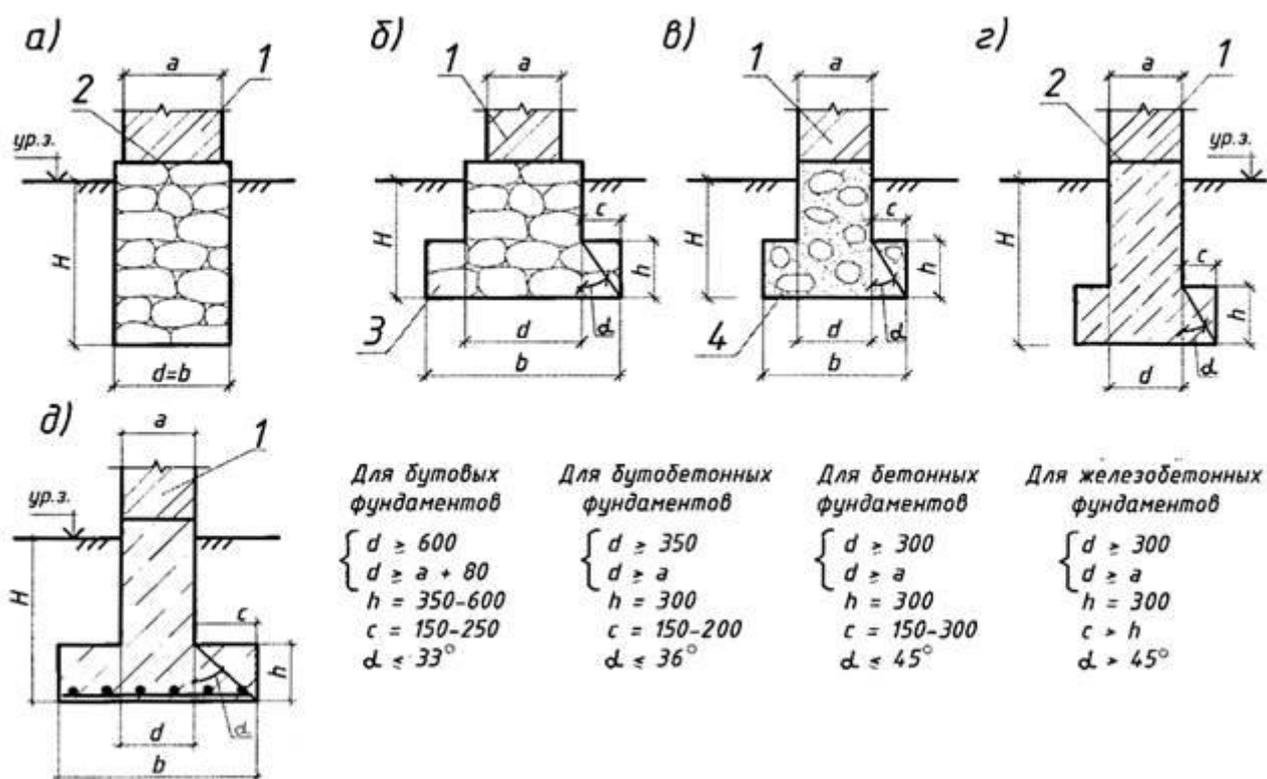
К фундаментам предъявляются, прежде всего, требования прочности и устойчивости на опрокидывание и скольжение в плоскости подошвы. Прочность фундаментов достигается применением соответствующих материалов (естественный камень, бетон и железобетон), а устойчивость – приданием фундаменту такой формы, чтобы равнодействующая всех учитываемых в расчете сил (чаще всего сжимающих) проходила через середину подошвы фундамента.

Долговечность фундаментов должна соответствовать сроку службы здания в целом. Для этого они должны обладать необходимой морозо- и коррозиестойкостью, быть стойкими к воздействию грунтовых вод. Требования индустриальности и экономичности находят отражение в широком применении сборных конструкций фундаментов, в использовании местных строительных материалов. При наличии подвалов к фундаментам предъявляются эксплуатационные требования.

### 2.2.1 Ленточные фундаменты

Ленточные фундаменты – наиболее распространенный тип фундаментов гражданских зданий. Фундаменты выполняются в виде сплошных стен (лент) под наружные стены, внутренние несущие конструкции, стены-бранмауэры, дымоходы. В домах с подвалами ленточные фундаменты являются одновременно и стенами этих подземных помещений, испытывая дополнительно к другим нагрузкам горизонтальное давление грунта.

По очертанию в профиле ленточный фундамент под стену представляет собой в простейшем случае (при небольших нагрузках на фундамент) прямоугольник; в большинстве же случаев – ступенчатое сечение (рисунок 2.4 а, б, в, г, д).



а – бутовый; б – бутовый, ступенчатого сечения; в – бутобетонный; г – бетонный; д – железобетонный.

Рисунок 2.4 – Ленточный монолитный фундамент

Он может быть монолитным и сборным. Монолитный фундамент выполняют из бутовой кладки, бутобетона и бетона. Бутовый фундамент поверху делают несколько шире стены, предусматривая с каждой ее стороны уступы по 100 мм. Уступами, с учетом угла распределения давления в материал фундаментов, происходит развитие подошвы монолитных фундаментов. Получаемые при этом соотношения между шириной уступа и его высотой исключают появление в них опасных растягивающих и скалывающих напряжений. Монолитные фундаменты широко применяются при сложной форме здания в плане.



Рисунок 2.6 – Фундамент ленточный монолитный, бутобетонный, общий вид

Сборные бетонные и железобетонные фундаменты из крупных блоков являются наиболее индустриальными конструкциями. Как правило, они состоят из двух элементов: подушки, собираемой из бетонных или железобетонных блоков, трапециевидной (иногда прямоугольной) формы и стенки из бетонных сплошных блоков в виде прямоугольных параллелепипедов (в малоэтажном домостроении сборные фундаменты часто состоят только из одного элемента – стенки; небольшие уширения подошвы получают путем укладки нижнего ряда из бетонных стеновых блоков большей ширины).

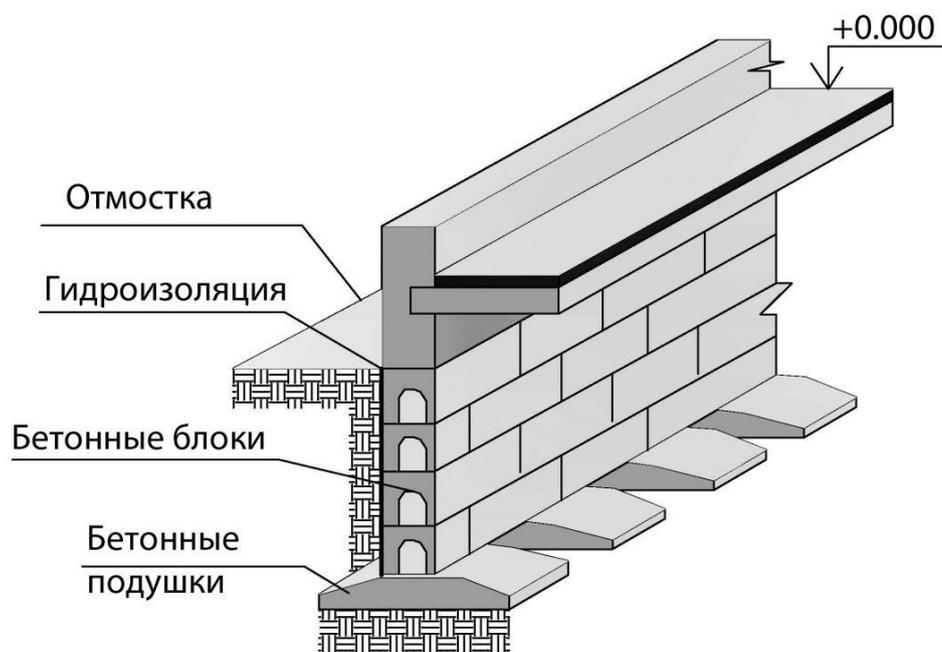


Рисунок 2.5 – Фундамент ленточный сборный прерывистый, из конструкций полной заводской готовности

Блоки-подушки изготавливают шириной 800, 1000 мм (бетонные), 1200, 1400, 1600 мм (железобетонные) при толщине 300 мм; 2000, 2400, 2800 и 3200 мм при толщине 500 мм; 3600, 4000 и 5200 мм (последние – под две близкорасположенные стены) при толщине 600 мм. Длина блоков-подушек – 2400 и 1200 мм (доборных) для элементов шириной меньше или равной 1600 мм, 1200 мм – для элементов шириной меньше или равной 4000 мм и 800 мм – для элементов шириной 5200 мм. Блоки стеновые изготавливают шириной 300, 400, 500, 600 мм, высотой 600 и 300 мм (последняя – для доборных элементов) и длиной 800, 1200 и 2400 мм (размеры – номинальные).

При монтаже сборных фундаментов укладку блоков-подушек по выравнивающему слою песка толщиной 100-150 мм; зазоры между блоками (от 20 до 200 мм) заполняют грунтом. Стеновые блоки устанавливают на цементно-песчаном растворе с перевязкой швов не менее чем на высоту блока. Обязательна привязка стеновых блоков в углах и пересечениях стен с закладкой в швы сварных сеток из арматуры диаметром 6-10 мм.

Поскольку блоки фундаментов изготавливают из бетонов марки не ниже «150», толщину стенки сборных фундаментов следует принимать равной или даже меньше толщины надземных стен. Образующийся при этом напуск кирпичной кладки (не более 130 мм) поддерживает конструкция армированного пояса.

Глубина заложения ленточных фундаментов под наружные и внутренние стены бесподвальных отапливаемых зданий может быть различна, так как различны требования, определяющие ее величину. Переход подошвы фундамента от высокой отметки к более низкой делают уступами высотой 500-600 мм и длиной 1000-1200 мм каждый. В сборных фундаментах размеры уступов согласуются с параметрами блоков.

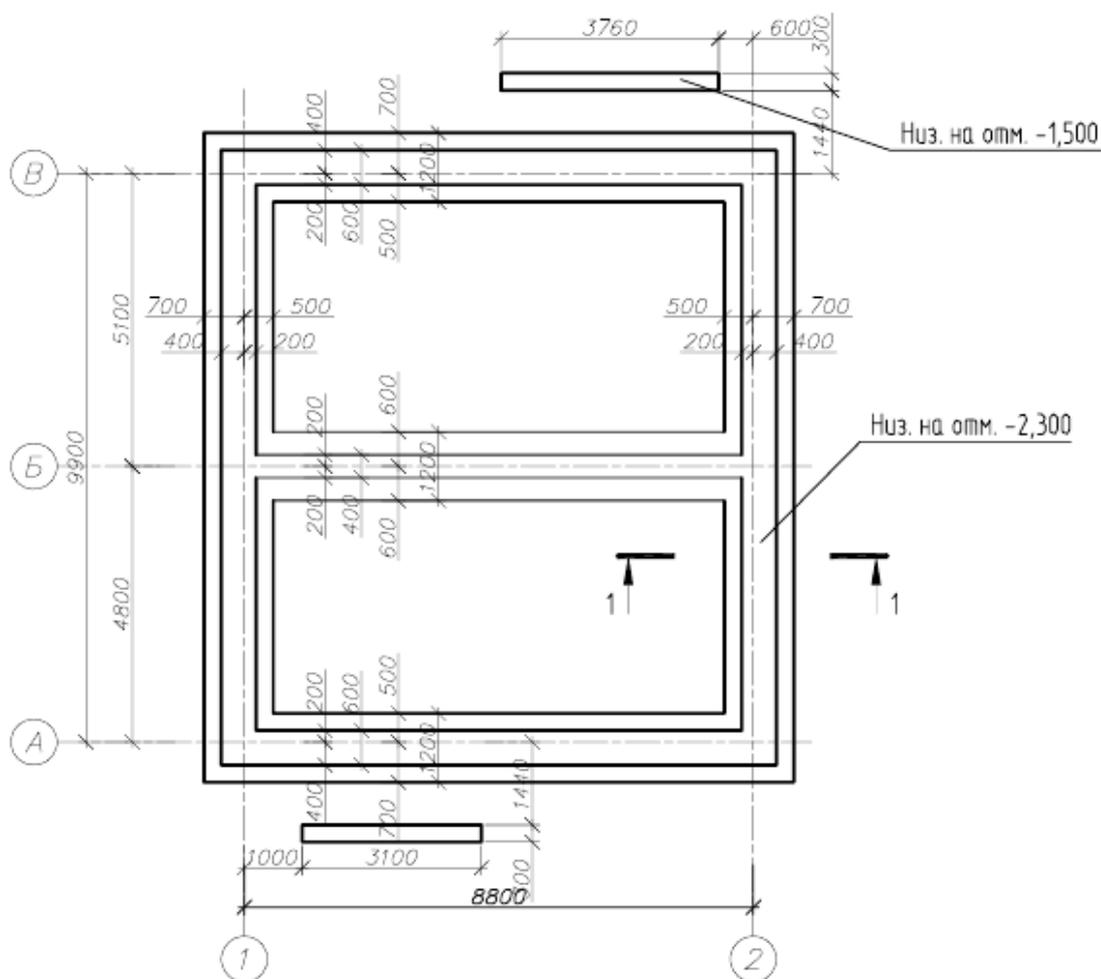


Рисунок 2.6 – Фрагмент схемы расположения элементов ленточного сборного фундамента

Такой плавный переход (теоретически его можно представить в виде наклонной плоскости с углом наклона  $\alpha$  - усредненным углом естественного откоса грунта равным  $30^\circ$ ) исключает возможность образования в грунте «призмы обрушения», стремящейся сдвинуть более заглубленный фундамент.

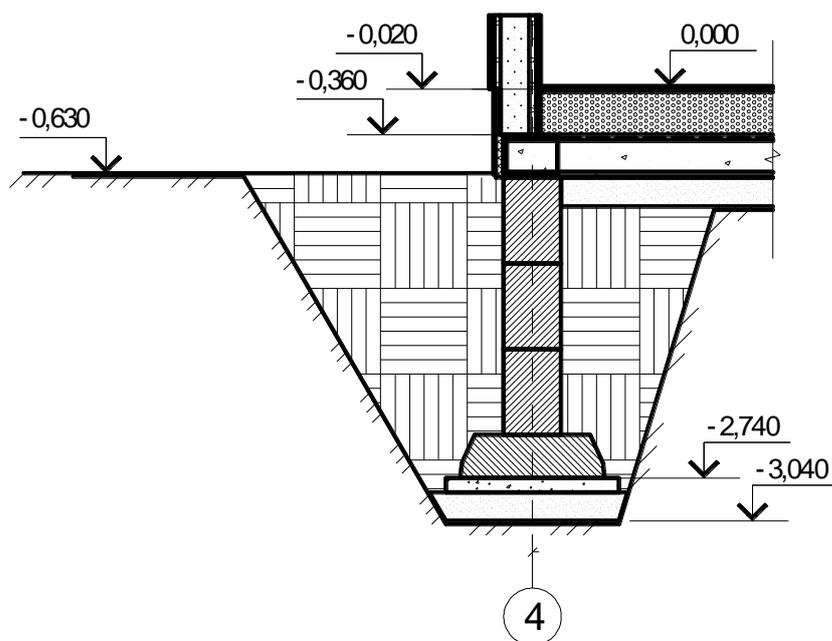


Рисунок 2.7 – Разрез ленточного сборного фундамента

### 2.2.2 Конструкции столбчатых и сплошных фундаментов

Столбчатые или отдельно-стоящие фундаменты имеют вид отдельных опор и применяются в малоэтажном домостроении при небольших нагрузках от здания .

Конструкция столбчатых фундаментов под стены состоит из фундаментных столбов (бутовых, бутобетонных, бетонных и железобетонных), перекрываемых железобетонными фундаментными балками. Столбы располагают обязательно под углами здания, в местах пересечения и примыкания стен, а также вдоль стен с шагом от 2 до 6 м. В малоэтажных зданиях при расстановке столбов с шагом 3 м и меньше вместо специальных фундаментных балок могут быть использованы сборные железобетонные

несущие перемычки. Для защиты фундаментных балок (или перемычек) от выпирания (в пучинистых грунтах) под ними устраивают траншеи, засыпаемые шлаком или песком.

Столбчатые фундаменты под отдельные опоры – каменные колонны, могут быть сборными и монолитными. Для сборного фундамента под кирпичный столб успешно применяются железобетонные блоки-подушки, заимствованные у ленточных сборных фундаментов. Монолитные бетонные фундаменты под отдельные опоры также получают ступенчатое развитие, но только в соответствии с углом распределения давления в материале фундамента (по аналогии с ленточными фундаментами).

Сплошные фундаменты в виде монолитной железобетонной безбалочной плиты под все здание применяются при значительных нагрузках на основание или в зданиях с подвалом при высоком уровне грунтовых вод (когда пол подвала подвергается снизу большому гидростатическому давлению). Выполняют сплошной фундамент из бетона марки «300» толщиной 300-600 мм. Сплошные фундаменты обеспечивают равномерную осадку здания.

### 2.2.3 Свайные фундаменты

Свайные фундаменты (рисунок 2.8) – конструкции, состоящие из отдельных свай, погруженных в грунт и объединенных поверху железобетонным ростверком.

Ростверк – конструктивный элемент, объединяющий оголовки свай и равномерно перераспределяющий нагрузку между ними.

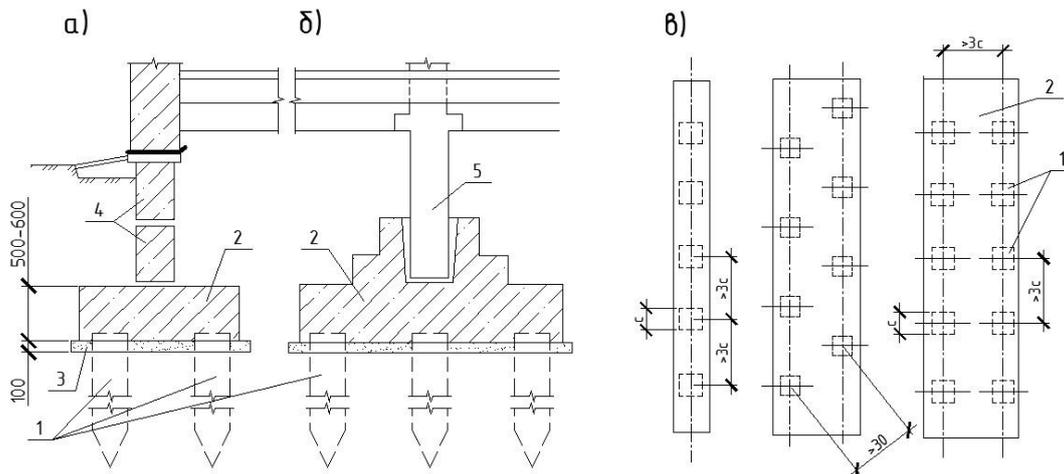
Применяются данные фундаменты при глубоком напластовании слабых грунтов, при высоком уровне грунтовых вод или при строительстве в плотной существующей застройке (в других случаях – при соответствующих технико-экономических обоснованиях).

Свайные фундаменты устраивают под стены (рисунок 2.8, а) и отдельные опоры (рисунок 2.8, б). В состав свайного фундамента, возводимого под стены

зданий с подвалом (или техническим подпольем), входят сваи, устанавливаемые в один или два ряда, железобетонный (чаще монолитный) ростверк балочного типа с шарнирной или жесткой связью со сваями.

При отсутствии подвальных помещений обрез ростверка выводят на уровень горизонтальной гидроизоляции стены (на 150-250 мм выше планировочных отметок).

Свайный фундамент под колонну представляет собой куст свай, объединенных монолитным железобетонным ростверком точечного типа. Для монолитных колонн в конструкции ростверка предусматриваются выпуски арматуры.



а – под стены; б – под колонны; в – примеры расстановки свай в плане;  
1 – сваи; 2 – железобетонный ростверк; 3 – бетонная подготовка; 4 – стеновые блоки; 5 – колонна.

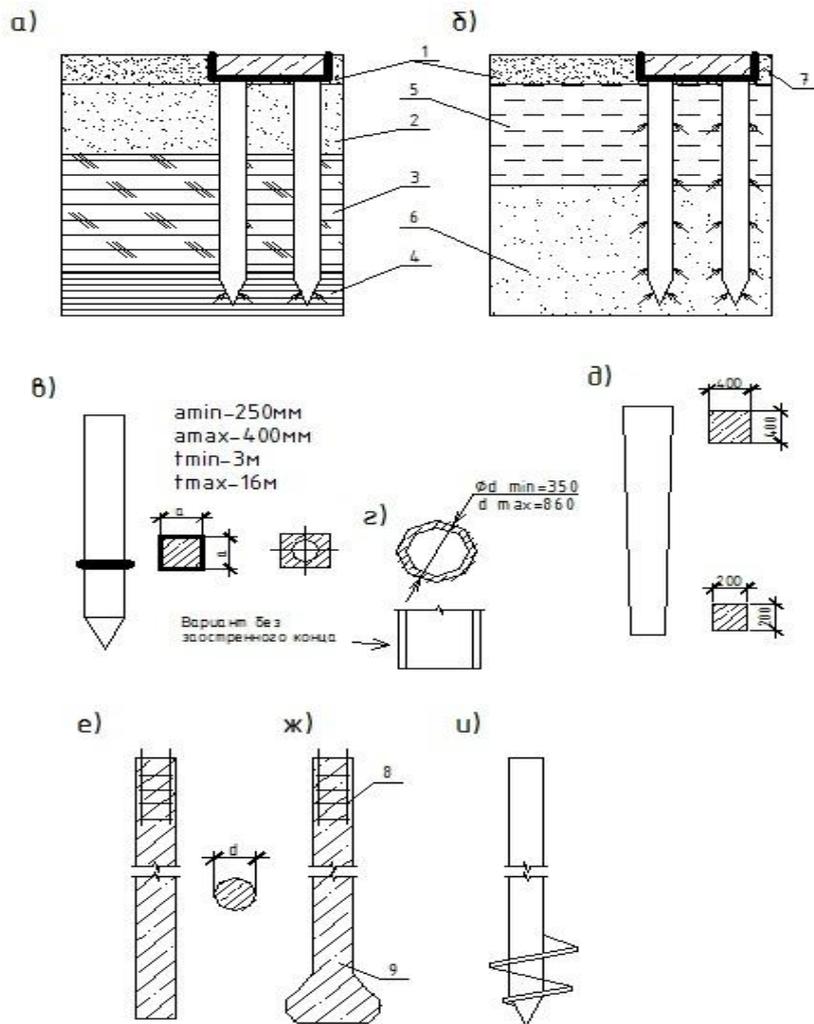
Рисунок 2.8 – Свайные фундаменты

### Классификация свай

В зависимости от материала сваи бывают деревянными, бетонными, железобетонными, стальными и комбинированными.

По характеру работы в грунте различают два вида свай: сваи-стойки (рисунок 2.9, а) и висячие сваи (рисунок 2.89, б). Сваи-стойки опираются на прочный, практически несжимаемый грунт (скальный или крупнообломочный),

и несущая способность их определяется в основном сопротивлением грунта под острием сваи. Поэтому для применения свай-стоек необходимо, чтобы глубина залегания прочного грунта не превышала возможной длины свай. Если прочные грунты располагаются на большой глубине, применяют висячие сваи, несущая способность которых складывается из сопротивлений сил трения по боковой поверхности и грунта под острием сваи.



а – под стены; б – под колонны; в – примеры расстановки свай в плане; 1 – сваи; 2 – железобетонный ростверк; 3 – бетонная подготовка; 4 – стеновые блоки; 5 – колонна.

Рисунок 2.9 – Виды свай

По способу погружения в грунт различают забивные и набивные сваи; первые – заводского изготовления, вторые – изготавливают непосредственно в

грунте на месте строительства. Кроме того, можно встретить винтовые сваи со стальными или железобетонными наконечниками (рисунок 2.8, и).

Забивные железобетонные сваи (рисунок 2.9, в, г, д) по форме разделяются на: призматические, цилиндрические и трапециевидные с острием и без острия. Сечение призматических свай – квадратное сплошное или с круглой полостью, с размерами от 250x250 до 400x400 мм (с градацией через 50 мм). Минимальная длина сплошных свай – 3 м, максимальная – 16 м (с градацией через 1 м). Путем наращивания получают сваи длиной до 32 м. Квадратные полые сваи имеют длину от 4 до 6 м (с градацией через 0,5 м). Трубчатые сваи встречаются диаметром 800 мм и выше (сваи-оболочки) при длине 4-7 м (в конструкции таких свай учитывают возможность их наращивания). Железобетонные сваи длиной до 7 м называются короткими. Несущая способность забивных свай определяется их параметрами, формой поперечного сечения и свойствами грунтов, залегающих в пределах длины свай.

Набивные сваи (рисунок 2.9, е, ж) бывают бетонные, железобетонные и комбинированные: арматурные каркасы размещают только в верхней зоне сваи. Изготавливают их на месте путем заполнения бетоном предварительно пробуренных или выполненных при помощи обсадных труб скважин. Длина таких свай – 10-18 м, диаметр – 300-600 мм, марка бетона «200». Сваи могут выполняться с уширением в нижней части, повышающим их несущую способность. Уширение особенно эффективно для свай, работающих на выдергивание.

К основным достоинствам набивных свай относят: отсутствие форм для их изготовления и возможность устройства свай в стесненных условиях, например, вблизи существующих зданий; к недостаткам – трудности контроля их качества при изготовлении.

#### Расстановка свай и параметры ростверков

При ростверках балочного типа сваи устанавливают в углах и пересечениях стен, а также вдоль стен (в зависимости от несущей способности

свай и величины нагрузки) в один, два ряда и в шахматном порядке (рисунок 2.7, в) с шагом от  $3C$  до  $8C$  (где  $C$  – размер поперечного сечения сваи). Рациональным принято считать шаг, равный  $1,5C+1,8$  м. Расстояние между рядами свай принимается равным  $3C$ ; от наружной грани до края ростверка – 50-100 мм. Заделка свай в монолитный ростверк: при шарнирном соединении – не менее чем на 50 мм и без арматурных выпусков, при жестком – не менее 250 мм в случае тонкой забивки, а в случае неточной забивки – на 50 мм с обнажением арматуры и заделкой ее в ростверке на глубину не менее 250 мм. Высоту ростверка принимают обычно в пределах 400-600 мм, марку бетона – не менее «150».

При кустовом расположении свай (в фундаментах точечного типа) их расстановка осуществляется по тем же правилам, что и при непрерывных фундаментах. В ряде случаев (при значительных горизонтальных нагрузках) часть свайного куста забивается наклонно.

#### 2.2.4 Гидроизоляция элементов нулевого цикла

К элементам нулевого цикла относятся конструкции, расположенные ниже отметки чистого пола (0.000) . Для защиты цокольных стен здания от сырости, образующейся вследствие капиллярного движения грунтовой влаги по материалу фундамента, устраивают горизонтальную гидроизоляцию из двух слоев рубероида или толя. Гидроизоляционные слои укладывают выше уровня отмостки или тротуара на 150-250 мм, либо по выровненному обрезу фундаментов. В бесподвальных зданиях при полах по грунту участок стен от обреза фундамента до уровня бетонной подготовки пола защищают обмазкой горячим битумом за два раза. Основное требование к горизонтальной гидроизоляции – ее непрерывность.

Гидроизоляцию конструкций подвалов устраивают независимо от наличия грунтовых вод. Уровень грунтовых вод определяет только тип гидроизоляции: при низком уровне грунтовых вод (ниже пола подвала или

выше, но не более чем на 200 мм) применяют обмазочную гидроизоляцию. При высоком уровне (выше пола подвала более чем на 200 мм) применяют оклеечную гидроизоляцию .

В первом случае гидроизоляцией пола служит его бетонная подготовка, а гидроизоляцией стен – обмазка горячим битумом за два раза. Во втором случае изоляцией пола и стен являются два-три слоя рубероида или гидроизола на битумной мастике, которые образуют водонепроницаемую оболочку. Такую гидроизоляцию устраивают выше максимально возможного уровня грунтовых вод на 500 мм и защищают от механических повреждений кирпичной стенкой толщиной в  $\frac{1}{2}$  кирпича. Во всех случаях, когда уровень грунтовых вод превышает уровень пола подвала, гидроизоляцию стен и пола усиливают путем устройства глиняного замка из мятой жирной глины.

Гидростатическое давление, возникающее при высоком уровне грунтовых вод и действующее снизу на конструкцию пола, уравнивают, в зависимости от величины напора, пригрузочным слоем бетона либо устройством сплошной железобетонной плиты под все здание, которая, как правило, совмещает функции несущей конструкции пола фундаментов. Поскольку такие мероприятия являются дорогостоящими, стараются понизить уровень грунтовых вод путем устройства дренажа.

### **3 Стены и отдельные опоры**

#### **3.1 Общие сведения о стенах**

Стены являются основной структурной частью здания, выполняющей несущие и ограждающие функции. Стоимость стен достигает 30 % от общей стоимости здания.

##### **Основные требования к стенам**

К стенам, как несущим конструкциям, предъявляются, прежде всего, требования прочности и устойчивости. Как ограждающие конструкции стены

должны отвечать требованиям звуко- и теплоизоляции (последнее – для наружных стен отапливаемых зданий). Долговечность и огнестойкость стен должны отвечать классу здания. Кроме того, они должны, по возможности, иметь небольшой вес, быть индустриальными и экономичными.

Уменьшение веса стен существенно снижает материалоемкость других конструктивных элементов (фундаментов) и транспортные расходы. Экономичность конструкций стен достигается за счет использования местных строительных материалов и облегченных конструкций.

К стенам, формирующим архитектурный облик здания, предъявляются эстетические требования.

Типологические особенности стен

По несущей способности стены могут быть:

- несущими, когда кроме собственного веса стены воспринимают нагрузку от перекрытий и крыши (с учетом временной и кратковременной нагрузки). Нагрузка передается на фундаменты;

- самонесущими – стены несут только собственный вес в пределах всей высоты здания, передают данную нагрузку на фундаменты.

- ненесущими, стены не несут собственный вес, а полностью передают нагрузку на другие элементы здания (перекрытия или пол по грунту);

Ветровую нагрузку воспринимают наружные несущие и ограждающие стены.

По расположению в здании различают наружные и внутренние стены.

По функции стены подразделяются: на несущие; ограждающие (защищающие здание от атмосферных воздействий); перегородки (конструкции ненесущие, служат для выгораживания определенного пространства внутри здания, не имеют фундаментов); специальные – огнезащитные преграды (брандмауэры).

По материалу – каменные, деревянные, комбинированные. Каменные стены, в свою очередь, подразделяются на стены из натуральных

(естественных) и искусственных камней (саманные, кирпичные, мелкоблочные).

По конструкции стены подразделяются на: однородные (сплошные), многослойные и слоистые.

В настоящем разделе рассматриваются стены из мелкоштучных элементов, в первую очередь, каменные, как наиболее распространенные.

### **3.2 Каменные стены**

Структурными элементами таких стен являются кирпичи с размерами 250x120x65 мм (рисунок 3.1, а). Большие боковые поверхности кирпича получили название ложков, меньшие – тычков. При возведении стен кирпичи укладывают горизонтальными рядами (ложковыми или тычковыми) на растворе, с перевязкой швов в смежных рядах).

Различают однородные (сплошные) кирпичные стены (кладка из обыкновенного кирпича, кирпича с круглыми или щелевидными пустотами) и неоднородные, или облегченные (часть кладки по толщине стены заменена эффективным теплоизоляционным материалом).

Толщина однородных кирпичных стен всегда кратна  $\frac{1}{2}$  кирпича (120 мм) и равна  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2,  $2\frac{1}{2}$ , 3 кирпичам, или (с учетом 10 мм толщины вертикального шва) соответственно 120, 250, 380, 510 (540 – с уширенным швом), 640 и 770 мм. Толщина горизонтальных швов принята равной 12 мм (при этом 13 рядов кладки равны по высоте 1 м).

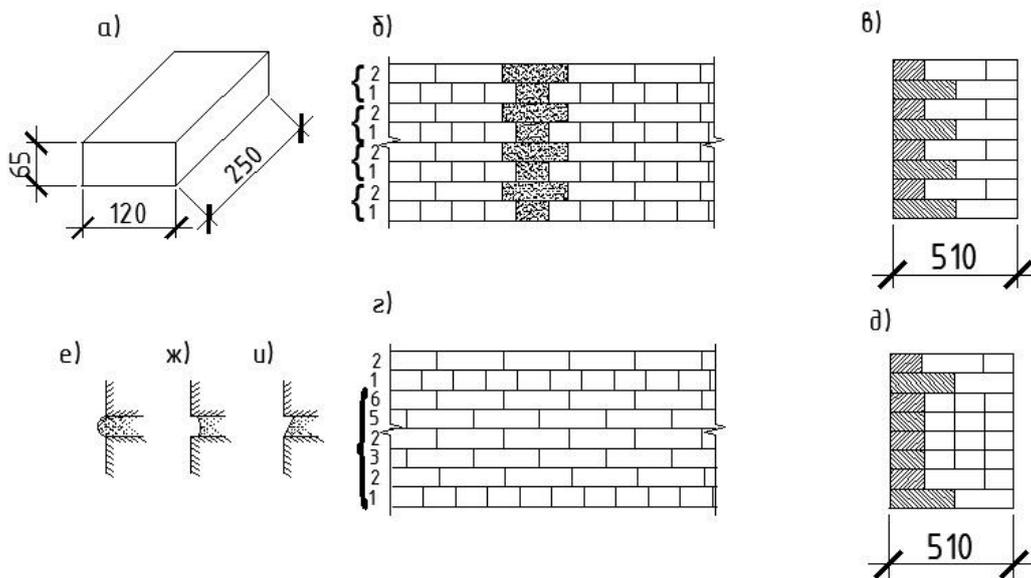


Рисунок 3.1 – Кирпичные однородные (сплошные) стены

Кратность  $\frac{1}{2}$  кирпича выдерживают и при назначении ширины простенков до 1,5 м.

В настоящее время кладку сплошных кирпичных стен ведут по двум системам: двухрядной, или цепной (рисунок 3.1, б, в) и многорядной, или ложковой (рисунок 3.1, г, д). Двухрядная система характеризуется чередованием тычковых и ложковых рядов с перевязкой их вдоль стены на  $\frac{1}{4}$  кирпича, а по толщине – на  $\frac{1}{2}$  кирпича. В многорядной (чаще – шестирядной) системе кладки несколько ложковых рядов, имеющих перевязку в  $\frac{1}{2}$  кирпича, чередуются с одним тычковым; по толщине стены этот тычковый ряд перевязывает группу ложковых, между которыми перевязка отсутствует.

Соблюдать перевязку в  $\frac{1}{2}$  кирпича проще, чем в  $\frac{1}{4}$  кирпича, поэтому производительность труда каменщика при многорядной системе кладки выше, чем при двухрядной. Но кладка по двухрядной системе прочнее.

Сплошные кирпичные стены применяются для кладки внутренних несущих стен, перегородок, брандмауэров. Однородная кладка наружных стен экономически нецелесообразна, т.к. для выполнения требований теплозащиты здания необходимо предусмотреть стены толщиной от 1 до 2,2 м.

При строительстве малоэтажных зданий в условиях холодных климатических условий необходимо применять слоистые и многослойные конструкции наружных стен.

Облегченная многослойная конструкция каменной кладки получается путем заполнения пространства между двумя кирпичными стенками толщиной по  $\frac{1}{2}$  кирпича эффективным утеплителем.

В качестве утеплителя могут применяться:

- засыпные материалы (шлак, зола, керамзитовый гравий, пенопласт гранулированный);
- литые (заливные) материалы (поризованный газопенобетон, перлитопластобетон, полистиролбетон, пенополиуретан);
- плитные материалы (фибrolитовые плиты, минераловатные плиты, пенопласт, пенополистирол, пенополиуретан).

Теплозащитные свойства материалов возрастают пропорционально уменьшению их плотности.

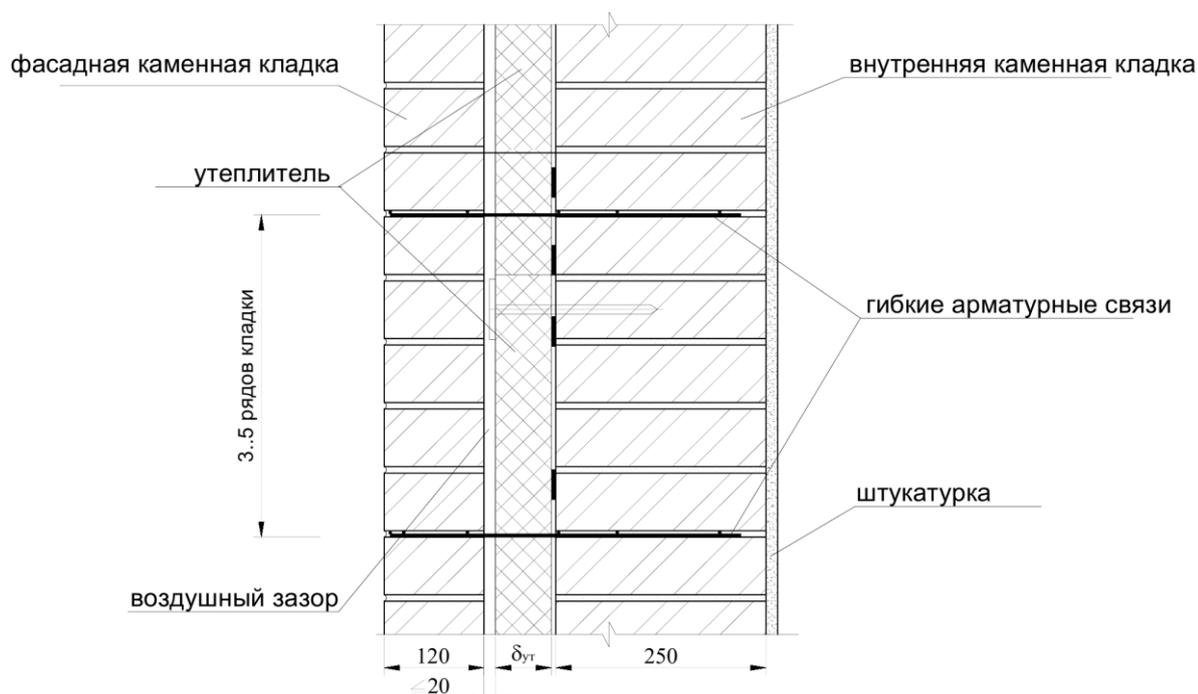


Рисунок 3.2 – Кирпичные стены многослойной конструкции

Для обеспечения совместной работы наружного и внутреннего слоя кладки, увеличения прочности данной системы, кирпичные стенки перевязывают через каждые 3-5 рядов по высоте гибкими связями в виде кладочных арматурных сетом или одиночных анкерных стержней (рисунок 3.2). В связи с тем, что металлические связи могут привести к снижению энергоэффективности ограждающей конструкции до сорока процентов, в настоящее время рекомендуется использовать полимерную арматуру.

Стены с засыпками имеют небольшую прочность, поэтому их применяют для зданий высотой не более 2 этажей. Засыпные материалы гигроскопичны (исключение – пенопласт гранулированный). Впитывая влагу, переуплотняются, что приводит к образованию «мостиков холода» в конструкции стен. Сыпучие утеплители рекомендуется применять в теплых, маловлажных климатических условиях.

Более надежная связь между ограждающими кирпичными стенками при заполнении пространства легким бетоном или пенополиуретаном и подключение к работе этих заполнителей. Заливные утеплители способствуют увеличению несущей способности стен, применяются в сейсмоопасных районах, не имеют ограничения по климатическим показателям.

Слоистая конструкция получается путем утепления однородной каменной стены толщиной 250, 380 мм с наружной стороны теплоизоляционными жесткими минераловатными плитами или панелями из легких бетонов, пеностекла, фибролита. Применение синтетических утеплителей (пенопласт, пенополистирол, пенополиуретан) на фасаде жилого здания не рекомендуется из-за высокой горючести и токсичности под воздействием пламени.

Толщину кирпичной стены определяют из условий несущей способности, толщину изоляционной плиты – теплотехническим расчетом в зависимости от климатических условий.

Фасадная теплоизоляция от воздействия влаги и солнечной радиации обязательно защищается облицовочным слоем. В качестве облицовки используются:

- плитки из натурального камня (гранит, известняк, песчаник и т.п.);
- искусственные фасадные керамические плитки (керамогранит);
- сайдинг, композитные панели, прессованные панели;
- улучшенная фактурная штукатурка.

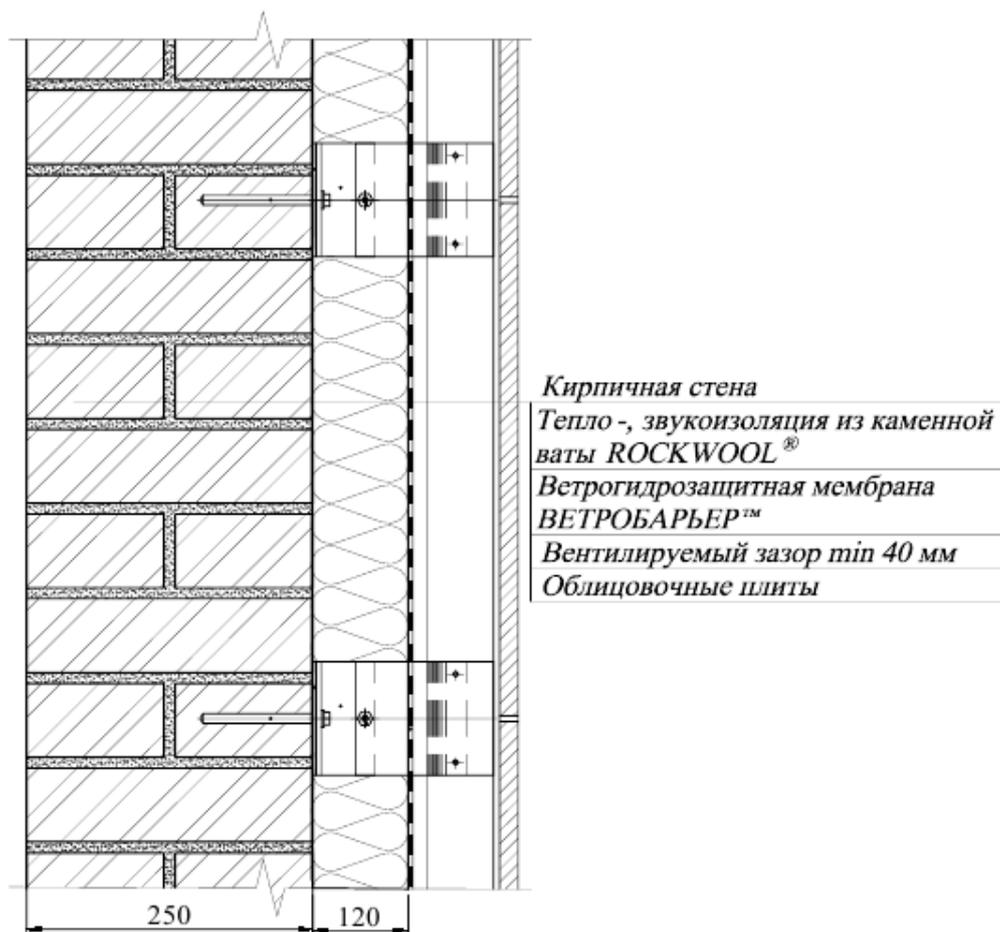


Рисунок 3.3 – Кирпичные стены слоистой конструкции

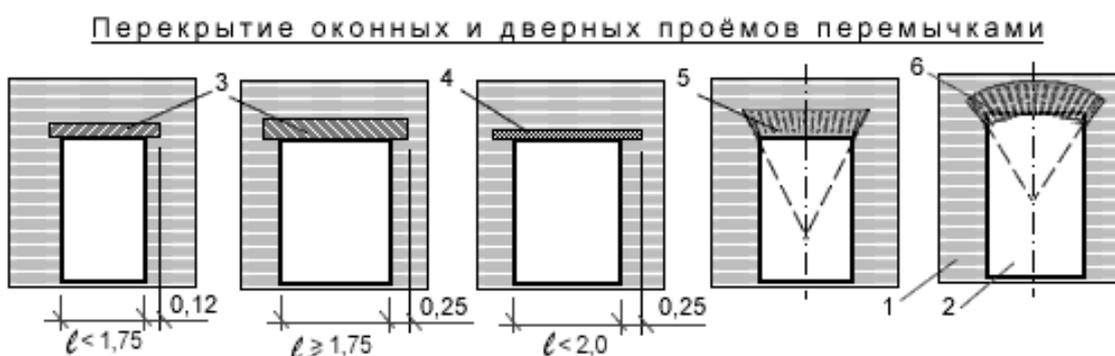
Конструкция облегченной кирпичной стены, может быть выполнена без привлечения дополнительных материалов, только за счет устройства воздушной прослойки толщиной 40-60 мм. Учитывая требования статики, воздушную прослойку устраивают возможно ближе к наружной поверхности стены, а в соответствии с требованиями теплотехники такие стены обязательно оштукатуривают (с двух сторон).

### 3.3 Перемычки

Перемычки – конструктивные детали стены, размещаемые над оконными и дверными проемами; служат для восприятия нагрузки от массы вышележащей кладки, а в несущих стенах – дополнительно от перекрытий с последующей передачей этих нагрузок на простенки.

По технологии выполнения перемычки могут быть мелкоштучные, сборные, монолитные, комбинированные.

По материалу: каменные, армокаменные, бетонные, железобетонные.



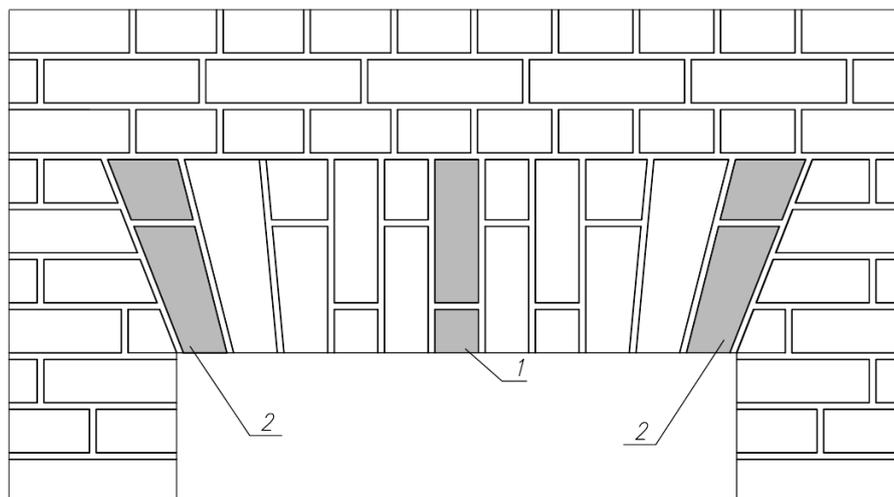
1 – стена с проемом; 2 – проем; 3 – перемычки сборные железобетонные; 4 – перемычка армокаменная с применением прокатного профиля или арматуры; 5 – клинчатая перемычка; 6 – арочная перемычка.

Рисунок 3.4 - Виды перемычек

Каменные перемычки выполняют трех видов: клинчатые, арочные и стрельчатые (рисунок 3.5,3.6). Для данных перемычек материалом служит специальный тесаный трапециевидный кирпич. Перекрываемые пролеты от 0,6м до 1,2. Только арочная перемычка может перекрыть пролет до 3,6 м. Для увеличения перекрываемого пролета клинчатых перемычек до 2,4 м в конструкцию перемычки добавляются прокатный металлический профиль или стержневая арматура.

Несущая способность таких перемычек получалась за счет распора, возникающего в конструкции перемычки вследствие использования клиновидного кирпича. Распор воспринимается якорными кирпичами,

закрывается перемычка по центру замковым кирпичом. Каменные перемычки очень трудоемкие, требуется технологический перерыв для набора прочности конструкции перемычки. Но они делают здание эстетически привлекательными



1 – замковый кирпич; 2 – якорные кирпичи.

Рисунок 3.5 – Перемычка клинчатая (кирпичи тесаные на клин на растворе)



Рисунок 3.6 – Арочная перемычка (общий вид)

В настоящее время чаще применяют сборные железобетонные перемычки.

Они выпускаются в виде брусков, плит или балок. Конструкции таких перемычек определяются функцией стены: в самонесущих и ненесущих стенах

применяют брусковик (Б) и плитные (БП) перемычки с небольшой несущей способностью (до 1000 кг/м), в несущих стенах наряду с брусковыми перемычками (типа Б) укладывают в местах опирания перекрытий усиленные брусковые и балочные перемычки (БУ ) с несущей способностью до 4000 кг/м. Наиболее характерные параметры перемычек: типа Б – ширина 120 мм, высота – 144 мм, длина – 1500-2700 мм; типа БУ/2 – ширина – 120 и 250 мм, высота – 220 мм, длина – 1300-2700; типа БП – ширина 380 мм, высота – 144 мм, длина – 1500-2700 мм; типа БУ – ширина – 250 мм, высота – 220 мм, длина – 1500-3300 мм.

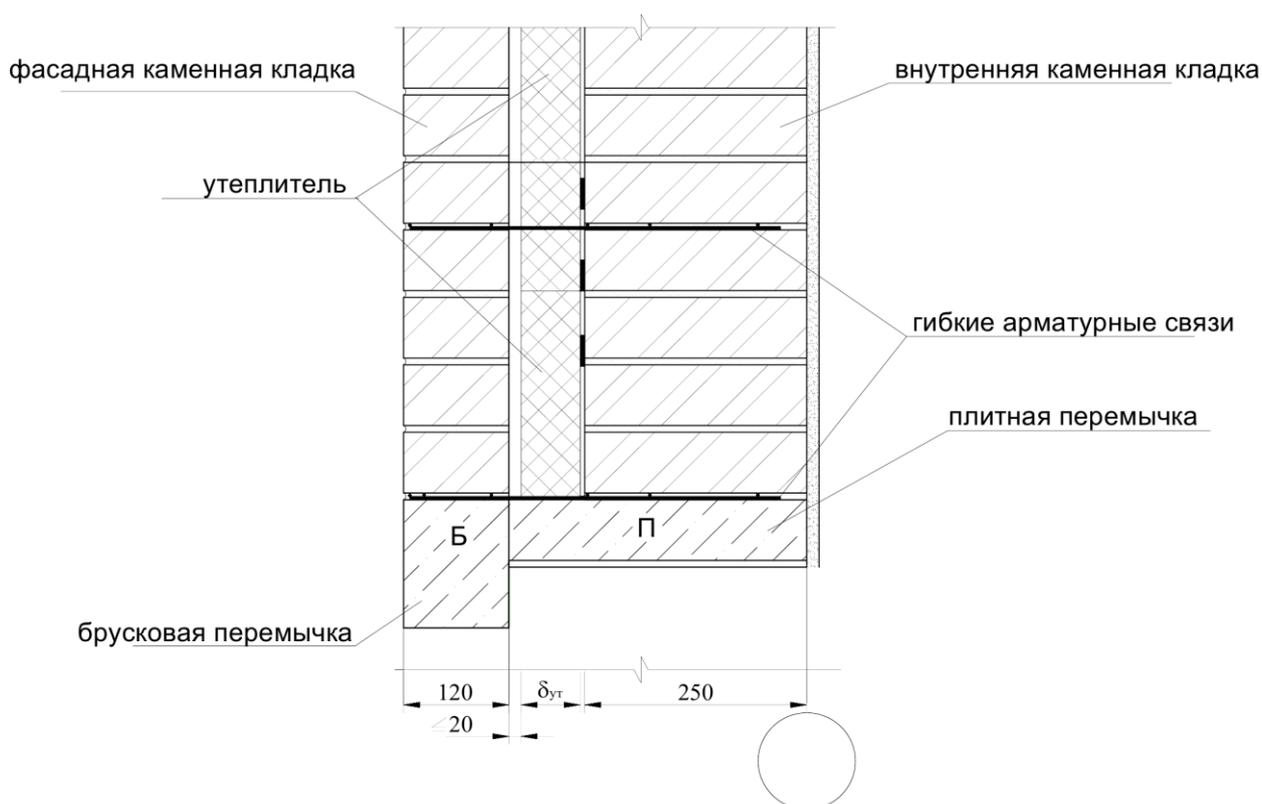


Рисунок 3.7 – Сборная перемычка для ограждающих стен

В маркировку перемычек кроме буквенного обозначения входит и цифровое, которое показывает длину перемычки в дециметрах. При укладке брусковых перемычек один брусок у наружной поверхности стены опускают ниже остальных на 65 мм для образования четверти (четверть – это выступ у боковых и верхней притолок, прикрывающий зазор между оконной коробкой и

кладкой стены, для уменьшения инфильтрации холодного воздуха). Сборные железобетонные перемычки должны быть заделаны в стены не меньше чем на высоту перемычки и не менее чем на 125 мм для перемычек типа Б и БП и на 250 мм – для перемычек типа БУ (рисунок 3.7,3.8).

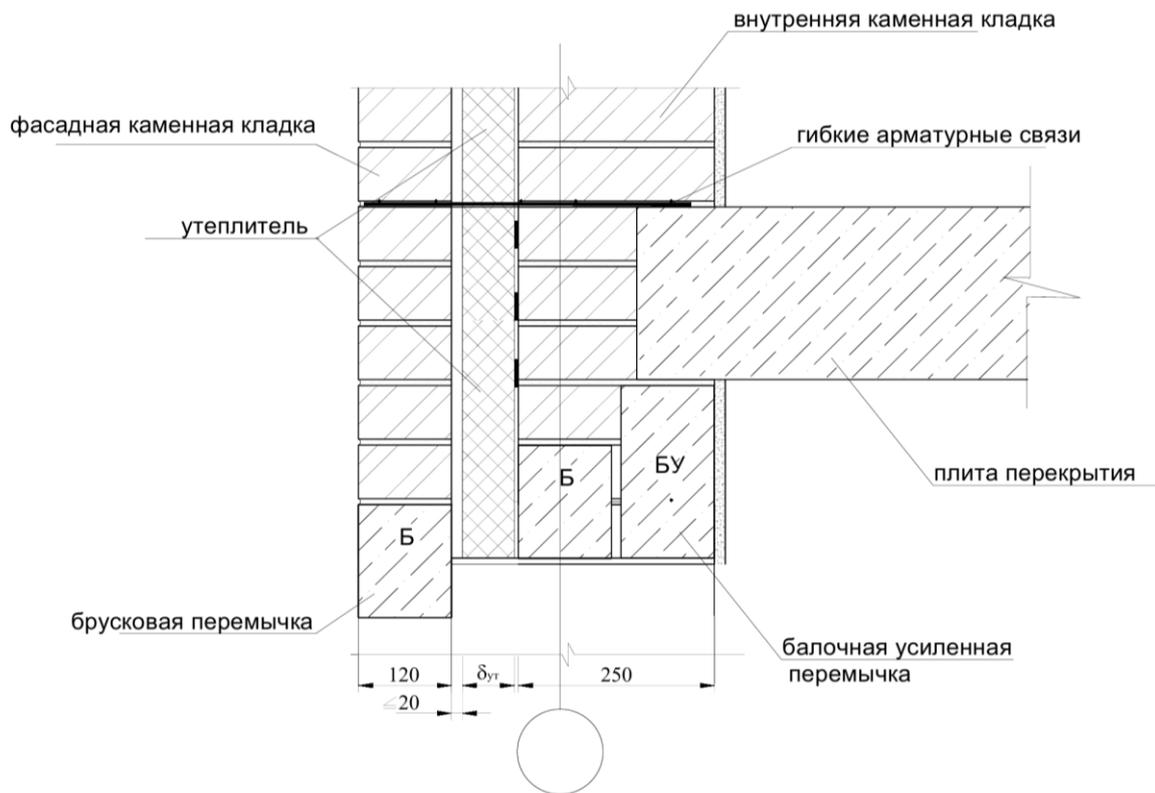


Рисунок 3.8 – Сборная перемычка для несущих стен

При отсутствии сборных железобетонных перемычек, а иногда и по архитектурным соображениям, устраивают рядовые, армокаменные и комбинированные перемычки; в последних брусок, образующий четверть, заменяют кирпичной кладкой, которая поддерживается металлическим уголком 120x120x5мм (рисунок 3.9).

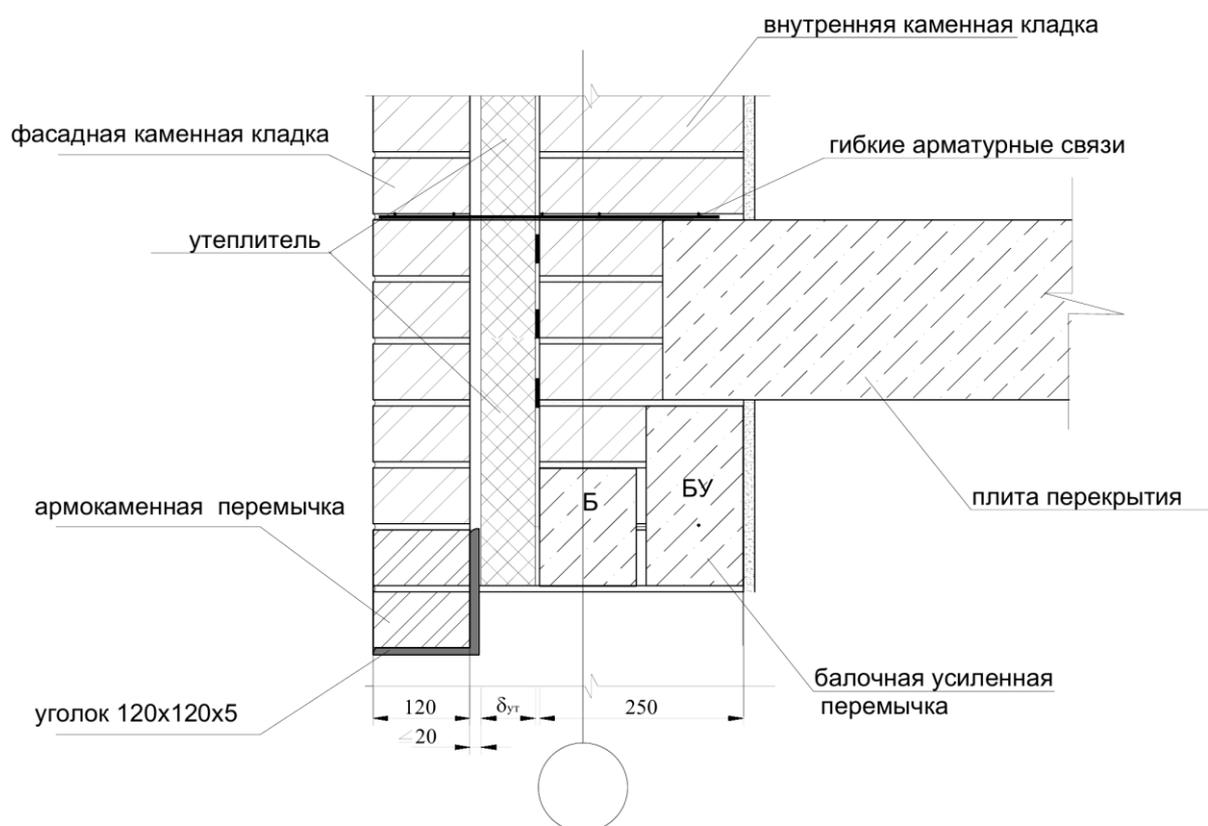


Рисунок 3.9 – Комбинированная перемычка сборно-армо-каменная для несущих стен

### 3.4 Отдельные опоры (столбы)

В малоэтажных жилых зданиях внутренние кирпичные стены иногда целесообразно заменить отдельными опорами - кирпичными столбами.

Наиболее часто применяют столбы сечением 380x380 или 510x510 мм, столбы бóльшего сечения громоздки. Поскольку такие опоры могут нести сравнительно небольшие нагрузки, то для повышения их несущей способности применяют цепную систему кладки, а кирпич и раствор высоких марок. Кроме того, столбы усиливают армированием.

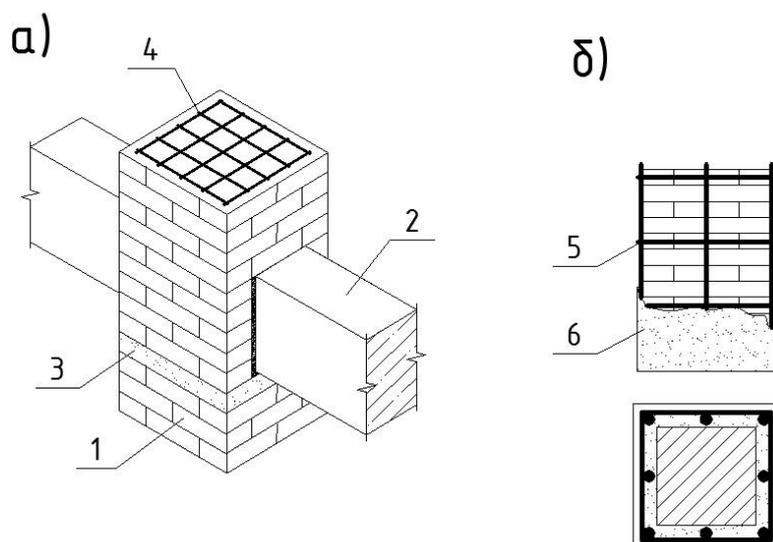


Рисунок 3.10 – Кирпичные столбики

Применяют горизонтальное армирование с использованием сеток из стальной проволоки диаметром 4-5 мм с ячейками от 50x50 мм до 150x150 мм, которые укладывают через 2-4 ряда (по расчету, рисунок 3.7, а), и вертикальное, когда армируют каркасами из арматурной стали или уголков с последующим замоноличиванием (рисунок 3.10, б).

Первый вид усиления дает возможность повысить несущую способность столба в 1,5 раза, второй – в 1,8-2,0 раза.

Под концы железобетонных или металлических прогонов, опирающихся на кирпичные столбы, предусматривается укладка железобетонных распределительных плит толщиной не менее трех рядов кладки, или 220 мм.

## 4 Перекрытия и полы

### 4.1 Общие сведения о перекрытиях

Перекрытия относятся к числу основных структурных частей здания, назначение которых разделять здание на этажи, воспринимать полезную нагрузку от людей и оборудования, способствовать обеспечению

пространственной жесткости здания. Различают перекрытия: междуэтажные (разделяют смежные этажи), чердачные (разделяют последний этаж и чердак), надподвальные, над проездами и т.д. Изолирующие слои и другие элементы, входящие в состав этих перекрытий, различны. Нижняя поверхность перекрытий называется потолком.

### Требования к перекрытиям

Из назначения перекрытий видно, что они являются несущими и одновременно ограждающими элементами здания. Как несущие элементы перекрытия должны удовлетворять требованиям прочности и жесткости, так ограждающие – требованиям звукоизоляции и теплозащиты, паронепроницаемости и гидроизоляции (последнее – для чердачных и надподвальных перекрытий). К перекрытиям предъявляются также требования огнестойкости и долговечности (согласно классу здания), индустриальности и экономичности конструктивных решений.

Кроме того, они должны иметь меньшую высоту. К отдельным перекрытиям предъявляют специальные требования газонепроницаемости.

Требования статики нашли отражение в устройстве перекрытий из конструкционных материалов – дерева, металла и железобетона (последний – чаще). При этом жесткость перекрытий, которая характеризуется величиной относительного прогиба  $f$ , не должна быть ниже нормируемой (для междуэтажных перекрытий  $f = 1/250 L$  пролета, для чердачных  $1/200 L$ ).

Удовлетворить требования звукоизоляции – задача довольно сложная, поскольку необходимо обеспечивать изоляцию помещений от воздушного и ударного шума (воздушного и материального переноса звука). Изоляция помещений от воздушного шума чаще всего обеспечивается устройством массивных перекрытий (массой не менее  $300 \text{ кг/м}^2$ ). При устройстве легких перекрытий звукоизоляция достигается применением слоистой конструкции из материалов с различной плотностью (во всех случаях должны быть устранены

щели и неплотности). Ударный шум поглощается упругими слоями или отдельными ленточными прокладками, которые вводят в конструкцию пола.

Для обеспечения теплозащиты в конструкции перекрытий вводят тепло- и пароизоляционные слои, а сопряжения перекрытий с наружными стенами устраивают без образования мостиков холода.

Требования индустриальности находят отражение в использовании для перекрытий крупноразмерных сборных железобетонных настилов и панелей, различного рода плитных утеплителей, в устройстве полов из листовых и рулонных материалов, щитового паркета.

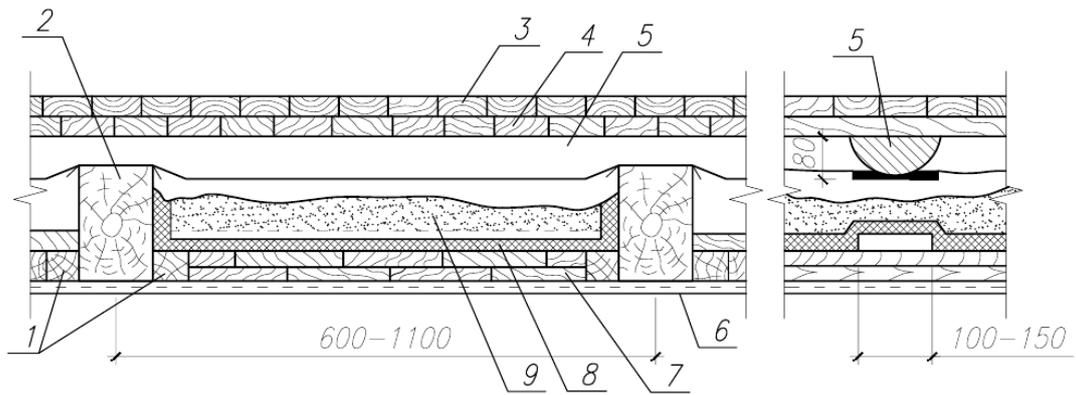
Экономичность конструктивных решений перекрытий достигается за счет использования местных строительных материалов и уменьшения высоты перекрытий (снижается кубатура здания).

### Виды перекрытий

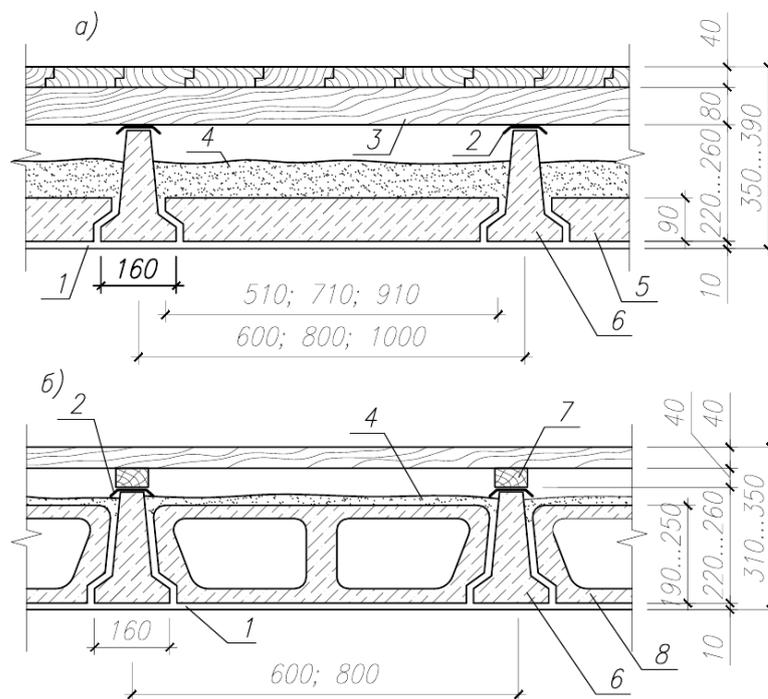
В зависимости от месторасположения в здании различают перекрытия междуэтажные, чердачные, надподвальные и нижние (при техническом подполье); по конструкции – балочные, плитные и монолитные (редко сборно-монолитные).

## **4.2 Балочные перекрытия**

Несущими элементами перекрытий являются балки (деревянные, железобетонные, стальные), которые укладывают в гнезда стен с шагом 600-1200 мм по короткому пролету (рисунок 4.1, а).



1 – черепной брусок 50x50 мм; 2 – деревянная балка перекрытия; 3, 4 – половая доска; 5 – лага; 6 – потолочная обшивка; 7 – дощатый щит наката; 8 – гидроизоляция; 9 – тепло-звукоизоляция.



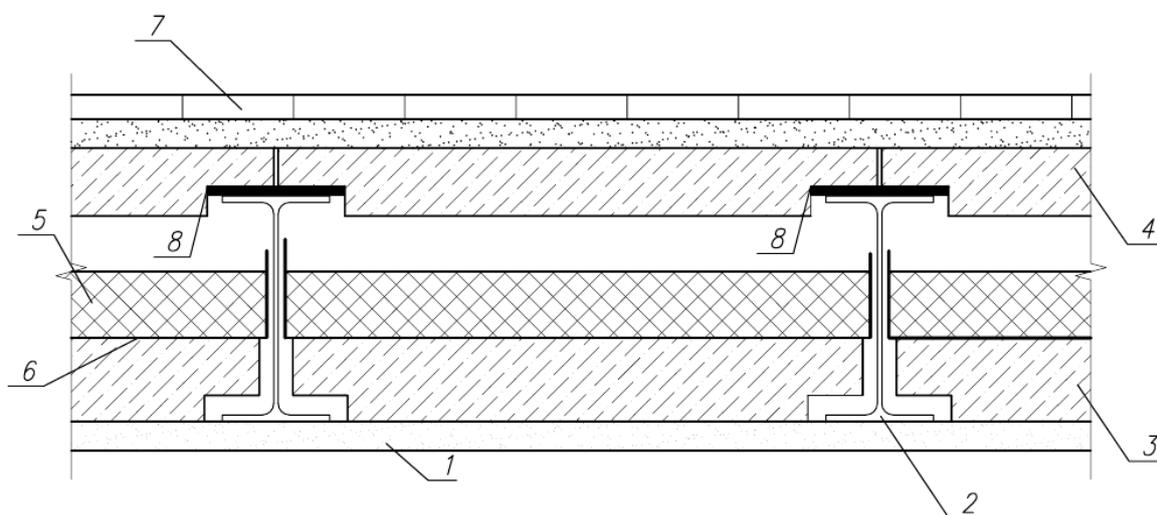
а – балочное железобетонное перекрытия со сплошным настилом; б – балочное железобетонное перекрытия с пустотным настилом; 1 – отделочный слой потолка; 2 – упругая звукопоглощающая прокладка от ударного шума; 3, 7 – лага; 6 – железобетонная балка перекрытия; 5, 8 – потолочный настил из легкого бетона; 4 – тепло-, звукоизоляция.

Рисунок 4.1 – Перекрытия по деревянным и железобетонным балкам

Деревянные и железобетонные балочные перекрытия применяются при новом строительстве. Перекрытия по стальным балкам выполняется только при реконструкции жилых зданий.

Концы балок заанкеривают в наружных стенах и связывают между собой – на внутренних. Заделанные одним концом в кладку наружной стены стальные анкеры другим концом прикрепляют к балкам; на внутренних стенах устанавливают стальные связи. Постановкой анкеров и связей обеспечивается совместная работа стен и перекрытий, усиливается пространственная жесткость здания в целом. Шаг анкеров и связей – через балку.

В состав ограждающей части балочных перекрытий входят междубалочное заполнение, конструкция пола и отделочный слой потолка. Междубалочное заполнение состоит из наката, гидро-, звуко- (теплоизоляционных) слоев.



1-отделочный слой потолка; 2- стальная балка перекрытия; 3 – потолочный настил из легкого бетона ;4- настил из легкого бетона под конструкцию пола ; 5- тепло- звукоизоляция;6- гидроизоляция; 7- конструкция дощатого пола;8-упругая звукопоглощающая прокладка от ударного шума.

Рисунок 4.2 – Конструкции перекрытий по стальным балкам

Перекрытия по деревянным балкам (рисунок 4.1) по соображениям пожарной безопасности разрешены только для жилых зданий высотой до 3 этажей. Балки чаще всего изготавливают из брусьев толщиной 80-100 мм, высотой 180-240 мм и длиной до 6,4 м. Для опирания элементов наката к брусьям прибивают черепные бруски сечением 50х50 мм. Балки укладывают в

гнезда стен; для повышения долговечности перекрытий деревянные балки рекомендуется опирать на внутренние стены с глухой заделкой концов. При опирании на наружные стены возможны глухая и открытая заделки концов балок. Глухую заделку отличает заполнение раствором зазоров между балкой и стенками гнезда (в целях пожарной безопасности и звукоизоляции), открытую – отсутствие заделки раствором (для проветриваемости концов балок).

В том и другом случае концы балок скашивают для увеличения поверхности испарения влаги из них и создания воздушной прослойки, антисептируют и обертывают по боковой поверхности двумя слоями толя. Выбор типа заделки зависит от материала, толщины стены и влажности лесоматериала. Глубину заделки балок принимают равной 180 мм.

Накат выполняют (как правило) из деревянных щитов с опиранием их на черепные бруски балок.

По накату делают глинопесчаную смазку толщиной 20-30 мм или укладывают слой толя. В междуэтажном перекрытии такой слой выполняет роль гидро-, звукоизоляции, в чердачном – пароизоляции (для защиты утеплителя от водяных паров, проникающих со стороны помещения). Завершает междубалочное заполнение в междуэтажных перекрытиях – слой звукоизоляции в виде шлака, керамзита, в чердачном или надподвальном – слой теплоизоляции из сыпучих (шлака, керамзита) или плитных (минераловатных плит и матов.) материалов, толщина которого определяется теплотехническим расчетом. В чердачном перекрытии по верху слоя теплоизоляции устраивается стяжка: при минераловатных утеплителях – в виде слоя сухого песка толщиной 50-60 мм, при сыпучих – шлакоизвестковая толщиной 20-30 мм. В перекрытиях над холодным подвалом или подпольем пароизоляционный барьер устраивается над слоем утеплителя.

Балочные перекрытия решают, как правило, с полами по лагам. Для отделки потолка перекрытий по деревянным балкам используют листы сухой штукатурки или оштукатуривание по дроби.

Перекрытия по железобетонным балкам (рисунок 4.1 а, б) применяют в малоэтажных каменных зданиях. Балки – таврового сечения высотой 220-300 мм при длине 4,8-6,6 м из бетона марки «200» и «300» с армированием сварными каркасами или предварительно напрягаемой стержневой арматурой (последнее – для пролетов 6 и 6,6 м). Задельывают балки в стены на 200 мм, распределяя давление под концами балок с помощью опорных железобетонных плит (толщиной 150 мм). Торцы балок утепляют, а гнездо наглухо бетонируют (рисунок 4.2 д.).

Накат выполняют из гипсобетонных или легкобетонных мелкогазобетонных плит. Гидро-, паро-, звуко-, теплоизоляционные слои, а также конструкции полов по лагам, те же, что и в перекрытиях по деревянным балкам. Только в чердачных перекрытиях, чтобы избежать образования мостиков холода, железобетонные балки, выступающие в зону холодного чердака, утепляют. При устройстве слоистых полов целесообразно заменить накат легкобетонными вкладышами той же высоты, что и балки (рисунок 4.2, в). Потолки оштукатуривают.

Перекрытия по металлическим балкам (рисунок 4.2, г) в настоящее время можно встретить только при реконструкции существующих зданий. Балки – стальные, имеют двутавровое сечение и проектируются из проката или сварными (редко). При опирании балок на кирпичные стены используются железобетонные распределительные плиты. Междубалочное заполнение выполняют по аналогии с ранее рассмотренными.

Полы – по лагам или слоистые по железобетонным плоским плитам, укладываются на верхние полки балок. В чердачных перекрытиях для исключения мостиков холода и промерзания балок их утепляют.

### **4.3 Плитные перекрытия**

В настоящее время плитные перекрытия являются основными в массовом индустриальном городском и сельском строительстве. Несущую основу таких

перекрытий составляют крупногабаритные железобетонные плиты, получившие название панелей и настилов. Такое подразделение условно: под панелью понимают плиту размером на комнату, под настилом – на часть комнаты (панельные перекрытия рассматриваются в разделе «Здания из крупногабаритных элементов»).

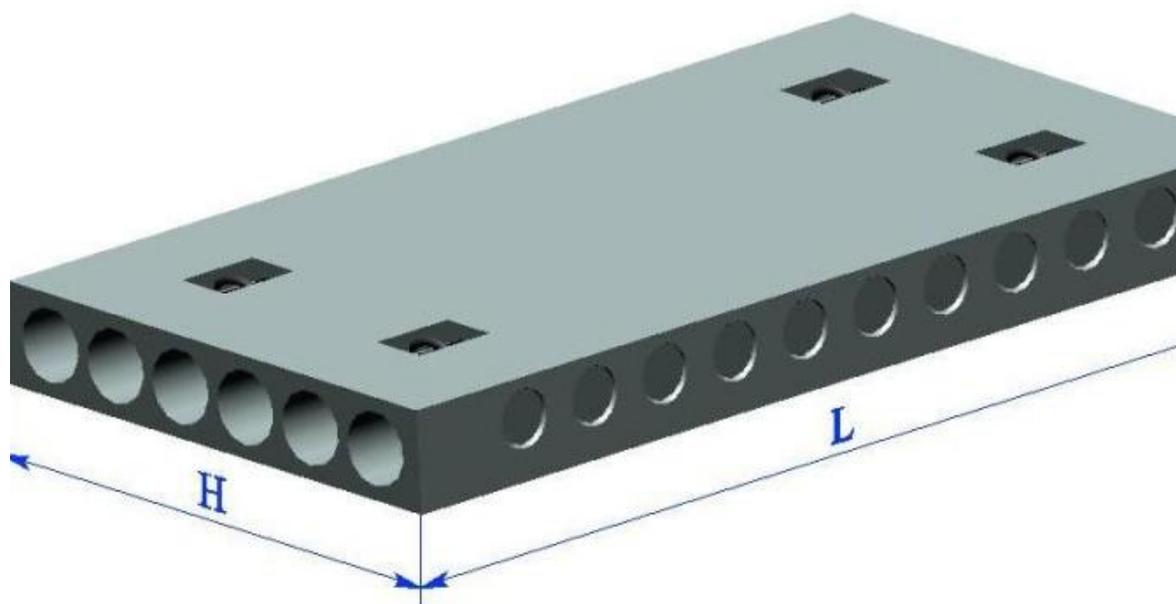
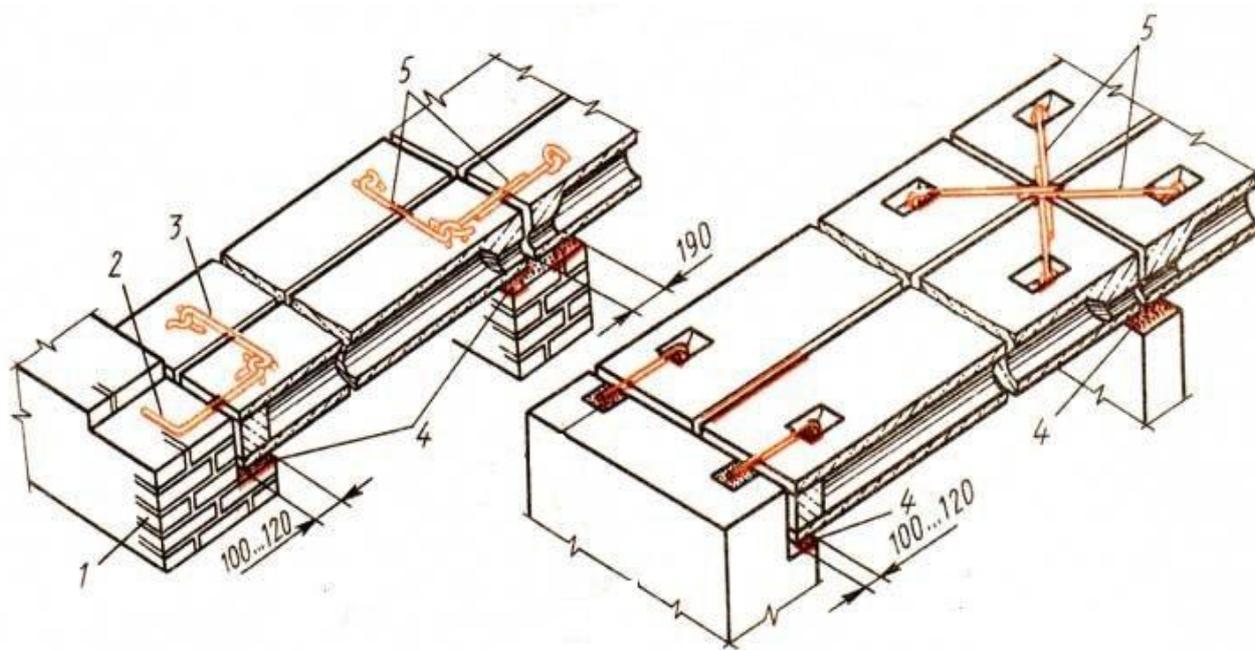


Рисунок 4.3 – Плита перекрытия (общий вид)

Плиты-настилы укладывают, подобно балкам, по короткому пролету (рисунок 4.4), вплотную, на стены или прогоны, заанкеривают (через плиту) в наружных стенах и ставят связи на внутренних опорах; швы замоноличивают (в зависимости от их толщины) цементно-песчаным раствором или бетоном на мелком заполнителе. При раздвижке настилов (от 70 до 200 мм) замоноличивание сопровождается постановкой одного или двух арматурных каркасов. Замоноличивание швов повышают звукоизоляцию перекрытия и создают из него жесткий диск, помогающий обеспечивать пространственную жесткость здания. Жесткости диска способствуют шпоночные гнезда на боковых гранях настилов: при замоноличивании швов образуются бетонные шпонки, препятствующие сдвигу настилов.

Минимальная глубина заделки настилов в кирпичные стены – 110 мм; торцы настилов, опирающихся на наружные стены (рисунок 4.4).



1 – кирпичная стена; 2 – анкер; 3, 5 – связь металлическая; 4 – раствор.

Рисунок 4.4 – Опираение и крепление плитных перекрытий

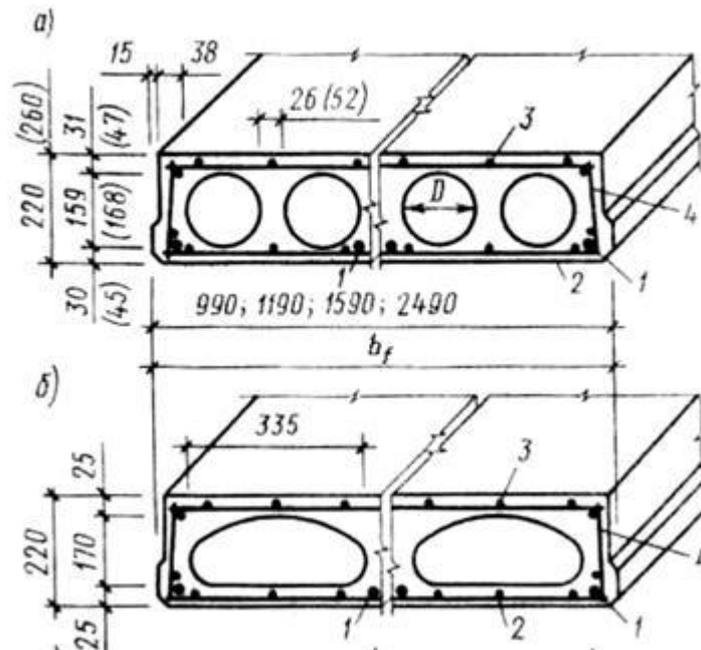
В практике современного капитального строительства применяют сплошные, пустотные и ребристые настилы (рисунок 4.5).

Сплошные настилы целесообразно применять при пролетах от 1,5 до 3,6 м, толщины настилов – 80-160 мм (в зависимости от пролета). При пролетах более трех метров экономичнее применять пустотные и ребристые настилы.

Пустотные настилы выпускаются трех видов: с круглыми пустотами, овальными пустотами и овально-сводчатыми пустотами.

Пустотные настилы имеют продольные пустоты (в направлении пролета). Торцы пустотных настилов, воспринимающие нагрузку от вышерасположенных стен, усиливают: у одного торца уменьшают диаметр продольных пустот при формировании настила, у другого – ставят бетонные заглушки после формирования плиты.

Круглопустотные настилы имеют пустоты диаметром 160мм, применяют для пролетов от 3,0 до 7,2 м при толщине 220 мм. Наибольшее распространение получили пяти- и шестипустотные настилы шириной 1,0 и 1,2 м соответственно для пролетов до 6,6 м (номинальные размеры). Производятся настилы шириной 1,5м и 1,8м для пролетов от 4,2 до 7,2 м



а – плита с круглыми пустотами; б – плита с овально-сводчатыми пустотами; 1 – предварительно-напряженная рабочая арматура; 2, 3 – нижняя и верхняя сетки армирования; 4 – продольное несущее ребро.

Рисунок 4.5 – Пустотные плиты перекрытия

Настилы с круглыми пустотами – не самые экономичные по расходу материала. Более выгодны настилы с овально-сводчатыми и овальными пустотами. (Приведенная толщина бетона круглопустотных настилов – 120 мм, с овальными – 80-100 мм). Однако настилы с овальными пустотами трудны в изготовлении конвейерным способом: часто проформовывается верхняя поверхность настилов и образуются провалы. Такие настилы в силу меньшей массы нашли применение при капитальном ремонте.

Ребристые настилы по сравнению с пустотными имеют меньшую массу, дешевле и менее трудоемки. (Приведенная толщина бетона равна 70-80 мм). При этом наиболее экономичны настилы, укладываемые ребрами вниз: основная масса бетона в них размещена в сжатой зоне, что целесообразно при работе конструкции на изгиб. Однако недостаточная звукоизолирующая способность ребристых плит и отсутствие гладкого потолка (если он требуется, необходимо устраивать подвесной потолок) существенно ограничивают область применения ребристых настилов. В массовом жилищном строительстве их применяют в перекрытиях над подвалом или подпольем, в качестве покрытия встроенных гаражей, мастерских и других подсобных помещений жилого дома. По габаритам и несущей способности ребристые и пустотные настилы взаимозаменяемы.

В практике современного строительства плитные междуэтажные и надподвальные перекрытия из настилов решают с полами слоистой конструкции или по лагам. Чердачные же перекрытия из настилов обязательно включают пароизоляцию из 1- 2 слоев толя или пергамина с проклейкой швов кровельной мастикой, утеплитель чаще – плитный, защищенный цементно-песчанной стяжкой.

#### **4.4 Монолитные железобетонные перекрытия**

Монолитные железобетонные перекрытия изготовляют путем бетонирования в опалубке на месте строительства. (Здесь не рассматриваются монолитные перекрытия, составляющие основу зданий, возводимых методом подъема перекрытий; они рассматриваются в разделе «Крупноэлементные здания»). Это – неиндустриальный тип перекрытий, оправданный при сооружении уникальных зданий со сложной конфигурацией плана, когда нецелесообразно устройство перекрытий из сборных элементов заводского изготовления (много форм и нет их оборачиваемости). Отдельные монолитные участки можно встретить в перекрытиях из настилов.

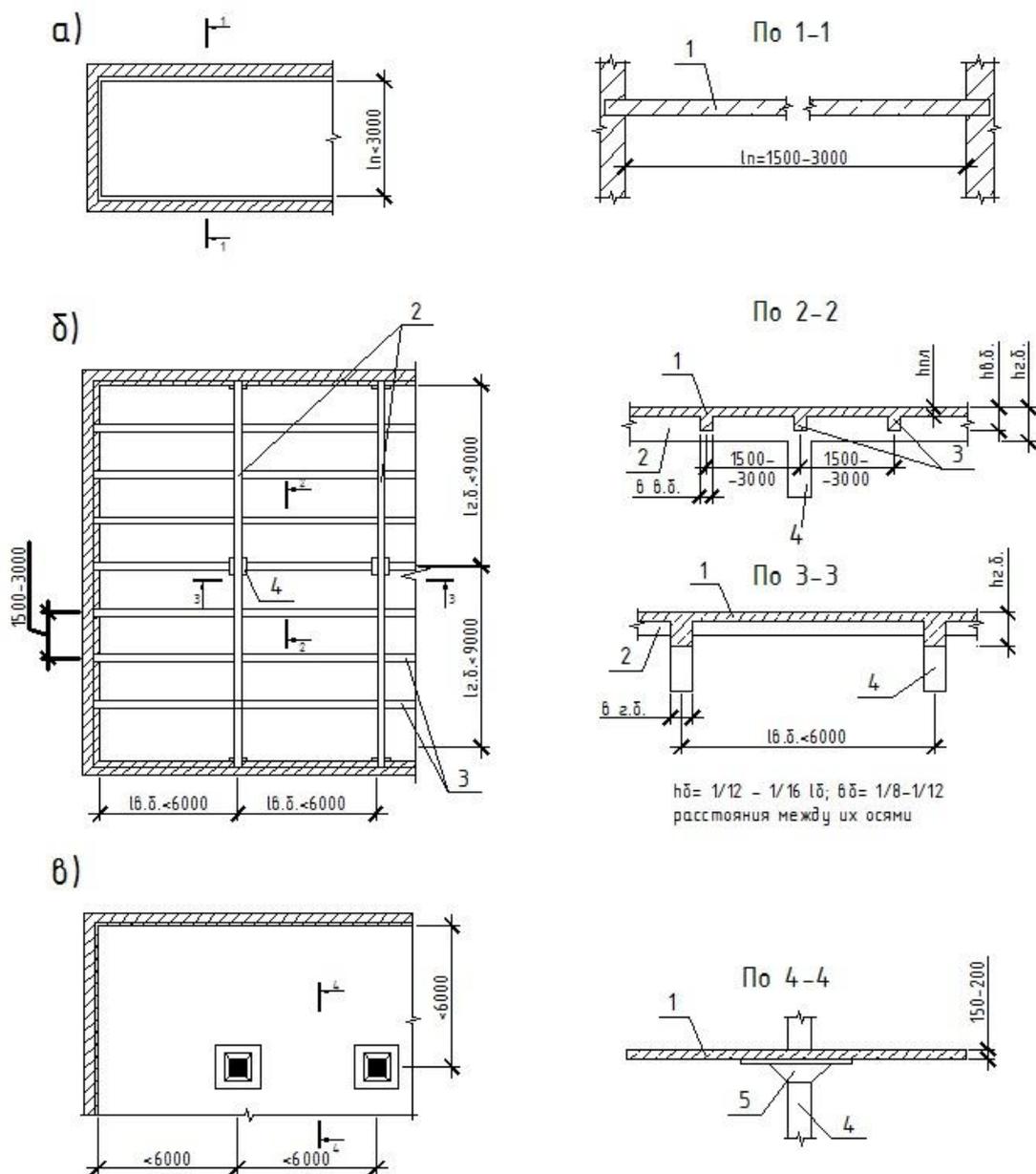


Рисунок 4.6 – Монолитные перекрытия

Монолитные перекрытия при пролетах до 3 м решают в виде гладкой однопролетной сплошной плиты (рисунок 4.6, а) толщиной 60-100 мм (в зависимости от пролета и нагрузки). При бóльших пролетах выгоднее ребристое или кессонное перекрытие.

Ребристое перекрытие представляет собой конструкцию из взаимно связанных плит и балок (рисунок 4.6, б). Различают балки главные, опирающиеся на стены и внутренние опоры (колонны, столбы), и

второстепенные с опиранием на главные балки и стены. В перекрытиях над сравнительно небольшими помещениями главные балки могут отсутствовать. Пролет плит принимается до 3 м, второстепенных балок – до 6 м, главных – до 9 м. Геометрические характеристики сечений балок приведены на рисунке.

Когда по архитектурным соображениям выравнивают высоту, а иногда и пролеты главных и второстепенных балок, получают так называемое кессонное перекрытие.

При больших нагрузках на перекрытие или необходимости иметь гладкий потолок (по соображениям санитарии) возможны безбалочные перекрытия (рисунок 4.6, в), в которых монолитная железобетонная плита толщиной 150-200 мм опирается непосредственно на стены и колонны. Колонны имеют уширения – капители; шаг колонн – 3; 6 м.

Сборно-монолитные перекрытия, так же как и монолитные, относятся к числу трудоемких конструкций построечного изготовления.

## **4.5 Полы**

### Требования к полам

Полы гражданских зданий должны удовлетворять требованиям прочности (на удар, износ) и санитарно-гигиеническим требованиям: быть упругими (легче при ходьбе), но не зыбкими, бесшумными, в жилых помещениях – теплыми (обладать малым теплоусвоением), в мокрых помещениях – водонепроницаемыми, не пыльными, легко убираемыми, ровными, но не скользкими. Кроме того, полы должны поддаваться ремонту, быть индустриальными и экономичными, иметь красивый внешний вид.

### Структурные части пола

Полы состоят из ряда последовательно лежащих слоев (рисунок 4.7, а). Основанием для полов служит грунт или несущая часть перекрытия.

В полах по грунту (рисунок 4.7, б, в) нагрузка на основание распределяется с помощью так называемого подстилающего слоя, или подготовки. Подготовка может быть толщиной 100-200 мм, известково-щебеночной или глинобитной толщиной не менее 80 мм, асфальтобетонной – не менее 60 мм и др. выбор типа подготовки и ее толщина зависит от ряда факторов и прежде всего от жесткости вышележащих слоев.

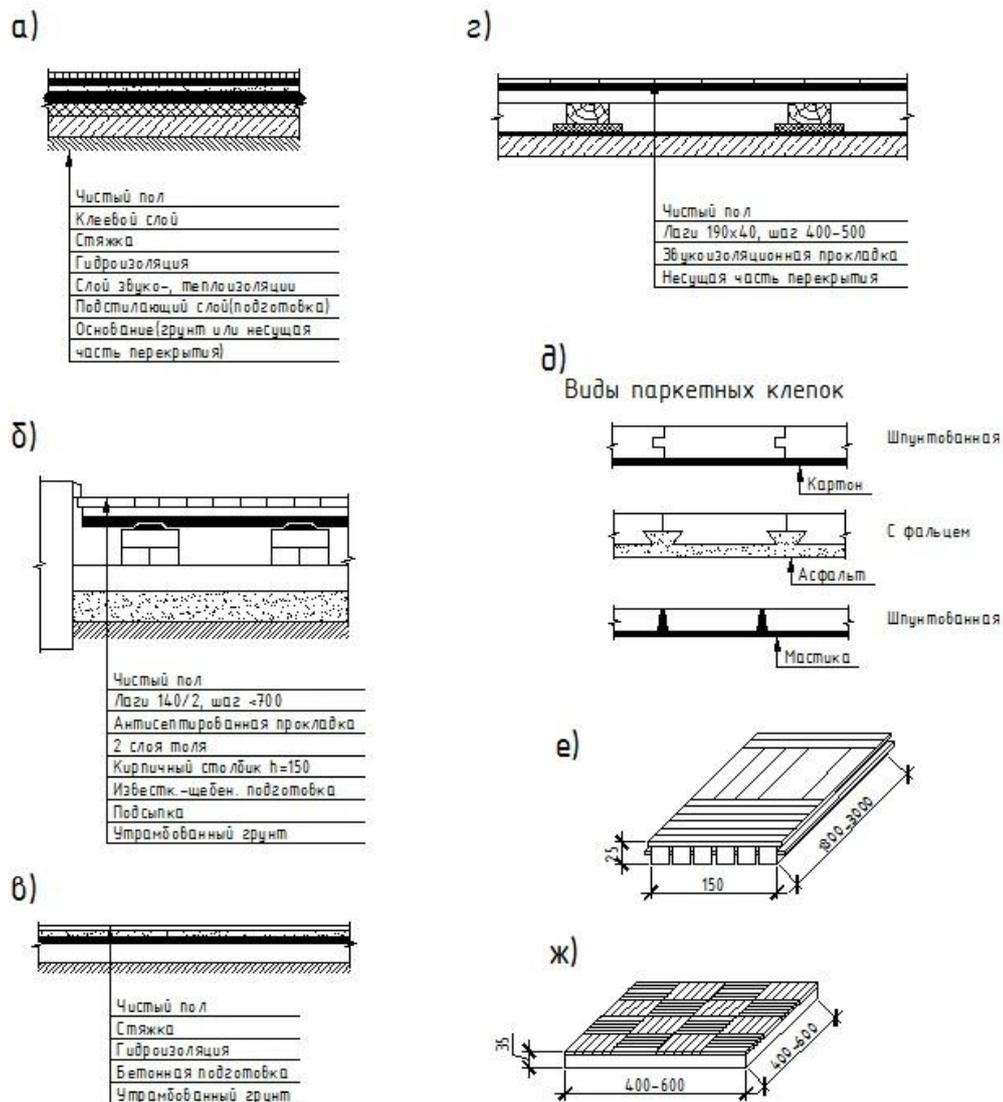


Рисунок 4.7 – Полы

Часто в состав пола включают теплозвукоизоляционные слои. В современной строительной практике их выполняют преимущественно из упругих плитных и листовых материалов, таких, как древесноволокнистые и минераловатные изоляционные плиты, линолеум на упругой основе и т.д.

возможна изоляция из легкого бетона (например, керамзитобетон, пенобетон) и сыпучих материалов (шлак, керамзит, сухой прокаленный песок и т.д.).

В приведенном примере междуэтажного перекрытия (рисунок 4.7, в) изоляция от воздушного шума усиливается гипсоцементно-бетонной панелью пола и воздушной прослойкой, образованной между этой панелью и настилами (при условии отсутствия жесткой связи между ними).

Ударный шум снимается введением упругих прокладок в виде лент из изоляционной древесноволокнистой или минераловатной плиты.

В конструкции полов перекрытий над холодным подвалом или подпольем (рисунок 4.7, а, б) вводят (не нарушая при этом принципиальной структуры пола) вместо отдельных лент слои из вышеназванных изоляционных материалов, которые выполняют функцию утеплителя. Роль пароизоляции в приведенном примере отведена полам из линолеума. Если же пол паропроницаем, вводят рулонную пароизоляцию над слоем утеплителя.

В мокрых помещениях, а также в подвалах, которым необходима защита грунтовых вод, устраивают полы с гидроизоляционным слоем в виде литого асфальта (выполняющего одновременно функции чистого пола) либо в виде гидроизоляционного ковра из 2-3 слоев рубероида, изола, толя или других рулонных материалов, располагаемых под слоем чистого пола.

Для выравнивания поверхности (основания, подстилающего слоя и т.д.), создания жесткой корки по неплотному изоляционному слою или требуемого уклона в конструкции пола устраивают стяжку из цементно-песчаного раствора, асфальта и других материалов.

Завершает конструкцию пола покрытие, или чистый пол, выполняемый по стяжке или по лагам, в ряде случаев с помощью клеевого слоя.

## Виды полов

В зависимости от вида покрытия различают полы из рулонных материалов, штучные и монолитные (бесшовные).

## Полы из рулонных материалов

Для покрытий полов из рулонных материалов используют прежде всего линолеум различных типов (основной и безосновный). При хорошей подготовке поверхности, на которую настилают линолеум (она должна быть сухой, ровной и незыбкой), такие покрытия отвечают большинству предъявляемых требований. Перспективным является линолеум на упругой основе (тапифлекс), уложенный на выровненные железобетонные настилы; он позволяет получить перекрытие с теплым полом и хорошей звукоизоляцией от ударного шума. Покрытие из тапифлекса крепят к основанию путем прижатия его плинтусами по контуру помещения. Другие виды линолеума приклеивают специальными клеями; они образуют покрытие слоистого пола более сложной и трудоемкой конструкции.

## Полы из штучных элементов

Наиболее распространенными полами из штучных материалов являются дощатые и паркетные полы, полы из керамических плиток, из полихлорвиниловых и других плиток на основе полимеров.

### Дощатые полы

Дощатые полы – теплые, но с большим расходом древесины и обязательной периодической окраской. Для получения требуемого качества таких полов следует применять сухие шпунтованные доски шириной 100-120 мм при толщине 29-37 мм (после острожки) с укладкой их «по свету» (т.е. перпендикулярно световым проемам). Дощатые полы устраивают по лагам при любом основании.

Лага – это брусок сечением 80х40 мм или доска из подтоварника 140х20, которые укладывают поперек балок с шагом 500-700 мм. В междуэтажных

плитных перекрытиях их изготавливают из досок толщиной 40 мм; шаг – тот же.

Применение лаг позволяет: создать под конструкцией пола вентилируемую воздушную прослойку, улучшающую влажностный режим ограждения, облегчить выравнивание пола во время его укладки, настилать дощатые полы «по свету» (перпендикулярно оконным проемам), делая менее заметным коробление досок при их усушке, улучшить изоляцию от ударного шума (путем укладки под лаги упругих прокладок, например из полутвердой ДВП).

При устройстве полов по грунту (рисунок 4.7, б) лаги опирают (через антисептированные подкладки из досок и слой рубероида) на кирпичные столбики сечением 250х250 и высотой 150 мм. Шаг кирпичных столбиков вдоль лаг – 0,8-1,0 м. через кирпичные столбики нагрузка от пола передается на жесткий подстилающий слой, а через него – на основание. Необходимо заметить, что наличие в полах по грунту подсыпок значительной толщины (более 0,5 м) повышает вероятность их деформирования во времени.

### Паркетные полы

Паркетные полы выполняют из паркетной клепки толщиной 12-20 мм, шириной 35-90 мм и длиной 150-500 мм. Материалом для клепок служат дуб, бук, клен, береза, лиственница. Штучный паркет (рисунок 4.7, г, д) укладывают по сплошному дощатому настилу или по стяжке. При устройстве полов по настилу применяют шпунтованную клепку (с пазом и гребнем), которую крепят к настилу гвоздями. Для предупреждения скрипа паркетного пола между клепками и настилом укладывают слой картона или несколько слоев бумаги. В паркетных полах, которые настилают по горячему асфальту (с толщиной слоя 20 мм), используется клепка с фальцем; при наклейке паркета с помощью битумной мастики – клепка с косой кромкой.

Полы из штучного паркета разнообразны по рисунку, теплые, при правильной эксплуатации – красивые, сравнительно легко ремонтируются. К недостаткам их относится высокая стоимость, трудоемкость изготовления и сложность ухода. Более экономичными и индустриальными являются полы из паркетных досок и щитов.

### Паркетные доски

Паркетные доски (рисунок 4.7, е) изготавливают заводским способом. На основание, выполненное из реек, наклеивают при помощи синтетического клея паркетные клепки. Рейки основания толщиной 20 мм и шириной 25-30 мм получают из отходов производства; при ширине более 30 мм в них устраивают продольные пропилы для предупреждения усушечных явлений. Паркетные доски имеют паз и гребень (для сборки) и выпускают по лагам; шаг лаг – 300-400 мм.

### Щитовой паркет

Щитовой паркет (рисунок 4.7, ж) также изготавливают на заводе. Основой является деревянный щит, на который наклеивается паркетная клепка. Предварительно клепку наклеивают на листы плотной бумаги с вырезами, которые обеспечивают надежное сцепление клепок с деревянным щитом. Паркетные щиты укладывают по лагам, которые втоплены в слой сухого песка (так называемое «плавающее» основание) или оперты на плиты перекрытий через упругие прокладки.

### Керамические плитки

Укладывают на выровненный слой цементного раствора толщиной 10-15 мм; плитки на основе полимеров приклеивают специальными мастиками (как и

при полах из линолеума здесь требуется хорошо подготовленная поверхность под покрытие).

#### Монолитные или бесшовные полы

Для подвальных помещений применяют цементные или асфальтовые полы слоем 20 мм по бетонной подготовке. В вестибюлях, на лестничных площадках можно встретить террасовые полы. Террасовые полы – двухслойные: нижний слой толщиной 15-20 мм из цементно-песчаного раствора по бетонному основанию, верхний слой из того же раствора и той же толщины, но с включением мраморной крошки. Поверхность таких полов шлифуют.

## **5 Крыши и кровли**

### **5.1 Общие сведения о крышах**

Крыша завершающий элемент здания, воспринимающий ветровую и снеговую нагрузки и защищающий его от атмосферных осадков. Крыша состоит из несущих стропильных конструкций и кровли. Несущие конструкции выполняются из наслонных или висячих стропил.

Кровля – завершающий гидроизоляционный слой, защищающий здание от атмосферных осадков.

#### Требования к крышам

Несущая часть крыши испытывает нагрузку от снега, ветра и собственной массы и должна быть прочной, жесткой и долговечной. Кровля – водонепроницаемой, легкой, устойчивой против атмосферных воздействий (в том числе и агрессивного характера – солнечной радиации и кислотных дождей). Традиционно несущую основу крыши выполняют из прочных конструкционных материалов: дерева, реже металла .



Рисунок 5.1 – Здание со сложной крышей (общий вид). Крыша – пятый фасад здания

Кровлю выполняют из штучных листовых или рулонных материалов, хорошо сопротивляющихся атмосферным воздействиям.

### Виды крыш

В зависимости от наличия или отсутствия чердака крыши могут быть чердачные, совмещенные.

В чердачных крышах малоэтажных домов объем чердака используют для размещения подсобных помещений, для прохода людей при осмотре и ремонте крыши. Необходимо, чтобы повышенная часть чердака имела высоту не менее 1,9 м, а пониженная – не менее 0,6 м (рисунок 5.1, в). Чердак может быть холодным (при утеплении чердачного перекрытия) и теплым (при размещении утеплителя в конструкции кровли). Устройство теплых чердаков позволяет улучшить условия эксплуатации располагаемых в них инженерных систем и сократить расходы на отопление домов (исключая теплопотери через потолок верхнего этажа).

В теплых чердаках можно обустраивать жилые помещения (мансарды).

Чердаки проветривают: холодные – при помощи слуховых окон и лазов на крыше; теплые – при помощи вытяжных вентиляционных каналов, устраиваемых на крыше здания. Проветриванием осушают чердак и конструкции крыши, что позволяет повысить долговечность стропильных систем и сохранить защитные свойства утеплителя.

Совмещенными называются крыши, в которых последнее этажное перекрытие одновременно является покрытием (крышей) здания, защищающим его от осадков и от охлаждения в зимнее время. Они могут быть вентилируемыми и невентилируемыми (речь идет о вентиляции утеплителя в конструкции крыши). В малоэтажном жилищном строительстве совмещенные крыши встречаются редко, в основном в южных регионах для устройства летних террас. Совмещенные крыши устраивают над гаражами, мастерскими и другими подсобными помещениями жилых домов.

По количеству скатов крыши подразделяются на односкатных, двухскатные, четырехскатные (вальмовые, полувальмовые и шатровые), мансардные, многоскатные (рисунок 5.2).

Односкатная крыша применяется для зданий сравнительно небольшой ширины, когда отвод воды можно организовать только к одной из продольных стен. Скаты крыши, как правило, обращают к наветренной стороне, защищая тем самым здание от ветра, дождя и снега. Двухскатная, или щипцовая, крыша (самая распространенная) состоит из двух скатов, направленных в противоположные стороны. Треугольные торцовые стены, образующиеся при этой крыше, называются щипцами, или фронтонами. Четырехскатная крыша имеет скаты на четыре стороны: два ската представляют собой трапеции, а два других, со стороны торцовых стен, – треугольники (вальмы). Эта крыша иногда называется также шатровой, или вальмовой. Шатровая крыша применяется для зданий с квадратным или многоугольным планом. Все скаты такой крыши, в виде равнобедренных треугольников, сходятся вершинами в одной точке. Определяющим элементом в ней является симметричность.

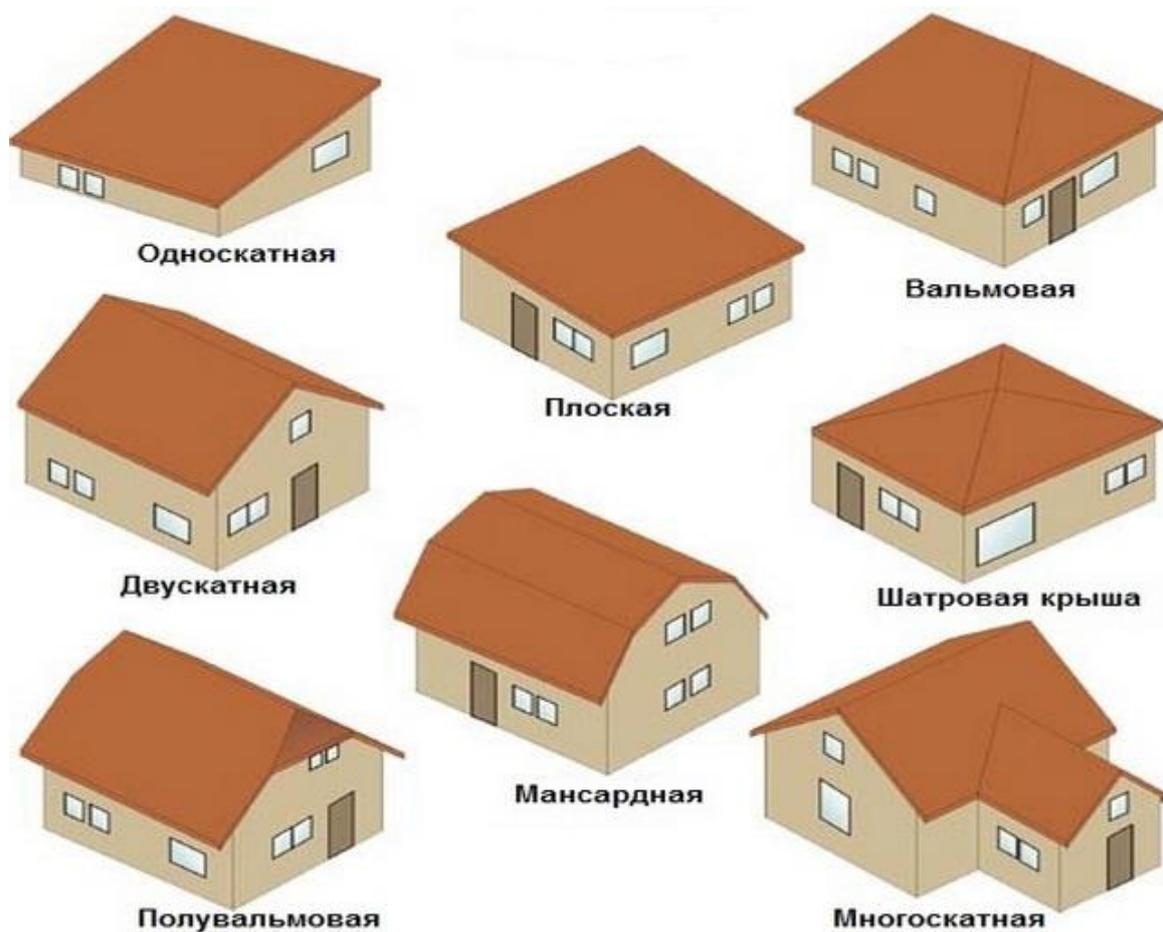


Рисунок 5.1 – Типы крыш

Мансардные крыши в настоящее время применяются очень широко, так как позволяют увеличить площадь жилых и хозяйственных помещений. Участки крыш, расположенные над мансардными этажами (наклонные участки), устраиваются как скатные утепленные совмещенные покрытия.

В зависимости от уклона, обеспечивающего сток атмосферной воды, различают крыши скатные (с уклонами  $\geq 5\%$ ) и плоские (с уклоном до  $5\%$ ). Уклоны выражают в градусах угла  $\alpha$  наклона крыши к горизонту, в простых и десятичных дробях, в процентах.

Уклоны скатов крыши принимают в зависимости от материала кровли, плотности стыков кровельных материалов и климатических условий района строительства. Например, многослойный кровельный ковер из рулонных материалов с небольшим количеством плотных, проклеенных соединений

позволяет устраивать крыши с минимальными уклонами 1,5-2,5 % и, наоборот, при устройстве кровли из штучных материалов (например, керамической черепицы) с большим количеством сопряжений, а, следовательно, и с большей вероятностью протечек, требуются крутые уклоны (для черепицы  $\alpha=45^\circ$ ), обеспечивающие быстрый отвод воды с покрытия.

Климатические условия – это условия снегоотложения, снеговая нагрузка, количество выпадающих дождевых осадков в районе строительства, степень влияния солнечной радиации (на юге).

Рекомендуемые уклоны крыш по видам кровельных материалов:

- кровельная плоская сталь –  $16^\circ \dots 20^\circ$ ;
- волнистые кровельные материалы (асбесто-цементные листы, металлочерепица, профилированный лист –  $19^\circ \dots 24^\circ$ ;
- мягкая черепица – от  $5^\circ$  до  $30^\circ$ . Может применяться для облицовки вертикальных фронтонов двускатных крыш;
- керамическая черепица –  $45^\circ$ .

Скатные крыши, как правило, чердачные; плоские могут быть чердачными или совмещенными. Если плоские крыши используют для размещения эксплуатируемых площадок и летних помещений, то их называют эксплуатируемыми, или крышами-террасами.

## **5.2 Скатные крыши**

Основные формы скатных крыш приведены на рисунке 5.1. В зависимости от конфигурации и ширины зданий, а также от принятого направления водоотвода устраивают односкатные, двускатные, четырехскатные (вальмовые или шатровые) и многоскатные крыши. При пересечении скатов образуются как выступающие ребра – коньковые (конек) и накосные, так и западающие ребра - ендовы. Для обеспечения одинаковой долговечности всем скатам придают один уклон. Это находит отражение при построении плана кровли: линии ендов и накосных ребер проводят по биссектрисам углов,

образуемых стенами здания. Если угол  $90^\circ$ , то линию ребра чертят в плане под углом  $45^\circ$ .

Несущие конструкции скатных крыш выполняют в виде деревянных наслонных и висячих стропил.

**Висячие стропила** – конструкции полной заводской готовности, выпускаются в виде треугольных раскосных и безраскосных деревянных ферм, пролетом от 9 до 12 м. Шаг стропил на покрытии – 3 метра.

Особенность работы висячих стропил – передают на стены только сжимающие усилия, исключают действие распора, крутящего момента, что делает конструкцию более прочной и надежной.

ОпираНИЕ ферм на стены выполняется через антисептированный пристенный брус – мауэрлат. Мауэрлат служит для равномерного перераспределения нагрузки от покрытия по стене (рисунок 5.2).

Достоинством висячих стропил является высокое качество изделия, выполненного с антисептическими и антипиреновыми пропитками.

К недостаткам висячих стропильных систем можно отнести необходимость применения спецтехники (фермовозы) для транспортировки и кранов для монтажа конструкций в проектное положение.



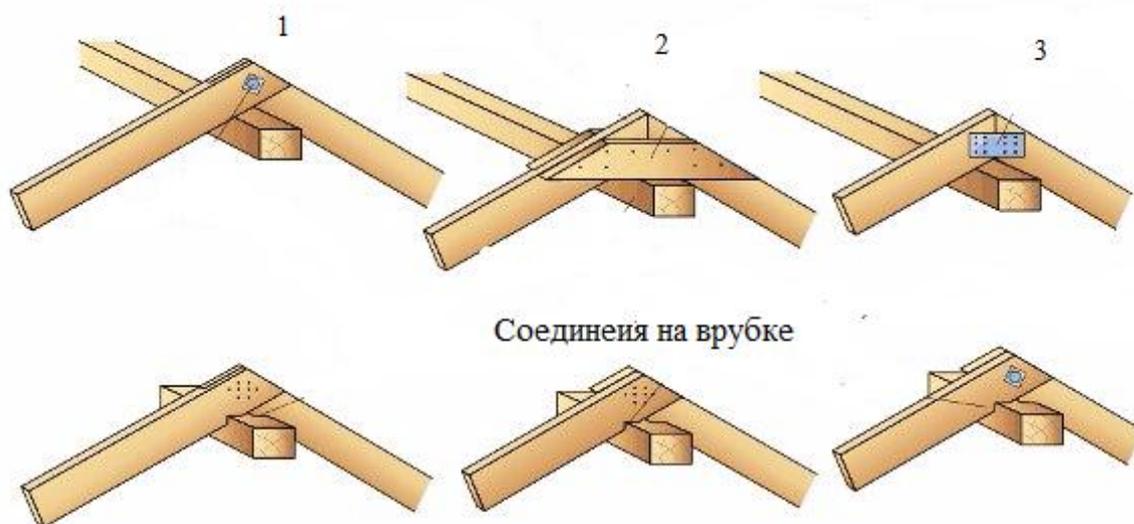
Рисунок 5.2 – Крыши с висячими стропильными системами для пролета 9 и 12 метров

**Деревянные наслонные стропила** – традиционный вид несущих конструкций скатной крыши. Они просты по конструкции, имеют сравнительно

небольшой вес, но трудоемки в изготовлении и требуют большого расхода древесины.

Основными элементами наслонных стропил являются стропильные ноги выполняемые из бревен, брусьев или спаренных досок.

Бревно принимается диаметром 200...220 мм; брус – 150x100, 200x150мм; спаренные доски имеют сечение 150x50, 180x50 мм. Стропильные ноги, укладываемые попарно вдоль скатов, с шагом 1,5...2,0 м для стропил из бревен и брусьев и 1,0...1,5 м – для дощатых стропил. В вальмовых крышах раскладка стропильных ног начинается с узла пересечений накосных ребер в целях придания будущему узлу стропил большей жесткости. Соединение стропильных ног между собой выполняется накладкой или врубкой.



1 – врубкой; 2 – накладкой 3 – металлической зубчатой пластиной.

Рисунок 5.3 – Способы соединения стропильных ног

Нижние концы стропильных ног опираются на наружные стены через настенный брус – мауэрлат, назначение которого равномерно распределять на стене сосредоточенную нагрузку от стропильных ног и предохранять их от гниения. При редкой расстановке стропильных ног в силу того, что мауэрлат

не работает как балка, непрерывный брус может быть заменен отдельными коротышами длиной 600-900 мм.

На рисунке 5.4, 5.5 приведены примеры конструктивных схем деревянных наслонных стропил для одно - и двускатных крыши.

Крепление стропильных ног к стенам здания выполняется скруткой из проволоки, для чего в стену забивается ерш (специальный гвоздь с зубцами). Крепим стропильные ноги через одну. Мауэрлат к стене иногда крепят шпильками и болтами (только в зданиях более 10 метров высотой).

При увеличении перекрываемого пролета от 6 до 8 метров в конструкцию наслонных стропил вводится коньковый прогон, стойки и лежень. Верхние концы стропильных ног опираются на коньковый прогон (брус 150 x 100 мм). Коньковый прогон делает систему более жесткой и устойчивой. Он поддерживается системой стоек (брус 150x100 мм), устанавливаемых на внутренние опоры. Шаг стоек – от 3 до 5 м. для придания большей жесткости прогону (при значительном расстоянии между стойками) ставят парные продольные подкосы. Нагрузка от стоек и подкосов на внутреннюю опору распределяется с помощью нижнего бруса-лежня.

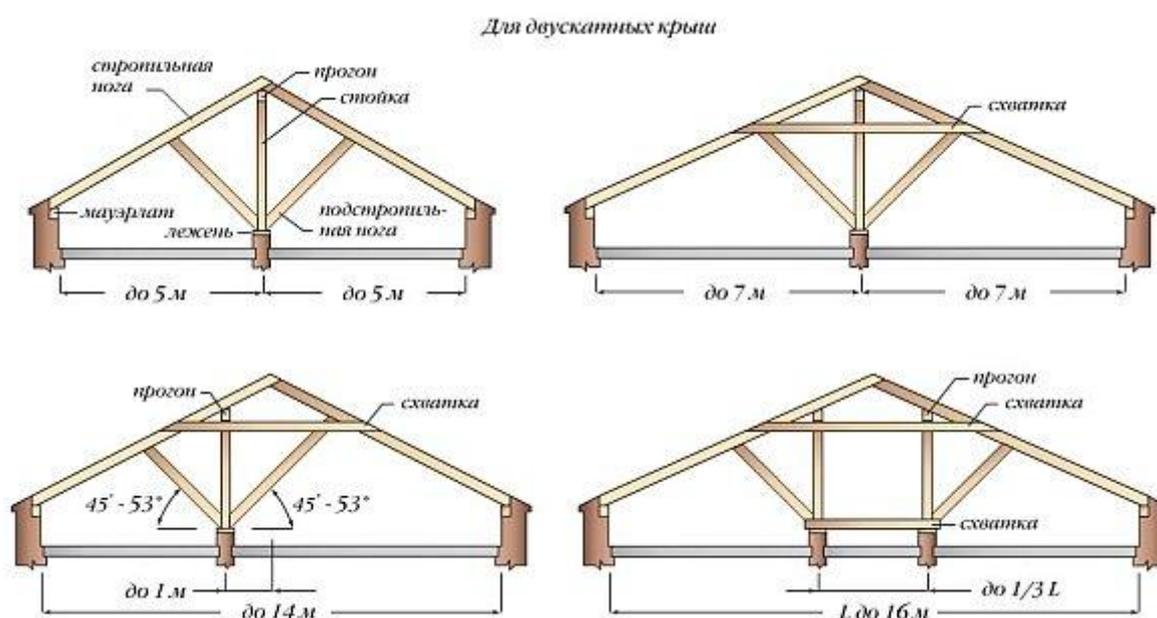


Рисунок 5.4 – Конструктивная схема двускатной крыши с наслонными стропилами

Лежень необходим для исключения контакта несущих деревянных конструкций с бетонными или каменными элементами здания, для обеспечения проветривания деревянных конструкций. Лежень (брус 150x100 мм) укладывается на кирпичные столбики 380x380 мм. Под лежень простилается 2 слоя гидроизоляции. Крепление лежня к столбику выполняется скруткой.

При перекрываемом пролете от 8 до 10 метров в стропильную систему, помимо прогона, стоек и лежня, вводятся подкосы (подстропильные ноги). Подкосы выполняются из бревна, бруса или спаренных досок (по аналогии с материалом стропильных ног).

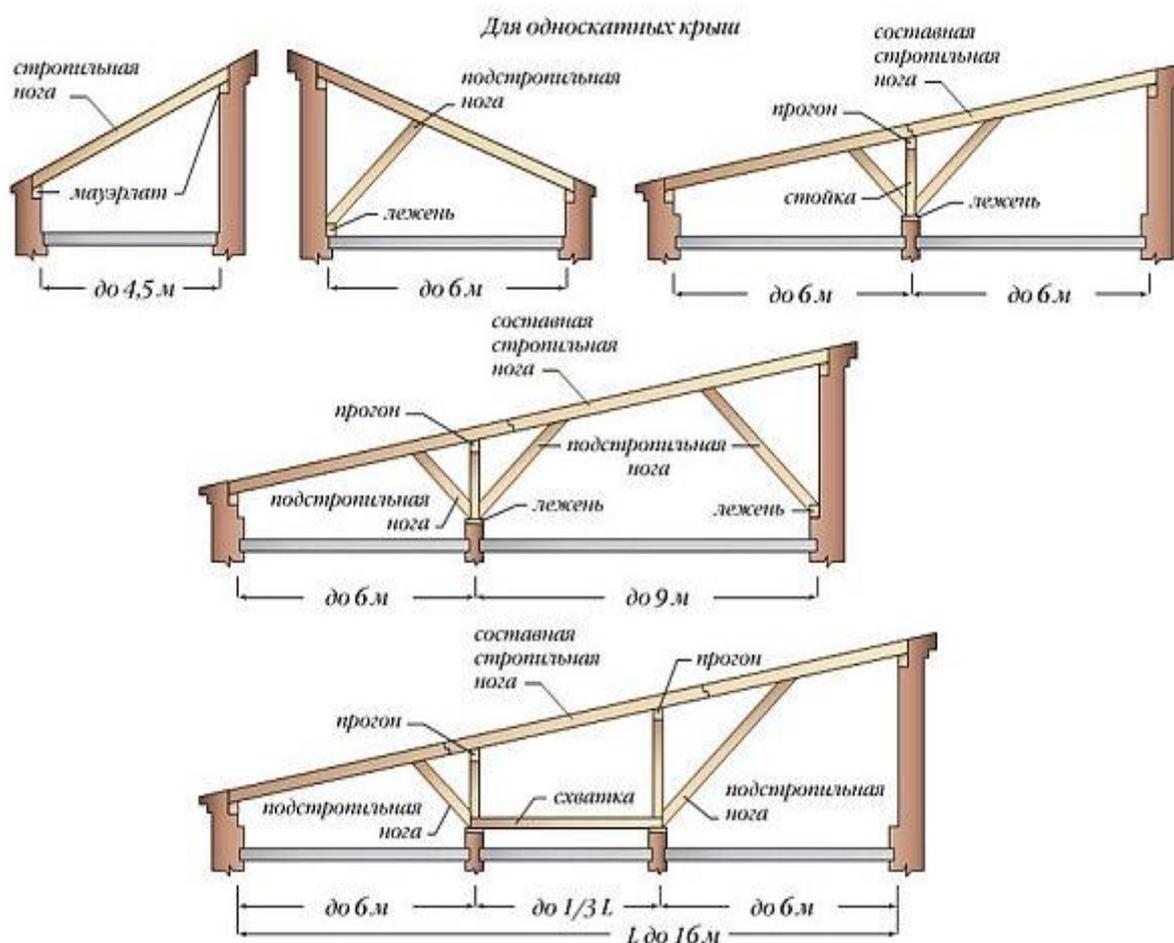


Рисунок 5.5 – Разрез односкатной крыши. Основные элементы

Подкосы раскрепляют каждую пару стропильных ног. Угол крепления подкоса относительно вертикальной стойки –  $45^\circ$ . Угол между парой подкосов

должен быть  $90^\circ$ . Крепление подкоса к стропильной ноге может выполняться накладкой или врубкой.

Введением схватки, или ригеля, повышается жесткость системы в целом при перекрываемом пролете от 10 до 12 м.

При смещении внутренней опоры от центральной оси здания на расстояние, равное или меньше 1 м, уклоны скатов сохраняются одинаковыми (если их не изменяют по архитектурным соображениям), но поддерживающая система (из прогона, стоек подкосов и лежня), усиленная ригелем, также смещается, следуя за опорой (рисунок 5.4, 5.5).

Конструкции стропил из брусьев можно рассмотреть на примере вальмовой крыши (рисунок 5.6). Все сопряжения стропил выполняют с помощью врубок.

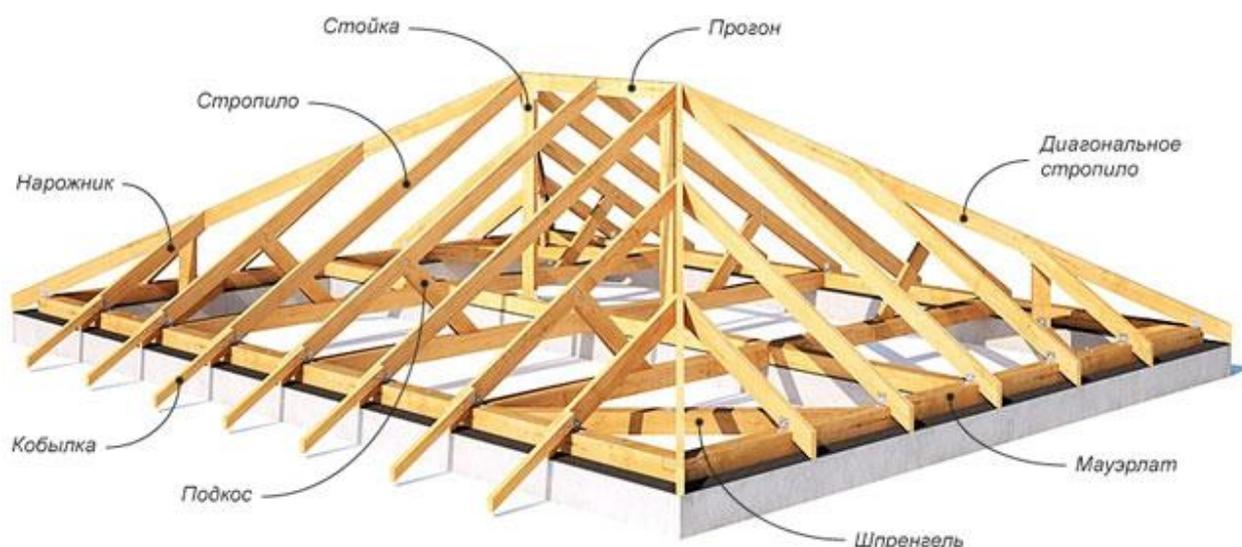


Рисунок 5.6 – Элементы скатных вальмовых крыш (общий вид)

В зданиях с двумя внутренними опорами (продольными стенами или рядами колонн) появляются две поддерживающие системы, совместность работы которых обеспечивается постановкой распорок (между лежнями) и ригелей; стропильные ноги при этом, как правило, составные (рисунок 5.4, 5.5).

Несущую конструкцию вальмы образуют накосные, или диагональные, стропильные ноги и опирающиеся на них и наружные стены нарожники (укороченные стропильные ноги), шаг которых аналогичен шагу основных стропильных пар. Из рисунка 5.6, а видно, что накосные стропильные ноги имеют значительно бóльшую длину и нагруженность. Поэтому их поддерживают в пролете промежуточной опорой в виде стойки с подкосами (если есть для них каменная опора) или шпренгеля (простейшей деревянной фермы, располагаемой в углу здания). Нижний конец накосной ноги лучше опирать на мауэрлат не непосредственно, а через наискось уложенную на небольшом расстоянии от угла специальную балку (при этом не нарушается угловое сопряжение мауэрлата). Верхний конец накосной ноги опирается на коньковый прогон, а при двух прогонах – на прибоины к первой стропильной паре (в последнем случае прогоны служат промежуточными опорами для накосных ног).

Для устройства кровли в карнизной части крыши к концам стропильных ног (в том числе и накосных) прибивают коротыши из досок сечением 120x50 мм, называемые кобылками. Вылет кобылки за линию фасада должен быть не менее 500 мм. Кобылки обеспечивают отвод воды от стен здания.

На рисунке 5.7 показаны элементы и узлы сопряжений дощатых стропил.

Основные элементы выполняют из спаренных досок сечением 180x50 и 150x50 мм с короткими прокладками (из тех же досок) между ними. Соединение таких элементов друг с другом достаточно простое. Стойки и подкосы имеют на концах удлиненные прокладки, выходящие за пределы торцов. Эти прокладки вводят в зазор между досками прогона, лежня или стропильных ног и крепят к ним гвоздями или болтами. Подобно удлиненной прокладке закрепляют в стропильной ноге кобылку. Парные элементы соединяют с помощью гвоздей (болтов) и накладок.

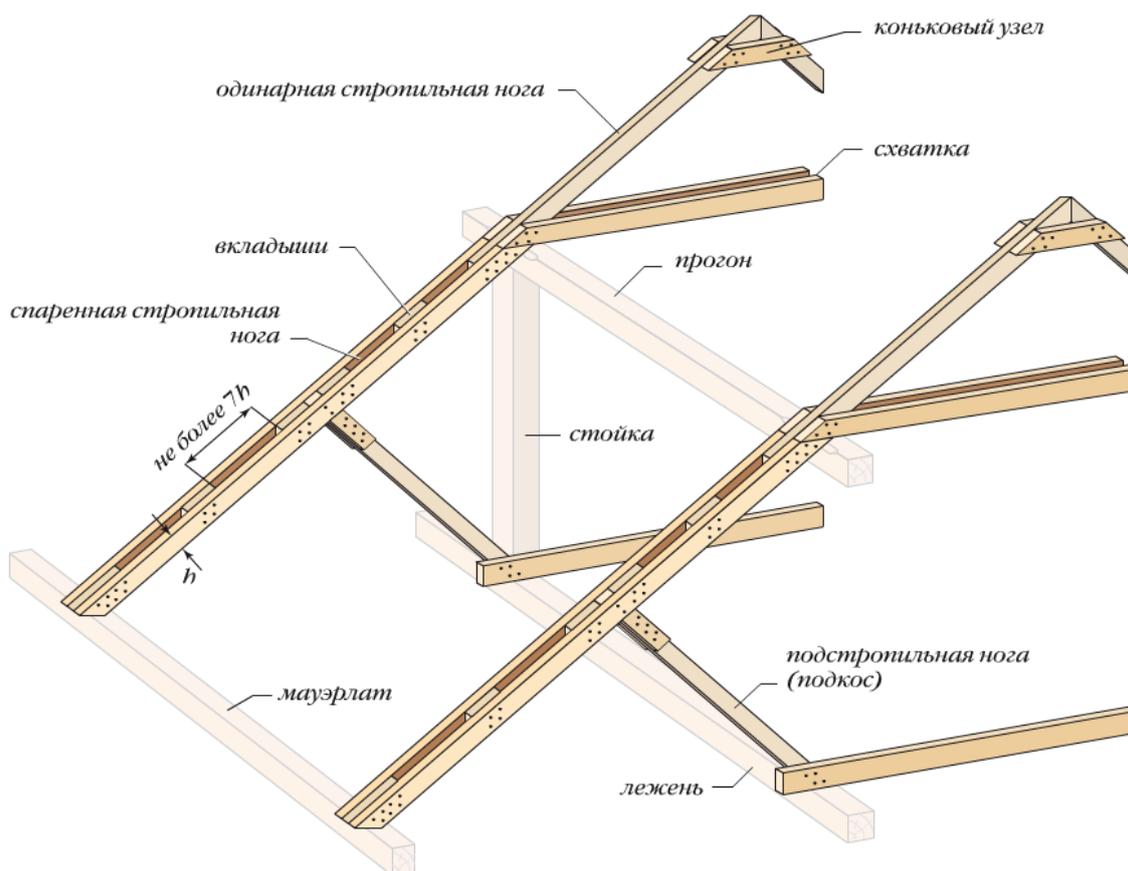


Рисунок 5.7 – Элементы и узлы сопряжений дощатых стропил

Настенный брус и выравнивающие прокладки из досок антисептируют и дополнительно изолируют от кирпичной кладки слоем толя. Для предупреждения срыва крыши ветром концы стропильных ног (через одну) крепят к забитым в стену костылям (или за плиты перекрытия) проволочными скрутками.

Врубki сопровождаются постановкой стальных связей в виде болтов или скоб. Ригель крепится к стропильным ногам с помощью гвоздей. Чтобы сильно не ослабить накосную ногу, врубки нарожников разносят минимум на 200 мм (в чистоте).

Рассмотренные виды наслонных стропил являются конструкциями построечного или полужаводского изготовления и требуют больших затрат ручного труда. В настоящее время налажено производство сборных дощатых стропил заводского изготовления. Дополняют конструкцию отдельные

элементы: затяжки, кобылки и мауэрлат. Все элементы выполняются из досок, одной или спаренных (с короткими прокладками), а сопряжения – на гвоздях.

Карниз – архитектурно-конструктивный элемент, завершающий стены зданий со скатными крышами (рисунок 5.8). назначение карниза двояко: он придает зданию законченный вид (т.е. необходим по архитектурным соображениям) и предохраняет стены от увлажнения атмосферными осадками (т.е. отвечает функциональным требованиям). Величина выступа карниза за поверхность стены называется выносом карниза. Небольшой вынос карниза можно получить с помощью выпуска кобылки или нескольких рядов кладки.

В кирпичном карнизе выпуск ряда не должен превышать 60-80 мм, а вынос карниза – не более 300 мм и не более  $\frac{1}{2}$  толщины стены.

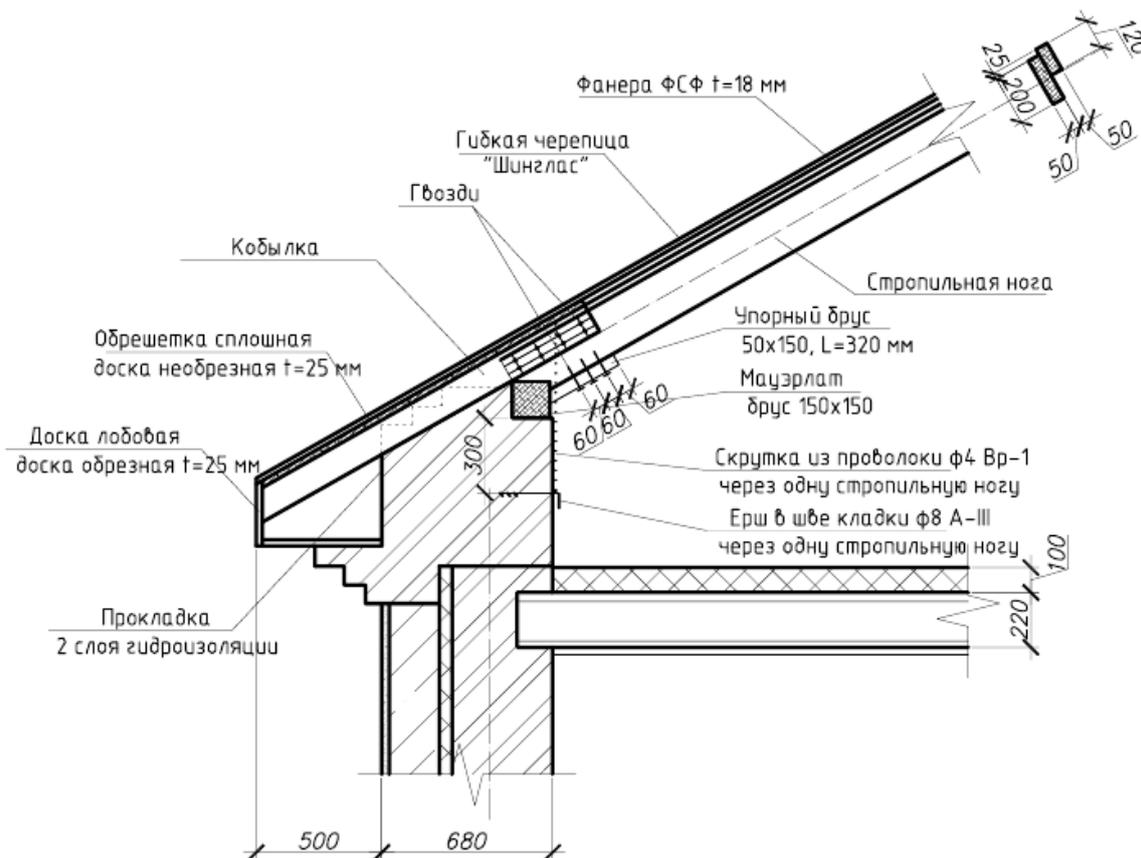


Рисунок 5.8 – Карнизный узел кирпичного здания

В современных зданиях, крыши которых решают плоскими с внутренним водоотводом, а также в зданиях со скатными крышами и наружным водоотводом на одну сторону карнизы отсутствуют (за исключением той

стороны, куда организован наружный водоотвод) и стены заканчиваются парапетом .

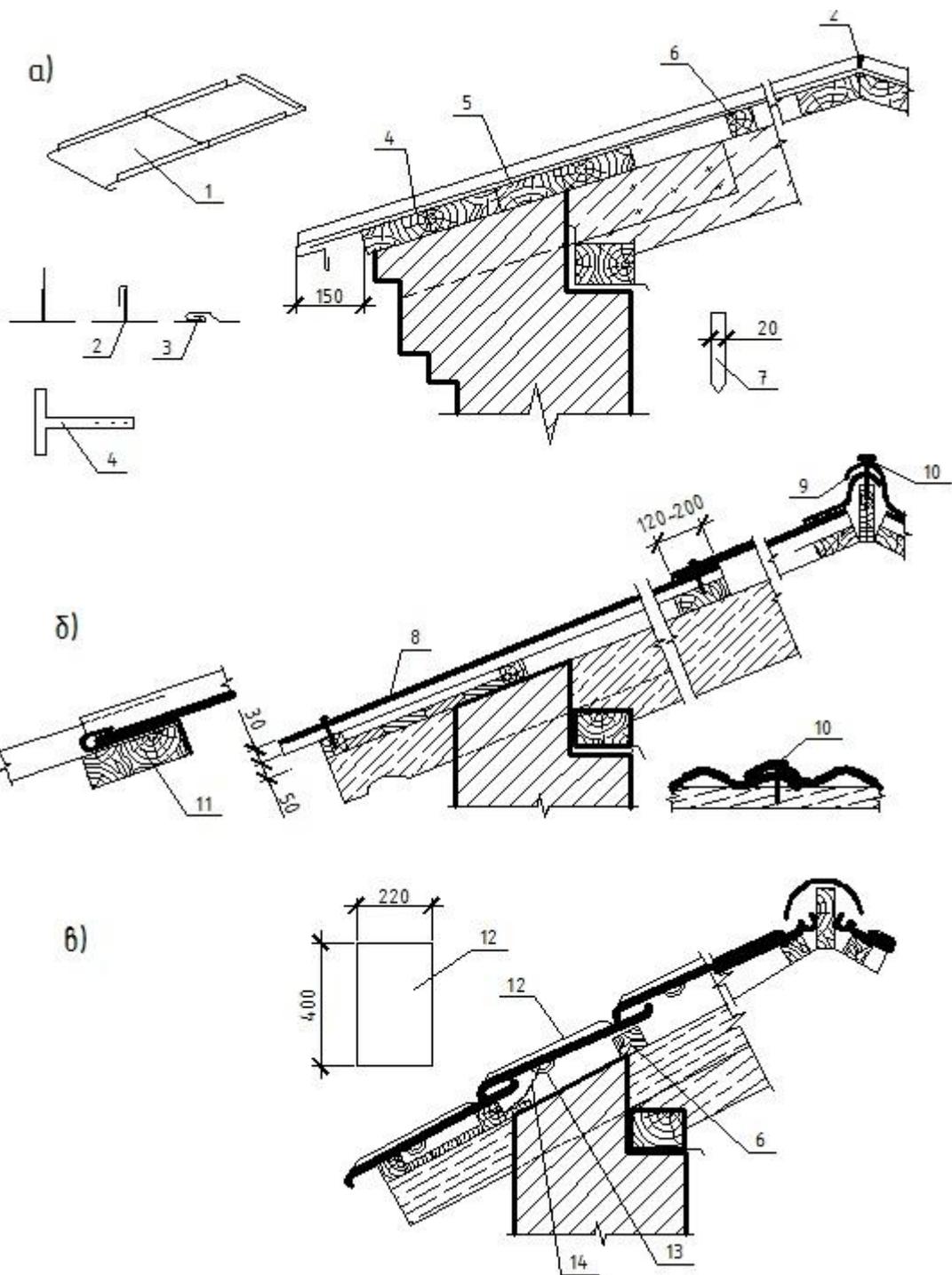
### **4.3 Кровли скатных крыш**

Для скатных крыш применяют различные кровельные материалы: листовая сталь (оцинкованная и черная), асбестоцементные волнистые листы (АЦВ) обыкновенного и усиленного профиля, металлическую и керамическую черепицу, рулонные материалы (мягкую черепицу Шинглас и Катепал, гидроизол , стеклоизол и другие.)

Кровли из листовой стали (рисунок 5.9, а) в целях экономии металла применяют главным образом при капитальном ремонте зданий, а также для устройства кровельных свесов и разжелобков при кровлях из других материалов.

Металлические листы размером 0,71x1,42 м и толщиной 0,4-0,5 мм соединяют лежачими фальцами в картины (из 2-3 листов) и укладывают их на обрешетку из деревянных брусков сечением 50x50 мм; шаг брусков – 250 мм. На карнизном свесе и в местах ендов обрешетка заменяется сплошным настилом из досок (той же толщины) шириной соответственно 700 и 1000 мм. Соединяют картины между собой фальцами: лежачим – в соединениях, направленных поперек ската, стоячим – вдоль ската. Лежачие фальцы размещают вразбежку (легче при этом выполнять стоячие фальцы), а брусok обрешетки под ними заменяют доской. Отдельные доски прибивают еще по коньку и ребрам крыши.

Крепление картин к обрешетке производят с помощью клямер-полосок из кровельной стали, один конец которых прибивают к брускам обрешетки (сбоку), другой, развернув на 90°, пропускают в заготовки стоячих фальцев смежных картин и загибают вместе с ними. Число клямер – 2 штуки на каждую сторону листа. Для образования свеса кровли к сплошному настилу прибивают костыли из 4 мм полосовой стали; шаг костылей – 700 мм, вынос их от карниза – 120-150 мм.



1 – кровельный стальной лист; 2 – стоячий фальц; 3- лежачий фальц;  
 4 – костыль; 5 – карнизный шит ; 6 – обрешетка ( брус 50x 50мм); 7 – клямер;  
 8 – лист металлочерепицы; 9 – коньковый элемент; 10 – шиферный гвоздь; 11 –  
 обрешетка из доски; 12 – керамическая черепица; 13 – петля для крепления  
 черепицы; 14 – проволока для крепления черепицы.

Рисунок 5.9 – Кровли скатных крыш

Нижнюю кромку листа свеса крепят с помощью отворотной ленты за костыли, верхнюю – лежачим фальцем с картиной ската. При устройстве настенного желоба наружного организованного водоотвода верхняя кромка листа свеса прикрывается листами желоба, поэтому ее прибивают к настилу гвоздями, а с картинами соединяют верхние кромки листов желоба; нижние кромки листов желоба крепят с помощью заклепок к заранее прибитым (по уклону желоба) крючьям. Шаг крючьев – 700 мм. Настенный желоб отводит воду через лотки к воронкам наружного водостока. Шаг воронок – не более 20 м.

В массовом жилищном строительстве наибольшее распространение получили кровли из металлочерепицы (рисунок 5.9 б, 5.10), которая является разновидностью профилированного стального оцинкованного листа с полимерным покрытием, который подвергается поперечному штампованию для получения рисунка, имитирующего натуральную черепицу. В качестве исходного материала в металлочерепице применяется холоднокатанная сталь толщиной 0,5 мм. После прокатки стальной лист с обеих сторон подвергается горячей оцинковке, при этом его поверхность становится устойчивой к воздействию коррозии, затем наносится слой пластика, выдерживающий воздействие солнечных лучей и колебания температур. Они сравнительно легкие, с небольшим количеством сопряжений, имеют редкую обрешетку ( шаг обрешетки 380 мм.) и дешевы в эксплуатации.

Волнистые листы периодического профиля (размеры листа – 1200х678 мм, толщина – 0,5 мм, высота волны – 40...60 мм) укладывают концами на обрешетины из досок толщиной 50 мм с нахлестом: продольной – на 100-120 мм, поперечной – на полволны. Жесткость покрытия обеспечивается введением посередине пролетов промежуточных обрешетин из брусков 50х50 мм. Крепят листы к обрешетке оцинкованными гвоздями (с уплотняющими шайбами из рубероида на мастике) или шурупами; крепеж производится в гребне волн

смежных листов. Для выступающих ребер крыши применяют специальные фасонные элементы – шаблоны; для ендов, кровельных свесов, настенных желобов и обрамлений дымовых труб – листы оцинкованной кровельной стали.



Рисунок 5.10 – Металлочерепица

Кровли из керамической черепицы (рисунок 5.9, в) долговечны, огнестойки, имеют красивый внешний вид. Недостатками их являются большой собственный вес и необходимость крутых уклонов (до  $45^\circ$ ), повышающих площадь кровли и, как следствие, его стоимость.

В настоящее время применяют пазовую штампованную и пазовую ленточную черепицу. Эти виды черепиц имеют продольные пазы и поперечные отбойные гребни, которые позволяют получить водонепроницаемые сопряжения при минимальной нахлестке элементов. Черепицу укладывают с низу вверх. Крепят черепицу к дощатой сплошной обрешетке с помощью выступающих из черепицы шипов и проволоки с гвоздями, для которой в черепице предусмотрены приливы с отверстием. Проволочный крепеж достаточен через ряд, начиная с нижнего. Возможные неплотности сопряжений

промазывают глиноизвестковым раствором. Конек и ребра перекрывают специальной коньковой черепицей.



Рисунок 5.11 – Кровля из мягкой черепицы Шинглас

Альтернативным решением кровли из керамической черепицы стало применение мягкой черепицы «Шинглас», «Катепал» (рисунок 5.11). Кровля приобретает изысканный вид вместе с надежностью, герметичностью и долговечностью. Крепится мягкая черепица к сплошной обрешетке, выполненной из влагостойкой фанеры толщиной 40 мм специальными клеящими мастиками и гвоздями. Уклон крыши для данного гидроизоляционного материала от  $5^{\circ}$  до  $90^{\circ}$ . Очень надежно мягкая черепица может защищать вертикальные фронтоны домов.

### Водостоки

Скатные крыши обычно имеют наружные неорганизованные или организованные водостоки.



Рисунок 5.12 – Наружный организованный водоотвод (общий вид)

Трубы располагают на расстоянии не более 20 м одна от другой по периметру здания (из расчета на  $1 \text{ м}^2$  поверхности кровли  $1\text{-}2 \text{ см}^2$  сечения водосточной трубы).

Неорганизованный водосток допускается в зданиях внутриквартальной застройки высотой не более 3 этажей или 10 м. Во всех остальных случаях устраивают наружный организованный водоотвод через систему настенных (подвесных или выносных) желобов (рисунок 5.13) и навесных водосточных труб.

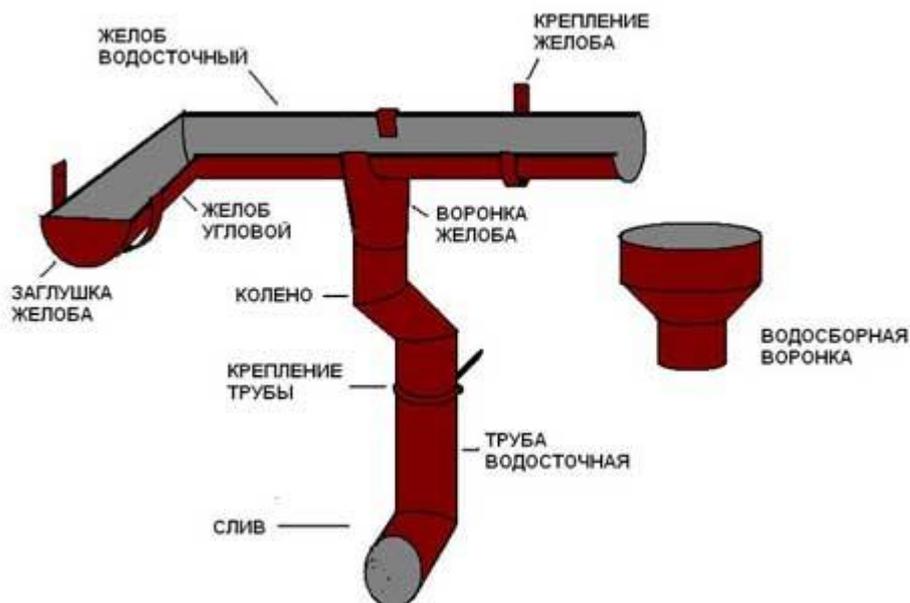


Рисунок 5.13 – Элементы наружного организованного водоотвода

Форма труб и желобов может быть круглой или прямоугольной. При выборе формы и размеров труб и желобов необходимо учитывать также уклон, количество и расположение точек стока воды. В настоящее время традиционные конструкции желобов, воронок и водосточных труб из кровельной стали вытесняются коррозиестойкими конструкциями из пластмасс и оцинкованной стали с полимерными покрытиями (толщина стали – 0,6-0,7 мм, а покрытие пластизоль имеет толщину слоя 100 мкм). Покрытие наносится на обе стороны листа. Такие трубы и желоба имеют целый ряд достоинств: высокую прочность элементов; простоту и легкость монтажа и т.д. Недостатком этого материала является его высокая цена. В настоящее время все шире используются трубы и желоба, выполненные из ПВХ: эти изделия устойчивы к природным и химическим воздействиям, ультрафиолетовым лучам, морозостойки и устойчивы к воздействию коррозии. Их недостатком является изменение линейных размеров при резком перепаде температур. Стоимость системы водостоков обычно составляет от 10-30 % стоимости кровли.

Стальные и пластиковые водосточные трубы крепят к стенам при помощи стальных ухватов или хомутов, которые располагают по вертикали на расстоянии не более 1,5 м друг от друга. Звенья водосточных труб крепят к стене на расстоянии не менее 120 мм от стены.

#### **5.4 Плоские крыши**

Более экономичными являются плоские совмещенные крыши: вентилируемые и невентилируемые. Однако эксплуатация совмещенных крыш выявила недостатки таких конструкций, особенно серьезные у невентилируемых. Эти недостатки вытекают из самой структуры крыши, где утеплитель оказывается замкнутым между двумя плотными паронепроницаемыми слоями: слоем пароизоляции и гидроизоляционным ковром. Если конструкция невентилируемая, в ней отсутствует возможность удаления влаги, внесенной в утеплитель при монтаже или в период эксплуатации. Накопленная влага ухудшает теплофизические свойства утеплителя, тем самым увеличивая теплопотери через конструкцию крыши.

В вентилируемых крышах предусматривается возможность осушения и стабилизации свойств утеплителя в период эксплуатации. Однако и у них теплопотери выше, чем при чердачных крышах, особенно в зданиях повышенной этажности, когда усиливается отрицательное воздействие ветра. Поэтому в настоящее время вентилируемые совмещенные крыши разрешены только для зданий высотой не более 5 этажей.

В массовом строительстве можно встретить две разновидности совмещенных вентилируемых крыш: в первой утеплитель вентилируют при помощи каналов, устраиваемых в самом теплоизоляционном слое; во второй – путем устройства вентилируемой воздушной прослойки поверх слоя утеплителя. Первая разновидность крыши основана на использовании жестких плитных утеплителей, при укладке которых оставляют зазоры, образующие вентиляционную систему. Эта система через продухи в стене сообщается с

наружным воздухом. Отметим некоторые конструктивные особенности крыши. Уклоны крыши создаются за счет слоя гравия переменной толщины или клиновидного пенополистирольного утеплителя, разработанного специально для разуклонок плоских крыш. Под кровельный ковер предусматривается цементно-песчаная или асфальтовая стяжка толщиной 20 мм. При нежестком подстилающем слое (например, из минераловатных плит, пенополистирола, пенополиуретана) стяжку выполняют из цементно-песчаного раствора толщиной 30-50 мм с армированием редкой сеткой из проволоки диаметром 2-3 мм с ячейкой 200x200 или 300x300 мм. Кровля состоит из рулонного ковра (2-3 слоев стеклоизола, гидроизола или других рулонных материалов на битумной мастике) и защитного слоя из мелкого гравия светлых тонов, втопленного в поверхностный слой мастики. Защитный слой предохраняет водоизоляционный ковер от механических повреждений и перегрева солнцем в летнее время, повышая долговечность кровли.

Конструктивные особенности плоских крыш-террас заключается в устройстве усиленной и более долговечной гидроизоляции (4-5 слоев гидроизола на битумной мастике) и в конструкции защитного слоя, который служит полом. Кровлю крыши-террасы делают с уклоном 0,5-2 % к внутренним водостокам, а пол – горизонтальным.

Полы крыш-террас могут быть цементными или асфальтобетонными (толщиной 25 мм), из железобетонных офактуренных плит или плит природного камня (толщиной 40-50 мм), уложенных по цементно-песчаному раствору. Их разрезают температурно-усадочными швами на квадраты со стороной 1,2-1,5 м; швы заполняют герметиком. Возможны плитные полы, уложенные «насухо» по дренирующему слою гравия или крупнозернистого песка.

Плоские крыши устраивают, как правило, с внутренним водоотводом, исключающим возможность появления наледей на воронках и ледяных пробок в водосточных трубах (благодаря подогреву их восходящим током теплого воздуха). Водосточные воронки располагают по продольной оси здания (у

лестничных клеток) из расчета 500-800 м<sup>2</sup> площади кровли на одну воронку (при диаметре отводного патрубка 100 мм и средней интенсивности выпадения осадков). Максимальная длина пути воды, стекающей в воронку, не должна превышать 24 м. подводят воду к воронкам устройством так называемых конвертов или прямых желобов с уклоном в 1-1,5 % (рисунок 24, г); последние предпочтительнее из-за меньшего расхода материалов на уклонообразование.

## 5.5 Мансарды

Мансарда – (франц. mansarde) – жилое помещение, расположенное под крышей здания и поэтому имеющее наклонный потолок или наклонные стены. Это чердачное помещение под крутой с изломом крышей, используемое для жилья и хозяйственных целей. Названо по имени французского архитектора Ф. Мансара. Устройство мансарды в доме продиктовано прежде всего практическими соображениями: внутреннее пространство дома в этом случае используется максимально. Крыши над мансардными помещениями обычно не имеют средней опоры и конструктивно решаются с применением стропильных ферм. Затяжками таких ферм являются балки междуэтажного перекрытия. Простейшая конструкция мансардной крыши – треугольная ферма прямолинейного очертания применяется в однопролетном доме шириной до 6 м. Учитывая, что нижний пояс такой фермы служит одновременно полом мансарды, его конструкцию усиливают и принимают в виде двух параллельных досок сечением не менее 50 х 150 мм каждая. Горизонтальные схватки и вертикальные стойки также лучше делать спаренными из более тонких досок, что в дальнейшем упрощает обшивку стен и потолка мансарды (рисунок 5.12).



Рисунок 5.12 – Мансарда (общий вид)

Форма мансардных пространств различна. Рекомендуемая высота стен до наклонной части потолка должна быть при наклоне потолка к горизонту  $30^\circ$  и более должна быть 1,6 м. Эта высота  $H$  может быть и меньшей (желательно  $> 0,5$  м), но условия пребывания человека в этих случаях недостаточно комфортны и, согласно действующим нормативам, в подобных случаях расчетная жилая площадь учитывается с понижающим коэффициентом.

Конструктивно покрытие мансарды состоит из системы стропил, установленных с шагом 600-1000 мм. Пространство между стропилами заполняется теплоизоляционным материалом (утеплителем). В качестве утепляющего материала рекомендуется использовать плиты из минеральной ваты на основе базальтового волокна или стекловолокна. Теплоизоляционные плиты или маты могут укладываться в один или несколько слоев, причем общая толщина слоя утеплителя зависит от коэффициента теплопроводности утеплителя и определяется теплотехническим расчетом. При утеплении мансарды нужно помнить, что потери тепла происходят не только через

покрытие, но и через торцовую стену. Поэтому фронто́н дома, в соответствии с современными требованиями, также необходимо хорошо утеплить.

Изнутри помещение мансарды облицовывается гипсокартонными листами, фанерой, досками или вагонкой, которые крепятся к деревянным брускам или металлическим профилям, установленным с внутренней стороны стропильных ног. Помещения, расположенные в мансарде, должны освещаться дневным светом. Это освещение можно осуществлять двояко – через окна, решенные в виде утепленных чердачных окон и через наклонные мансардные окна. Оконные блоки могут устанавливаться не только в вертикальных, но и в наклонных плоскостях мансардной крыши.

Мансардные окна отличаются от обычных фасадных и по конструкции, и по качеству материалов, поскольку условия их эксплуатации более жесткие. Наклонные окна подвержены усиленному воздействию атмосферных осадков и солнечной радиации. Они делаются из пропитанного защитным составом высококачественного соснового бруса с натуральной поверхностью или из поливинилхлоридного профиля, снаружи защищенного от воздействия окружающей среды металлическими накладками. Большое значение имеет оконная фурнитура, которая должна обеспечивать возможность регулировки створки окна относительно коробки. В середине рамы располагаются специальные шарниры, которые позволяют ее поворачивать на 180°.

Стеклопакеты в мансардных окнах изготавливаются из стекла, покрытого светостабилизирующим слоем, и устанавливаются без применения герметика с двухсторонним уплотнением из модифицированной резины и прямого контакта с металлическими профилями не имеют. Для защиты от ударной нагрузки используются многослойные стеклопакеты (так называемый триплекс), выполненные из закаленного стекла. Энергоэффективность окон существенно повышается и за счет особой конструкции металлических накладок, образующих воздушные камеры между деревянной (пластиковой) рамой и поверхностью накладки. Снаружи окна защищены специальными водонепроницаемыми накладками из алюминия или меди. [ 8 ]

## **6 Лестницы**

### **6.1 Общие сведения**

Лестница – узел вертикального перемещения между этажами.

Лестницы состоят из маршей и площадок. В состав марша входят ступени, поддерживающие их наклонные балки (косоуры) и ограждение с поручнем. Вертикальную грань ступеней называют подступенком, горизонтальную – проступью. Лестничные площадки (этажные и промежуточные) имеют несущую основу из плиты, поддерживаемую горизонтальными площадочными балками или ребрами.

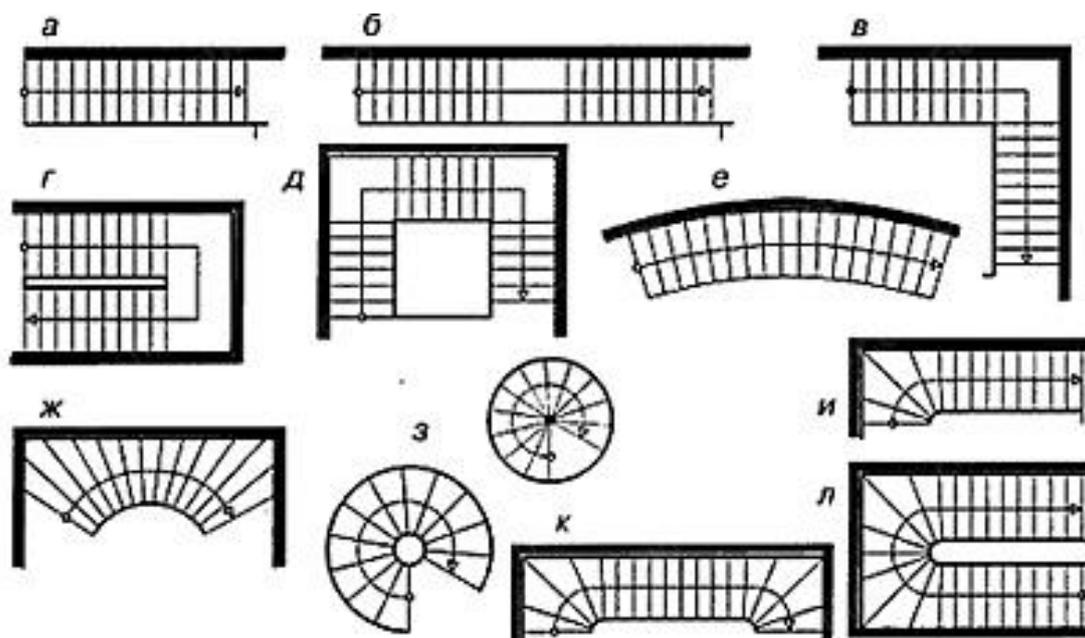
По назначению лестницы подразделяют на основные, вспомогательные (запасные, пожарные, аварийные, служебные) и входные.

По расположению в здании лестницы подразделяются на:

- внутренние, расположенные в лестничных клетках;
- внутриквартирные, применяемые в квартирах, решенных в двух уровнях;
- наружные.

По числу маршей (в пределах одного этажа) различают лестницы одно-, двух-, трех- и четырехмаршевые, винтовые, лестницы забежными ступенями (рисунок 6.1).

Лестницы служат для сообщения между этажами и средством эвакуации при чрезвычайных ситуациях (пожар). Учитывая последнее, основные лестницы каменных зданий, как правило, заключают в негорючие лестничные клетки (помещения, образованные огнестойкими конструкциями стен и чердачного перекрытия). Часто лестничные клетки являются существенным элементом композиции здания и всегда – его ядром жесткости.



а – одномаршевая; б – одномаршевая с площадкой для отдыха; в – одномаршевая поворотная; г – двух-маршевая; д – трех-маршевая; е – сегментная; ж – сегментная, с забежными ступенями; з – винтовая; и, к – одномаршевая с забежными ступенями; л – двух-маршевая с забежными ступенями.

Рисунок 6.1 – Виды лестниц по количеству маршей

Требования к лестницам рассмотрим применительно к основным лестницам. Прежде всего, лестницы должны быть прочными и жесткими. Статический расчет лестниц проводится на сравнительно высокие нормативные нагрузки:  $300 \text{ кг/м}^2$  полезная нагрузка для лестниц жилых зданий. На стадии проектирования рассматривается индустриальность и экономичность принятых конструктивных решений лестниц. И что особенно важно, основные лестницы должны отвечать требованиям пожарной безопасности, пропускной способности и неустойчивости.

По соображениям пожарной безопасности элементы основных лестниц каменных зданий выполняют из негорючих материалов и, как правило, размещают в огнестойких лестничных клетках, которые должны иметь естественное освещение и проветривание через окна в наружных стенах.

Лестницы заканчиваются выходом на чердак или совмещенную крышу. Для этого в жилых зданиях до 5 этажей предусматривается инвентарная стремянка, закрепленная на последнем этаже, и люк в конструкции чердачного перекрытия или совмещенной крыши.

Пропускная способность лестницы зависит, прежде всего, от ширины маршей и площадок. Суммарную ширину маршей в здании принимают из расчета 0,6 м на 100 человек наиболее населенного этажа (кроме первого). Ширина отдельного марша определяется требованием пожарной безопасности и габаритами переносимых по лестнице предметов. Минимальная ширина марша: для 2-этажных жилых зданий – 900 мм; максимальная: для жилых зданий – 1400 мм. Ширину межэтажных лестничных площадок назначают не менее ширины марша, этажные площадки принимают не менее 1200 мм не более 1500.

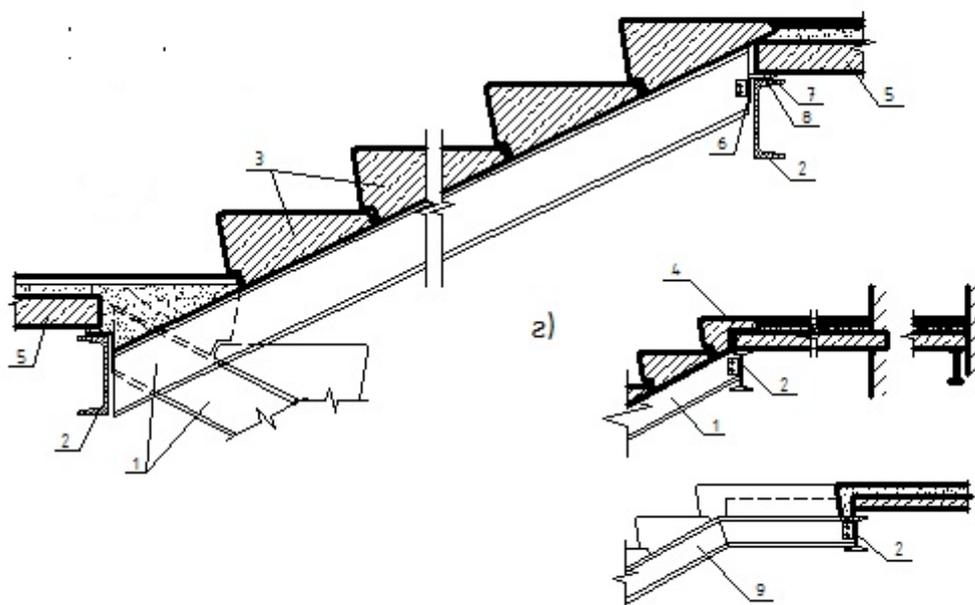
На пропускную способность лестницы, а также удобство пользования ею, на ее «неутомляемость» влияет уклон марша (отношение высоты марша к его горизонтальной проекции, или заложению). Для основных лестниц принимают уклоны 1:2 или близкие к ним 1:1,75. Ступени, соответствующие этим уклонам, должны иметь размеры:  $h=150, 165$  мм,  $b=300, 285$  мм. Назначение таких размеров ступеней увязано с шагом человека, равным примерно 600 мм при ходьбе по плоскости и 450 мм – при движении по лестнице. Лестница будет удобной для пользования, когда  $b+2h=600$  мм или  $b+h=450$  мм. Минимальную высоту подступенка принимают равной 135 мм, максимальную – 200 мм. При этом ширина проступи будет соответственно равна 330 и 250 мм.

Количество ступеней в одном марше регламентировано нормами и должно быть не менее 3 и не более 16. При меньшем числе ступеней легко оступиться, при большем – лестница становится «утомляемой».

Для определения размеров элементов лестницы и ее построения необходимо знать высоту этажа, схему лестницы, ширину марша и размеры ступеней.

## 6.2 Конструкции лестниц

Традиционные конструкции мелкоэлементных лестниц, состоящие из ступеней, косоуров, площадочных и подкосоурных балок, площадочных плит, устраивают в современных зданиях в малоэтажном домостроении и при реконструкции, в зданиях с неунифицированной высотой этажа или марша. В зависимости от материала косоуров (и площадочных балок) различают мелкоэлементные лестницы по металлическим и железобетонным косоурам, деревянные лестницы.

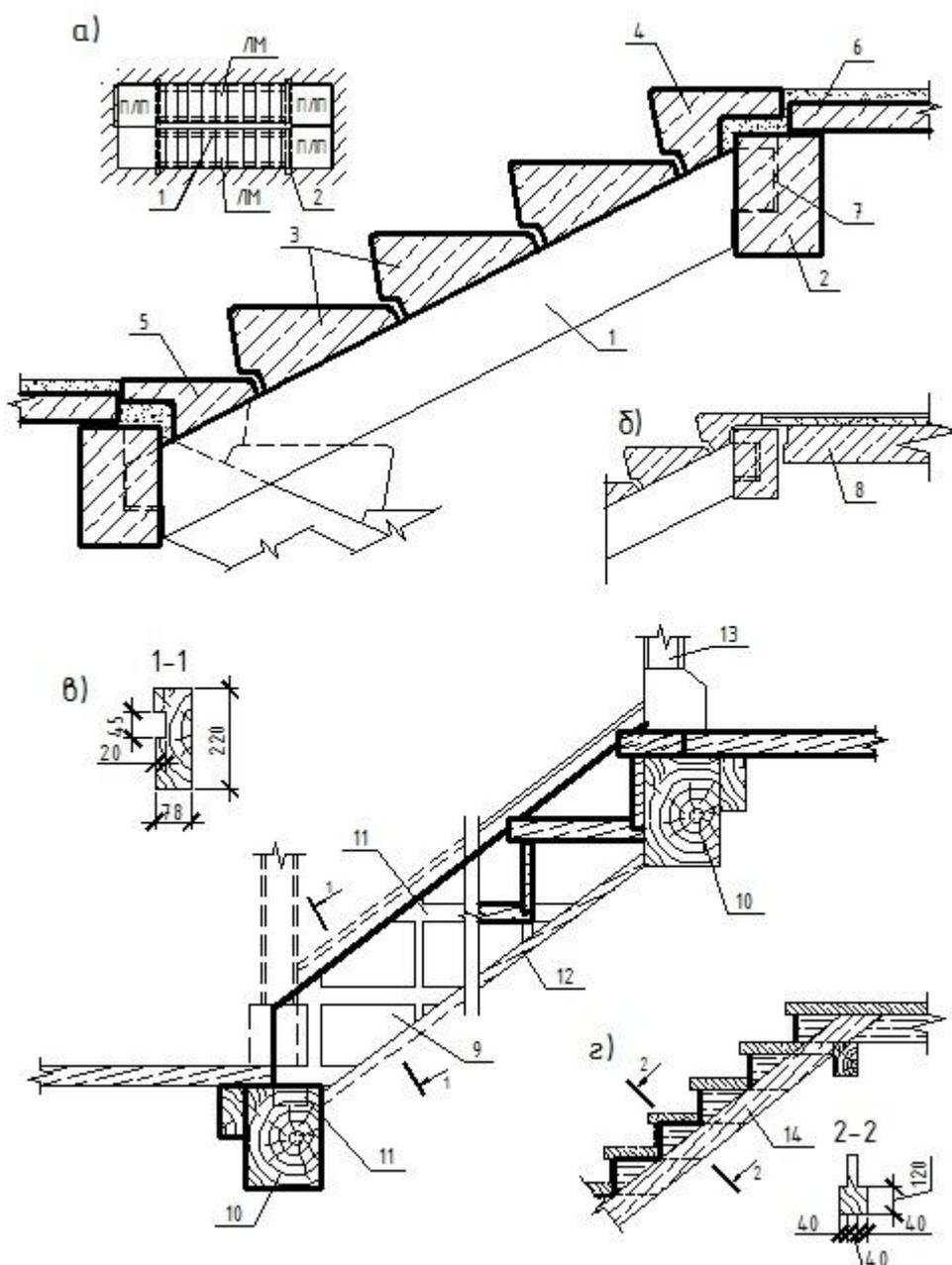


1,9 – косоур; 2 – подкосоурная балка; 3 – ступени; 4 – фризная ступень;  
5 – лестничная площадка; 6, 7 – уголок крепления балок.

Рисунок 6.2 – Конструкции мелкоэлементных лестниц по металлическим косоурам

Лестницы по металлическим косоурам (рисунок 26, б, в) имеют несущую основу из швеллеров или двутавров (№ 14-18), распределяемых попарно в каждом марше и площадке (пристенная площадочная балка может

отсутствовать, и плиты площадки опираются непосредственно на стену лестничной клетки).



1 – косоур; 2, 10 – подкосоурная балка; 3 – ступени; 4, 5 – фризная ступень; 6 – конструкция пола; 8 – лестничная площадка; 7 – площадка для опирания балок; 9 – деревянная тетива; 11 – пазы для проступи и подступенка; 12- подшивка тетивы; 13 – стойка перил; 14 – деревянный косоур.

Рисунок 6.3 – Конструкции мелкоэлементных бетонных и деревянных лестниц

Монтаж мелкоэлементных лестниц начинают с укладки площадочных балок, опирая их на боковые стены лестничной клетки. Площадочные балки нагружают косоурами и плоскими железобетонными плитами площадки.

Сопряжение косоуров с подкосоурными (площадочными) балками выполняют с помощью болтов и сварки. Для удобства монтажа к концам косоуров предварительно приваривают (перпендикулярно стенке балки косоура) уголки-коротыши, которые образуют у косоуров опорные участки, облегчающие монтаж элементов лестницы. При устройстве двухмаршевой лестницы с маршами разной длины, а также трех- и четырехмаршевых лестниц применяют гнутые косоуры. В местах перегиба у косоура вырезают расчетный клин и сваривают.

По косоурам укладывают железобетонные офактуренные ступени; по плоским железобетонным плитам площадки – полы. В местах примыкания лестничного марша к площадке часто укладывают специальные ступени: нижнюю и верхнюю фризные, образующие переход к горизонтальной плоскости площадок (рисунок 6.2). Применение металлических балок для лестниц гражданских зданий в настоящее время требует выполнения конструктивной противопожарной защиты металлических конструкций. Это выполняется обертыванием балок минераловатными плитами с дальнейшим оштукатуриванием их по сетке – рабице.

Лестницы по железобетонным косоурам (рисунок 6.3) имеют ту же конструктивную схему, что и лестницы по стальным косоурам. Отличие состоит в материале балок и способах их соединений. Железобетонные косоура заканчиваются шипами, которые при сборке лестницы вводят в гнезда подкосоурных балок. Для перехода марша в площадку используются фризные ступени. В тех случаях, когда требуется разгрузить подкосоурную балку (в общественных зданиях у лестниц с большой шириной марша), несущую основу площадок лестницы выполняют из настилов с опиранием их на стены лестничной клетки (рисунок 6.3, б).

Деревянные лестницы (рисунок 6.3, в) устраивают в деревянных зданиях и в каменных жилых, если в последних лестница функционирует как внутриквартирная.

Конструктивная схема деревянных лестниц является характерной для всех типов мелкоэлементных лестниц: несущую основу маршей составляют наклонные балки – тетивы (реже косоуры), которые врезают (в том числе и с помощью шипов) в площадочные балки. Для сопряжения досок проступей и подступенков с тетивой в боковой ее грани делают пазы (пропилы) глубиной 15-25 мм; после сборки лестницы их прикрывают конструкцией ограждения или декоративной рейкой.

При устройстве деревянных лестниц на косоурах (рисунок 6.3, г) последние выполняют из спаренных досок с короткими прокладками; выпуски прокладок образуют опоры для досок ступеней.

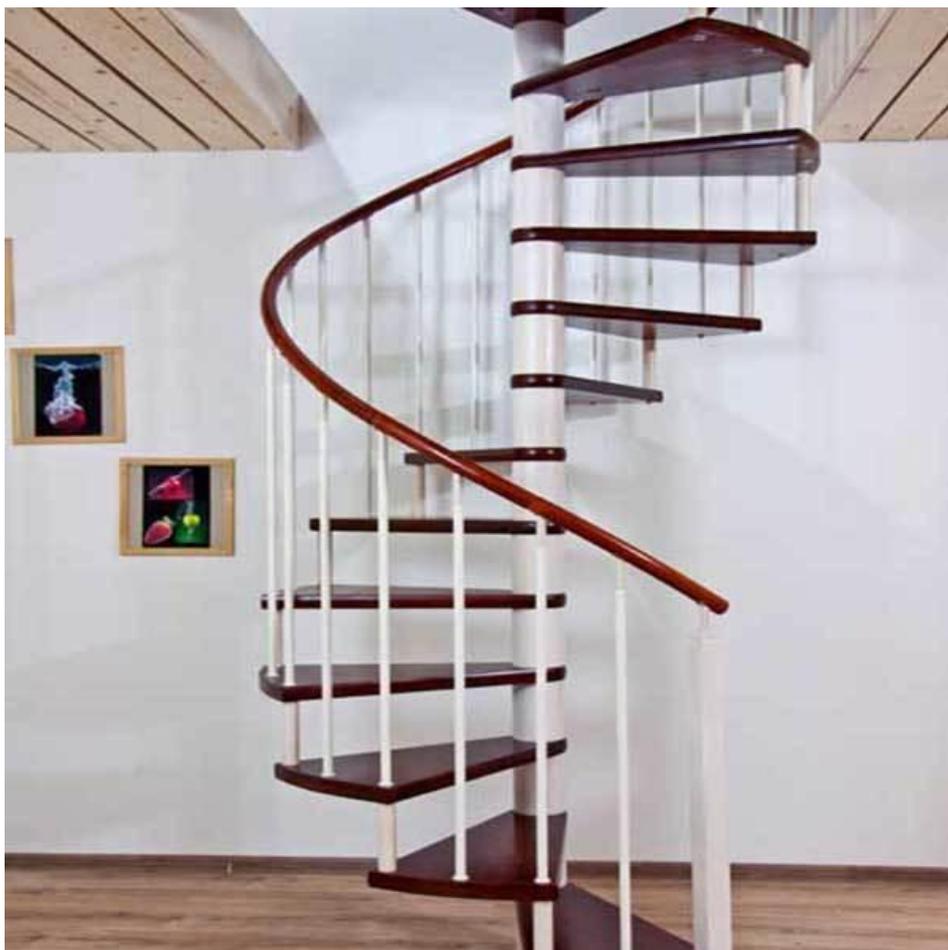


Рисунок 6.4 – Пример винтовой внутриквартирной лестницы

## Конструкции входных ступеней, террас и крылец

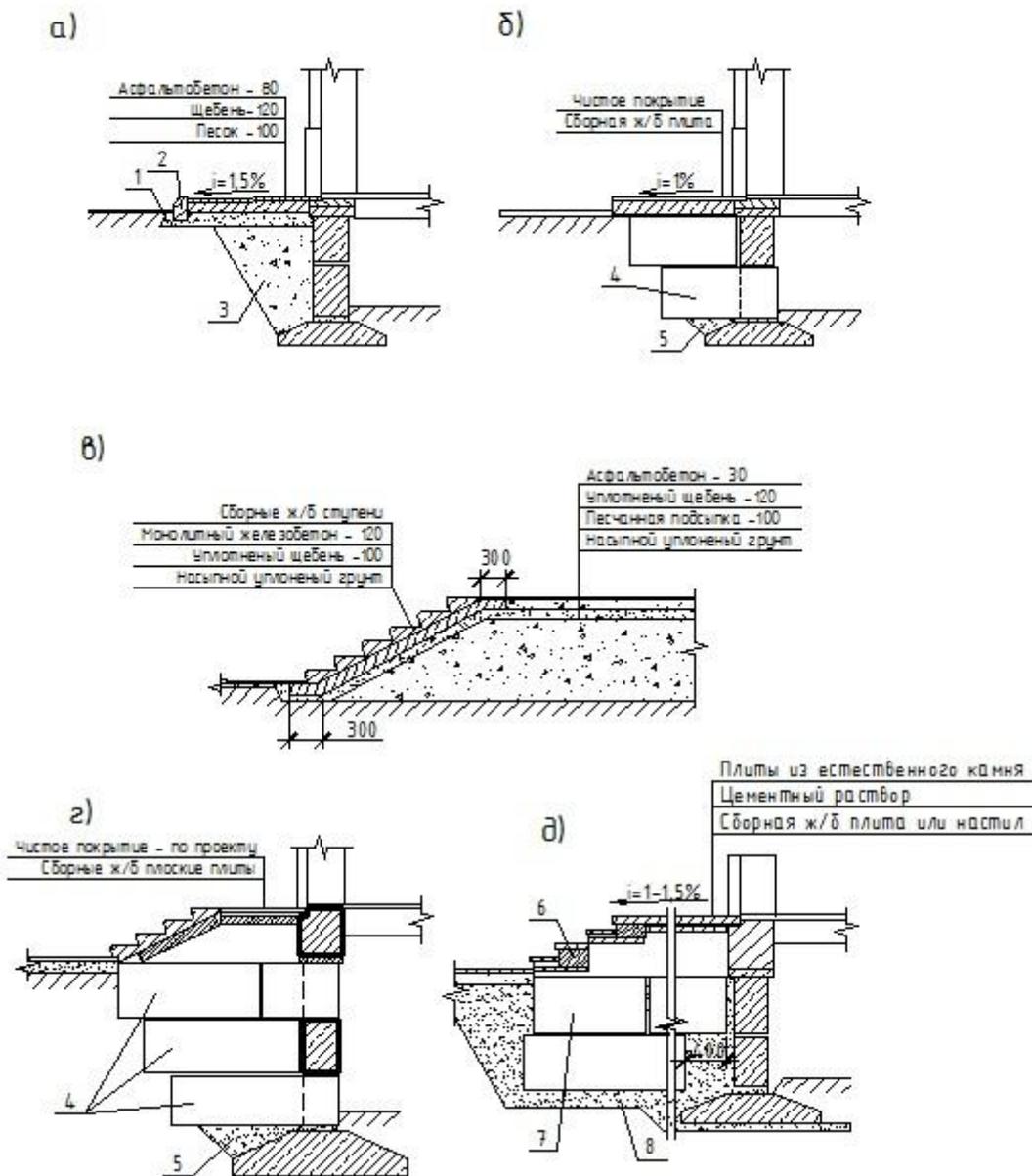
Перед входом в здание устраивают либо входную ступень, которая препятствует затеканию атмосферной воды в помещение, либо наружное крыльцо, ведущее на уровень первого этажа. Входная ступень может быть выполнена в виде монолитной конструкции (рисунок 6.4, а) и сборной (рисунок 6.4, б). В последней ситуации сборная железобетонная плита (сплошная или ребристая) опирается на консоли, которые выпускают из фундаментов здания. Материалом для консолей служат те же фундаментные блоки, укладываемые вперевязку с блоками стенки фундамента. Сборный вариант на консолях является предпочтительней, так как повышается долговечность конструкции и ее эксплуатационные качества. Для отвода воды от здания входной ступени придают уклон, равный 1,0-1,5 %.

Террасы (открытые площадки) могут быть устроены по насыпному уплотненному грунту (рисунок 6.4, в) или по железобетонным плитам; при этом лестницу, которая ведет на уровень террасы, выполняют из сборных железобетонных офактуренных ступеней либо ступеней из натурального камня (гранита, известняка) по монолитной или сборным плитам.

К недостаткам конструкций террас, устраиваемых по грунту, следует отнести их деформативность во времени. Поэтому при высоких эксплуатационных требованиях несущую основу террас выполняют из железобетонных плит.

Конструкции крылец во многом определяет их вынос. Если вынос крыльца невелик (рисунок 6.4, г), то возможно устройство его на консолях (по аналогии с конструкцией входной ступени). Если же площадка крыльца широкая, а ступеней больше двух, устраивают крыльца на самостоятельных фундаментах (рисунок 6.4, д). Несущей основой для ступеней и площадки служат сборные железобетонные плоские плиты (или настилы), которые опираются на кирпичные стенки крылец. Шаг стенок (и фундаментов под них) зависит от размеров железобетонных плит.

Для наружных крылец применяют сборные железобетонные офактуренные ступени или ступени из натурального камня (иногда только проступи), которые укладывают по слою цементно-песчаного раствора. Покрытие площадки выполняют из асфальтобетона либо из плит натурального камня по слою песка или цементно-песчаного раствора. Нижняя плоскость плит из натурального камня не требует чистой обработки.



1 – основание; 2 – поребрик; 3 – замок из жирной глины; 4, 7 – фундаментные блоки; 5 – подбетонка; 6 – плитки проступи; 7 – несжимаемое основание.

Рисунок 6.5 – Конструкции входных ступеней, террас и крылец



Рисунок 6.6 – Крыльцо с навесом

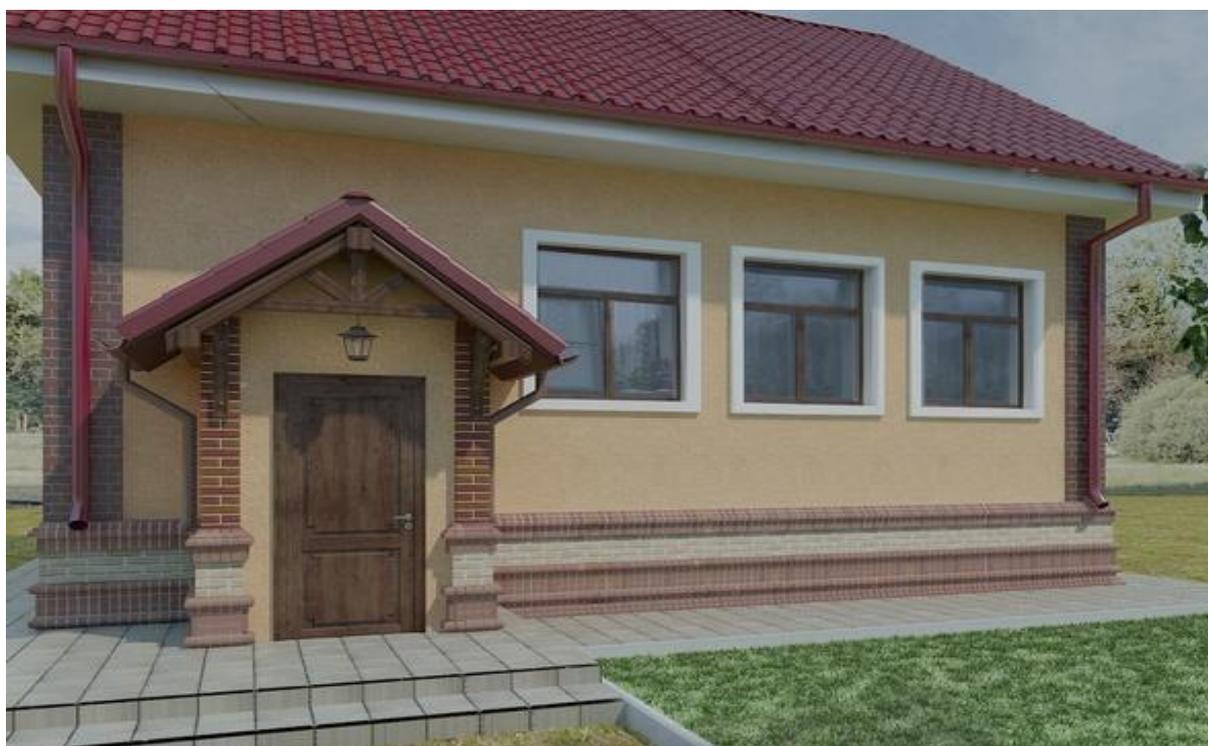


Рисунок 6.7 – Входные ступени

## **7 Перегородки. Окна и двери**

### **7.1 Перегородки**

Перегородки – это тонкие ненагруженные внутренние конструкции, устанавливаемые на перекрытия. Служат для выгораживания необходимого объема внутри здания

#### Требования к перегородкам

Как ограждающие конструкции перегородки должны отвечать, прежде всего, требованиям звукоизоляции. Кроме того, они должны быть прочными, по возможности, легкими и небольшой толщины, отвечать санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям, а также требованиям индустриальности и экономичности.

Звукоизолирующая способность перегородок существенно зависит от наличия щелей и неплотностей, а также их толщины и массы. Легкие перегородки тогда обладают хорошими звукоизолирующими качествами, когда они многослойны, причем необходимо, чтобы плотные слои чередовались с рыхлыми или с воздушными прослойками.

Отвечая санитарно-гигиеническим и эксплуатационным требованиям, перегородки изготавливают паро- и газонепроницаемыми, гладкими. Они должны легко поддаваться уборке, быть гвоздимыми. Во влажных помещениях обладать водостойкостью и водонепроницаемостью. Огнестойкость перегородок определяется классом здания и условиями их эксплуатации.

## Виды перегородок

В зависимости от назначения перегородки подразделяют на стационарные и трансформирующиеся, в жилых домах – на межкомнатные и перегородки, ограждающие санузлы и кухни.

По конструкции перегородки бывают однослойные и слоистые. По способу возведения – сборные из крупноразмерных элементов, мелкоштучные и монолитные. По материалу – гипсобетонные; из легких и ячеистых бетонов; кирпичные; из пустотелых керамических и легкобетонных камней; из древесноволокнистых и древесно-стружечных плит; деревянные и пластмассовые ( рисунок 7.1) .



Рисунок 7.1 – Каменно-ажурная перегородка жилого дома

### Конструкции перегородок

Кирпичные перегородки выкладывают толщиной в  $\frac{1}{2}$  кирпича (120 мм) и в кирпич (250 мм) в зависимости от шумового режима смежных помещений,

для обеспечения звукоизоляции. Так, к тихим помещениям относим спальни, рабочие кабинеты и детские. К шумным – гостиные, холлы, вестибюли, коридоры, кухни санузлы, столовые. Шумные помещения от шумных отделяем перегородкой 120 мм (зал, кухня, коридор). Тихие помещения отделяем от шумных перегородкой 250 мм (зал-спальная). Для повышения устойчивости кирпичных перегородок их армируют: перегородки в  $\frac{1}{2}$  кирпича – двумя горизонтальными стержнями из круглой стали диаметром 6 мм или полосовой стали сечением 15x1,5 мм через 6-8 рядов кладки по высоте. Арматуру заанкеривают в основных конструкциях здания – несущих стенах. Для уменьшения массы кирпичных перегородок их рекомендуется выкладывать из пустотного или щелевого кирпича.

В настоящее время широкое применение нашли стеклянные трансформирующиеся перегородки. Конструкция полной заводской готовности.



Рисунок 7.2 – Прозрачная перегородка-гармошка жилого дома

Устанавливается при финишной отделке помещений как готовый элемент специальной монтажной бригадой.

Однако, может устанавливаться в помещениях с одинаковым шумовым режимом (зал-столовая-холл).

## **7.2 Светопрозрачные конструкции (окна, витражи)**

К светопрозрачным (светопропускающим) ограждениям относят ограждения, отделяющие наружную среду от внутреннего пространства зданий (окна, двери, витражи).

Окнами называют застекленные проемы в стенах. Витражи отличаются от окон существенно большей площадью остекления; это может быть и целиком светопрозрачная стена. Основное назначение светопрозрачных ограждений – обеспечение необходимой освещенности помещений, их инсоляция, а также связь внутреннего пространства зданий с внешней средой.

### **Требования к окнам**

Окна должны отвечать, прежде всего, архитектурным требованиям и требованиям строительной физики: тепло- и светотехники, строительной акустики. Для обеспечения требуемой освещенности помещений площадь световых проемов должна быть не менее нормируемой величины, например: в жилых комнатах: зал – 1/6; спальни 1/8; столовая – студия - 1/7– 1/8 площади пола, в кухнях 1/8- 1/10. Допускается площадь световых проемов 1/5 от площади пола в детских и рабочих кабинетах. Дальнейшее увеличение площади окон ведет к переохлаждению помещений и увеличению расходов на отопление в зимнее время и к их перегреву летом. Объясняется это тем, что теплоизоляционная способность светопроемов втрое ниже, чем у глухой стены.

Излишне большие площади остекления ведут к удорожанию строительства, так как 1 м<sup>2</sup> окна даже с обычным двойным остеклением в 1,5

раза дороже 1 м<sup>2</sup> глухой каменной стены. Кроме того, увеличение площади окон приводит к снижению звукоизолирующей способности ограждения в целом.

Для проветривания помещений в конструкции оконного заполнения предусматриваются открывающиеся фрамуги ( форточки). Конструкции окон должны быть прочными и жесткими, индустриальными в изготовлении и просты в монтаже, отвечать эксплуатационным требованиям, т. е. допускать возможность ремонта и очистки в период эксплуатации здания.

### Элементы заполнения оконного проема

Основными из них являются оконная коробка, остекленные переплеты и подоконная доска. Оконная коробка – это рама, в которую вставляют и на которую навешивают (с помощью петель) оконные переплеты. Кроме обвязки по контуру проема, коробка может иметь дополнительные элементы – вертикальные и горизонтальные импосты, которые служат для навески переплетов и способствуют повышению жесткости коробки под витражные системы больших размеров.

Переплет – это каркас из деревянных брусков, стальных, алюминиевых или пластмассовых профилей, которым заполняют оконные проемы и к которому осуществляют крепление стекол. В переплетах положение стекла площадью более 0,2 м<sup>2</sup> фиксируется посредством прокладок (из дерева, пластмассы, морозостойкой резины), которые устанавливают по кромкам стекла с целью обеспечения его заданного положения в переплете, обеспечения равномерной передачи на переплет нагрузок от собственного веса стекла и других воздействий, а также для исключения контакта стекла с переплетом для гарантии его сохранности.

Оконные переплеты могут иметь как открывающиеся части, которые называются створками, так и неоткрывающиеся – глухие. Верхняя часть переплетов может иметь фрамугу (рисунок 7.4). Щель между деревянной

коробкой и переплетом прикрывается наплавом – выступающим краем обвязки переплетов. В современном индустриальном строительстве коробку и переплеты объединяют на заводе в оконный блок. На нижней обвязке переплета, смежного с улицей, предусматривают капельник для отвода воды, стекающей со стекол во время дождя.

### Виды оконных заполнений

Окна могут быть с одинарным, двойным и тройным остеклением, с заполнением из стеклопакетов, стеклоблоков и стеклопрофилита (последние два не рассматриваются в пособии). Окна с одинарным остеклением применяют в южных районах или в неотапливаемых помещениях ( верандах), с двойным – в районах с умеренным климатом, тройное остекление используется в районах с холодным континентальным и резко-континентальным климатом. В таких конструкциях окон роль теплоизоляции играет воздушная прослойка между стеклами переплетов. Стекло закрепляют по всему периметру посредством штапиков, шпилек, кляммеров или профилей из озоно- и морозостойкой резины. Одновременно с закреплением стекла производят герметизацию стыка стекла с переплетом уплотнителями и мастиками, предотвращающими проникновение через него дождя, снега, ветра, звука и запаха. Выбор вида закрепления стекла, а также уплотнение и герметизация стыка определяется материалом и конструкцией переплета, размерами стекла, назначением здания и характером эксплуатации светопрозрачных ограждений.

В многоэтажных зданиях применяют оконные переплеты, открываемые внутрь; в разные стороны допускается открывать створки в одноэтажных зданиях.

В зависимости от конструкции коробки различают оконные заполнения с отдельными коробками (для наружного и внутреннего переплетов) и общими. В зависимости от конструкции переплетов – с отдельными, отдельно-сближенными и спаренными переплетами.

По материалу переплетов различают окна с деревянными, дерево-алюминиевыми, металлическими (алюминиевыми или стальными) и ПВХ-переплетами ( рисунок 7.3).

Обычно ширина и высота переплетной конструкции меньше соответствующих размеров светового проема, для которого она предназначена . Эти зазоры, предусмотренные СНиПом, необходимы для компенсации неточностей при изготовлении как строительных конструкций, так и конструкций светопрозрачного ограждения; для обеспечения компенсаций температурных воздействий в металлических и пластмассовых переплетах и влажностных - в деревянных переплетах; для удобства монтажа и ремонта светопрозрачной конструкции и для удобства утепления и герметизации стыков.



Рисунок 7.3 – Окно в ПВХ переплете с тройным остеклением

При монтаже положение светопрозрачной конструкции выверяют с помощью подкладок под ее вертикальные элементы, после чего осуществляют ее крепление к строительным конструкциям. Способы крепления и количество крепежных элементов зависят от размеров светопрозрачной конструкции и материала переплетов. Крепления должны быть прочными, долговечными, с требуемым пределом огнестойкости. Вслед за креплением, стыки между светопрозрачными и строительными конструкциями заполняют утепляющими материалами (антисептированной паклей, жгутом из отходов синтетических волокон и др.). Со стороны помещения утепляющий материал защищают от паров, которые могут проникнуть из помещения. В качестве пароизоляции используют самоклеющуюся ленту, толь, мастику, силикон.



Рисунок 7.4 – Элементы заполнения оконного заполнения

В настоящее время такие переплеты устанавливают преимущественно в общую коробку. Брусочки коробки антисептируют и изолируют от кладки рулонными материалами. Коробку укрепляют в проеме либо ершами, забиваемыми в швы кладки, либо гвоздями, забиваемыми в деревянные антисептированные пробки, закладываемые заранее в боковые притолоки

проемов (по 2 штуки на стороны). Зазор вокруг коробки проконопачивают и прикрывают штукатурными откосами.

Раздельные переплеты чаще открываются внутрь. Чтобы обеспечить открывание наружных переплетов, внутренние устраивают бóльших размеров (на 50-75 мм).

В спаренных переплетах наружные и внутренние створки сближены и закреплены с помощью винтов или врезных крючков; в ряде случаев крепеж совмещают с натяжными устройствами, притягивающими при закрывании переплеты к коробке.

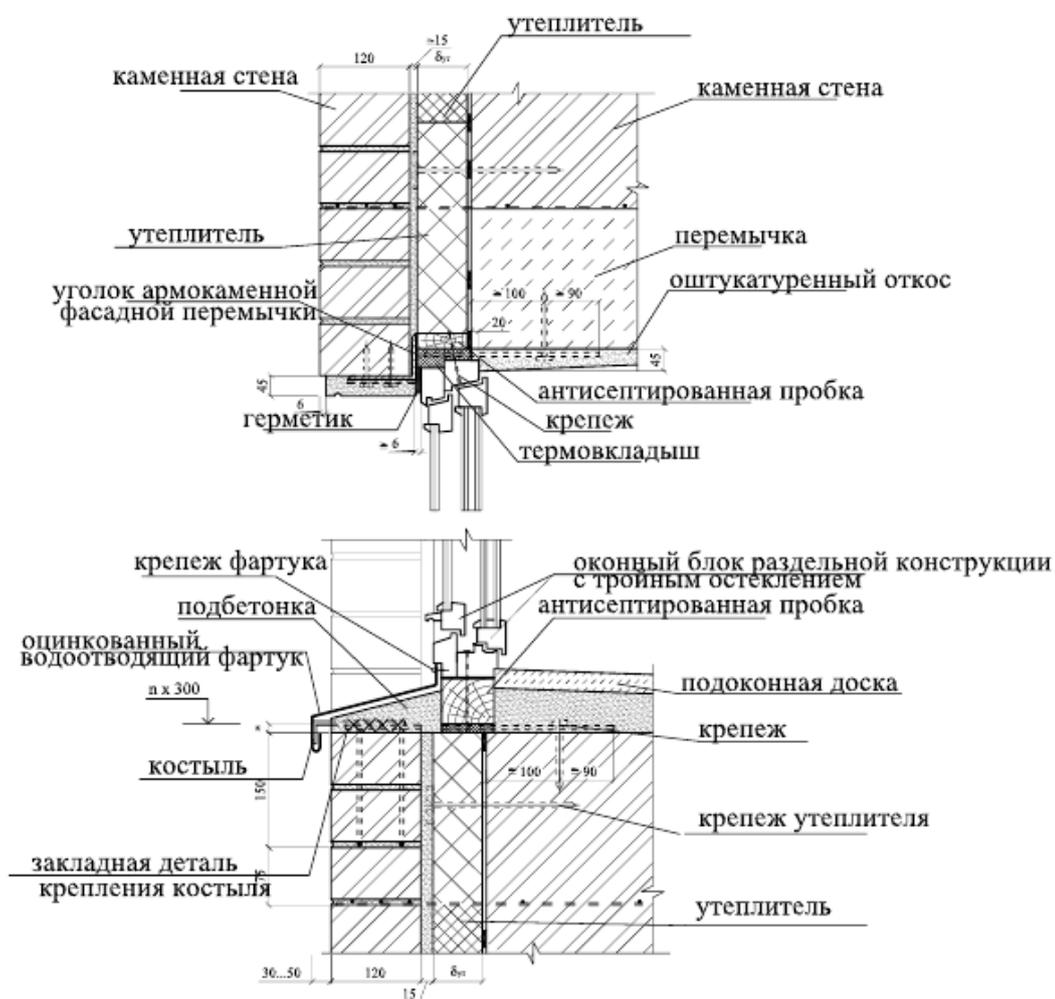


Рисунок 7.5 – Раздельный оконный блок с тройным остеклением

Непосредственно на коробку навешивается один внутренний переплет с наплавом. Такие переплеты разъединяют только для протирки стекол. По

материалоемкости, трудовым и денежным затратам более выгодны окна со спаренными переплетами, чем с отдельными. К тому же они обладают большей светопропускной способностью и меньшим весом. В плане теплотехнических требований окна со спаренными переплетами уступают окнам с отдельными переплетами: возрастают теплопотери, особенно заметно с повышением этажности. Поэтому в зданиях повышенной этажности рекомендуется использовать оконные блоки с отдельными переплетами.

В последние годы стали применять дерево-алюминиевые переплеты. Это - спаренные переплеты, в которых наружная часть створок (и коробки) выполняется из алюминиевых профилей, а внутренняя, несущая – из дерева. Такая конструкция позволяет увеличить прочность и долговечность переплетов, а также улучшить их внешний вид.

### **7.3 Двери**

Дверная конструкция состоит из коробки, которая закрепляется в проеме стены или перегородки, и створной части – глухого или остекленного дверного полотна, навешиваемого на коробку. Коробка с навешенным полотном образует дверной блок. Обвязкой дверного полотна называют каркас (рамку) из брусков, расположенных по периметру полотна; средниками – промежуточные горизонтальные бруски дверного полотна. Филенками называются щиты, заполняющие пространство между обвязками и средниками.

По назначению двери подразделяются на внутренние (включая входные с лестничных клеток в квартиры); наружные (входные в здание, балконные, тамбурные); специальные (звукоизоляционные, противопожарные и др.); двери-люки для прохода на крышу и в помещения технического назначения: двери для прохода в подвалы, на чердаки и плоские крыши.

По материалам двери бывают деревянными, стеклянными и металлическими.

По конструкции дверного полотна двери могут быть: деревянные (щитовые, рамочные и филенчатые); металлические (рамочной и бескаркасной конструкции); стеклянные (двери без обвязки и с обвязкой из одинарных коробчатых алюминиевых профилей или из комбинированных профилей).

Двери подразделяются на двери с порогом и без него; двери с фрамугой и без нее; двери остекленные (одинарные и многослойные), комбинированные (включающие сочетание свето- и несветопрозрачных заполнителей) и двери глухие. По количеству дверных полотен двери подразделяют на однопольные и двухпольные, в том числе с неравнопольными полотнами (полупортовые), из которых более широкое полотно используется для постоянного прохода, а другое – узкое – открывается лишь при необходимости проноса громоздких предметов (рисунок 7.7).

По направлению и способам открывания полотен двери подразделяются на распашные, открываемые поворотом дверного полотна вокруг вертикальной крайней оси в одну сторону, в том числе правые - с открыванием дверного полотна против часовой стрелки, и левые - по часовой стрелке ; качающиеся - открываемые поворотом дверных полотен вокруг вертикальных крайних осей в обе стороны или с устройством качающихся полотен на подпятниках ; раздвижные, складчатые (рисунок 7.6) и двери-шторы.

При проектировании жилых зданий к дверям предъявляют ряд требований: архитектурные, функциональные, требования звуко- и теплоизоляции, противопожарные и другие.

Функциональные требования определяются назначением дверей, в соответствии с которым располагают двери в плане, определяют их количество и габаритные размеры. Ширину дверей принимают из учета габаритов проносимых предметов, обстановки или оборудования, а также исходя из условий эвакуации людей из здания при пожаре. Ширина путей эвакуации в свету должна быть не менее 1 м, дверей – не менее 0,8 м; высота дверей в свету должна быть не менее 2 м. Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания. На путях эвакуации не разрешается

применение раздвижных и подъемных дверей, а также вращающихся дверей-турникетов.

Повышенные требования звуко- и теплоизоляции предъявляют к входным (и балконным) дверям, отделяющим внутреннее пространство от внешних воздействий (атмосферных, городского шума и пр.); к входным дверям в квартиры.

### Конструкции дверей

В массовом строительстве жилых зданий наибольшее применение нашли деревянные двери, которые применяют в качестве и внутренних, и наружных. Для изготовления деревянных дверей применяют натуральную древесину. Двери повышенной влагостойкости (например, наружные) изготавливают из древесины хвойных пород: ели, пихты, лиственницы и кедра. Для изготовления дверей нормальной влагостойкости (например, внутренних) кроме древесины перечисленных пород применяют древесину березы, осины, ольхи, липы, тополя и др., не уступающих хвойным породам по стойкости к загниванию, твердости и прочности при изгибе.

Специальные противопожарные двери выполняют металлическими утепленными.



Рисунок 7.6 – Двери межкомнатные складные

В зависимости от высоты помещений ГОСТ предусматривает для наружных и внутренних дверей только две высоты проемов в стенах: 2 100 и 2 400 мм. Следовательно, ограниченное количество размеров по высоте дверных коробок и полотен. Так, ГОСТом предусмотрены две высоты дверных коробок для внутренних дверей (2 071 и 2 371 мм) и две высоты дверных коробок для наружных дверей (2 085 и 2 385 мм).



Рисунок 7.7 – Двери входные противопожарные полуторные неравнопольные

Дверные полотна по ГОСТу по высоте для наружных и внутренних дверей также имеют только два размера: 2000 и 2300 мм. Ширина дверей, в отличие от их высоты, предусмотрена ГОСТом в значительно более широких пределах:

- для залов, гостиных, общих комнат – .ширина двупольной двери 1200, 1500 мм;
- спальни – 800,900,1000мм – двери глухие;
- кухня – 800,900,1000мм – двери остекленные;
- туалет, ванна - 800,900,1000мм – двери глухие;
- двери входные – 1000мм, глухие.

Применение стандартных конструкций наружных и внутренних дверей для жилых зданий в значительной степени облегчает как процесс проектирования, так и возведение зданий (уменьшение трудозатрат и сроков изготовления).

## 8 Балконы, лоджии, эркеры, веранды, террасы

### 8.1 Балкон

Балкон (перевод с нескольких европейских языков – балка) – это площадка с ограждающими перилами, которая выступает как консольная конструкция с наружной стороны здания и имеет проход во внутреннее помещение. Фактически это свисающая плита, капитально закреплённая с одного конца в наружной стене здания. Три остальные стороны имеют только ограждение (рисунок 8.1).

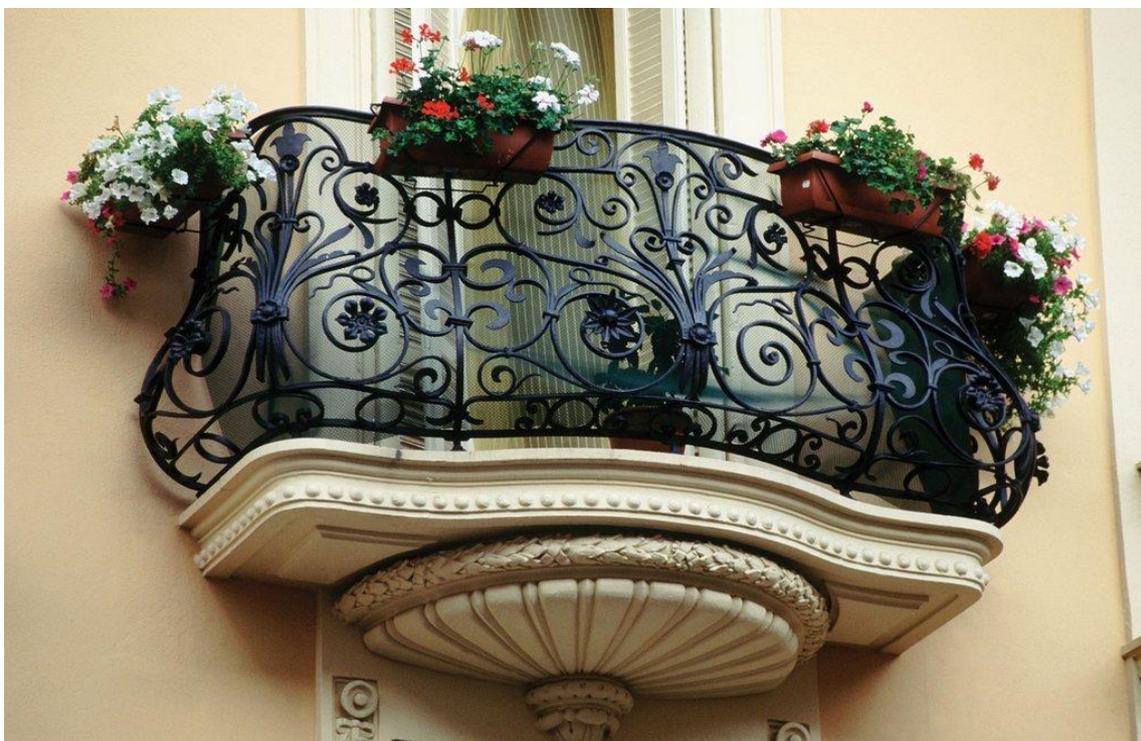


Рисунок 8.1 – Балкон жилого дома

Балконы проектируются открытыми и с ветрозащитными стенками. Открытый балкон чаще играет роль декоративного элемента здания и используется жильцами дома в качестве площадки для отдыха и пребывания на свежем воздухе. По форме в плане балконы могут быть прямоугольными, треугольными, полукруглыми, многоугольными.

Конструктивные решения балконов зависят от принятой схемы опирания балконной плиты: консольное, приставное, или на выгороженной площади чердачного перекрытия; в последнем случае конструкция балкона является совмещенной плоской крышей.

Наибольшее распространение получило консольное опирание балконной плиты:

- в виде консольно-защемленной плиты;
- в виде плиты, уложенной на консольные балки, заделанные в стену;
- в виде плиты, уложенной на кронштейны;
- в виде плиты, частично опертой на стену, а частично на отдельные опоры.

Во всех случаях балконная плита либо по-разному заглубляется в стену, либо располагается вне стены.

Материалы для балконов – плита обычно выполняется из железобетона и дерева; консоли, балки, колонны – из дерева, металла, железобетона. Выбор типа опирания балконной плиты диктуется, прежде всего, решением архитектуры здания, но также материалом и толщиной наружных стен, возможностями реализации того или иного конструктивного решения, с учетом расположения мостиков холода.

Защемление плиты, препятствующее ее опрокидыванию, осуществляется способами: приваркой закладных деталей к перекрытию; анкерровкой в кирпичную стену.

Первый случай необходим при наличии нижележащих перемычек оконного проема; второй при расположении плиты за пределами этого проема либо при его отсутствии. Анкерровка осуществляется накладкой уголка 75 x 50 x

6 мм и приваркой анкеров из стали А III диаметром 6 мм, заделанных на глубине 500-600 мм. Зазор между плитами заполняются эффективным утеплителем (термовкладыш).

Пол балкона устраивается из цементного бетона с железнением поверхности, либо из керамических плиток. Уклон пола не менее 2 %. Под полом укладывается гидроизоляция; она заводится на стену, а край этой изоляции располагается не менее чем на расстоянии 40 см от стены. Высота порога 150 мм – для предотвращения заливания комнаты водой при дожде и ветре.

Ширина балкона 1,0- 1,1 м. Высота ограждений – 1,20 м. Ограждения – важная деталь архитектуры фасада зданий. Они могут быть из дерева, стали, пластика и т.п. Поручни – из древесины твердых пород. Для подвески цветников используется полосовая сталь толщиной 4-5 мм.

Несущая способность для балконной плиты – 200кг/м<sup>2</sup>.

## **8.2 Лоджия**

Благодаря итальянскому языку в нашем лексиконе появилось красиво звучащее слово «лоджия». Оно обозначает не навесное, а встроенное непосредственно в дом помещение, имеющее несущие стены с трёх сторон и являющееся внутренней принадлежностью здания. Фактически представляет собой нишу.



Рисунок 8.2 – Лоджия-ниша

По конструктивному решению различают три типа лоджий :

- западающие, т.е. полностью размещенные в габаритах здания;
- частично-западающие;
- навесные (выносные) ;
- приставные, на собственных фундаментах.

В первых двух типах лоджий их стены являются несущими, они воспринимают нагрузку от собственного веса , от всех вышележащих лоджий и передают её на фундаменты. В выносных лоджиях стены являются навесными, они несут нагрузку только от собственного веса и передают её на внутренние несущие поперечные стены здания. Навесные и приставные лоджии встречаются только в крупнопанельном домостроении.

Лоджия в силу своей закрытости даже без остекления позволяет не только «выйти подышать», но и разместить предметы мебели, шкафчики для хранения. Ширина лоджии принимается от 1,2 до 1,8 м. Длина лоджии определяется шириной смежного жилого помещения. Лоджия может располагаться по

ширине двух помещений, к примеру , зала и кухни. Несущая способность для плиты лоджии –  $600\text{кг/м}^2$ .

### 8.3 Эркер

Эркер – это огражденная часть комнаты, выступающая за внешнюю плоскость фасадной стены здания, частично или полностью застекленная.

Эркеры различают по форме: прямоугольный; трапецевидный; треугольный; полукруглый.

Эркеры проектируются с несущими, самонесущими и ненесущими стенами. Несущие и самонесущие стены эркеров устанавливаются на самостоятельные фундаменты и проектируются аналогично наружным стенам здания. Часто эркеры располагаются со второго этажа ( выносной, консольный эркер), занимая несколько этажей по высоте. Ненесущие стены эркеров опираются на специальные консольные плиты перекрытий. Плиты перекрытий выносных эркеров могут быть усилены кронштейнами (рисунок 8.3).



Рисунок 8.3 – Консольный эркер на кронштейнах

Остекленные по периметру эркеры особенно популярны в северных европейских странах, то есть там, где люди привыкли испытывать дефицит солнечного света. В южных странах эркеры практически не строят, там в ходу полуоткрытые балконы и лоджии. Эркеры защищают от непогоды, оставаясь отличным источником естественного освещения. С их помощью можно придать интерьеру некую средневековую «изюминку» и увеличить площадь комнаты. По геометрической форме эркеры могут быть прямоугольными, треугольными, овальными и многогранными. Наибольшую степень освещенности обеспечивает остекленный выступ в виде прямоугольника.

Верхнее и нижнее перекрытие эркера являются элементами наружных ограждающих конструкций и поэтому должны иметь соответствующую паро-, тепло- и гидроизоляцию. Эркеры меняют пластику линий фасада, делают здания архитектурно выразительными и привлекательными.



Рисунок 8.4 – Многогранный эркер жилого дома

## 8.4 Веранда

Верандой называется застекленное неотапливаемое крытое помещение, пристроенное к зданию. По условиям эксплуатации веранды относят к летним помещениям (летние столовые и гостиные). Веранды в малоэтажных жилых домах выполняют в виде легких каркасных пристроек балочно-стоечного типа, расположенных по периметру стоек (с шагом 2 м и более) и соединяемых поверху обвязками, на которые опираются балки перекрытий и стропила крыши. Понизу стойки также опираются на обвязку (лежень), располагаемую на столбах или каменном цоколе. Стойки и верхние обвязки обычно выполняют деревянными из брусьев. Фундаменты под несущие конструкции (столбчатые или ленточные) выполняются из материалов и с глубиной заложения, принятыми для фундаментов здания.



Рисунок 8.5 – Веранда

Остекление веранд – одинарное с открывающимися или раздвижными створками. Остекление располагают как между стойками (импостами), так и за ними – последнее удобнее при раздвижных створках больших размеров.

В верандах обычно устраивают чердачные перекрытия, небольшой слой утеплителя предохраняет веранды от перегрева. При устройстве перекрытий применяют по возможности простые решения: подшивки из досок, из фанеры по деревянным балкам.

## **8.5 Терраса**

Терраса – неотапливаемое открытое помещение имеющее ограждение в виде балясин и перил и навес. Конструктивное решение террасы, по аналогии с верандой, принимается в виде легких каркасных пристроек балочно-стоечного типа, расположенных по периметру стоек (с шагом 2 м и более) и соединяемых сверху обвязками, на которые опираются балки перекрытий и стропила крыши. Террасы могут быть устроены по насыпному уплотненному грунту (рисунок 6.4, в) или по железобетонным плитам; при этом лестницу, которая ведет на уровень террасы, выполняют из сборных железобетонных офактуренных ступеней либо ступеней из естественного камня (гранита, известняка) по монолитной или сборным плитам.



Рисунок 8.6 – Открытая терраса



Рисунок 8.7 – Закрытая терраса

## Список использованных источников

- 1 Конструкции гражданских зданий: учеб. пособие для вузов / под ред. М.С. Туполева. – Изд. стер. – М.: Архитектура-С, 2007. – 240 с: ил.
- 2 Маклакова, Т.Г. Конструкции гражданских зданий: учебник / Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова. – М.: изд-во АСВ, 2002. – 272 с.
- 3 Шерешевский, И.А. Конструирование гражданских зданий: учеб. пособие для техникумов/ И.А. Шерешевский. – Санкт-Петербург: ООО «ЮНИТА», 2001. – 175 с.
- 4 Архитектура гражданских и промышленных зданий: учебник для вузов. В 5-ти т. – М: Высшее образование, 2005. -т.3. Жилые здания / Л.Б. Великовский, А.С. Ильяшев, Т.Г. Маклакова [и др.]; Под общ. ред. К.К. Шевцова. – 2-е изд., перераб. и доп. - 239 с.
- 5 Зверев, А.Н. Структурные части зданий: учеб. пособие для студентов строительных специальностей/ А.Н.Зверев. – Л., ЛИСИ, 1982. – 88 с.
- 6 Адигамова, З.С. Проектирование гражданских зданий: учебное пособие / З.С. Адигамова, Е.В. Лихненко. - Оренбург, ИПК ГОУ ОГУ, 2009.-107с.
- 7 Адигамова, З.С. Архитектурные конструкции и основы конструирования: методические указания к выполнению теплотехнического расчета ограждающих конструкций / З.С.Адигамова, Е.В.Лихненко. - Оренбург: ООО ИПК «Университет», ИП Осиночкин Я.В., 2012.- 29 с.
- 8 Дыховичный, Ю.А. Архитектурные конструкции. Книга 1: Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий / Ю.А. Дыховичный, З.А. Казбек-Казиев, А.Б. Марцинчик, Т.И. Кириллова, О.В.Коретко, Н.Ф.Тищенко: учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. - М.: «Архитектура -С», 2006. - 248 с.
- 9 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\* : Утвержден Приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 275

и введен в действие с 1 января 2013 г. В СП 131.13330.2012 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология» внесено и утверждено изменение № 2 приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации от 17 ноября 2015 г. № 823/пр и введено в действие с 1 декабря 2015 г.- М.: Минрегион России - 2012 .-229 с.

10 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 от 30 июня 2012 г. N 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г. - М.: Минрегион России - 2012 .-139 с.

11 СНиП 23-02-2003: - Утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 30 июня 2012 г. № 265 и введен в действие с 1 июля 2013 г.- М.: Минрегион России - 2012 .-71с.

12 ГОСТ 21.501-93 Система проектной документации для строительства. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей – М: Минстрой России. - 2002. – 39 с.

13 Общесоюзный каталог типовых строительных конструкций и изделий. Конструкции и изделия кирпичных и крупноблочных жилых зданий для обычных условий строительства. Том 3. / ЦИТП Госстроя СССР. М., 1990. – 172 с.

14 Общесоюзный каталог типовых строительных конструкций и изделий. Конструкции и изделия кирпичных и крупноблочных жилых зданий для обычных условий строительства. Том 4. / ЦИТП Госстроя СССР. М., 1990. – 203 с.

15 Файловый архив студентов. Фундаменты малоэтажных зданий : - Режим доступа : <https://studfiles.net/preview/5435157/page:3/>

16 Технология возведения кирпичных стен. Кирпичные стены: - Режим доступа : [http://www.mukhin.ru/stroysovet/home/7\\_3.html](http://www.mukhin.ru/stroysovet/home/7_3.html)

17 Архплан. Конструктивные схемы зданий и материалы несущих конструкций: - Режим доступа : <http://www.arhplan.ru/buildings/design/structural-building-layout-and-materials>

# Приложение А

(справочное)

## Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций [9]

Таблица А.1

Здания и помещения, коэффициенты $a$ и $b$	Градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год	Базовые значения требуемого сопротивления теплопередаче $R_0^{тп}$ , (м <sup>2</sup> ·°С)/Вт, ограждающих конструкций				
		Стен	Покрытый и перекрытый над проездами	Перекрытий чердачных над неотапливаемыми подпольями и подвалами	Окон и балконных дверей, витрин и витражей	Фонарей
1	2	3	4	5	6	7
1 Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития	2000	2,1	3,2	2,8	0,3	0,3
	4000	2,8	4,2	3,7	0,45	0,35
	6000	3,5	5,2	4,6	0,6	0,4
	8000	4,2	6,2	5,5	0,7	0,45
	10000	4,9	7,2	6,4	0,75	0,5
	12000	5,6	8,2	7,3	0,8	0,55
$a$	-	0,00035	0,0005	0,00045	-	0,000025
$b$	-	1,4	2,2	1,9	-	0,25
2 Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным или мокрым режимом	2000	1,8	2,4	2,0	0,3	0,3
	4000	2,4	3,2	2,7	0,4	0,35
	6000	3,0	4,0	3,4	0,5	0,4
	8000	3,6	4,8	4,1	0,6	0,45
	10000	4,2	5,6	4,8	0,7	0,5
	12000	4,8	6,4	5,5	0,8	0,55
$a$	-	0,0003	0,0004	0,00035	0,00005	0,000025
$b$	-	1,2	1,6	1,3	0,2	0,25

### Примечания

1 Значения  $R_0^{тп}$  для величин ГСОП, отличающихся от табличных, следует определять по формуле

$$R_0^{тп} = a \cdot \text{ГСОП} + b,$$

где ГСОП - градусо-сутки отопительного периода, °С·сут/год, для конкретного пункта;

$a$ ,  $b$  - коэффициенты, значения которых следует принимать по данным таблицы для соответствующих групп зданий, за исключением графы 6, для группы зданий в поз. 1, где для интервала до 6000 °С·сут/год:  $a = 0,000075$ ,  $b = 0,15$ ; для интервала 6000 - 8000 °С·сут/год:  $a = 0,00005$ ,  $b = 0,3$ ; для интервала 8000 °С·сут/год и более:  $a = 0,000025$ ;  $b = 0,5$ .

2 Нормируемое значение приведенного сопротивления теплопередаче глухой части балконных дверей должно быть не менее чем в 1,5 раза выше нормируемого значения приведенного сопротивления теплопередаче светопрозрачной части этих конструкций.

3\* Для зданий с избытками явной теплоты более 23 Вт/м<sup>3</sup>, нормируемые значения приведенного сопротивления теплопередаче, должны определяться для каждого конкретного здания.

## Приложение Б (справочное)

### Схема расположения плит перекрытий на отм. +3.000

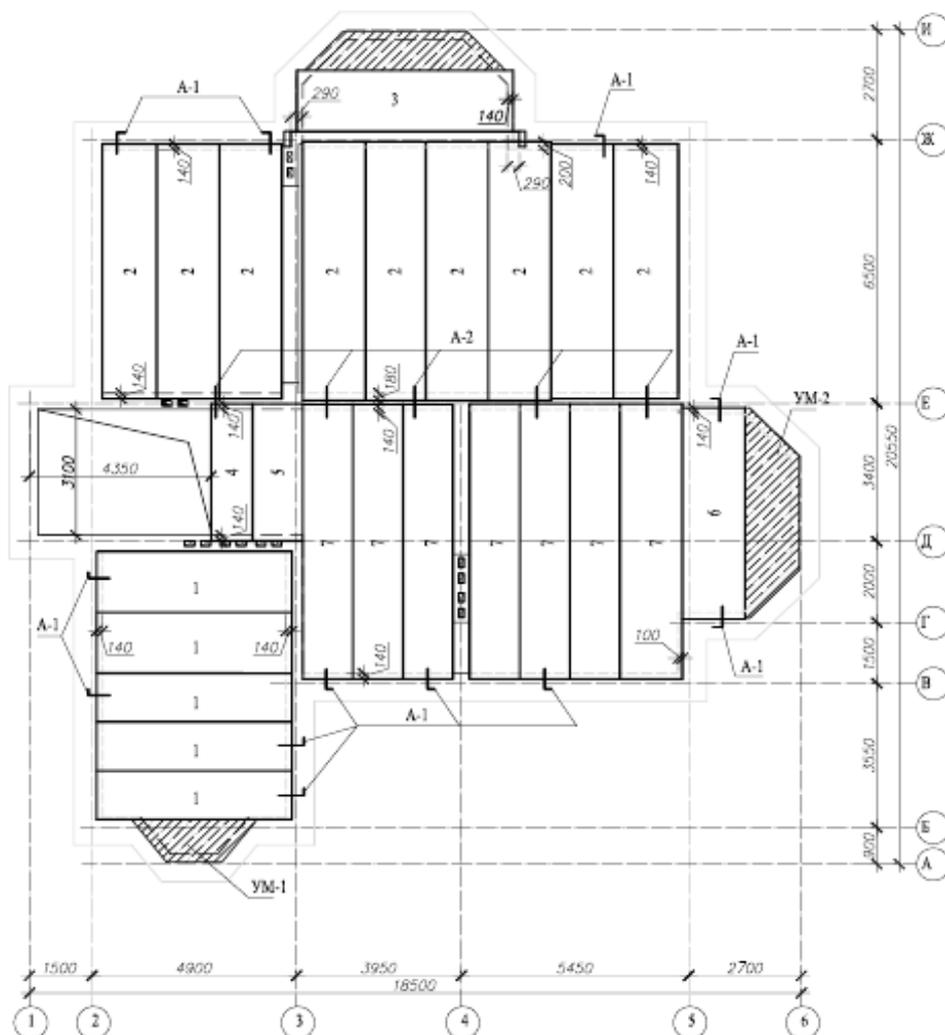


Рисунок Б.1 – Пример оформления схемы расположения плит перекрытия малоэтажного жилого дома

### Схема фундаментов

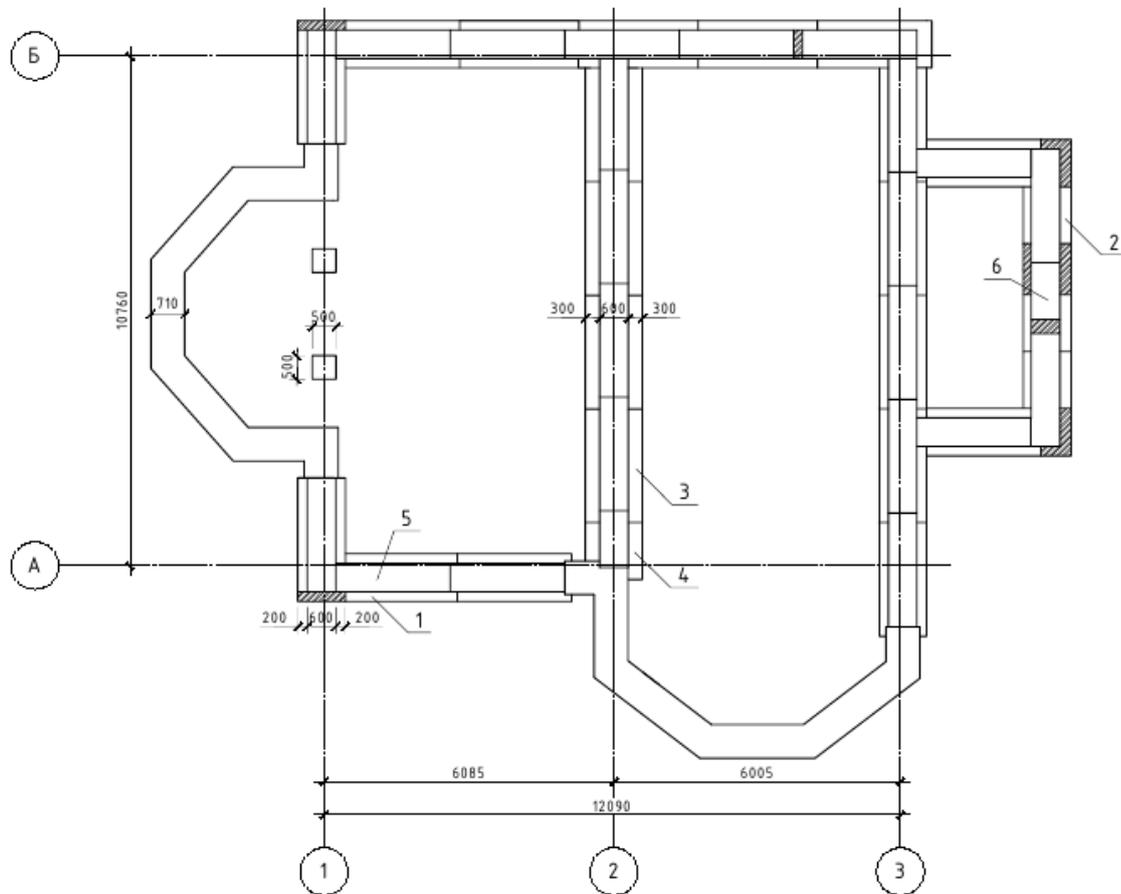


Рисунок Б.2 – Пример оформления схемы расположения элементов фундаментов малоэтажного жилого дома

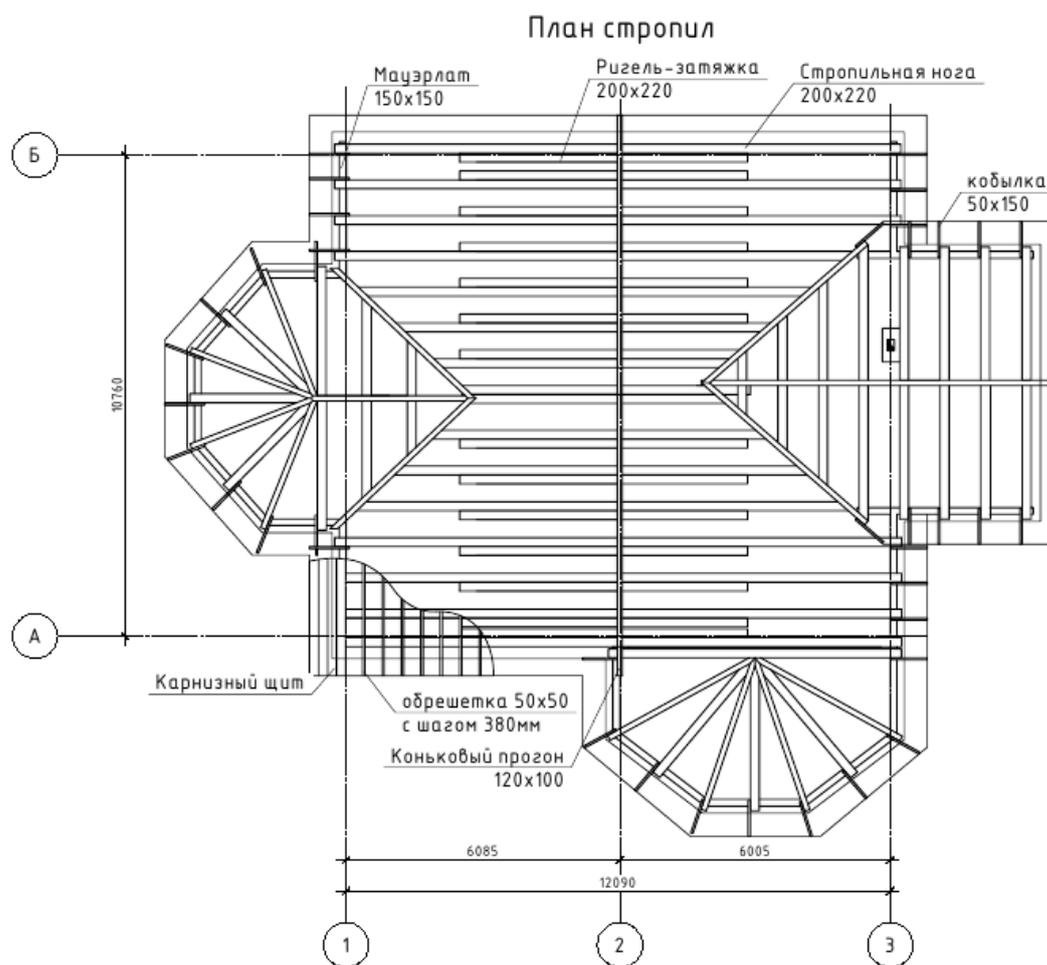


Рисунок Б.3 – Пример оформления плана стропил малоэтажного жилого дома

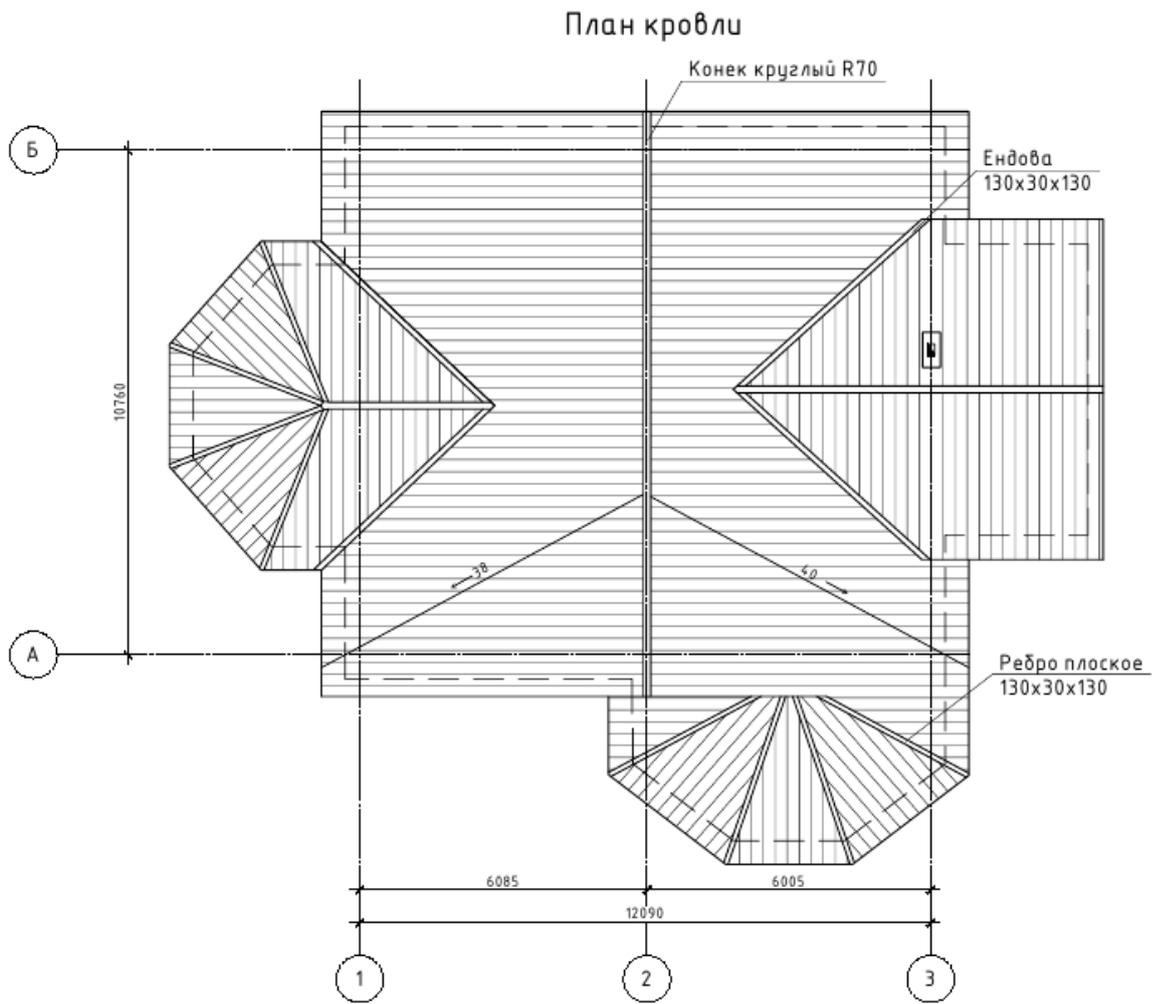


Рисунок Б.4 – Пример оформления плана кровли малоэтажного жилого дома

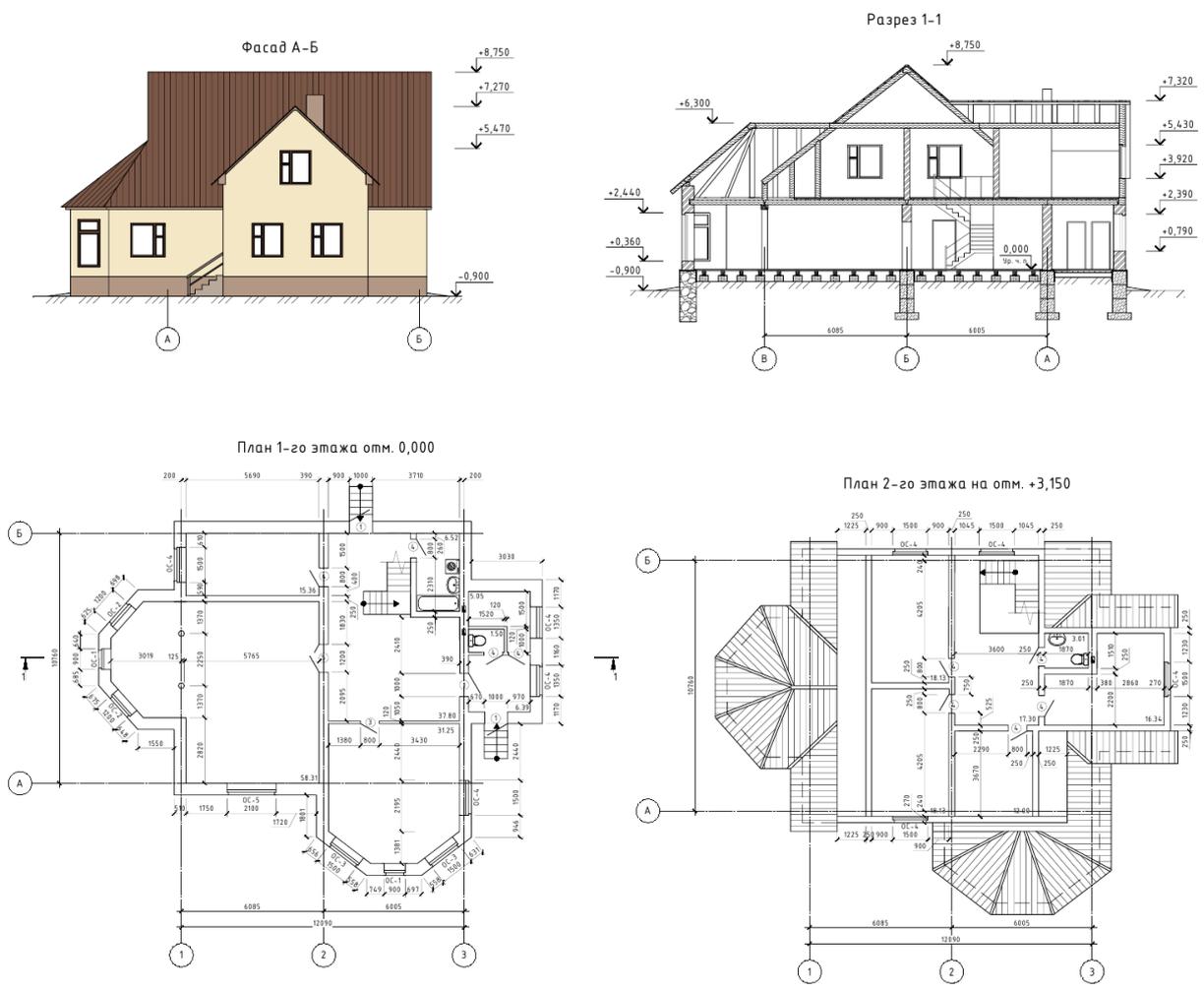


Рисунок Б.4 – Пример компоновки фасада, планов и разреза малоэтажного жилого дома