

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

М.В. Кочеткова

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ**

Пенза 2016

УДК 69:725.1

ББК 38.2

К75

Рецензенты: Генеральный директор ООО «Технострой-проект», заслуженный строитель России, профессор В.С. Абрашитов;
зав.кафедрой УКиТСП, заслуженный работник высшего образования, доктор технических наук, профессор В.И. Логанина (ПГУАС)

Кочеткова М.В.

К75 Архитектурно-строительные технологии: монография /
М.В. Кочеткова. – Пенза: ПГУАС, 2016. – 128 с.
ISBN 978-5-9282-1398-5

Проведены исследования основных строительных технологий возведения зданий: кирпичного, блочного, панельного, каркасного, монолитного строительства. Особое внимание уделено архитектурной выразительности зданий и перспективам развития отдельных строительных технологий.

Издание будет полезно студентам, обучающимся по направлениям 07.03.01 «Архитектура», 07.03.04 «Градостроительство», 08.03.01 «Строительство», 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений», а также аспирантам, преподавателям и работникам строительной сферы.

ISBN 978-5-9282-1398-5

© Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства, 2016
© М.В. Кочеткова, 2016

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дом должен быть архитектурно привлекательным, прочным, долговечным и при этом строиться быстро и стоить сравнительно недорого. Каким будет дом, во многом зависит от выбора строительных материалов. И возникает немало вопросов, что технологичнее, прочнее, теплее, экологически безопаснее, стоит ли тратиться на энергосберегающие технологии и т.п. К тому же современное строительство – это сложный технологический и организационный процесс, который характеризуется высоким профессионализмом его участников, сроками и качеством выполняемых работ, появлением новых конструктивно-технологических схем, усложнением применяемой техники, новыми материалами, растущими требованиями к качеству и срокам выполнения строительно-монтажных работ.

Монография посвящена основным строительным технологиям, новейшим вариантам конструктивных и технологических решений зданий, экономному расходованию ресурсов при проектировании и строительстве.

В книге собраны исследования по технологии

- Кирпичного строительства
- Крупноблочного строительства
- Панельного строительства
- Каркасного строительства
- Монолитного строительства

Целью этого издания является повышение профессиональной подготовки студентов архитектурного направления. Эта книга может оказать информационную помощь начинающим строителям и студентам, изучающим вопросы строительных технологий.

ВВЕДЕНИЕ

Архитектура и строительство часто воспринимаются как родственные понятия, так как строительное дело должно сочетаться с творческой деятельностью и искусством. Архитектор – главный строитель в переводе с греческого, а архитектура – наука строить. Строительное дело, строительное производство – средство реализации архитектурных замыслов.

Архитектурно – строительные технологии – это объединение мысли (идеи) с методикой, способом производства, в результате чего получается архитектурный объект, то есть здание или сооружение. Для создания здания, сооружения и другой строительной продукции необходимы 3 составляющие:

1. Материальные ресурсы – строительные материалы, изделия и конструкции. Они должны соответствовать СНиП, ГОСТ или ТУ. В этих документах – назначение, требования к качеству, условия транспортирования, правила приёмки и хранения, методики испытания и т.д. Качественные материалы, изделия и конструкции имеют технический паспорт, сертификат и маркировку;

2. Технические средства – машины, механизмы, ручной и механизированный инструмент, транспорт, подмости, лестницы и др.;

3. Трудовые ресурсы – строительные рабочие, служащие.

Одна из главных актуальных задач современного строительства – адекватное воплощение архитектурного проекта.

Создание конкурентоспособных строительных технологий является важнейшим условием ускорения научно – технического прогресса в строительстве.

1. КИРПИЧНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

1.1. Кирпич как строительный материал

Кирпич появился во времена античности и применяется при строительстве различных зданий и сооружений более 9 тыс. лет. Исходное сырьё и технология изготовления кирпича и кирпичной кладки менялись со временем, а процесс усовершенствования актуален и в наши дни.

Начиналось всё с кирпича – сырца, который не обжигался, а высушивался на солнце. Поэтому основным недостатком такого строительного материала – очень слабая влагостойкость. По этой причине возведение домов из данного материала не было распространено в России, где наличие обильных атмосферных осадков не является редкостью. Используется кирпич-сырец, а также разновидности и в наши дни в различных регионах мира – в Африке, Азии, на территории Европы, в регионах с относительно стабильным сухим климатом и при постоянном наличии жаркого лета без ярко выраженных колебаний сезонных температурных режимов. Кирпич-сырец имеет разные названия: *глинобетон, адоб, саман, глиносырцовый кирпич, глинофибробетон.*

До XIX века техника производства кирпичей оставалась примитивной и трудоёмкой. Формовали кирпичи вручную, сушили только летом, обжигали в напольных печах-временках, выложенных из высушенного кирпича-сырца. В середине XIX века были построены кольцевая обжиговая печь и ленточный пресс, обусловившие переворот в технике производства. В конце XIX века стали строить сушилки. В это же время появились глинообрабатывающие машины бегуны, вальцы, глиномялки. В наше время более 80 % всего кирпича производят предприятия круглогодичного действия, среди которых имеются крупные механизированные заводы, производительностью свыше 200 млн. шт. в год.

Итак, в современном понимании *строительный кирпич* – это искусственный камень правильной формы, сформированный из минеральных материалов и приобретающий камнеподобные свойства после обжига или обработки паром. Может быть полнотелым и пустотелым. По виду исходного сырья и по способу изготовления различают силикатный кирпич (известково-песчаный), получаемый автоклавным способом, и глиняный обожженный кирпич (обыкновенный и лицевой).

Кирпич является самым древним строительным материалом. Важную роль играл кирпич в зодчестве Месопотамии и Древнего Рима, где из кирпича (45×30×10) выкладывали сложные конструкции, в том числе арки, своды и т.п. Ярким примером использования кирпичного строительства в России времён Иоанна III стало строительство стен и храмов Московского Кремля.

Кирпичные дома и сооружения имеют огромные архитектурные и дизайнерские возможности. При проектировании можно воплотить любые творческие фантазии, создавать уникальные, индивидуальные варианты построек (рис. 1.1-1.4 (фото)).

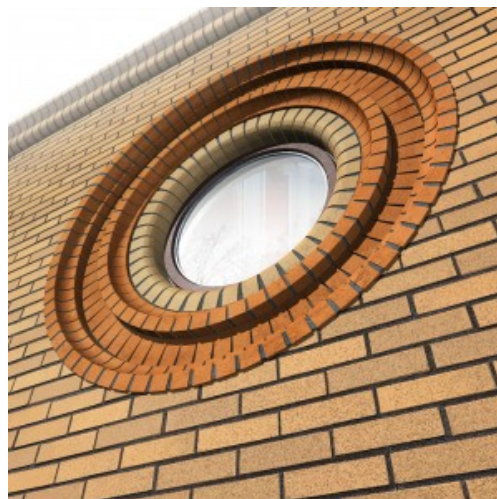


Рис. 1.1. Дома и элементы фасадов из кирпича



Рис. 1.2. Кирпичная закрученная арка



Рис. 1.3. Большой мост в Царицыно XVIII век.



Рис. 1.4. Кёнигсбергский кафедральный собор XIV век

1.2. Элементы кирпичной кладки. Правила разрезки. Перевязка швов

Стандартный размер кирпича $250 \times 120 \times 65$ мм. Такой кирпич еще называют одинарным. Размер полуторного кирпича отличен по высоте $250 \times 120 \times 88$ мм. Такой кирпич менее трудоемок, так как в одном кубическом метре укладывается 378 штук, а не 512 как в случае с одинарным кирпичом (без учета шва).

Толщину стен и столбов принимают кратными половине или целому кирпичу, т.е толщина кладки из обычного кирпича может быть в полкирпича – 12 см, в один кирпич – 25 см (рис.1.5, а), в 1,5 кирпича – 38 см

(рис.1.5, б), в 2 кирпича – 51 см, в 2,5 – 64 см, в 3 – 77см (с учётом растворного шва 1 см).

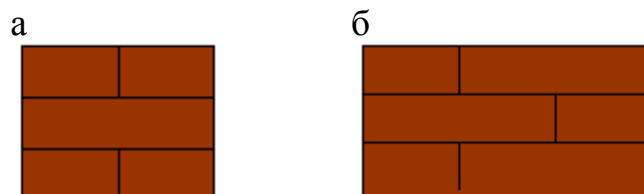


Рис.1.5. а – кладка в один кирпич 250 мм; б – кладка в 1,5 кирпича 380 мм

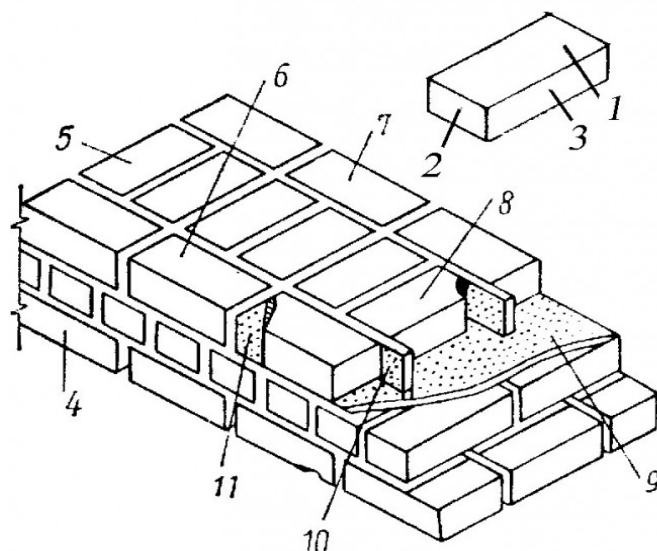


Рис. 1.6. Элементы кладки:

1 – постель; 2 – тычок; 3 – ложок; 4 – ложковый ряд; 5 – тычковый ряд; 6 – наружная верста; 7 – внутренняя верста; 8 – забутка; 9 – горизонтальный шов; 10 – вертикальный продольный шов; 11 – вертикальный поперечный шов

Постель – рабочая грань (поверхность) кирпича, расположена параллельно основанию кладки;

Ложок – наибольшая грань кирпича, расположенная перпендикулярно к постели;

Тычок – наименьшая грань кирпича, расположенная перпендикулярно к постели.

Ложковый ряд – ряд кирпичей, укладываемых длинной гранью вдоль стены.

Тычковый ряд – ряд кирпичей, укладываемых короткой гранью вдоль стены.

Наружная и внутренняя верста – крайние ряды камня, между которыми находится забутка.

Одним из элементов кладки являются *штрабы*, выкладываемые в местах временного перерыва кладки, так, чтобы при дальнейшем продолжении работ можно было обеспечить надежную перевязку новой части кладки с ранее возведенной. Штрабы делают убежными наклонными (рис.1.7, б, в, д) и вертикальными (рис.1.7, а, г).

В вертикальные штрабы для надежности соединения кладки закладывают стальную арматуру диаметром 8 мм через 2 м по высоте, в том числе в уровне каждого перекрытия.

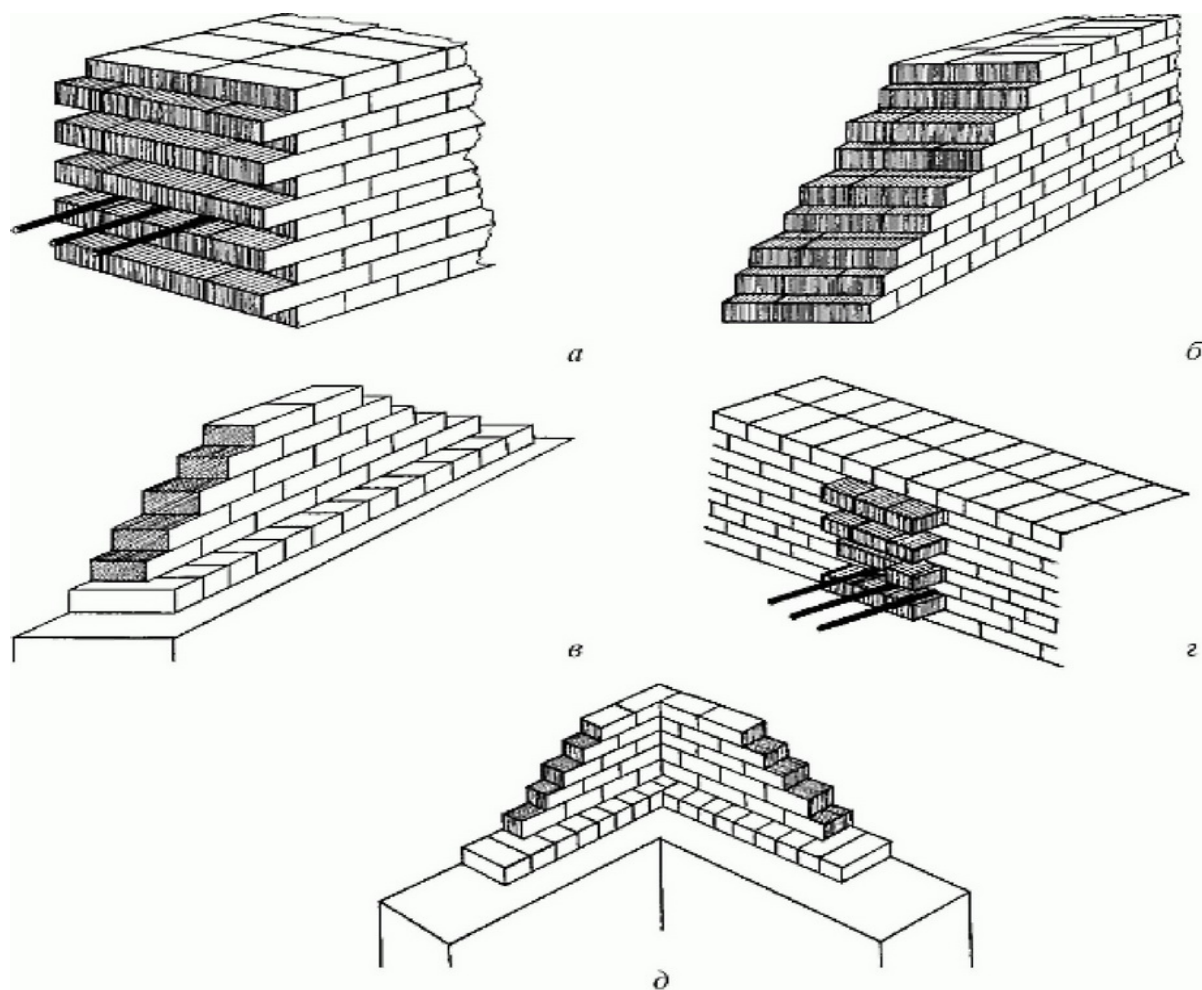


Рис.1.7. Штрабы:
а – вертикальная на прямом участке стены; б – убежная;
в – убежная промежуточная в сплошной стене (маяк); г – вертикальная в месте примыкания другой стены; д – убежная угловая (маяк)

Каменные стены зданий выкладывают сплошными или с проемами. Стены с проемами и с выступающими элементами могут иметь напуски, пояски, обрезы, уступы, пилястры.

Напуском (рис.1.8, а) называют то место кладки, в котором очередной ее ряд расположен не в плоскости ранее уложенных кирпичей, а с выступом на лицевую поверхность. Напуски делают не более чем на одну

треть длины кирпича в каждом ряду. Напуском нескольких рядов кладки образуют пояски, которыми отделяют на фасадах отдельные части здания по высоте, а также карнизы и другие конструктивные и архитектурные элементы.

Обрез кладки (рис. 1.8, б) устраивают с отступом от лицевой поверхности очередного ряда кладки. Кладка стен выше обреза имеет меньшую толщину, чем до обреза. Обрез кладки делают при переходе от цоколя к стене, при уменьшении толщины стен в верхних этажах многоэтажных зданий, при этом последний ряд кладки перед обрезом обязательно выкладывают тычками.

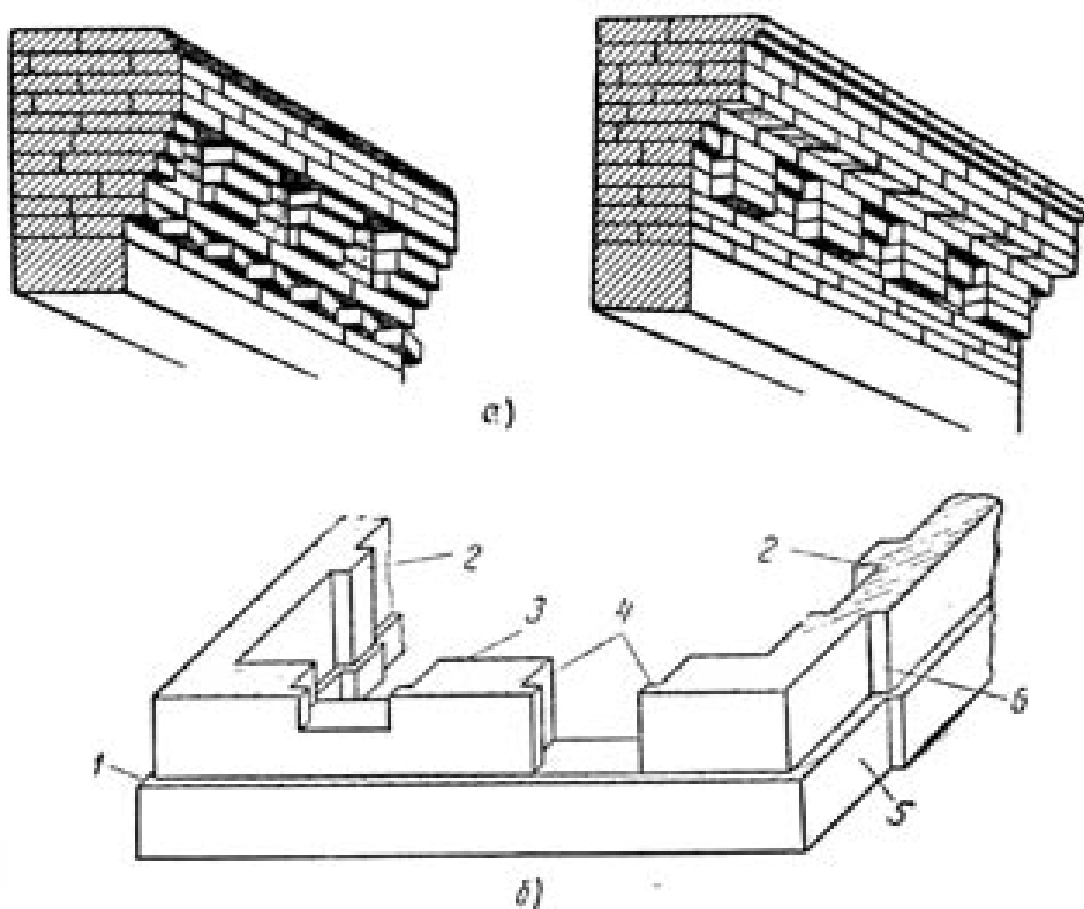


Рис. 1.8. Кладка карнизов с напуском кирпичей (а) и элементы стены кладки (б):
1 – обрез; 2 – пилястры; 3 – простенок; 4 – четверть; 5 – цоколь; 6 – уступ

Уступом кладки называют то место, где лицевая плоскость одной части стены смещена в ту или другую сторону от лицевой плоскости другой части.

Пилястры – это части кладки, выступающие из лицевой плоскости в виде прямоугольных столбов, выкладываемых вперевязку с кладкой стены.

Борозды в стене устраивают для размещения трубопроводов, электрических кабелей и прочих скрытых проводок. После монтажа этих проводок борозды заделывают заподлицо с плоскостью стены. Вертикальные борозды по ширине и глубине делают кратными половине кирпича (камня), горизонтальные – кратными одному ряду кладки по высоте, т. е. четверти кирпича (камня) и половине кирпича (камня) по глубине.

Ниши – это углубления в кладке стены, кратные половине кирпича (камня). В нишах располагают встроенные шкафы, приборы отопления, электрические и другие устройства.

Наружные стены здания делают с оконными или дверными проемами. Кладку, расположенную между двумя проемами, называют *простенком*.

Простенки бывают в виде простых прямоугольных столбов, а также столбов с четвертями для закрепления в них оконных и дверных блоков.

При производстве каменной кладки особое значение имеет способ расположения камней, от которого зависит устойчивость и прочность каменного сооружения. Камни укладывают с соблюдением определённых условий, называемых ***правилами разрезки каменной кладки***:

1. Камень укладывают плоскими рядами, перпендикулярными действующей силе. Допустимое отклонение силы от вертикали 15...17°.

2. Членение кладки швами делают по трём взаимно перпендикулярным плоскостям.

3. Продольные и поперечные вертикальные швы в кладке не должны быть сквозными по высоте конструкции (кладка окажется расчленённой на отдельные столбики). Плоскости вертикальной разрезки кладки соседних рядов должны быть сдвинуты.

Системы перевязки швов кладки

Это порядок укладки кирпичей в кладке относительно друг друга, чередование слоёв в соответствии с правилами разрезки кладки. Существует 150 вариантов перевязки швов.

Основные системы перевязки: однорядная (цепная), многорядная.

Цепную однорядную кладку выполняют чередованием через один тычковых и ложковых рядов.

В многорядной кладке – поперечные вертикальные швы перекрывают в каждом ряду, а продольные вертикальные – только через несколько горизонтальных рядов. Например, при шестирядной кладке – через 5 горизонтальных рядов (рис. 1.9).

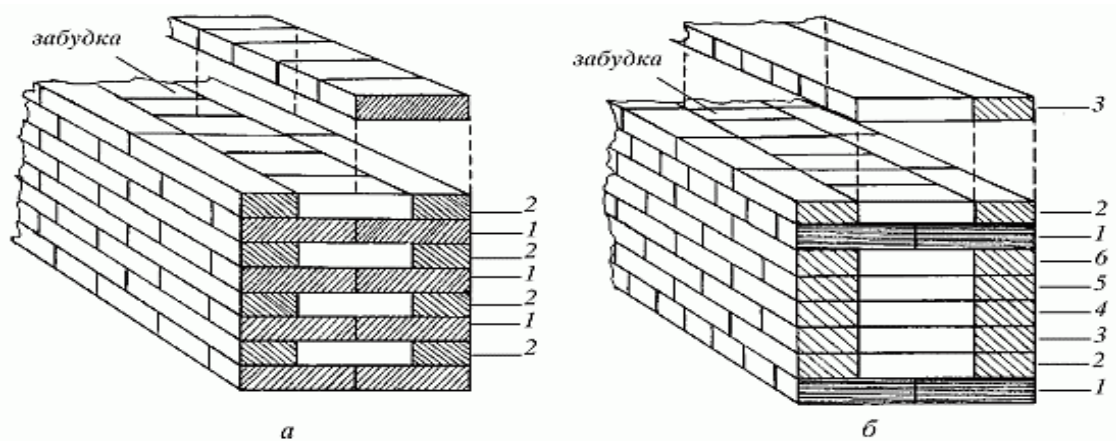


Рис.1.9. Системы перевязки швов при кладке стен толщиной в два кирпича:
 а – однорядная цепная; б – шестирядная;
 1 – тычковые ряды; 2...6 – ложковые ряды

Прочность у многорядной кладки на 2-5 % меньше, чем у однорядной, но она проще и быстрее выполняется. Примеры однорядных и многорядных кладок показаны на рис. 1.9, 1.10, 1.11.

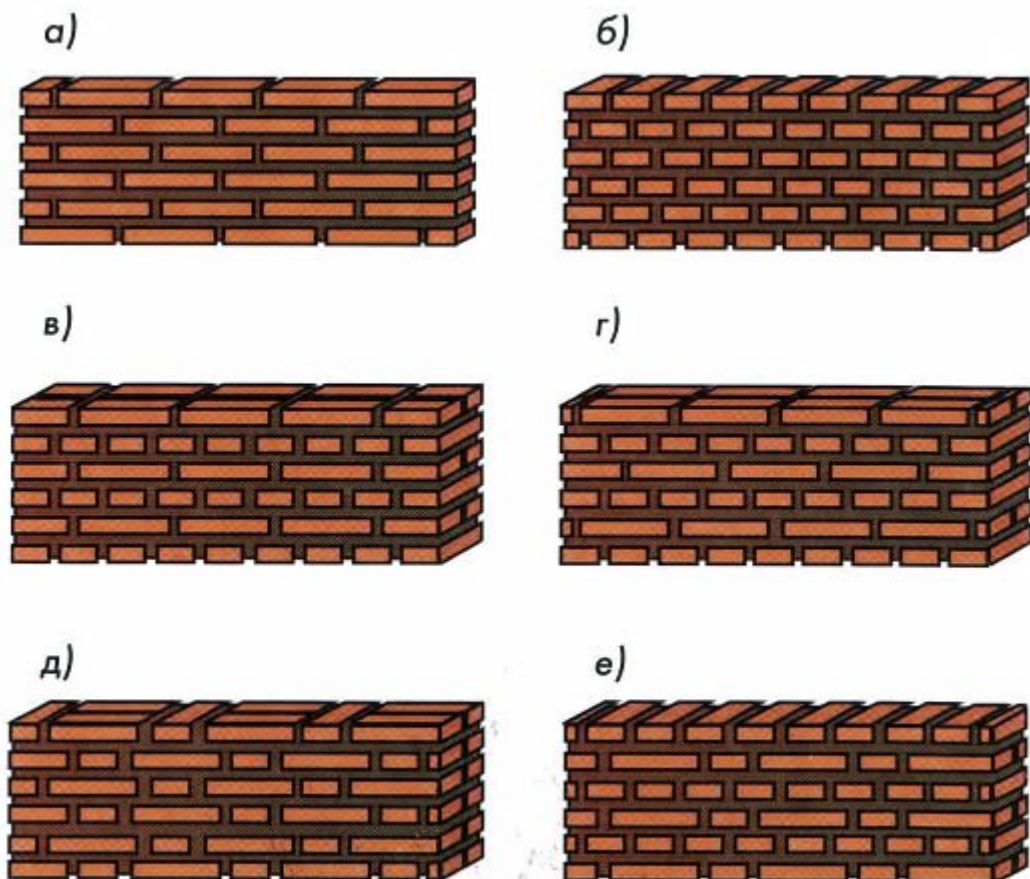


Рис. 1.10. Типы однорядной перевязки:
 а – ложковая; б – тычковая; в – цепная; г – крестовая; д – готическая;
 е – голландская

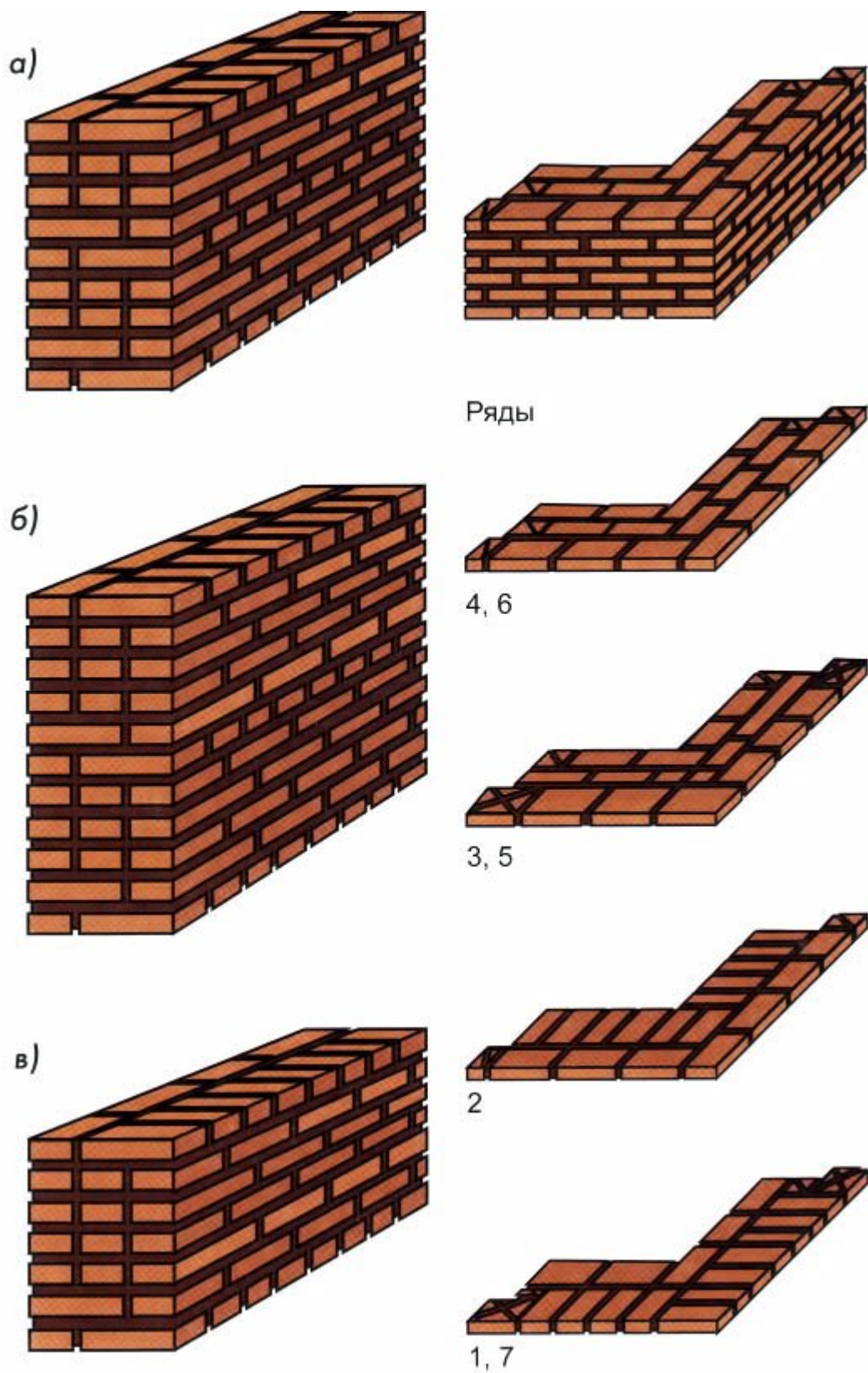


Рис.1. 11. Типы многорядной перевязки:
а – трехрядная; б-четырёхрядная; в – пятирядная

Опираение конструкций на кладку.

Любые строительные конструкции или опорные подушки кладут на целые тычковые ряды. Плиты опирают не менее чем на 0,5 кирпича, перемычки – не менее чем на 1 кирпич (25 см). Запрещено опирание на утолщенный слой раствора с кирпичным щебнем. При однорядной перевязке швов допускается опирание сборных конструкций на ложковые ряды.

1.3. Виды отделки швов кладки

Толщина горизонтальных швов кирпичной кладки 10–15 мм, вертикальных 8–15 мм (по СНиП), то есть средние показатели 10–12 мм.

Форма швов зависит от архитектурного замысла и формируется при помощи специального инструмента – расшивки, иногда применяют кельму.

Если поверхность кладки будет оштукатуриваться, то наружные швы не заполняют раствором на глубину 1–1,5 см (чтобы улучшить сцепление штукатурки с камнем) – такая кладка называется впустошовку. Во всех остальных случаях швы заполняют кладочным или декоративным растворами и придают им определенную форму, которая оказывает влияние на декоративные свойства кладки. Например, – вподрезку, выпуклый, вогнутый (рис.1.12).

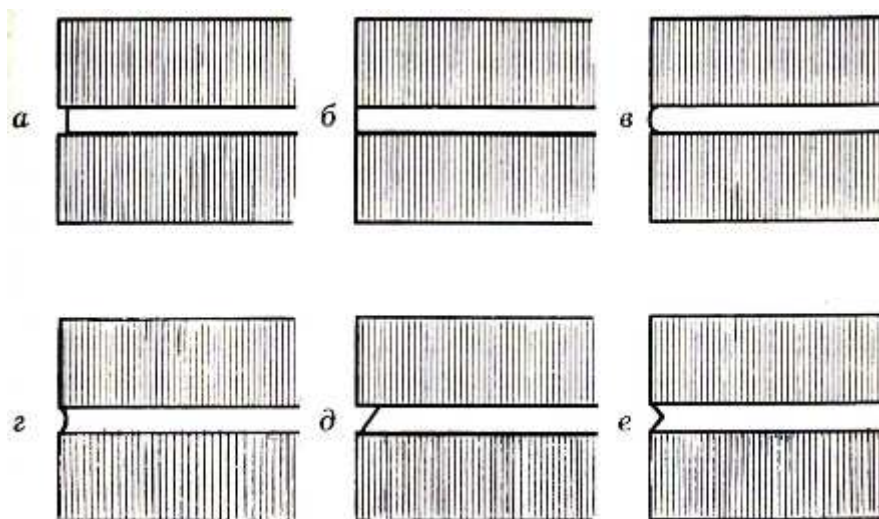


Рис.1.12. Формы швов кладки:
а – прямоугольная заглубленная; б – вподрезку; в – выпуклая; г – вогнутая;
д – односрезная; е – двухсрезная

Вподрезку или заподлицо – самый популярный и простой способ. Для этого потребуется кельмой срезать весь раствор со стены, затем, используя щетку с жестким ворсом, обработать шов между кирпичами.

Вогнутый и выпуклый – в данном случае следует использовать специальный инструмент для расшивки швов кирпичной кладки – расшивку. Сначала срезается весь раствор заподлицо, после чего, необходимо пройтись полукруглой расшивкой вдоль всего шва. Шов можно сделать вогнутым или выпуклым, используя разные расшивки (рис.1.13). Важно соблюдать последовательность: первоначально обрабатываются вертикальные швы, затем горизонтальные.



Рис. 1.13. Инструменты для расшивки швов

Прямоугольный – более трудоемкий. Сначала требуется удалить из всех швов раствор, глубиной около 5-6 мм, после чего вновь уплотнить, тщательно разглаживая новый раствор округлым нагелем. К сожалению, такой способ не подходит для уличных стен, так как не отводит воду, но прекрасно подходит для декоративных межкомнатных перегородок.

Скошенный – вариант для регионов с суровыми климатическими условиями. Чтобы его сделать, необходимо хорошо заточенной кельмой под острым углом срезать раствор на глубину 3-4 мм.

Оформление швов благоприятно сказывается на эстетической стороне дома. Затирка швов кирпичной кладки сокращает количество влаги, которая попадает на швы, разрушая цементную основу. Это позволяет продлить срок службы всего дома, откладывая в далекое будущее ремонтные работы.

Правильная расшивка позволяет увеличить изоляционные свойства кирпичных стен, ведь именно швы являются основным источником потери тепла. Также она полезна и на внутренних работах, когда требуется придать колорит декоративной поверхности.

Расшить кладку можно на любом этапе: непосредственно при возведении стен, либо после того, как дом будет построен и даст усадку. Есть одна разница – при совместной кладке и расшивке легче удалять лишний раствор, который еще не успеет схватиться. На готовом доме это необходимо делать с усилием, ведь цементный раствор довольно-таки прочный.

1.4. Прочность кирпичной кладки

Прочность кладки зависит от свойств кирпича и раствора. Предел прочности при сжатии кирпичной кладки, выполненной даже на весьма прочном растворе, при обычных методах возведения составляет не более 40...50 % от предела прочности кирпича. Объясняется это главным образом тем, что поверхности кирпича и шва кладки не идеально плоские и плотность и толщина слоя раствора в горизонтальных швах не везде одинаковы. А так как каменные материалы обладают слабым сопротивлением изгибу, то они разрушаются в кладке раньше, чем сжимающие напряжения в них достигнут предела прочности при сжатии.

Слабым местом в кладке является раствор. Чем менее прочен раствор в кладке, тем он легче сжимается и, следовательно, тем больше возникают общие деформации кладки, а в каждом кирпиче – напряжения изгиба и среза. Поэтому, чтобы получить более прочную кладку, применяют соответственно раствор более высокой марки. Однако повышение прочности (марки) раствора лишь незначительно увеличивает прочность кладки. Гораздо большее значение имеет пластичность раствора. Пластичные растворы лучше расстилаются по постели кирпича, обеспечивают более равномерную толщину и плотность шва, что повышает прочность кладки, так как способствует уменьшению напряжения изгиба и среза в отдельных кирпичах.

На прочность кладки влияют также размеры и форма каменных материалов. С увеличением высоты камня уменьшается количество горизонтальных швов в кладке и увеличивается пропорционально квадрату высоты камня сопротивление его изгибу. В связи с этим при одинаковой прочности камней более прочной оказывается та кладка, которая выполнена из камней большей высоты.

Одно из основных условий повышения прочности кладки – тщательное ее выполнение. Равномерное заполнение и уплотнение швов, правильная перевязка обеспечивает высокую прочность кладки. Низкое качество кладки, применение растворов, не соответствующих нормам, могут явиться причиной разрушения кладки. Чем толще шов, тем труднее достигнуть равномерной его плотности и тем в большей степени кирпич работает в кладке на изгиб и срез. При толстых швах увеличиваются деформации и снижается прочность кладки. Поэтому для каждого вида кладки установлена определенная толщина швов, увеличение которой снижает прочность конструкций.

Напряженное состояние кладки. Если постепенно увеличивать нагрузку на кладку до величины, превышающей предел её прочности, то сначала в отдельных кирпичах появятся вертикальные трещины (рис.1.14, а), преимущественно под вертикальными швами, там, где концентрируются

напряжения растяжения и изгиба. При росте нагрузки трещины увеличатся, разделяя кладку на столбики (рис.1.14, б). Окончательное разрушение кладки происходит из-за выпучивания этих столбиков в результате потери ими устойчивости (рис.1.14, в). Напряженное состояние при осевом сжатии кладок из других каменных материалов аналогично напряженному состоянию кирпичной кладки.

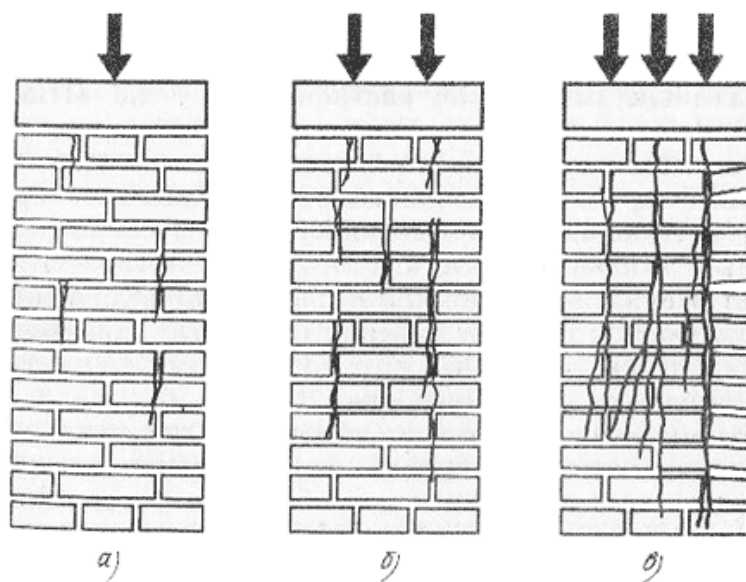


Рис. 1.14. Стадии разрушения кладки под нагрузкой:
 а – трещины в кирпичах; б – расчленение кладки на столбики; в – выпучивание и разрушение кладки

Для повышения несущей способности стен, столбов и узких простенков применяют поперечное и продольное армирование кладки, размещая арматуру в горизонтальных и вертикальных швах (рис 1.15, 1.16). При этом швы имеют толщину, необходимую для укладки арматуры и создания защитных слоёв по 2 мм с каждой стороны, то есть в сумме 4 мм. Сетки в горизонтальных швах ставят по расчёту, но не реже, чем через 5 рядов.

При продольном армировании стержни размещают в вертикальных швах или снаружи конструкции и связывают хомутами.

Углы проемов подвержены неравномерной нагрузке. Поэтому трещины в углах окон и дверей – частое явление. Во избежание этого рекомендуется армировать 2 ряда кладки над и под проемами. Во всех местах перепада высот, если проектом не предусмотрен деформационный шов, рекомендуется местное армирование кладки (рис.1.17).

Помимо обычного кирпича в строительстве используется *прессованный кирпич*, он сам по себе прочнее керамического кирпича на 50-70 %, и его сцепление с раствором на 75-100 % выше, чем с керамическим, следовательно, и прочность кладки из них выше, чем из керамического кирпича на 50-70 %.

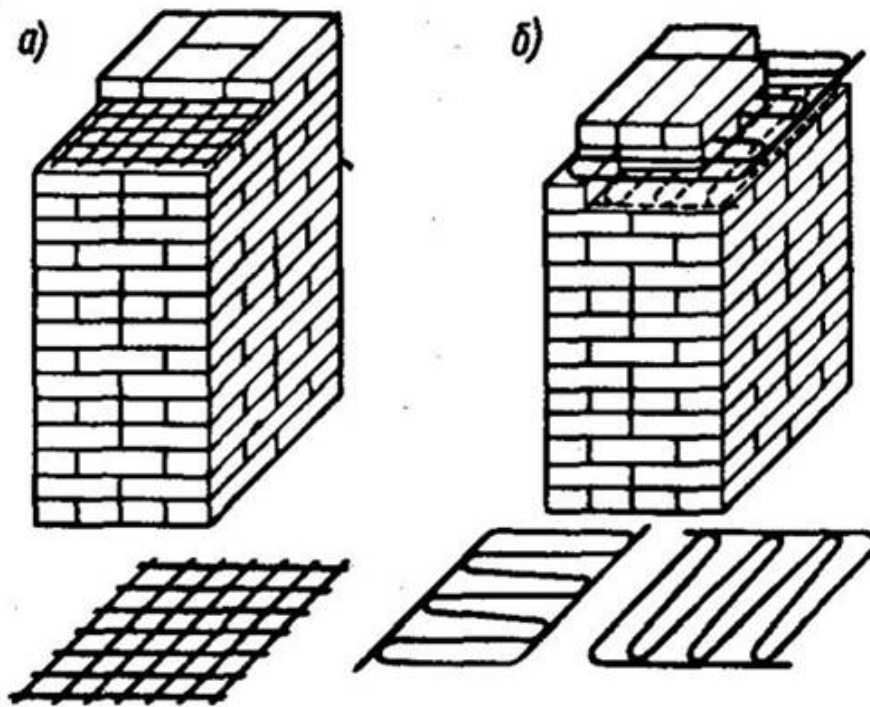


Рис. 1.15 Поперечное армирование кладки:
 а – прямоугольные сварные сетки из проволоки диаметром 3 мм или 4 мм,
 ячейки – 50×50 мм; б – зигзагообразные сетки
 (диаметр арматуры может быть до 8 мм)



Рис. 1.16. Продольное армирование кладки

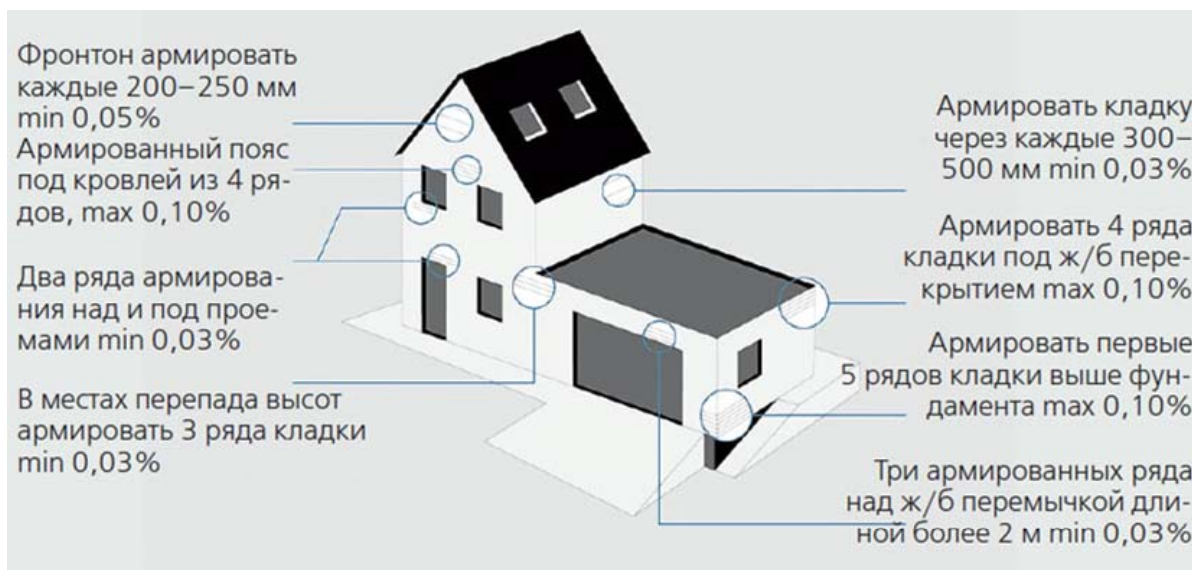


Рис. 1.17. Рекомендуемый процент армирования кладки

Устойчивость каменных стен обеспечивается выбором соответствующих соотношений толщины и свободной длины и высоты. Свободной длиной стены считается расстояние между двумя поперечными стенами, примыкающими к данной стене, а свободной высотой – высота этажа. Соотношения нормируются и обычно в зданиях жилого назначения принимаются: свободная длина – не более 2,5 свободной высоты, а толщина – не менее 1/25 свободной высоты стены. Обычно в зданиях свободная длина стены (между примыкающими к ней поперечными стенами) редко бывает больше 6 м и не превышает 3 м свободной высоты (высоты от пола до потолка). В этом случае толщина стены согласно требованию устойчивости может быть равной 120 мм.

Здания из кирпича не переносят землетрясения, полностью разрушаясь, они уносят с собой человеческие жизни. Желание сделать кирпичные здания менее опасными, учёные предлагают новые разработки, например, сейсмоустойчивые соединения, которые позволят кладке перемещаться, при этом не разрушаясь. Немецкие исследователи из Технологического института Карлсруэ и компании Bayer AG разработали новый вид отделочного слоя из стекловолокна, способный сделать здания сейсмоустойчивыми. Слой крепится к стенам при помощи полиуретаново-водной смеси.

Во время землетрясений колебания сооружений происходят неравномерно, поэтому даже при относительно небольших общих нагрузках может разрушиться важная часть конструкции. Для того чтобы этого избежать, нужно равномерно распределить сейсмическое воздействие по всей стене. Исследователи использовали жёсткое стекловолокно, сплетённое в маты, в

которых волокна идут в четырёх направлениях, чтобы равномерно распределять энергию колебания элементов стены по всей её поверхности. Для того чтобы эта схема заработала, им понадобился принципиально новый способ крепления слоя стекловолокна к стенам. Химический концерн Bayer AG помог исследователям из Технологического института Карлсруэ в его создании.

Получившаяся клеящая смесь состоит из воды и большого количества мелких полиуретановых шариков. По мере того, как связующий материал проникает в углубления на каменной или кирпичной кладке (теоретически пригодны стены из любых шероховатых материалов), вода испаряется, а шарики полиуретана скрепляются друг с другом, подобно пенополиуретановой монтажной пене, которую применяют при монтаже пластиковых окон.

Исследователи подчеркивают, что при помощи новой оболочки в сейсмоопасных зонах можно будет обезопасить даже старые здания, построенные без учёта современных требований.

Кроме землетрясений экстремальными условиями являются неблагоприятные температурные режимы в зимний период и в жару. В зимних условиях применяют способ замораживания, противоморозные добавки для раствора, электропрогрев кладки. При способе замораживания используют марку раствора на 1 или 2 класса превышающую проектную. Кладку ведут с применением тёплого раствора. Раствор должен успеть приобрести критическую прочность ($\approx 20\%$ от проектной) до того как начнёт замерзать. Кладка в зимних условиях должна выполняться на цементных, цементно-известковых или цементно-глиняных растворах. Известковые и известково-глиняные не способны набирать прочность после оттаивания. При оттаивании кладка садится 0,5-2 мм на 1 м её высоты, возможны неравномерные осадки из-за неодинаковой плотности раствора. Способ замораживания применяется только для возведения конструкций, высота которых не превышает 15 м. Не применяют для внецентренно сжатых конструкций, бутовой и бутобетонной кладке, в сейсмических районах. В жарком климате применяют пластификаторы для раствора. Кирпич увлажняют. Кладку притеняют. Изменяют режим рабочего дня.

1.5. Лицевая и декоративная кладка. Кладка с облицовкой

Для декоративной отделки стен зданий и защиты от атмосферных воздействий применяют лицевую и декоративную кладку из кирпича, керамических и природных камней; облицовку природными или искусственными материалами.

Лицевая кладка бывает двух видов:

- кладка стены и ее лицевой поверхности из одного и того же материала;
- лицевая поверхность стен – из специального лицевого кирпича или камня, имеющих искусственную или природную окраску и гладкие или офактуренные поверхности, а остальную часть кладки – из рядовых кладочных материалов.

Декоративная кладка является разновидностью лицевой кладки. *Комбинируя разные цвета и размеры кирпича, а также используя различные способы раскладки и перевязки, получают оригинальные геометрические рисунки.*

Наиболее распространённый способ отделки фасадов – лицевая кладка из керамического или силикатного кирпича с расшивкой швов. Лицевую поверхность стен выкладывают из отборного целого кирпича или камней с правильными кромками и углами, а остальную часть кладки – из обычных камней или кирпича. Кладку выполняют, как правило, с применением многорядной системы перевязки. Облицовочный слой перевязывают с основной стеной.

Лицевую кладку применяют как для наружных, так и для внутренних стен вестибюлей, лестничных клеток и т. д. Швы лицевой кладки должны иметь одинаковую толщину и быть аккуратно расшиты.

Выделяют три основных способа кладки лицевого кирпича: прямую, декоративную и художественную (рельефную).

1. При прямой кладке рисунок фасада создается с помощью различных способов перевязки кирпича с расшивкой швов.

2. Декоративная кладка кирпича создает рисунок фасада не только схемой швов, но и применением разноцветных кирпичей (рисунок при этом определяется заранее).

3. Художественная кладка предполагает создание рисунка фасада с помощью схемы швов, цвета и способа укладки кирпича: фасад представляет собой не ровную плоскость, а сложный рельеф с архитектурными элементами – выступами, выемками, наклонами, пилястрами и прочими объемными узорами. Такую кладку еще называют узорно-рельефной.

Прямая кладка – самый привычный и простой способ создания декоративного фасада за счет толщины и цвета шва, поверхности (гладкой, цветной, офактуренной) самого кирпича можно создать неповторимый внешний облик фасада.

Самые популярные виды прямой кладки одноцветным кирпичом (рис. 1.18).

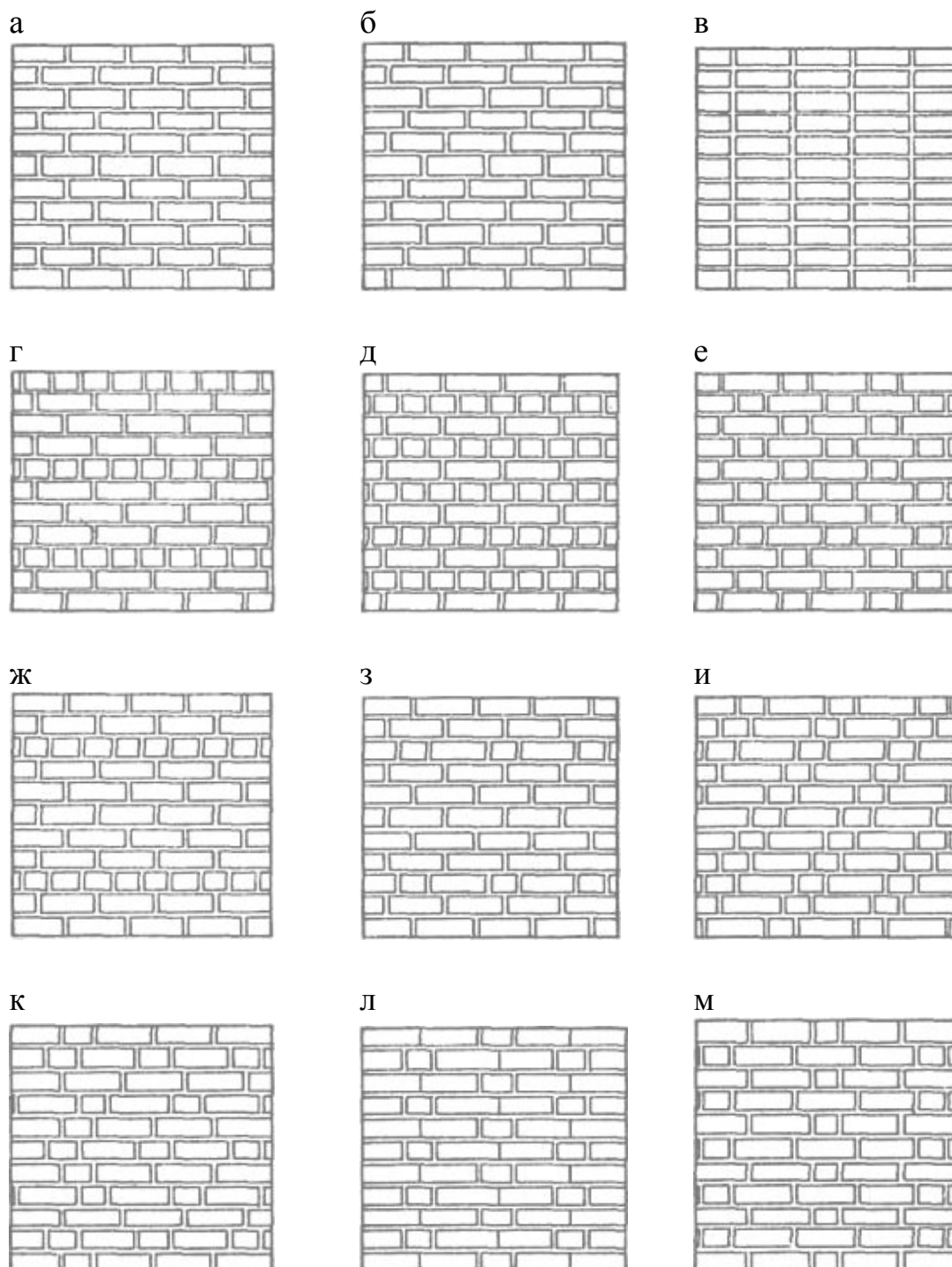
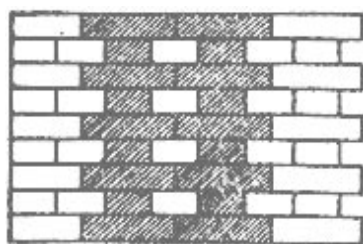
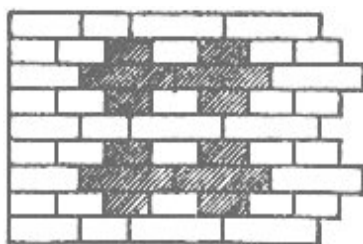


Рис 1.18. Распространённые виды прямой кладки:
а – однорядная (цепная – перевязка (смещение на $1/2$ кирпича); б – ложкавая со смещением на $1/3$ кирпича; в – многорядная; г – американская (шотландская, английская) изгородь; д – английская перевязка (крестовая); е – верстовая, старорусская, готическая, польская, фламандская, голландская; ж – простая (шестой ряд тычковый); з – простая (шестой ряд фламандский тычковый); и – фламандская спиральная; к – фламандская диагональная; л – фламандская двойная тычковая; м – фламандская изгородь

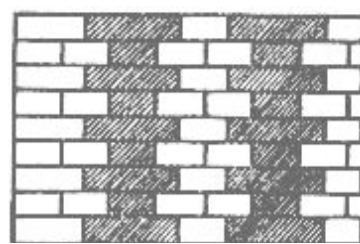
Сегодня вариантов лицевой кладки много, а использование кирпичей двух цветов расширяет возможности кладки почти до бесконечности.



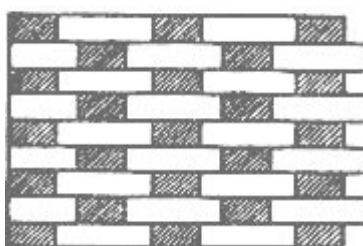
Цепная кладка



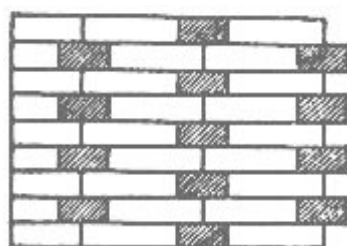
Крестовая кладка



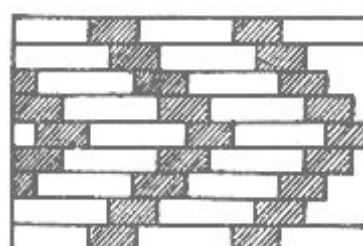
Попеременно рядами тычковыми и из 1 тычка и 1 ложка



Кладка из 1 тычка и 1 ложка с симметричным смещением



Кладка из 2 ложек, 1 тычка с симметричным смещением



Кладка из 1 тычка и 1 ложка со смещением 1/4 вправо и влево

Рис. 1.19. Некоторые варианты лицевой кладки при использовании кирпичей двух цветов

Существует много вариантов декоративной кладки, различающихся схемами сочетания швов и рисунками на фасадной поверхности кладки. А использование разного по цвету кирпича позволяет получить на фасаде различные орнаменты – декоративные узоры, образованные кладкой камней различного оттенка.

На рис.1.20 представлены наиболее распространенные варианты плоских орнаментов, полученных при однорядной (цепной) кладке с применением кирпича *разных* видов.

Одна из самых популярных систем кладок – баварская (название по месту происхождения). Даже в одной партии кирпичи имеют разные оттенки цвета, что и стали использовать мастера для придания фасаду особой выразительности. Классическая баварская кладка ведется из четырех оттенков облицовочного кирпича одной или разной фактуры. Обычно это кирпич черно-коричневого, коричневого, темно-красного и красного цветов, но при желании этот ряд можно расширить (рис.1.21).

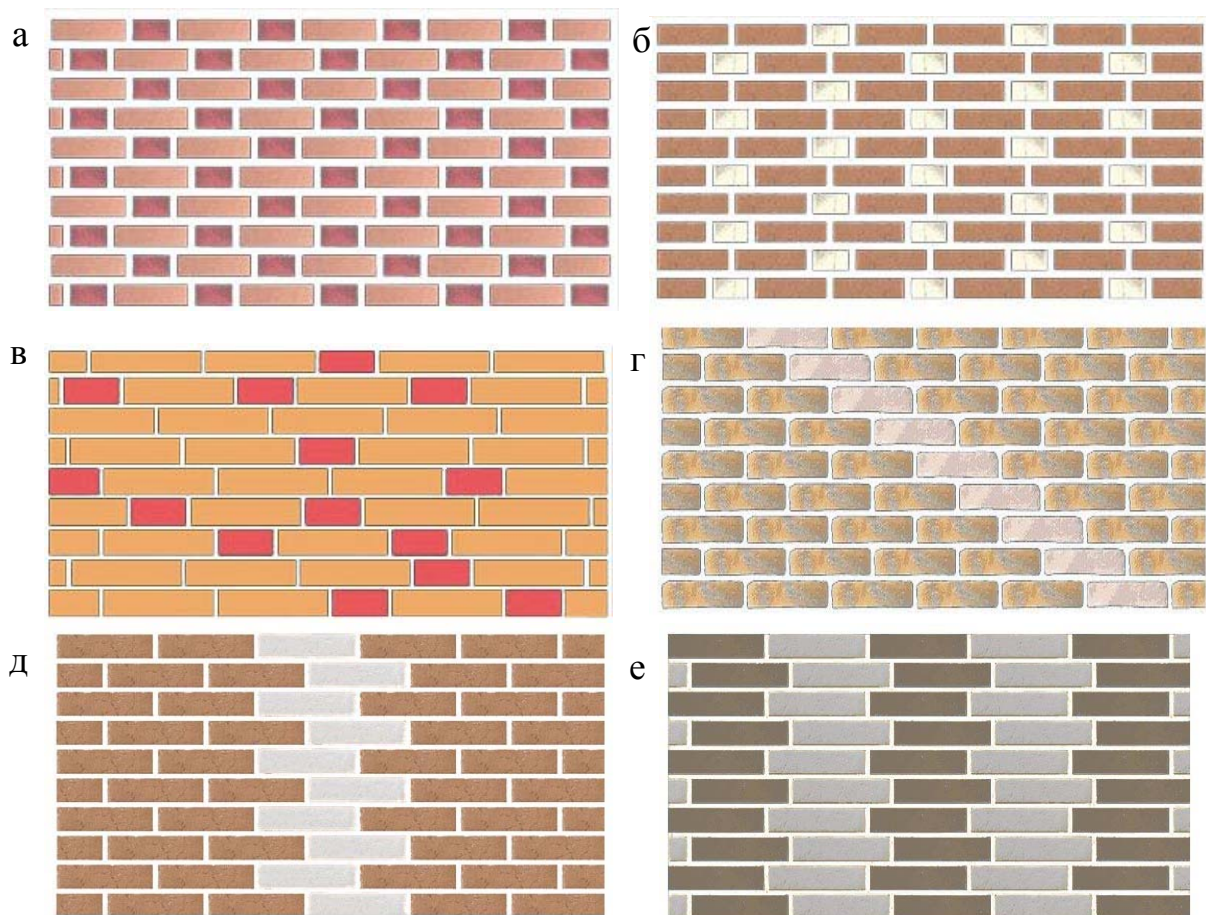


Рис. 1.20. Варианты орнаментов при однорядной (цепной) кладке:
 а – фламандская цветная; б – цепная цветная; в – хаотичная; г – дорожка;
 д – ложкавая со смещением 1/2; е – ложкавая со смещением 1/4

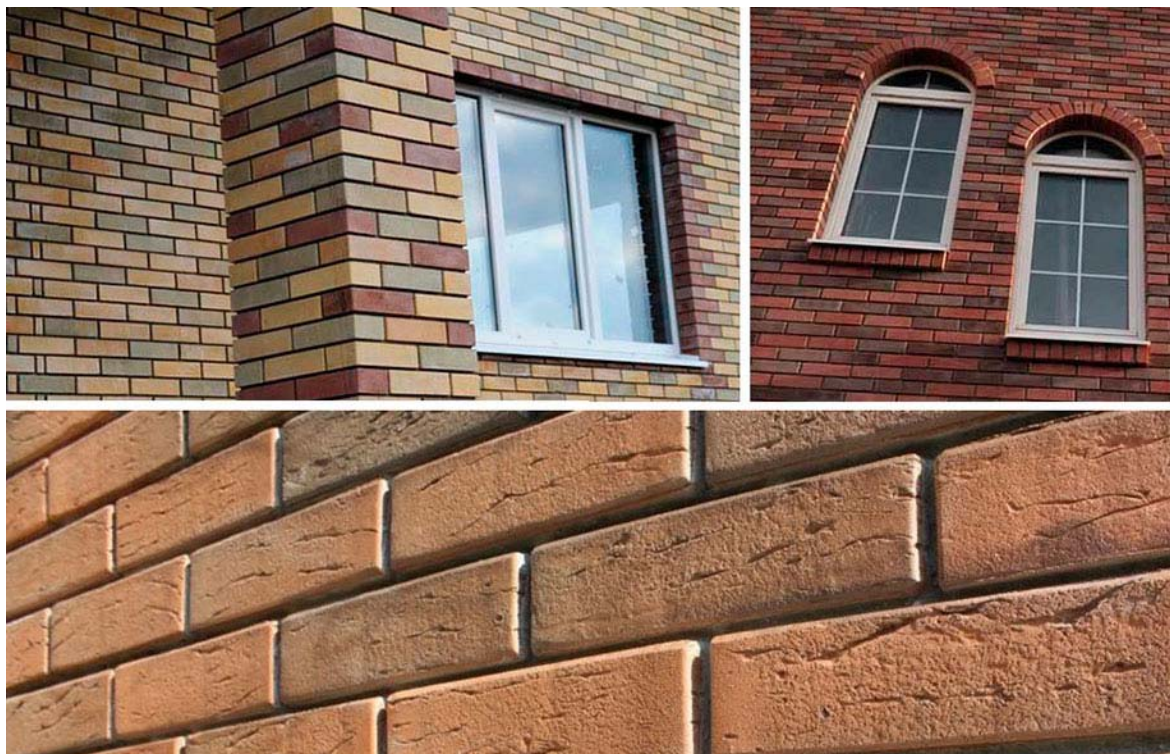


Рис. 1.21. Баварская кладка

Работа по облицовке производится в соответствии с проектом, в котором должны быть указаны: вид кирпича или камня для кладки стен, марка раствора, материал облицовки и их физико-механические характеристики, раскладка плит и камней, способы крепления рядовых, угловых и перемычных плит.

Облицовка по возведенным стенам может производиться плоскими керамическими плитками, плитками на основе стекла, плитами из природного камня. Стены под последующую облицовку плоскими плитами с креплением их на растворе должны выполняться в пустошовку, в противном случае перед облицовкой стен необходимо делать насечку на глубину не менее 3 мм.

Поверхности кладки облицовывают природными или искусственными материалами одним из следующих способов: закладными плитами, защемляемыми в кладке (выполняется одновременно с кладкой стен); ранее выложенные стены облицовывают плитами, прикрепляемыми к стенам специальными приспособлениями (такую облицовку выполняют после полной осадки кладки).

При облицовке готовой стены качество отделки поверхностей повышается, однако, такая облицовка более сложная и трудоемкая в исполнении. Возникает необходимость в устройстве наружных лесов, требуется специально подготавливать поверхность стен, устанавливать крепления для облицовки.

1.6. Конструктивные решения кирпичных стен

В зависимости от вида кирпича и способа кладки кирпичная стена может быть разной: сплошной из полнотелого кирпича, сплошной из пустотелого кирпича, пустотелой (облегченной).

Сплошные кирпичные стены выкладываются по однорядной или многорядной системе перевязки кладки. Толщину стен принимают кратной длине кирпича или его половине. Швы кладки заполняют известковым, цементным или известково-цементным раствором. Для обеспечения монолитности стен кладку ведут с обязательной перевязкой вертикальных швов. Сплошную кладку из глиняного обыкновенного и силикатного кирпича целесообразно применять в нижних этажах многоэтажных зданий, где действуют значительные нагрузки. В верхних этажах многоэтажных зданий используют керамические камни с щелевидными пустотами для снижения массы стен.

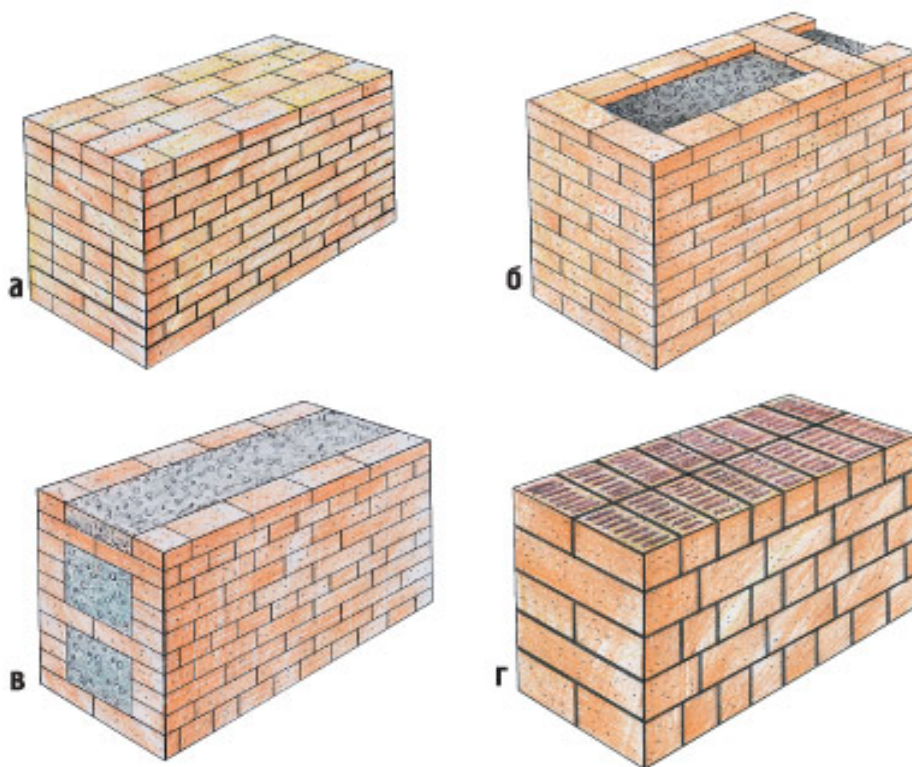


Рис.1.22. Виды кладки:

а – сплошная кладка из полнотелого рядового кирпича; б – облегченные стены из рядового кирпича с вертикальными поперечными стенками (колодцевая кладка); в – облегченные стены из рядового кирпича с горизонтальными связями в виде тычковых рядов (кирпично-бетонная кладка); г – стена из керамического пустотелого кирпича

Облегченная (пустотелая) кладка. В этой кладке часть конструкций из основного материала заменяют теплоизоляционными плитами, легким бетоном, воздушной прослойкой или минеральной засыпкой. Такая кладка позволяет сэкономить на основном материале, при этом снижается нагрузка на фундамент и значительно повышается тепло- и звукоизоляция (рис.1.23).

Облегченные кладки применяют в стенах зданий высотой: несущих – до 5 этажей, самонесущих – до 9 этажей, ненесущих (навесных) – любой высоты. Для ограждения помещений с влажным режимом облегченные кладки применять нельзя.

Облегченную кирпичную кладку подразделяют на два основных вида. В первом случае, возводятся конструкции, состоящие из двух тонких продольных кирпичных стен, между которыми укладывают термоизоляционный материал. Во втором случае, конструкция стен состоит из одной кирпичной стены, утепленной теплоизолирующими плитами.

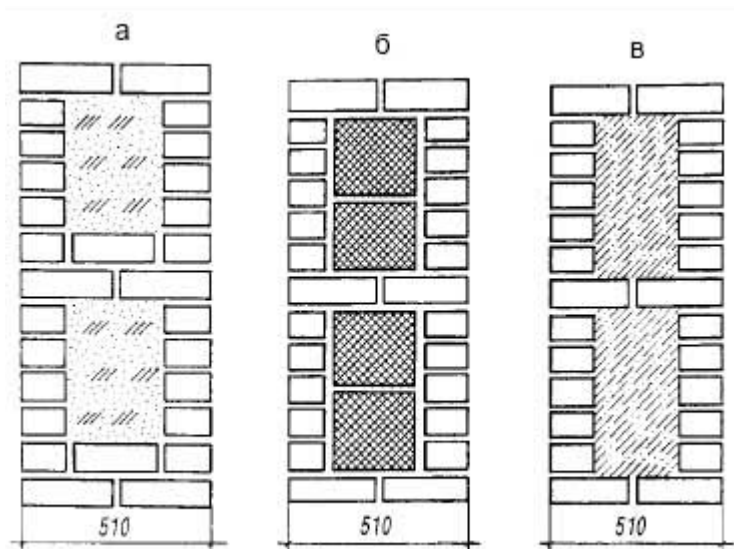
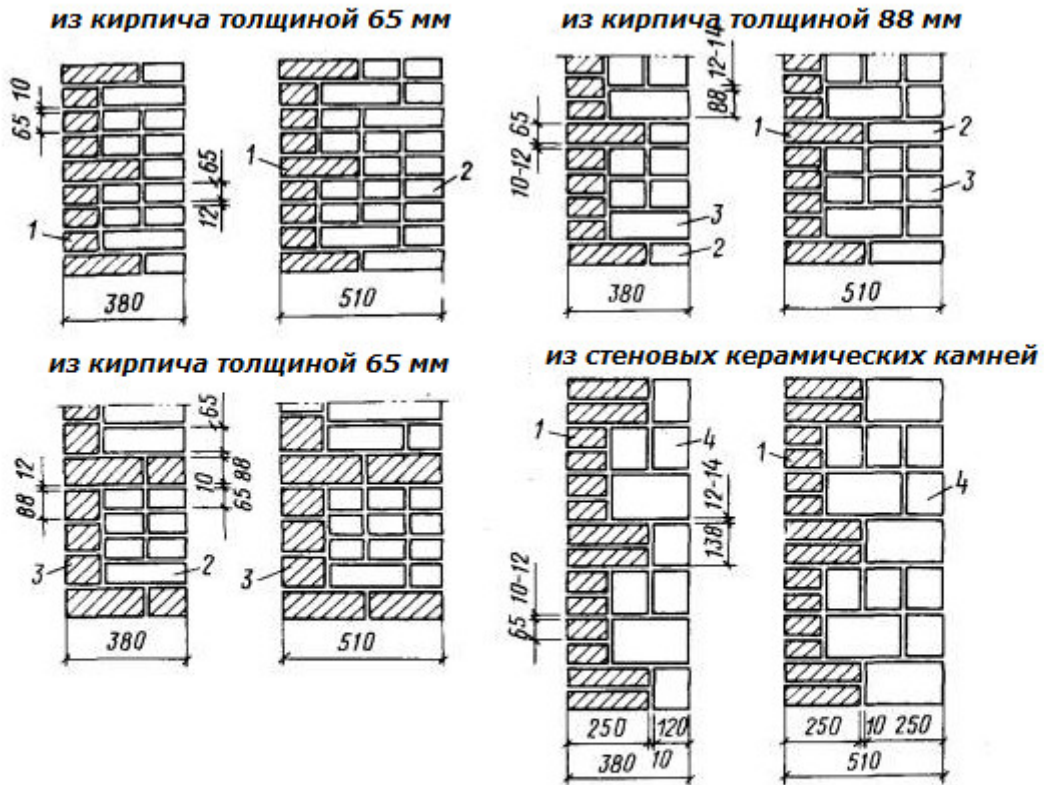


Рис.1.23. Кирпичные облегчённые стены:
а – засыпка шлаком; б – термовкладыши; в – лёгкий бетон

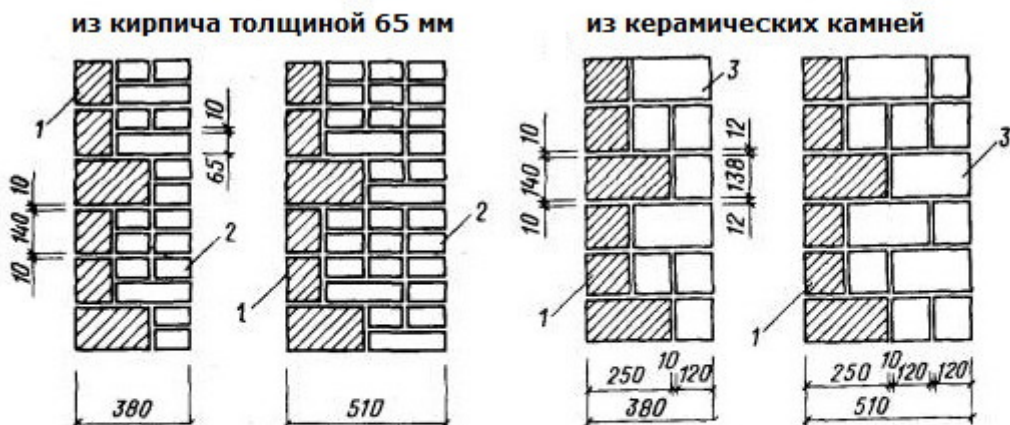
Стены с облицовкой. Для повышения долговечности и архитектурной выразительности зданий широко применяют наружную облицовку их стен. Существует два способа облицовки – одновременно с возведением стены и по готовой стене. Одновременно с кладкой стены и с перевязкой друг с другом устанавливают Г-образные и плоские плиты из тяжелого цементного бетона, силикатобетона и природного камня, лицевые пустотелые керамические камни и, лицевой кирпич (рис.1.24-1.26). Облицовку по готовой стене выполняют из керамических, стеклянных, асбестоцементных плит и плит из природного камня толщиной не более 40 мм. Плиты укрепляют на растворе или при помощи стальных анкеров.

В строительстве зданий различного назначения используют конструкции стен из крупных блоков заводского изготовления. По виду материалов крупные стеновые блоки бывают из естественных природных камней (ракушечник, известняк, туф); из цементных и силикатных тяжелых и легких бетонов; из кирпича и керамических камней. Толщина стен из крупных блоков 20, 30, 40, 50 и 60 см. Разрезку поля стены на отдельные блоки (размеры блоков по длине и высоте), осуществляют в соответствии с высотой этажа, размерами оконных проемов и грузоподъемностью имеющихся на объекте строительных кранов. Стены из крупных блоков выполняют с перевязкой вертикальных швов между блоками и углов здания в каждом этаже перемычными или поясными армированными блоками, которые скрепляют между собой стальными связками. Вертикальные стыки между блоками тщательно заполняют бетоном или раствором для обеспечения теплоизоляции и монолитности стен.



- 1 - лицевой кирпич толщиной 65 мм;
 2 - кирпич рядовой глиняный, силикатный или полусухого прессования толщиной 65 мм;
 3 - лицевой и рядовой кирпич толщиной 88 мм;
 4 - стеновые керамические камни.

Рис. 1.24. Облицовка стен лицевым кирпичом



- 1 - лицевые керамические камни;
 2 - глиняный или силикатный кирпич толщиной 65 мм;
 3 - стеновые керамические или силикатные камни.

Рис. 1.25. Облицовка стен керамическими или силикатными камнями

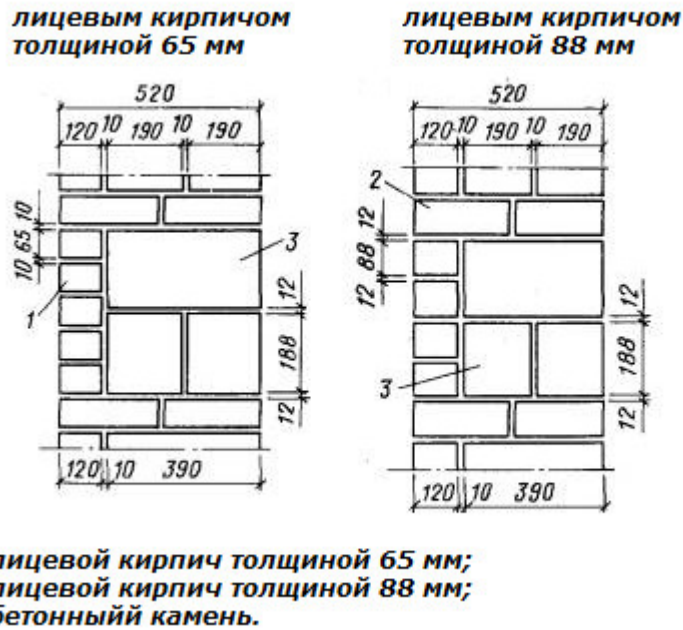


Рис. 1.26. Облицовка лицевым кирпичом стен из бетонных камней

Трудоемкость возведения стен из крупных блоков в 2–2,5 раза ниже по сравнению с кладкой стен из кирпича.

Применение кирпичных панелей также снижает трудоёмкость. Их можно изготавливать из глиняного и силикатного кирпича, а также из керамических камней марок 75, 100, 125, 150, 200 и 300 и раствора марок 75, 100, 150 и 200. Фасадная поверхность панелей может быть облицована плитками или отделана раствором. Применение тонкостенных виброкирпичных панелей, изготавливаемых в заводских условиях, позволяет при возведении жилых домов снизить расход кирпича в 2 раза, уменьшить трудовые затраты на 40 % и стоимость строительства на 10 %.

2. КАРКАСНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Каркасное строительство – перспективное направление развития строительной отрасли. Каркасные дома строятся на основе каркаса из древесины, металла или железобетона.

Привлекательность таких технологий в быстровозводимости и относительно низкой стоимости строительства, отсутствие или сведение к минимуму «мокрых» процессов при строительстве. Лёгкие конструкции из металла и дерева дают возможность не сооружать массивный фундамент. Как правило, малоэтажные каркасные дома монтируются на недорогих фундаментах, то есть применяются фундаменты мелкого заложения, фундаментная плита, буронабивные или винтовые сваи. Каркасные дома позволяют создавать самые разнообразные архитектурные формы.

2.1. Строительство на основе деревянного каркаса

Принято считать, что впервые современная технология каркасного домостроения была применена в Канаде. Метод оказался настолько успешным, что получил признание и развитие во всем мире.

Традиционный «канадский» подход предполагает выполнение всех этапов непосредственно на месте строительства. На подготовленном фундаменте монтируют нижнюю обвязку из мощного бруса. Затем устанавливают стойки, которые объединяют верхней обвязкой и усиливают раскосами. Снаружи каркас (рис.2.1) обшивают листовыми материалами – влагостойкой фанерой, ОСП (в английском варианте OSB) и т.д. Изнутри каркасную конструкцию заполняют минераловатным утеплителем. Затем монтируют паро- и гидроизоляцию. Над стенами возводят стропильную конструкцию крыши. Отделка зависит от эстетических предпочтений и финансовых возможностей застройщиков.

Почти так же строят «финские» домики. Разве что вместо листовой, наши северные соседи предпочитают обшивку из штучных материалов, например, профилированную доску.

Чтобы повысить качество и ускорить темпы строительства **каркасного дома**, конструкции заказывают на деревообрабатывающем предприятии или в специализированной фирме. К примеру, заводские заготовки по канадской технологии MiTek рассчитывают с применением компьютерных программ. Стойки, балки фермы междуэтажных перекрытий, укрупненные модули стропильных крыш, решетчатых рам и т.д. – все изготавливается по чертежам на станочном оборудовании с электронным программируемым оборудованием.



Рис. 2.1. Деревянный каркас дома

В качестве соединительных элементов используются металлические зубчатые пластины (МЗП). Такой крепеж позволяет существенно снизить расход материалов и, как следствие, уменьшить вес деревянных строительных изделий.

Весомый вклад в развитие каркасного домостроения внесли и немецкие строители, они пошли по пути дальнейшей индустриализации, что привело к производству каркасно-панельных домов высокой заводской готовности. Материалы используются те же, но если «канадский» («финский») дом полностью собирается на стройплощадке, то «немецкий» в значительной мере – в цехах. На стройплощадку привозят домокомплект, состоящий из элементов каркаса, уже утепленных стеновых панелей, кровельных сэндвичей, а также плит междуэтажных перекрытий. Элементы снабжены паро- и гидроизоляцией. Подоконники, отливы и откосы устанавливаются позднее, в ходе отделочных работ. Дом собирают буквально с колес. На монтаж коробки среднего коттеджа уходит не более недели, тогда как на сборку традиционного каркасного варианта требуется 3–4 месяца.



Рис. 2.2. Коттедж на основе каркаса с SIP – панелями.
Фасад отделан декоративной штукатуркой (PolarSip)

Технология строительства каркасно-панельных домов существует более 300 лет. Около 80 % возводимого частного жилья во всем мире строится именно по этой технологии. Первая волна строительства в России пришлась на 90 годы. Тогда и родился еще один термин, частично описывающий данную технологию – сэндвич – панельные дома. И действительно, стены каркасного дома своим строением напоминают сэндвич. Начинкой обычно служит базальтовый утеплитель – минеральная вата. С внешней стороны утеплитель зашивают влагостойкой фанерой или плитами ОСП, которые облицовываются фасадной штукатуркой, либо обшиваются сайдингом. По желанию заказчика внешние стены дома могут быть выложены облицовочным кирпичом. Внутреннюю отделку каркасного дома обычно выполняют гипсокартоном. Швы тщательно шпательются и штукатурятся. На подготовленную выровненную поверхность наносится краска, либо наклеиваются обои. Благодаря применению эффективного минерального утеплителя стена каркасного дома по теплопотерям приравнивается к кирпичной стене двухметровой толщины. Даже в сильные холода такой дом надолго остается теплым и уютным. При отключении отопления, температура в доме понижается в среднем на 2 градуса в сутки.

Это позволяет экономить до 50 % электроэнергии на обогреве, по сравнению с кирпичным домом. Межкомнатные перегородки, полы и панели перекрытия выполняются из каркасных панелей с утеплителем. Это позволяет исключить сквозняки, добиться микроклимата в каждой комнате, существенно снизить шумы. Каркасные дома достаточно легкие и не требуют массивных фундаментов, что в значительной степени сокращает стоимость строительства.

При повышении спроса на канадские коттеджи на строительном рынке одна за другой стали появляться компании, предлагающие данную технологию. Однако в России столкнулись с некоторыми проблемами, так как возли далеко не самые лучшие материалы для постройки канадских коттеджей, да и далеко не всегда соблюдалась технология сборки, что надолго затормозило в России развитие каркасного домостроения. К сожалению и сегодня на российском рынке много строительных организаций предлагают канадские коттеджи сомнительного качества. Отход от четкого соблюдения строительной технологии сокращает сроки эксплуатации дома в несколько раз.

Основа «канадского коттеджа» деревянный каркас из бруса. Срок службы дома напрямую зависит от качества древесины. Самый главный враг древесины» влажность. Именно она вызывает гниение и разрушение дерева. Чтобы полностью предотвратить процесс гниения древесины ее пропитывают специальным составом от биокоррозии и тщательно просушивают. Деревянный каркас не рассыхается и не даёт усадку, что позволяет сразу проводить чистовые отделочные работы. В России всего несколько деревообрабатывающих комбинатов, мощности которых позволяют производить древесину с подобными характеристиками. Поэтому часто в строительных организациях заказчика вводят в заблуждение, выдавая за пропитанную древесину дерево, обработанное краской.

Утеплитель также должен быть соответствующего качества. Подсчитано, что для комфортного проживания в наших природно-климатических условиях оптимальная толщина минерального утеплителя в доме для постоянного проживания должна быть не менее 150 мм. К тому же довольно часто за иностранной аббревиатурой скрывается обыкновенное стекловолокно, вызывающее у человека легочные заболевания.

Внешние стеновые плиты должны быть устойчивы к влаге. Оптимальные материалы, которые применяются в этих целях – влагостойкая фанера или плиты ОСП (OSB). Широко применяют многослойные панели заводского изготовления, например, SIP – панель, она представляет собой две плиты OSB, между которыми вклеен слой пенополистерола ПСБ-25 для теплоизоляции (рис.2.2). Стандартным размером панели считается 1,25×2,5 м, толщина варьируется от 88-174 мм.

Каркасные дома отличаются безграничностью вариантов. По этой технологии во всем мире возводятся любое жилье: малоэтажные дома на несколько хозяев, многоквартирные коттеджи, школы, детские сады, административные и хозяйственные учреждения.

Есть необычные дома на основе деревянного каркаса, например дом в виде башмака (рис.2.3.). Строительство этого уникального дома-башмака задумал 73-летний сапожник-миллионер Махлон Хэйнс, которому принадлежало около 40 магазинов обуви в штатах Мэриленд и Пенсильвания. Дом был построен в 1948-49 гг. в качестве рекламы. Длина дома – башмака примерно 12 метров, высота – 8. Деревянный каркас здания покрыт строительной сеткой и оштукатурен цементным раствором. Дом и его окружающая территория спроектированы таким образом, что все напоминает об обуви: и почтовый ящик, и все окна, и даже конура у собаки – все сделано в виде башмака. Первоначально, штукатурка здания была розовой, в последствии, стены здания были покрашены в белый цвет.



Рис. 2.3. Дом – Башмак Хейнса, Хеллам, Пенсильвания, США

2.2. Скелетом наружу или фахверковые дома

С виду каркасный дом (все равно какой – «канадский», «финский», «немецкий») может выглядеть как оштукатуренный, кирпичный или каменный, бревенчатый, обшитый тесом или сайдингом, но в любом случае силовой каркас будет скрыт. Однако есть еще одна технология, при которой «скелет» сооружения остается видимым и даже является своеобразным украшением фасадов (рис.2.4). Строительство фахверковых домов имеет многовековую историю. Такими зданиями застроены исторические районы старинных городов в Германии, Австрии, Голландии, Швейцарии, Швеции, Латвии, Литве.



Рис. 2.4. Фахверковый дом

В самом названии «фахверк» заключена идея конструкции. Основой строения служит деревянный каркас (по-немецки *werk*), пространство между стойками и ригелями (*fach*), которое раньше заполняли кирпичом и натуральным камнем (известняком, ракушечником и т.д.). В наши дни фахверковая технология переживает своеобразный ренессанс. Теперь многое делается по-другому.

Во-первых, все конструктивные элементы производят на заводе, заказчику отправляют практически полный строительный комплект, сборка которого на месте напоминает игру – конструктор. Во-вторых, каркас изготавливают из клееного бруса, а стены заполняют глухими или светопрозрачными панелями. В качестве светопрозрачных секций используют энергоэффективные герметичные стеклопакеты, выполненные согласно проекту по специально разработанному техническому заданию. Подобные изделия обладают повышенной прочностью, устойчивостью к интенсивным динамическим нагрузкам и прекрасными теплосберегающими свойствами. Глухие секции изготавливают с применением современных теплоизоляционных материалов. При этом современные технологии позволяют в процессе эксплуатации менять стеновые панели на светопрозрачные и наоборот.

Современные технологии **строительства фахверковых домов** изменили фахверк практически до неузнаваемости. Благодаря тому, что качественные современные стеклопакеты являются эффективным и энергосберегающим материалом, стены фахверкового дома можно сделать полностью прозрачными и жить в единении с природой. Ниже приведены

фотографии современных фахверковых домов со стеклянными стенами (рис.2.5, 2.6, 2.7, 2.8).



Рис. 2.5



Рис.2.6



Рис. 2.7



Рис.2.8

Очень часто заимствуют лишь эстетическую часть и архитектурную направленность данной техники, превратив ее, скорее в стиль, нежели в технологию. На данный момент очень широко распространена мода на дома, оформленные под фахверк (рис.2.9). И благодаря тому, что на фоне большинства обычных загородных домов такой фасад всегда смотрится очень зажиточно и оригинально, техника имитации не перестает набирать свои обороты и популярность.



Рис. 2.9. Каркасно-панельная постройка с накладным «фахверковым» декором (ТАМАК)

2.3. Строительство дома на основе металлического каркаса

Традиционный материал для каркасов малоэтажных домов – дерево. Альтернативой ему стали каркасы из стали и алюминиевых сплавов. Чем же они хороши? Сталь прочнее дерева, поэтому стальной каркас используется даже при строительстве небоскрёбов.

Для того чтобы возвести высотное здание традиционным методом, где несущую функцию выполняют стены, потребуются невероятно толстые стены, а это огромное давление на фундамент, уменьшение полезной пло-

щади, дополнительные финансовые затраты. Благодаря современным технологиям каркасные здания лучше противостоят землетрясениям, во многом, благодаря свойствам металла.

Каркас здания может представлять собой конструкцию из двутавровых балок, они устанавливаются с помощью крана, каждая балка изготавливается предварительно, под конкретное местонахождение. Она устанавливается на уже приваренную ранее опору, и далее по периметру надежно приваривается сваркой или применяют заклёпки, болты.

Перекрытия могут быть в виде железобетонных плит, которые монтируют краном, или в виде монолитного железобетона. В этом случае при строительстве перекрытий используются специальные опоры, которые подводятся ко второму этажу здания, и образуют временный пол. Затем наваривается стальной пол из прутков металла, позже это все заливается бетоном. Стойки, которые представляли собой временный пол второго этажа, убираются.

Преимущество любого каркасного дома в том, что его можно строить в любую погоду, независимо от времени года. Поставив каркас на фундамент, можно тут же накрыть его крышей и все дальнейшие работы по обустройству дома, включая внешнюю и внутреннюю чистовую отделку, можно производить, будучи защищенным от дождя и снега.

Стены на основе металлокаркаса могут иметь абсолютно любую внешнюю отделку – от простейшего винилового сайдинга или деревянной вагонки до облицовочного кирпича или камня. В каркасном строительстве целесообразно устанавливать вентилируемые фасады, чтобы минеральный утеплитель проветривался, и в нем не накапливалась влага. Через несколько лет навесной фасад достаточно легко поменять без потерь несущей способности и теплотехнических свойств ограждающих конструкций.

Не менее важное преимущество металлокаркаса – стабильность его геометрии при любых погодных условиях. Деревянный каркас имеет свойство неравномерно высыхать или набухать от влаги и при этом может выгибаться, увеличиваться или уменьшаться в размерах. Металлический – прочен и жесток, не дает усадок, не скрипит, оцинкованная сталь устойчива к коррозии.

Чтобы избежать возникновения «мостиков холода» из-за высокой теплопроводности металла, металлический каркас необходимо защитить дополнительным слоем минерального утеплителя. В случае с деревянным каркасом нужно прокладывать утеплитель только между стойками, а здесь – еще и снаружи.

Совсем недавно была предложена технологическая новинка – наполнение металлокаркаса не минеральной ватой, а монолитным газобетоном, который в данном случае служит достаточно эффективным утеплителем. Так как ячеистый бетон прочнее минеральной ваты, сам каркас можно

ставить реже (с наполнением минватой стойки ставятся через каждые 60 см), уменьшая тем самым количество погонных метров и сокращая расходы заказчика. Но сам газобетон стоит дороже, поэтому конечная сумма получается примерно одинаковой. А в результате имеем настоящий каменный дом, который возводится легко и быстро, а стоит столько же, сколько каркасная постройка.

Основа этой технологии – применение несъемной опалубки из щепцементных плит по австрийской технологии Velox. Она крепится к каркасу, и в нее заливается газобетон. Итоговая толщина такой стены – 35 см, из которых 15 см занимает металлокаркас и 5 см – несъемная опалубка. По теплотехническим расчетам этого вполне достаточно. Ячеистый бетон полностью покрывает каркас и защищает его снаружи. Плюс этой технологии в том, что газобетонные стены обладают большей тепловой инерцией, чем конструкции из минеральной ваты, поэтому дольше держат тепло в помещении. Но дом на основе минерального утеплителя быстрее прогревается, что может быть актуально для сезонных построек.

Металлический каркас может быть и из легких стальных тонкостенных конструкций-полуфабрикатов (ЛСТК). Материалом для стенового металлического каркаса обычно выступают оцинкованные стальные профили толщиной от 0,7 до 3,0 мм. Их скрепляют винтами-саморезами или заклепками. Стропильная конструкция крыши делается из стальных ферм, а они хорошо выдержат любой кровельный материал, даже тяжелую натуральную черепицу. Вес 1 м² дома, построенного на основе стального каркаса, составляет всего около 150 килограммов. Поэтому технологию можно использовать на слабых грунтах. Малый вес дома также снижает затраты на фундамент. Поскольку конструкции каркаса легкие, для строительства не понадобится арендовать тяжелую технику.

Если каркас не теплоизолирован, каркасные конструкции создают «мостики холода» зимой, которые проникают внутрь помещений дома. Эта проблема решается правильной теплоизоляцией всех каркасных элементов, входящих в тепловой контур здания или другое решение – в стальных профилях на путях прохождения тепла делают прорезы, которые выступают тепловыми барьерами. В результате тепловой поток удлиняется. Такие профили ЛСТК называются «термопрофилями».

Современные технологии позволяют применять энергоэффективные светопрозрачные конструкции на основе алюминиевого профиля, которые востребованы для строительства теплых зимних садов, оранжерей, бассейнов с обширным остеклением.

Сегодня технология строительства из ЛСТК позволяет построить легкий и прочный каркас жилого дома из металла и избежать при этом коррозии, образования мостиков холода и конденсата. Проблема появления

конденсата может решаться только при грамотно спроектированной системе вентилирования панелей здания.

Другая проблема, которая может волновать – это высокая электропроводность металлических конструкций. Но удар молнии или случайный пробой опасны, если металлические проводники плохо заземлены. Если же предприняты превентивные меры, позволяющие избежать возникновения разности потенциалов в различных частях металлоконструкции, опасаться нечего. Сделать жизнь в металлокаркасном доме безопасной помогает правильное устройство системы уравнивания потенциалов (т.е. правильное заземление в нескольких местах). При попадании в здание молнии электрический разряд уходит в землю, не нанося вреда оборудованию и людям. Кроме того, отделка дома изнутри и снаружи не проводящими электрический ток материалами, исключает прямой контакт с металлом каркаса. Рекомендуется использовать для разводки к светильникам и розеткам кабели с двойной изоляцией. Для повышения электробезопасности металлокаркасного дома и для защиты находящегося в нем оборудования принято устанавливать в распределительных щитах ограничители перенапряжений, защитные автоматы и селективные УЗО (устройства защитного отключения).

Для обеспечения жесткости каркаса здания его конструкцию тщательно обдумывают и рассчитывают. При этом используются специфические элементы, такие как панельные фермы, жесткие диски перекрытий, краевые балки, узлы креплений в фермах перекрытий и крыши. Термопрофили комбинируются с обычными тонкостенными профилями с толщиной стенки 1-1,5 мм. Нарезка термопрофилей по проектным размерам осуществляется на заводе. Поскольку гальваническую обработку металла проводят горячим способом, покрытие обеспечивает создание защитного слоя толщиной 20 мкм с долговечностью до ста лет. Термопрофили соединяются в конструкции специальными винтами (саморезами и болтами).

Современные быстровозводимые здания и сооружения с применением легких стальных каркасов не уступают деревянным или кирпичным, а в некоторых случаях могут и превосходить их, например, благодаря пластичности каркаса дома построенного по этой технологии, они отлично используются в сейсмически неустойчивых районах.

В домах, построенных с использованием ЛСТК, возможен любой тип отделки фасадов: кирпичом, вагонкой, брусом, профилированным листом, варианты с утепленным оштукатуренным фасадом, а также множество вариантов вентилируемых фасадов с применением стекла, камня и т.д. (рис.2.10).

Одним из популярных способов применения легких стальных тонкостенных конструкций является использование их для возведения мансард и

надстроек. Малый удельный вес конструкций позволяет осуществлять строительство в условиях тесной городской застройки без применения тяжелой грузоподъемной техники. Вес 1 м² несущего стального каркаса здания находится в пределах 30-45 кг. Это позволяет реконструировать здания, надстраивать этажи и мансарды.

Стальные конструкции применяются в качестве несущих конструкций при строительстве многоэтажных домов. При строительстве высотных зданий возводится монолитный каркас, а ограждающие конструкции делаются из панелей на основе металлокаркаса. В зависимости от климатической зоны, в панелях могут использоваться различные виды утеплителя.



Рис. 2.10. Дом на металлическом каркасе

Возможно строительство домов различной формы, например на одном из островов Турции построен дом испанского архитектора Луиса де Гарридо, который своими очертаниями повторяет древнеегипетский символ – глаз бога Гора (рис.2.11).



Рис.2.11. Дом на стальном каркасе (архитектор Луис де Гарридо).

Центральный многоуровневый купол необычного дома представляет собой полусферу на стальном каркасе. Под куполом размещена просторная терраса с ландшафтными панорамными видами. Стеклопанные прозрачные панели купола позволяют любоваться звездным небом прямо над головой или наслаждаться ласковыми лучами солнечного света. Естественному отоплению здания способствует парниковый эффект. Для защиты в жаркое время года от палящего солнца и зноя предусмотрены наклонные встроенные жалюзи и дополнительные вытяжки для эффективной вентиляции. Благодаря мощным солнечным панелям, дом полностью автономен по тщательно продуманным системам сбора дождевой воды и последующей переработке сточных вод. Он может успешно аккумулировать и, абсолютно экономно использовать запасы питьевой воды и электроэнергии, не загрязняя окружающую среду.

2.4. Строительство домов с железобетонным каркасом

Несущей основой большинства зданий является пространственный каркас, состоящий из системы связанных между собой колонн, стен, балок, перекрытия и элементов жесткости – связей, диафрагм или ядер жесткости.

В здании с полным каркасом все усилия и нагрузки воспринимаются колоннами, расположенными как по периметру, так и внутри здания, и передаются через фундаменты на грунт основания. В зданиях с неполным каркасом колонны по периметру отсутствуют, поэтому часть нагрузки воспринимается наружными несущими стенами, а часть – внутренним каркасным остовом, состоящим из колонн, балок и перекрытий.

Железобетон на сегодня наиболее востребованный материал для возведения каркасов зданий, представляющий из себя искусственный строительный материал, в котором использовано рациональное сочетание бетона и арматуры. При этом у него высокая прочность, долговечность, высокая огнестойкость, технологичность, низкая себестоимость, морозостойкость, стойкость к агрессивным средам и др.

Мировой опыт и отечественная практика последних лет убедительно доказывают преимущества каркасных зданий, позволяющих значительно повысить потребительские качества объектов различного назначения за счет свободных объемно-планировочных решений.

Здание с железобетонным каркасом может реализовываться в трех вариантах:

- 1) со сборным каркасом;
- 2) с монолитным каркасом;
- 3) со сборно-монолитным каркасом.

Монолитные конструкции возводят непосредственно на строящемся объекте.

Сборные конструкции изготавливают заблаговременно на заводах, доставляют на строящийся объект и монтируют в готовом виде.

В *сборно-монолитных* конструкциях сборную часть производят на заводах, транспортируют и устанавливают на объекте, затем бетонируют монолитную часть этой конструкции.

Здания со сборным каркасом

Технология строительства зданий на основе железобетона применяются чаще всего для возведения жилых и общественных высотных зданий, а также промышленных зданий. Для малоэтажного строительства сборный каркас из железобетона крайне не экономичен, в сравнении с другими каркасными системами.

Сборный каркас из железобетона состоит из заранее изготовленных в заводских условиях ригелей, колонн, балок и плит перекрытий. Каждая из

деталей выпускается строго по ГОСТу и имеет определенные стандарты, что ограничивает свободу выбора форм при решении нестандартных архитектурных задач. Подобные сборные конструкции удобны при возведении массовых построек, например, больших микрорайонов в городе и на селе.

Сборное строительство превращает строительные площадки в монтажные, на которых производится механизированная сборка зданий и сооружений. Экономичное решение монтажного процесса закладывается в период проектирования конструкций, основными задачами которого являются: снижение веса конструктивных элементов, применение предварительно напряжённых конструкций, разработка монтажных стыковых сопряжений, разбивка конструкций на монтажные блоки с учётом максимального использования грузоподъёмности кранового оборудования.

Успешное решение этих вопросов способствует снижению трудовых затрат и сокращению сроков строительства.

Здания со сборно-монолитным каркасом

Сборно-монолитные конструкции представляют собой целесообразное сочетание сборного железобетона и монолитного бетона (железобетона), укладываемого на месте применения.

К достоинствам этих конструкций, по сравнению с монолитными, относится экономия на опалубке, сокращение сроков возведения; по сравнению со сборными – возможность достижения большей монолитности, сокращение расхода материалов на стыки и узлы.

Здания с монолитным каркасом

Монолитный каркас здания имеет неоспоримые преимущества, по сравнению с другими технологиями в строительстве. Используя данный материал, архитекторы и дизайнеры способны создать неповторимый и современные облик здания. Нет конструктивных ограничений по конфигурации здания, расположению колонн. Монолитный железобетонный каркас обеспечивает совместную работу всех конструктивных элементов каркаса, что уменьшает материалоемкость здания. Жесткие узлы между несущими элементами каркаса позволяют перераспределить усилия в колоннах, включая в работу балки и перекрытия. Положительные характеристики монолитного каркаса и делают его популярным в современном строительстве.

Железобетонный монолитный каркас здания создаётся прямо на стройплощадке с помощью опалубки. Бетон заливается в предварительно установленную опалубку, и каркас растёт этаж за этажом.

Каркасно-монолитная технология предполагает, что сначала создается монолитный каркас, к которому затем монтируются стены из готовых панелей или из кирпича (при этом монолитные каркасные здания полу-

чаются гораздо прочнее, чем просто кирпичные, и легче, чем полностью монолитные). При таком методе строительства стены несут защитную и декоративную функции. Варианты возведения домов по комбинированным конструктивным схемам, таким как монолитно – кирпичная, то есть с монолитным каркасом и наружными стенами из кирпича или других штучных материалов очень перспективны и популярны.

Выбор того или иного варианта каркаса определяется для конкретного каркасного здания индивидуально и зависит от множества факторов:

- объёмно-планировочного решения каркаса здания;
- этажности здания;
- наличия производственной базы изготовления изделий сборных конструкций каркаса;
- технологические возможности строительных организаций и т.п.

Конструктивная схема

Конструктивная схема здания определяется пространственным сочетанием стен, колонн, перекрытий и других несущих элементов, которые образуют его остов.

Конструктивную схему выбирают на начальном этапе проектирования с учетом объёмно-планировочных конструктивных и технологических требований.

По составу и расположению ригелей в плане здания (рис.2.11):

- с продольным, поперечным, перекрестным и безригельным решением.

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

Каркас с *продольным расположением ригелей* применяют в жилых домах квартирного типа.

Безригельный (безбалочный) каркас в жилых зданиях используют лишь при отсутствии в конкретном регионе соответствующей производственной базы и крупных домостроительных комбинатов, поскольку для сборного жилищного строительства такая схема – наименее надежная и наиболее дорогостоящая. Безригельный каркас преимущественно используют при изготовлении монолитных и сборно-монолитных конструкций здания методом подъема этажей.

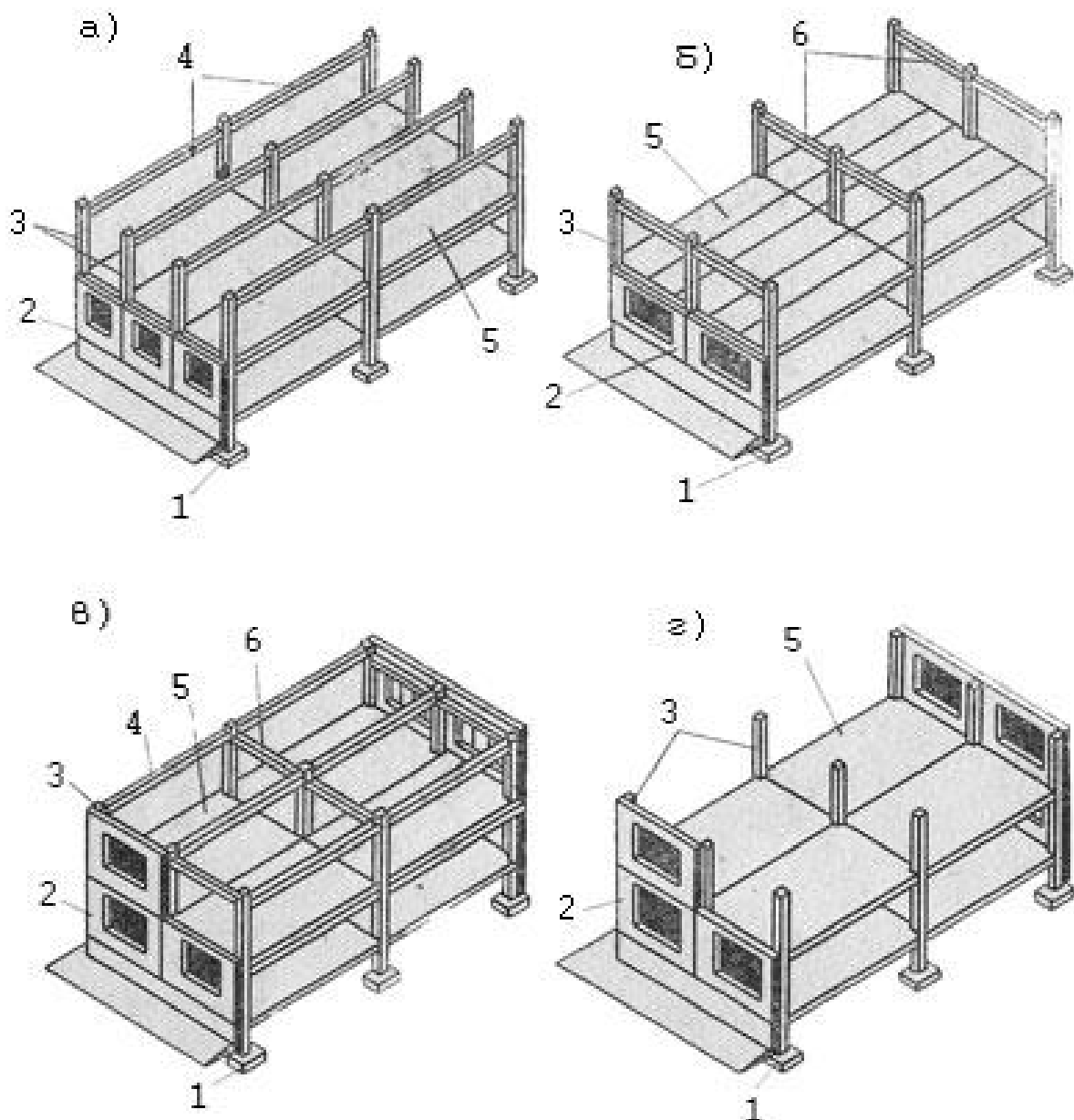


Рис.2.11. Конструктивные схемы каркасных зданий:
 а – с поперечным расположением ригелей; б – с продольным расположением ригелей; в – с перекрестным расположением ригелей; г – безригельное решение;
 1 – столбчатый фундамент; 2 – наружная самонесущая стена; 3 – колонны;
 4 – ригели, уложенные поперек здания; 5 – панели междуэтажного перекрытия;
 6 – ригели, уложенные вдоль здания.

Кроме того, конструктивные схемы каркасных зданий могут быть с самонесущими стенами или с навесными стенами (рис.2.12).

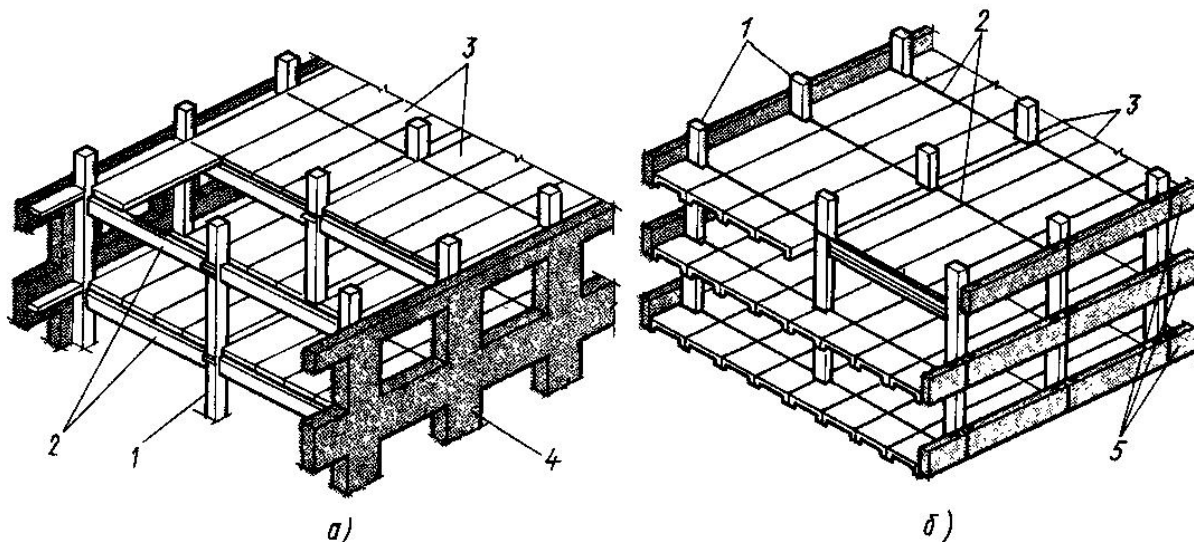


Рис. 2.12. Конструктивные схемы каркасных зданий:
 а – с самонесущими стенами; б – с навесными стенами;
 1 – колонны; 2 – ригели; 3 – плиты перекрытий; 4 – стены самонесущие;
 5 – навесные панели

Виды железобетонных каркасных зданий

В практике российского домостроения наиболее применимы следующие конструктивные схемы каркасных зданий:

- Связевый каркас межвидового применения 1.020-1/87.
- Каркас с безбалочными безкапительными перекрытиями – «КУБ-2.5».
- Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением плиты-несъемной опалубки 5=6 см (патент № 2107784)
- Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением пустотной плиты.
- Монолитный безригельный каркас с шагом колонн 6 метров.
- Универсальная архитектурно-строительная система серии Б-1.020.7 (Белорусская).
- Сборно-монолитный каркас многоэтажных зданий АРКОС-1.
- Монолитный каркас многоэтажных зданий АРКОС-2.
- Сборно-монолитный каркас УДС (универсальная домостроительная система).

При всей внешней схожести готовых каркасов, выстроенных по этим конструктивным схемам, они отличаются технологией изготовления несущих элементов, их монтажа и, соответственно, экономическими параметрами. Рассмотрим кратко основные отличия этих конструктивных схем.

Связевый каркас межвидового применения 1.029-1/87

Высокий уровень индустриального изготовления конструктивных элементов каркаса позволяет достичь высокой скорости его монтажа. Однако фиксированная сетка колонн ограничивает планировочные

решения на стадии проектирования. Соединения колонн с ригелями – шарнирное. В процессе монтажа каркаса присутствуют сварочные работы, в том числе «ванная» сварка арматуры больших диаметров, что требует дополнительных высококвалифицированных специалистов и усиленного контроля на строительной площадке.

Каркас с безбалочными безкапитальными перекрытиями –«КУБ-2.5»

Конструктивная схема основана на поточно-агрегатной технологии изготовления тяжелых крупногабаритных железобетонных конструкций в условиях завода. Каркас тоже предполагает фиксированную сетку колонн. Кроме того, небольшая высота несущих элементов приводит к перерасходу арматурного металла, снижению жесткости здания, увеличению доли сварочных работ. При монтаже каркаса необходимы высококвалифицированные специалисты.

Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением плиты-несъемной опалубки

Полное заводское изготовление всех несущих конструкций каркаса: колонн, плит и ригелей обеспечивает их высокое качество и надежность каркаса здания. Использование предварительно напряженных элементов каркаса позволяет увеличить пролеты и значительно уменьшить расход металла. Шаг колонн может быть любой, – до 12-ти метров, что, в совокупности с практически не ограниченной высотой этажей, позволяет значительно разнообразить архитектурно-планировочные решения. Бесварные монтажные узлы соединения основных элементов: колонна-ригель-плита, а также «штепсельные стыки» колонн повышают жесткость каркаса, позволяя достичь сейсмостойкости здания до 9 баллов. Простота монтажа при полном отсутствии сварочных работ позволяет достигать высокой скорости и качества строительства даже при недостаточно квалифицированных рабочих кадрах.

Сборно-монолитный каркас межвидового применения с применением пустотной плиты

Конструктивная схемы, при некотором ограничении шага колонн до 9 метров, полностью сохраняет достоинства сборно-монолитного каркаса с применением плиты-несъемной опалубки, в тоже время позволяя значительно снизить долю монолитного бетона в процессе монтажа, при незначительном увеличении расхода сборного железобетона.

Монолитный безригельный каркас с шагом колонн 6 метров

Исполнение полностью монолитного каркаса в условиях строительной площадки требует повышенной ответственности работников и усиленного контроля в процессе строительства, большой штат высококвалифицированных рабочих и специалистов по ведению монтажных работ. В большом объеме присутствуют сварочные работы. Фиксированная сетка колонн и плоское перекрытие ограничивают планировочные решения здания.

Универсальная архитектурно-строительная система серии Б-1.020.7

При высоком уровне индустриализации производства сборных элементов достигается большая скорость монтажа каркаса. Вместе с тем ограничиваются планировочные решения здания из-за фиксированной сетки колонн. Каркас не обладает достаточной пространственной жесткостью. Наличие «ванной» сварки стержней колонн этажей усложняет строительный процесс. Широкие монолитные участки по осям колонн требуют установки тяжелых монтажных подмостей при монтаже сборно-монолитного перекрытия, что затрудняет ведение последующих работ по устройству наружных и внутренних стен.

Сборно-монолитный каркас многоэтажных зданий АРКОС-1

Основой конструктивной системы многоэтажных зданий АРКОС-1 является сборно-монолитный каркас, включающий в себя сборные железобетонные колонны с проемами в уровне перекрытий, несущие монолитные железобетонные ригели, связевые монолитные железобетонные ригели, предварительно – напряженные плиты пустотного настила ППС, диафрагмы жесткости, сборные шахты лифтов.

Также каркасно-монолитное строительство комплектуется сборными лестничными маршами с полуплощадками, вентиляционными блоками и мелкоштучными изделиями для устройства внутренних стен, перегородок и ограждающих конструкций здания.

Монолитный каркас многоэтажных зданий АРКОС-2

В монолитных каркасах системы «АРКОС-2» в плоских дисках перекрытий распределение арматуры выполнено строго в соответствии с распределением усилий, учтены распорные усилия, возникающие в плите перекрытия при действии расчетных нагрузок и обеспечивающие снижение величины расчетных усилий на 30-40 % в средних ячейках каркаса и на 15-20 % в крайних. Кроме того, все ячейки перекрытий каркаса работают под нагрузкой примерно в одинаковых условиях с применением бортовых элементов. Жилые и общественные здания системы «АРКОС-2» являются энергоэффективными и отличаются минимальными затратами на

возведение и содержание при минимальном расходе металла; имеют современные потребительские качества, включающие высший уровень комфорта, свободные и трансформируемые планировочные решения, реализуют разнообразие застройки без дополнительных затрат; обеспечивают всепогодное строительство и высокий темп строительства.

*Сборно-монолитный каркас УДС
(универсальная домостроительная система)*

В основе системы – сборно-монолитный каркас с плоскими дисками перекрытий и поэтажно опирающимися на перекрытия наружными стенами. По данной технологии сборка каркаса производится на стройплощадке с замоноличиванием узлов: колонна-ригель, ригель-плита перекрытия, колонна-колонна. Колонны стыкуются посредством «штепсельного соединения» выпусков арматуры одной колонны в штепсельные гнезда нижней колонны. Диафрагмы жесткости устраиваются на стройплощадке в монолитном железобетоне. В качестве стенового заполнения используются различные мелкоштучные блоки (пеноблок, керамзитовый блок, шлакоблок и др.).

Экономическая оценка каркасных систем базируется на расходах металла, монолитного бетона, сборного железобетона и затратах на организацию строительства.

Сегодня производством опалубки занимаются многие мелкие и крупные компании, но не все из них предлагают по-настоящему качественную, соответствующую мировым стандартам продукцию. Все опалубочные системы должны быть сертифицированы и отвечать существующим на сегодня ГОСТ и нормам для монолитного строительства.

Более подробная информация об опалубках, процессах бетонирования и монолитном строительстве представлена в разд. 4.

3. ПАНЕЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

Панельное домостроение – один из способов сборного строительства, основанный на использовании предварительно изготовленных крупных железобетонных панелей и плит заводского производства при возведении крупных жилых, административных и общественных зданий.

Основными видами возводимых панельных зданий в настоящее время являются каркасные и бескаркасные. К первому типу относят каркасно-панельные, а ко второму – крупнопанельные. Монтаж зданий обоих типов производится из индустриальных сборных железобетонных конструкций.

Каркасные здания были рассмотрены во 2 главе. Остановимся на бескаркасных крупнопанельных зданиях.

В зависимости от этажности здания и его назначения, существуют различные конструктивные схемы.

Крупнопанельные жилые здания делятся на три основные схемы:

- Здания с несущими наружными и внутренними поперечными и продольными стенами.
- Здания с несущими поперечными стенами и самонесущими наружными стенами.
- Здания с несущими наружными и внутренними продольными стенами.

Здания, у которых несущими являются как поперечные, так и продольные стены (рис.3.1, а), обычно имеют панели перекрытий размером на комнату, опирающиеся всеми четырьмя сторонами на поперечные и продольные стены. Общественные многоэтажные здания чаще возводят с продольными несущими стенами (рис.3.1, б).

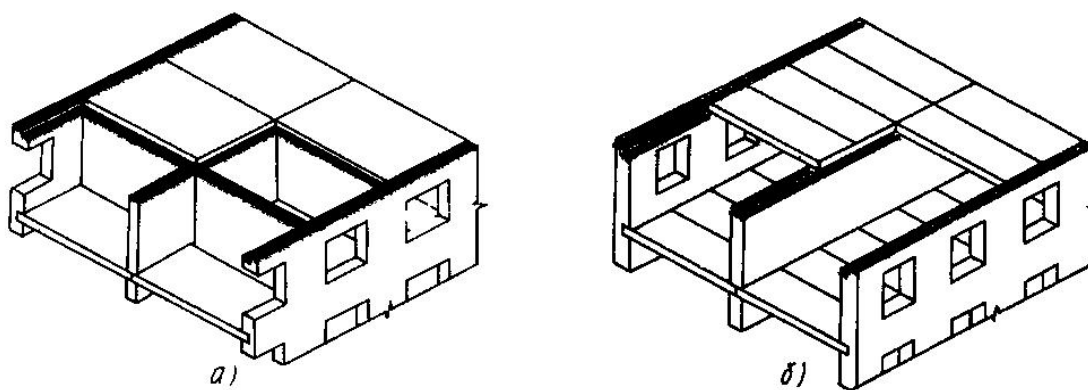


Рис.3.1. Конструктивная схема крупнопанельного здания:
а – с несущими поперечными и продольными стенами;
б – с несущими продольными стенами

В зависимости от ширины здания может быть не одна, а две внутренние продольные стены. Поперечные стены в таких зданиях устраивают преимущественно в лестничных клетках, в местах, где должны проходить дымовые и вентиляционные каналы, а также в других местах, где по расчетам они нужны для обеспечения жесткости здания или отделения одной части здания от другой несгораемыми стенами. Такие стены выводят выше кровельного покрытия (крыши) здания и их называют брандмауэрными.

В зданиях с поперечными несущими стенами продольные наружные стены самонесущие, а плиты (панели) перекрытия опираются на поперечные стены (рис.3.2).

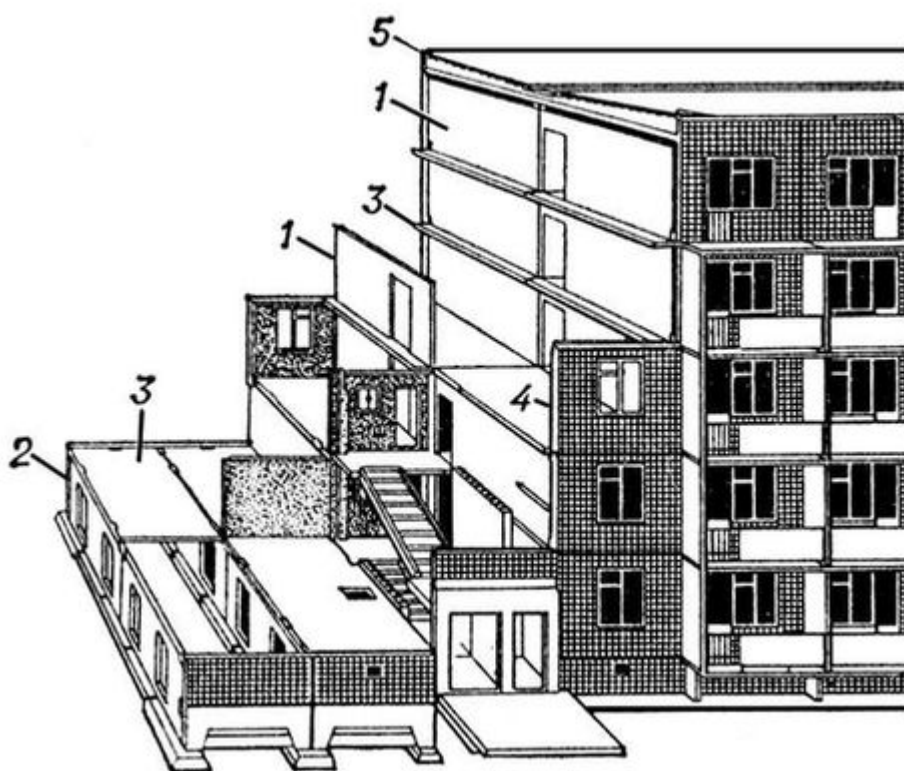


Рис. 3.2. Конструктивная схема крупнопанельного жилого здания:
1 – несущая панель поперечной стены; 2 – фундаментный блок; 3 – плита перекрытия; 4 – наружная стеновая панель; 5 – кровельная плита

Элементы конструкции

Различают панели для стен и панели перекрытий. Для стен изготавливаются внутренние и наружные панели. Их размеры закладываются на этапе проекта и напрямую зависят от размеров помещений.

Панели внешних стен выпускаются двух основных разновидностей:

Однослойные панели. Изготавливаются из лёгкого железобетона.

Многослойные сэндвич-панели.

Панели для внутренних стен. Изготавливаются однослойными, а в качестве материалов применяется лёгкий или обычный железобетон. В зависимости от своей толщины, внутренние панели могут применяться как в качестве несущих стен, так и в качестве панелей диафрагм жёсткости. Внутренние стены, не являющиеся несущими, устанавливаются, в основном, в качестве стен-перегородок лёгкой конструкции.

Плиты перекрытий

Существует три основных вида плит перекрытий:

1. Полнотелые (сплошные) железобетонные панели.
2. Сборно-монолитные перекрытия.
3. Многopустотные плиты – с круглыми пустотами.

Перспективы развития

Разнообразие конструктивных решений и применяемых материалов в проектах крупнопанельных домов можно объяснить отсутствием проверенных временем эксплуатационных достоинств и недостатков применяемых технологий.

Одной из тенденций дальнейшего совершенствования сборного индустриального домостроения является укрупнение монтажных элементов и повышение степени их заводской готовности. Этим требованиям отвечает строительство из пространственных объёмных элементов.

Объёмный элемент – готовый строительный блок с выполненной отделкой или полностью подготовленный под отделку с установленным в нем инженерным оборудованием.

Объёмные элементы можно подразделить на несколько групп:

- блок-элементы для жилищного строительства;
- блок-комнаты, включая блок-кухни и лестничные клетки;
- блок-секции для жилищного строительства;
- блок-квартиры – блоки на всю ширину здания, включая две комнаты;
- просто объёмные элементы – санитарно-технические кабины, лифтовые шахты.

Конструктивные системы с использованием объёмных блоков представляют собой их сочетание с другими элементами – каркасными, панельными, вантовыми, объёмно-пространственными.

Объёмно-блочные домостроение позволяет максимально использовать возможности заводского производства благодаря перенесению на завод 75-80 % трудовых процессов, в 5-6 раз сократить число сборочных элементов, повысить производительность подъемно-транспортных механизмов и труда рабочих, в 2-3 раза сократить сроки возведения зданий, на 10-15 % снизить их стоимость и повысить качество строительства.

При обсуждении перспектив развития крупнопанельного домостроения в Москве было решено перейти на обновлённые серии панельных секций с 1 января 2016 года, что требует перестройки ДСК на новые принципы производства продукции. Команда специалистов Москомархитектуры в сотрудничестве с коллегами из профильных департаментов разработала основные критерии комфортной городской среды, которым должна отвечать продукция модернизированных ДСК. Среди них: наличие полноценных угловых секций, общественные первые этажи, разнообразие фасадов внутри квартала, вариативность высотности панельных секций, более свободная планировка квартир. Фотографии панельных домов на рис.3.3, 3.4.



Рис.3.3. Панельный дом



Рис.3.4. Панельный дом

4. МОНОЛИТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО

4.1. Бетон и железобетон как строительный материал

Внедрение бетона и железобетона в строительство внесло коренные изменения не только в традиционные методы проектирования, но и в само содержание архитектурного творчества.

Качественно новая сущность железобетона как конструкционного материала заключается в том, что это первый, созданный человеком материал с заранее заданными и рассчитанными свойствами. Эти свойства проектируются путем подбора состава компонентов, их структуры и свойств. Железобетон практически не является материалом в обычном смысле слова, он всегда – изделие, элемент конструкции или сама конструкция.

Бетон многолик. Он отнюдь не ограничивается привычным искусственным «камнем» серого цвета на основе цемента. Энциклопедия дает определение бетона как строительного материала, искусственного камня, получаемого в результате затвердевания смеси вяжущего вещества (цемента или других), заполнителей (мелких – песка, и крупных – щебня и гравия), воды и специальных добавок. Само слово «бетон» (béton) французского происхождения. Хотя история этого материала насчитывает более 6000 лет, полагают, что он был изобретен в Междуречье и широко использовался в Древнем Риме. После падения Римской империи рецепт изготовления бетона был утрачен более чем на тысячу лет. Современный материал на основе цемента известен с 1844 года.

Наиболее распространенный вяжущий материал для изготовления бетона – это цемент, но используются и другие, поэтому бывает силикатный, гипсовый, шлакощелочной бетон, асфальтобетон, пластобетон и полимербетон. Но это не единственный вариант классификации: бетоны подразделяют на обычные – для постройки зданий, специальные – гидротехнические, дорожные, теплоизоляционные, декоративные, а также бетоны специального назначения (химически стойкие, жаростойкие, звукопоглощающие, для защиты от ядерных излучений). Сложно найти более универсальный строительный материал. В зависимости от того, какие требования предъявляются к материалу, зависит и его состав. Различают бетоны и по плотности, которая, определяется наполнителем: особо тяжелый, тяжелый (гравийный, щебеночный), легкий (керамзитобетон, пенобетон, газобетон) и особо легкий. Класс бетона определяется прочностью на сжатие.

Наибольшее распространение получили различные виды армированного бетона и легкие ячеистые бетоны. Бетон хорошо работает на сжатие, а арматура – на растяжение, поэтому армирование бетона позволяет улуч-

шить прочностные характеристики этого материала. Ячеистые бетоны часто используются как строительный материал для недорогих домов и сооружения перегородок в зданиях (рис.4.1).



Рис. 4.1. Легкие ячеистые бетоны

Нередко в бетонный раствор добавляют разнообразные волокна, фибры металла или полимера, которые также выполняют функции армирующего компонента. Фибробетон особенно прочен и устойчив к трещинам и деформации. Для больших сооружений применяется предварительно напряженный бетон – внутри конструкции используются натянутые металлические тросы, снимающие лишнее напряжение. Именно из такого бетона строятся телебашни, мосты и небоскребы, вплоть до самого высокого на сегодня здания планеты – небоскреба Бурдж-Халифа (828м), который построен в Объединённых Арабских Эмиратах в Дубае (рис.4.2).

Поверхность бетона принято считать некрасивой и облицовывать камнем, плиткой или маскировать штукатуркой. Но за счет рисунка опалубки, цвета наполнителей или пигментов бетону можно придать очень интересный облик. Из бетона можно сделать искусственный камень, поверхность которого после обработки различными веществами приобретает индивидуальный рисунок – абстрактный, имитирующий природные камни, кирпичную кладку.

Новый уникальный материал 21 века – прозрачный бетон. Достигается такой эффект, путем добавления в мелкозернистый бетон оптических волокон, которые достигают от 2 микрометров до 2 мм в диаметре. Они сливаются с бетоном, создавая абсолютно новый материал со светопроводимостью. Он получил свое название – Litracon, сокращенное от “light-transmitting concrete” – “светопроводящий бетон”. Несмотря на свою уникальность, строительство из такого бетона пока маловероятно, из-за высокой стоимости.



Рис.4.2. «Бурдж-Халифа» – «Башня Халифа»
(до 2010 года называлась «Бурдж Дубай»)

Железобетон – уникальный строительный материал. Свое официальное признание железобетон получил в середине 19 века, но его использование началось намного раньше. Так в 1802 году при строительстве Царскосельского дворца российские зодчие использовали металлические стержни для армирования перекрытия, выполненного из известкового бетона.

В 1899 г. инженерный совет министерства официально разрешил применять железобетон в России. К числу первых железобетонных строений в России относится Церковь Спаса Нерукотворного Образа (рис.4.3), построенная в 1913-1916 годы в Клязьме. В XX веке железобетон является наиболее распространённым материалом в строительстве.



Рис.4.3. Церковь Спаса Нерукотворного Образа



Рис.4.4. Монумент – «Родина Мать» (г. Волгоград)

Один из самых высоких памятников в мире – Родина Мать на Мамаевом кургане – построена из железобетона (рис.4.4).

К положительным качествам железобетонных конструкций относятся: долговечность; невысокая цена – железобетонные конструкции значительно дешевле стальных; огнестойкость – в сравнении со сталью; технологичность – несложно при бетонировании получать любую форму конструкции; химическая и биологическая стойкость; высокая сопротивляемость статическим и динамическим нагрузкам.

К недостаткам железобетонных конструкций можно отнести невысокую прочность при большой массе – прочность бетона при сжатии в среднем в 10 раз меньше прочности стали. В больших конструкциях железобетон «несёт» больше своей массы, чем полезной нагрузки.

Поскольку железобетонные конструкции хорошо воспринимают статические и динамические нагрузки (в том числе и сейсмические), то использование железобетона при возведении ответственных сооружений становится необходимым условием их безопасности. Он применяется при строительстве гидроэлектростанций, в промышленности идет на устройство фундаментов для доменных печей или прокатных станов. Не обойтись

без него при прокладке метро. Для защиты от разного рода внешних факторов также применяется этот материал. Саркофаг над Чернобыльской АЭС, бомбоубежища построены из железобетона. Из железобетона относительно легко создавать разнообразные по форме сооружения. Применение сборных железобетонных конструкций позволяет значительно повысить степень индустриализации строительства. Конструкции изготавливают по заказу или типовые. На строительных площадках достаточно произвести только монтаж готовых элементов. В результате значительно сокращаются сроки строительства, а, следовательно, обеспечивается экономия трудовых затрат. Невозможно представить себе устройство канализации, обустройство водопроводных сетей без применения железобетона. Насосно-фильтровальные станции, бассейны, коллекторы и многие другие объекты жилищно-коммунального хозяйства сооружаются с использованием железобетонных изделий.

Архитектурно-планировочные возможности домов из монолитного железобетона весьма разнообразны. Использование зданий этой системы дает возможность архитектору решать задачи, которые не под силу решить из стандартных сборных изделий (блочных, панельных и др.). Эти здания обладают большей прочностью и жесткостью по сравнению с панельными, поскольку в них отсутствуют стыки.

Перенесение технологических процессов на строительную площадку имеет следующие недостатки: зависимость строительства от климатических условий; необходимость выполнения отделочных и санитарно-технических работ на площадке; невозможность получения высокого качества отделочных работ.

4.1. Технология устройства конструкций из монолитного бетона и железобетона

Устройство конструкций из монолитного бетона и железобетона включает следующие работы:

- Опалубочные, включающие изготовление и установку опалубки, распалубливание и ремонт опалубки;
- Арматурные, которые состоят в изготовлении и установке арматуры (в ж/б конструкциях);
- Бетонные, включающие приготовление, транспортирование и укладку бетонной смеси, уход за бетоном в процессе его твердения.

Опалубливание конструкций

Опалубка – временная или постоянная вспомогательная конструкция, образующая форму изделия.

Опалубка состоит из опалубочных щитов, обеспечивающих форму конструкции; крепёжных и опорных устройств, необходимых для фиксации проектного положения щитов относительно друг друга и в пространстве.

Материалы для изготовления опалубок: древесина, водостойкая фанера, сталь (листовая, профильная, трубчатая), пластик, ДСП, ДВП, тонкостенные армоцементные и ж/б плиты (в качестве несъёмной опалубки, которая остаётся в конструкции и работает как её составная часть).

Опалубка должна обладать необходимой жёсткостью, прочностью, большой оборачиваемостью, обеспечивать высокое качество поверхности бетона.

Оборачиваемость опалубки предусматривает повторное и многократное её использование. В стоимость бетона включают и стоимость опалубки. Поэтому повторные её использования снижают стоимость конструкции.

На выбор опалубки влияют:

- конструктивно-планировочные решения здания (круглые, тонкостенные, тяжелые балки, арки и т.д.);
- характеристики используемого бетона
- функциональные особенности здания и сооружения (силосы, тоннели, бассейны, резервуары);
- условия производства (зимний период, под водой);
- последовательность проведения арматурных работ (в готовую опалубку устанавливают арматуру; на установленную арматуру монтируют опалубку; арматурно-опалубочные блоки, изготовленные до установки).

По конструктивным особенностям и способам переналадки опалубки можно подразделить:

- 1) сборно-разборные: мелкощитовые; крупнощитовые; пневматические;
- 2) переставные (с частичной разборкой): подъемно-переставные; объемно-переставные; горизонтально-переставные;
- 3) скользящие (неразбираемые): вертикального перемещения; горизонтального перемещения;
- 4) несъемные.

Для закрепления опалубки в проектном положении применяются различного рода поддерживающие конструкции: ригели, подпорки, стержни, растяжки, расчалки и т. д.

Сборно-разборные опалубки мелкощитовые. Её особенности: масса щитов не превышает 50 кг, что позволяет собирать и разбирать ее вручную, имеет высокую степень универсальности и дает возможность, используя одни и те же щиты, бетонировать различные конструкции (рис.4.5).

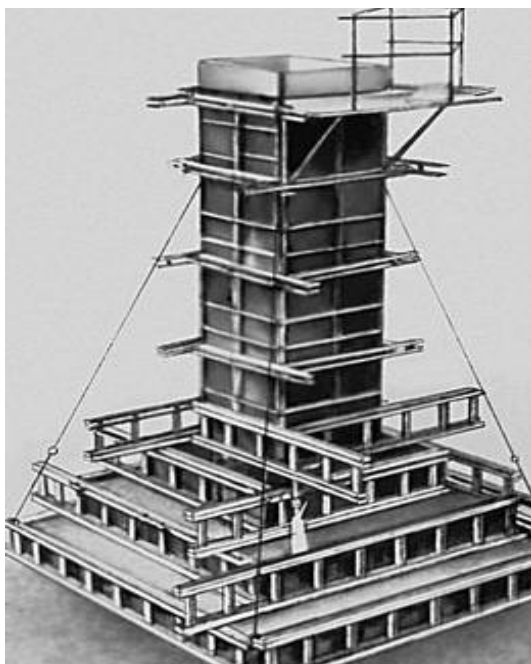


Рис. 4.5. Стальная разборно-переставная мелкощитовая опалубка

Крупнощитовая опалубка. Эта опалубка имеет повышенную жесткость и специальные приспособления, облегчающие собираемость и разбираемость опалубки. Её опалубочные панели имеют площадь до 40–45 м², которые монтируются кранами (рис.4.6). Применение крупнощитовой опалубки снижает стоимость сборки и разборки на 20 %, а трудоемкость – на 50 % и сокращает сроки опалубочных работ.



Рис. 4.6. Крупнощитовая опалубка

Применяется крупнощитовая опалубка для возведения монолитных бескаркасных зданий: высотой этажа $h_e = 2,8; 3,0; 3,3$ м; толщиной стен $b - 13; 16; 20$ см; толщиной перекрытий $a - 10, 12, 14, 16$ см.

Пневматическая опалубка. Состоит опалубка из гибкой воздухонепроницаемой формообразующей оболочки и удерживающих ее в проектном положении элементов: анкеров, стабилизационных вант, компрессора и вентилятора.

Существуют два способа бетонирования с применением пневматической опалубки: подъем опалубки до бетонирования, подъем опалубки после бетонирования.

В первом случае бетон укладывается методом набрызга. Во втором применяется специальная спиральная арматура, которая растягивается при подъеме. Применяется эта опалубка, в основном, в сводчатых, купольных и других криволинейных конструкциях пролетом 6, 12 и 18 м.

Подъемно-переставная опалубка применяется для бетонирования высотных сооружений с изменяющимися и не изменяющимися по высоте сечениями. Для возведения железобетонных труб или других сооружений конической формы опалубку выполняют из двух конических оболочек. Конические оболочки собираются из листовой стали толщиной – 2 мм.

Для бетонирования четырехстенных ячеек здания с небольшим периметром, например, шахт лифтов, применяют опалубку, представляющую собой замкнутый блок, состоящий из четырех опалубочных плоскостей, объединенных при помощи тяг и других устройств.

Объемно-переставная опалубка применяется для возведения многоэтажных жилых и общественных зданий с поперечными монолитными несущими стенами и фасадными стенами, выполняемыми из сборных элементов. Состоит опалубка из отдельных секций, ширина которых равна расстоянию между несущими стенами, а длина должна обеспечить установку целого числа секций по поперечной стене, она имеет Г или П – образную форму, что позволяет одновременно возводить стены и перекрытия зданий, опалубку после твердения бетона передвигают в направлении продольных или поперечных стен.

Горизонтально-переставная опалубка для непрерывного бетонирования коллекторов, водоводов, туннелей и других сооружений большой протяженности с постоянным сечением.

Скользкая опалубка применяется для бетонирования высоких сооружений с компактным периметром и неизменной по высоте формой плана. Это – трубы, ядра жесткости зданий, силосные банки элеваторов (для цемента, муки). При использовании такой опалубки отсутствуют рабочие швы. Это особенно важно для сооружений, требующих высокой непроницаемости, например цементных складов. Опалубка состоит из металлических листов, навешенных в круглых сооружениях на внутренние и наружные кружала, в прямоугольных – на прогоны. Кружала и прогоны прикрепляются к рамам, которые с помощью установленных на них домкратов передвигаются вверх по опорным стержням, установленным внутри опалубки и закрепленным в уже уложенных ниже слоях бетона. К тем же рамам прикрепляются рабочий пол и подмости для рабочих. Синхронность работы всех домкратов обеспечивает пульт управления. Количество домкратных рам зависит от мощности домкратов. Чтобы обеспечить бездефектность конструкции (без раковин, трещин) максимальную толщину бетонированной конструкции рассчитывают из условия, что силы трения по двум плоскостям при скольжении меньше массы свежеложенного бетона. При хорошей организации работ скорость бетонирования достигает 3 м/сутки. Прочность выходящего из опалубки бетона составляет 0,2–0,3 МПа (заметный отпечаток пальца, но не глубокая вмятина).

Опалубка горизонтального перемещения представляет собой жесткую раму на тележке с прикрепленными к ней двумя опалубочными щитами, рабочим настилом с ограждениями и бункером. Применяется такая опалубка для непрерывного поярусного бетонирования протяженных конструкций подпорных стенок, каналов, коллекторов и т. д. Высота щита 1,2–1,5 м, длина 6–5 м, скорость перемещения 6–8 м/ч.

Несъемная опалубка состоит из опалубочных плит или листов, которые остаются в теле конструкции, стяжек и распорок. Широко применяются в труднодоступных местах, для усиления конструкций, гидро-, теплозащиты, в малоэтажном строительстве.

Плиты могут быть железобетонными, армоцементными, стеклоцементными, металлическими, применяют также фибролит, арболит (древобетон), пенополистирол.

Опалубку устанавливают в соответствии с технологическими картами в последовательности, зависящей от её конструкции.

Армирование конструкций

Бетон хорошо работает на сжатие, и плохо на растяжение. Для восприятия растягивающих усилий устанавливают в бетон арматуру (отсюда и название – железобетон).

Арматура – стальные стержни, прокатные профили и проволока, расположенные в бетоне для совместной с ним работы. Прокатные профили применяются для армирования высотных зданий, специальных сооружений, есть и так называемая дисперсная арматура в виде рубленого стекловолокна или асбеста (например, используется для армирования цементного камня).

При монтаже арматуры необходимо соблюдать защитный слой (это расстояние между арматурой и внешней поверхностью бетона). Защитный слой предохраняет арматуру от коррозии. Он должен быть указан в проекте.

Защитный слой бетона в плитах и стенах толщиной до 10 см должен быть не менее 10 мм; в плитах и стенах толщиной более 10 см – не менее 15 мм, в балках и колоннах – не менее 25 мм, при диаметре стержней > 32 мм – не менее 30 мм.

Толщину защитного слоя обеспечивают разными способами (рис.4.7):

1. Различные фиксаторы (из арматуры, пластмассы).
2. Подставки и подкладки (металлические штампованные, бетонные).
3. Посредством удлиненных стержней.

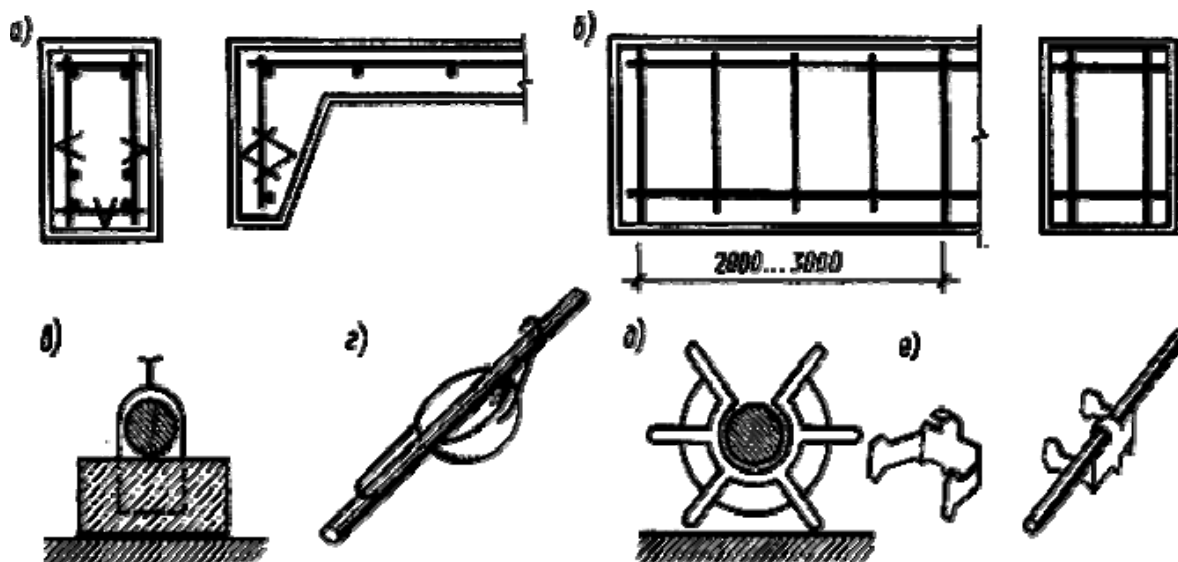


Рис.4.7. Способы обеспечения защитного слоя арматуры:
 а – в балках и ребрах плит при помощи упоров; б – в балках посредством удлиненных стержней; в – бетонной подкладкой с проволочной скруткой; г – бетонной пробкой с пружинной скобой; д – упругим пластмассовым фиксатором; е – металлическими штампованными подставками

Методы натяжения арматуры в предварительно – напряжённых конструкциях.

Предварительное напряжение позволяет увеличивать нагрузку на конструкцию или при прежней нагрузке уменьшать габариты конструкции.

Несмотря на наличие армирования, в растянутой зоне появляются волосяные трещины. Раскрытие трещин более 0,2 мм создаёт опасность коррозии арматуры.

Для повышения трещиностойкости придумали способ предварительного обжатия бетона с помощью арматуры в тех местах, где нагрузка вызывает растягивающие усилия, такие ЖБК называются предварительно напряжёнными.

Есть два способа натяжения арматуры: *на упоры* и *на бетон*. Первый используют в основном при изготовлении сборного железобетона, второй – преимущественно при бетонировании монолитных конструкций на строительной площадке.

При армировании на упоры арматурные стержни натягивают перед укладкой бетонной смеси. Натягивают на форму или специальные упоры до заданного натяжения и фиксируют зажимами. После того как конструкция забетонирована и бетон достиг проектной прочности, арматуру освобождают от зажимов и сжимающие усилия передаются непосредственно на бетон.

При натяжении на бетон в опалубке устанавливают каналобразователи, диаметр которых на 10-15 мм больше диаметра стержня или арматурного пучка. Для этого применяют стальные трубы, резиновые

рукава с проволочным сердечником, гофрированные трубы и др. Каналообразователи извлекают через 2-3 часа после бетонирования. Чтобы избежать сцепления с бетоном их через каждые 15-20 минут поворачивают вокруг оси, а перед укладкой смазывают жидким мылом.

В подготовленные таким образом каналы протягивают вручную или с помощью лебёдки пучки или стержни арматуры, натягивают арматуру и заклинивают в колпачке или приваривают к специальному наконечнику (всё это после того как бетон набрал проектную прочность).

Способы натяжения арматуры:

– *Механический* (обычно с помощью гидравлических домкратов),

Электромеханический. Арматурные стержни, уложенные в канал бетонной конструкции, при пропускании через них переменного тока промышленной частоты (50Гц) в результате теплового расширения металла удлиняются, фиксируются, а при остывании укорачиваются и передают сжимающие усилия на бетон,

– *Электротермический.* Арматурные стержни нагреваются на электроустановке и в нагретом виде укладываются в формы, которые после этого заполняются бетоном,

– *Физико-химический способ.* Используется свойство бетонов, изготовленных с применением расширяющихся цементов. При расширении бетона в процессе твердения арматура также удлиняется, отчего в ней создается предварительное напряжение. Принцип самонапряжения конструкций является весьма перспективным, так как дает возможность обойтись без сложных приспособлений для натяжения арматуры.

Заключительная операция – инъектирование каналов цементным раствором (без песка) сразу после натяжения арматуры.

Есть способы, исключаящие операции по инъектированию. При использовании стальных тонкостенных гофрированных трубок в качестве каналообразователей, их не вынимают, они остаются в конструкции.

Укладка бетонной смеси

Процесс укладки включает: подготовку основания, подачу бетонной смеси в бетонируемую конструкцию, разравнивание её и уплотнение. Смесь укладывают горизонтальными слоями одинаковой толщины, каждый слой уплотняют. Направление укладки не меняют.

Способы подачи бетонной смеси к месту укладки:

- Непосредственно из автобетоносмесителя в опалубку с уровня стоянки или специальных эстакад (рис.4.8).
- Подача бетона по наклонному желобу (лотку) или виброжелобу.
- Подача ленточными конвейерами.
- Подача бетонолитной бадьёй с помощью крана (рис.4.9).

- Самоходный бетоноукладчик. Различают бетоноукладчики для устройства бетонных покрытий дорог, аэродромов, бетонных фундаментов, полов промышленных зданий и пр. и бетоноукладчики для изготовления сборных железобетонных изделий. В дорожном строительстве широко используют бетоноукладчики, передвигающиеся по рельс-формам (рельсовым путям, которые одновременно служат опалубкой для укладываемого бетона). Бетоноукладчики для строительных площадок представляют собой ленточные конвейеры, смонтированные на шасси базовой машины – трактора, экскаватора и т.п. Бетонную смесь принимают в подъёмный вибробункер, который выдаёт её на ленту конвейера. Для регулировки подачи бетонной смеси вибробункер снабжён дозирующим затвором. При вылете конвейера до 10 м его выполняют цельным, при большем вылете – телескопическим.

- Подача бетононасосом с распределительной стрелой или автобетононасосом (рис.4.10, 4.11). Применяемый бетон должен содержать добавки, увеличивающие текучесть при сохранении марки.

Способы укладки бетонной смеси:

- с уплотнением;
- литьё (самоуплотняется без вибрирования);
- напорная укладка.

В любом случае должны быть обеспечены однородность бетона, надёжное его сцепление с арматурой и закладными деталями и заполнение опалубки без каких – либо пустот.



Рис. 4.8. Автобетоносмеситель



Рис.4.9. Бадья для подачи бетонной смеси к месту укладки



Рис.4.10. Автобетононасос

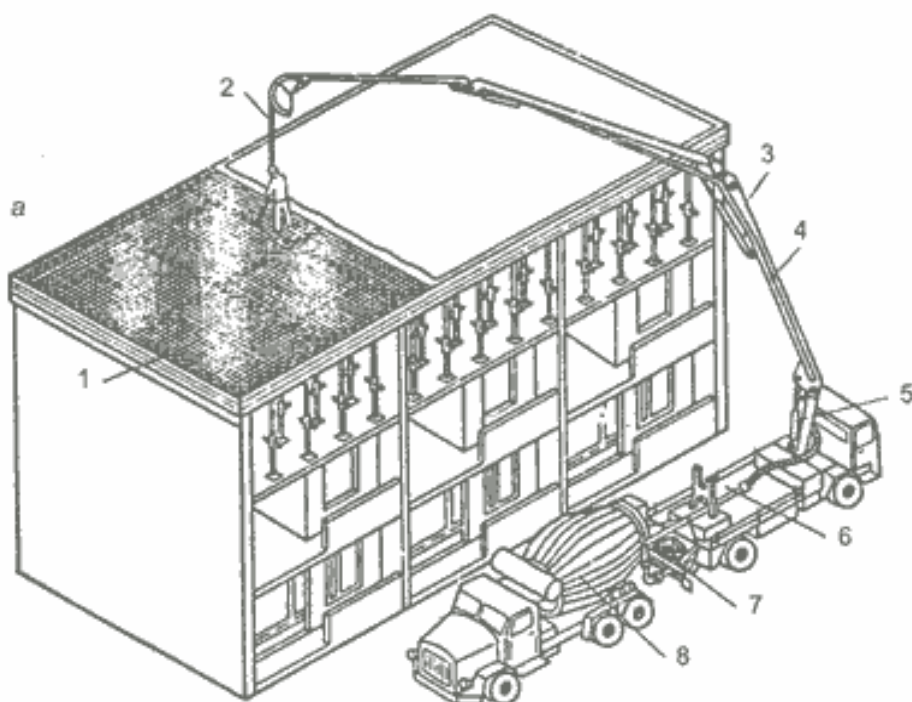


Рис.4.11. Укладка бетонной смеси автобетононасосами:
 1 – укладка бетона; 2 – рукав; 3 – шарнирная стрела; 4 – бетоновод;
 5 – гидроцилиндр; 6 – автобетононасос; 7 – приемный бункер;
 8 автобетоносмеситель

Уплотняют смесь вибраторами: глубинными, поверхностными (виброплощадки, виброрейки), дистанционными (вибропакеты, подвесные и др.). Выбор зависит от размеров и формы конструкции, степени армирования. Продолжительность уплотнения зависит от смеси и вида уплотнителя.

Верхний или соседний слой можно вибрировать, если в соседствующих слоях смесь не начала схватываться, т.е. должно пройти не более 3х часов с момента её приготовления. Если прошло больше времени, то новые порции смеси можно укладывать только после приобретения бетоном прочности, способной выдержать воздействие вибратора (≈ 2 МПа, т.е. через ≈ 2 суток в летних условиях для бетона В 12,5 – В 15). Если нет времени для таких перерывов 2-3 дня, то следует сделать разрыв шириной 0,4- 0,5 м, установив временную опалубку. Разрывы бетонируют не ранее чем через 2-3 дня. Такие технологические перерывы приводят к образованию рабочих швов.

В сейсмических районах устройство рабочих швов не допускается.

Рабочий шов – плоскость стыка между затвердевшим и свежееуложенным бетоном, образованный из-за перерыва в бетонировании.

Рабочие швы являются ослабленным местом, поэтому их должны устраивать в сечениях, где наименьшая поперечная сила (в ЖБК поперечную силу воспринимает бетон, а изгибающий момент – арматура).

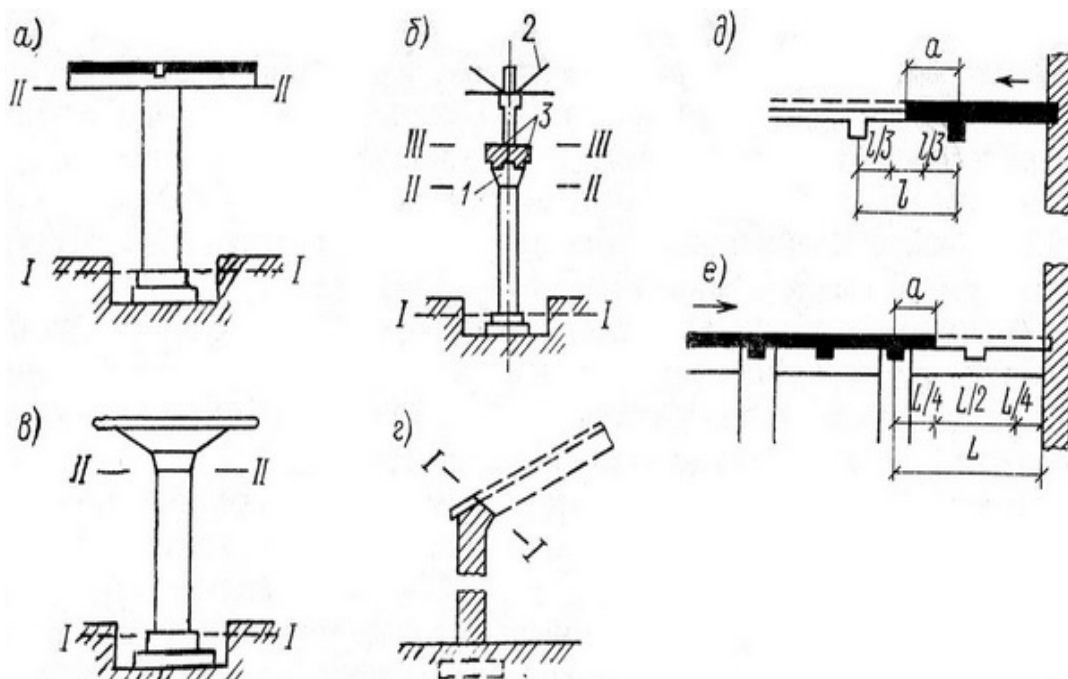


Рис.4.12. Расположение рабочих швов при бетонировании конструкций:
 а – колонна, поддерживающая ребристое перекрытие;
 б – колонна, поддерживающая подкрановые балки;
 1 – консоль; 2 – ферма; 3 – подкрановая балка; в – колонна, поддерживающая
 безбалочное перекрытие; г – нога и ригель рамы; I–I, II–II, III–III – положения
 рабочих швов; д – ребристое перекрытие при бетонировании в направлении
 второстепенных балок; е – то же, главных балок

Перед укладкой нового слоя бетона, нужно очистить поверхность ранее уложенного слоя, сделать насечки (зубилом), обработать сжатым воздухом или струёй воды под давлением. Очищенную поверхность стыка перед бетонированием покрывают цементным раствором.

Поверхность рабочего шва должна быть перпендикулярна оси бетонируемых колонн, арок и балок, в стенах и плитах – перпендикулярно их поверхности, в ленточных фундаментах они могут быть вертикальными или горизонтальными (рис.4.12).

Положение рабочих швов указывается в проекте производства работ (ППР).

Выдерживание бетона

В связи с перенесением технологических процессов на стройплощадку имеется один недостаток: зависимость строительства от климатических условий. Свежеуложенный бетон требует ухода. Необходимо защищать от механических повреждений, солнца, ветра, дождя, быстрого высыхания и резких изменений температуры.

В летний период свежеуложенный бетон укрывают увлажнённой тканью, опилками, плёнкой. При температуре выше 15° поливают водой в течение 7-14 суток (зависит от цемента). Полив начинают через 8-10 часов

после укладки. В дневное время поливают каждые 3 часа, ночью – 1 раз. Через 3 дня поливают реже – 3 раза в сутки.

В России наиболее актуальны вопросы зимнего бетонирования. Известно, что замораживание бетона в раннем возрасте приводит к нарушению в нем сцепления цементного камня со щебнем и с арматурой. Если же бетон до заморзания обретет некую прочность, называемую критической, то его можно замораживать без вредных последствий для его прочности. Проектную прочность бетон наберет после его оттаивания. Значение критической прочности принимают в процентах от марочной. Чем выше марка (класс) бетона, тем этот процент ниже. Таким образом, критическая прочность – это некая стабильная величина прочности, при которой бетон может быть заморожен без вредных последствий для достижения проектной прочности. Критическая прочность должна составлять не менее 50 % проектной прочности для бетонов классов до В 12,5; 40 % – классов В 12,5...25; 30 % – классов выше В 25. До замораживания бетона в различных конструкциях он должен набрать прочность не менее 5 МПа.

Момент приобретения бетоном критической прочности определяют по температурному журналу и при помощи графика нарастания прочности бетона данного класса. Это необходимо для определения времени отключения источника прогрева бетонной конструкции.

Бетон в зимних условиях выдерживают различными способами, которые можно разделить на две группы – прогревные способы, с использованием внешнего источника тепла и беспроевные, не использующие таких источников. Наибольшее применение получил способ или метод термоса, основанный на подогреве исходных материалов, составляющих бетонную смесь, а именно – воду и песок. Цемент нельзя подогревать, так как возможно его схватывание в бетономешалке. Воду можно нагревать до 70°C, а песок до 50°C. Слишком большой нагрев составляющих ограничивают температурой смеси на выходе из мешалки, которая должна быть не менее + 25°C. Подогретую смесь укрывают от охлаждения в пути и укладывают в конструкцию, закрывая утеплителем. Метод термоса применяют при бетонировании массивных конструкций с модулем поверхности до 6.

К прогревным способам бетонирования относится паропрогрев, когда конструкцию накрывают брезентом, под который подают пар. Пар можно подавать и в опалубку с укрытием рубероидом. Наравне с паром для прогрева бетона можно использовать и горячий воздух, получаемый в электрокалорифере. Сейчас нашли применение греющие кабели, закладываемые в бетон.

Наибольшее распространение получил прогрев бетона с помощью электродов. Для этого в бетон помещают электроды из проволоки диаметром 3-6 мм, укладывая их в различных направлениях с шагом 20-25 см.

К электродам подают переменный ток напряжением 50-60 вольт. Температура бетонной смеси в момент укладки должна быть не ниже +5°C.

При электропрогреве обязателен контроль температуры бетона, укрытого утеплителем. Температуру нужно замерять два раза в смену, включая ночные часы, в самых неблагоприятных для остывания точках конструкций. Желательно для замера сделать небольшие углубления, заполненные маслом, в которые устанавливают градусник. Показания градусника заносят в температурный журнал. Прогрев отключают после достижения бетоном критической прочности. Обычно порогом прогрева считают набор бетоном не менее 2500 градусо-часов.

К прогревным методам можно отнести метод горячего термоса, который используют при выдерживании конструкций с модулем поверхности до 9. Для этого доставленную на стройку бетонную смесь разгружают в специальный бункер, оборудованный электропрогревом, и в течение 10-15 минут разогревают до 80-90°C. Разогретую смесь укладывают в конструкцию и выдерживают как при обычном методе термоса.

К беспрогревным методам относится использование химических добавок, которые могут действовать двояко. Одни добавки, например поваренная соль, могут понизить температуру бетонной смеси без ее замерзания до - 20°C, а другие, - хлористый кальций, поташ, нитрит натрия, ускоряют процессы схватывания и твердения, позволяя к моменту замерзания бетона набрать критическую прочность.

Специальные методы бетонирования

При невозможности или неэффективности применения традиционной технологии бетонирования применяют специальные методы, к которым относятся вакуумирование и торкретирование бетона, подводное бетонирование.

Вакуумирование бетона является технологическим методом, позволяющим извлечь из уложенной бетонной смеси около 10... 25 % воды затворения с сопутствующим или дополнительным уплотнением.

Торкретирование бетона – технологический процесс нанесения бетонной смеси или раствора в струе сжатого воздуха под давлением на поверхность конструкции или опалубки. Благодаря большой скорости, развиваемой частицами смеси, нанесенный на поверхности раствор (бетон) приобретает повышенные характеристики по прочности, водонепроницаемости, морозостойкости, сцеплению с поверхностями нанесения.

Торкретирование бетона осуществляют двумя способами: «сухим» и «мокрым».

При сухом способе исходная сухая смесь во взвешенном состоянии подается в насадку (сопло), в которую в нужном количестве поступает вода затворения. В сопле происходит перемешивание смеси с последую-

щей подачей ее под давлением сжатого воздуха на бетонируемые поверхности.

При мокром способе в сопло под давлением сжатого воздуха поступает готовая смесь. В сопле смесь переводится во взвешенное состояние и под давлением наносится на бетонируемые поверхности.

С помощью торкретирования можно получить тонкую и прочную стену-оболочку. Бетон с помощью сжатого воздуха тонкими слоями напыляется на арматурный каркас, а утеплитель одновременно исполняет роль опалубки. Трёхслойные поверхности из торкретбетона позволяют сводить к минимуму не только материалоемкость, но и общий вес сооружения.

Подводное бетонирование – укладка бетонной смеси под водой без производства водоотлива. Применяют следующие методы подводного бетонирования: метод вертикально перемещаемой трубы, метод восходящего раствора, укладку бетонной смеси бункерами, метод втрамбовывания бетонной смеси.

4.2. Конструктивные решения монолитных зданий

Принято различать по конструктивным типам: монолитные и сборно-монолитные здания. Монолитными называются здания, в которых основные несущие конструкции (внутренние стены, колонны и перекрытия) выполнены из монолитного железобетона. Сборными могут быть ограждающие конструкции, лестничные марши, перегородки и т.п. Доля монолитности должна составлять 70 и более % от общего объема конструктивных элементов здания. Сборно-монолитными называются здания, в которых часть конструкций выполнена в монолите, а другая в сборном варианте. Доля монолитности должна быть от 30 до 70 % от общего объема конструктивных элементов.

Организация технологического процесса возведения зданий из монолитного железобетона создает большие возможности для творческих поисков и в силу гибкости формообразования позволяет достичь наибольшего соответствия архитектуры зданий их функциональному назначению.

Здания из монолитного бетона могут проектироваться перекрестно-стеновой конструктивной системы с несущими или ненесущими наружными стенами, поперечно-стеновой, когда несущими вертикальными элементами являются только поперечные стены, или продольно-стеновой с несущими продольными стенами.

Используя монолитный бетон можно реализовать любую архитектурную идею. Монолитный бетон является наиболее «удобным» материалом для создания уникальных сооружений, крупных общественных зданий со сложными функциями и соответственно сложной, многоплановой структурой. Гибкость монолитного бетона в жилищном строительстве в первую

очередь проявляется в возможности свободного выбора планировочного решения зданий.

В зависимости от величины пролета плит перекрытий стеновые конструктивные системы подразделяют на малопролетные (до 4,8 м), среднепролетные (до 7,2 м) и большепролетные (более 7,2 м). В практике жилищного строительства применяют малопролетные и среднепролетные конструктивные системы.

В зданиях с поперечными несущими стенами горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно несущим стенам, воспринимаются отдельными диафрагмами жесткости, расположенными в продольном направлении здания, плоской рамой за счет жесткого соединения поперечных стен и плит перекрытий, радиальными поперечными стенами при сложной форме здания в плане.

В зданиях с продольными несущими стенами горизонтальные нагрузки, действующие перпендикулярно этим стенам, воспринимаются отдельными поперечными стенами лестничных клеток, торцевыми и межсекционными стенами.

В зданиях с перекрестными несущими стенами горизонтальные нагрузки в зависимости от направления их действия воспринимаются продольными или поперечными стенами, в связи с чем эта конструктивная система позволяет возводить наиболее прочные, жесткие и устойчивые здания. По высоте и в плане здания конструктивная система может быть регулярной и нерегулярной. К регулярным системам относятся здания с одинаковым в плане поэтажным расположением стен и проемов, а к нерегулярным – здания с вертикальными и горизонтальными конструкциями разных размера и типа (например, на первых этажах – колонны, а на вышележащих этажах – стены; здание имеет расширение или сужение размеров стен по высоте, разные их высоты и т.п.). Выбор конструктивной системы здания по условиям обеспечения прочности и жесткости осуществляется на основании статических расчетов и зависит от этажности, геологических и грунтовых условий строительства.

Конструктивно-технологический тип здания связан с методом его возведения. Можно выделить два основных и наиболее распространенных конструктивно-технологических типа бескаркасных зданий, возводимых в съемных или переставных опалубках.

Здания первого конструктивно-технологического типа. В зданиях этого типа на первом этапе поэтажно возводят внутренние и наружные несущие стены, на втором этапе устраивают перекрытия. Внутренние стены таких зданий всегда монолитные однослойные, наружные-монолитные и сборно-монолитные. Для возведения стен в этом случае применяется крупнощитовая или блочная опалубка (рис.4.13).

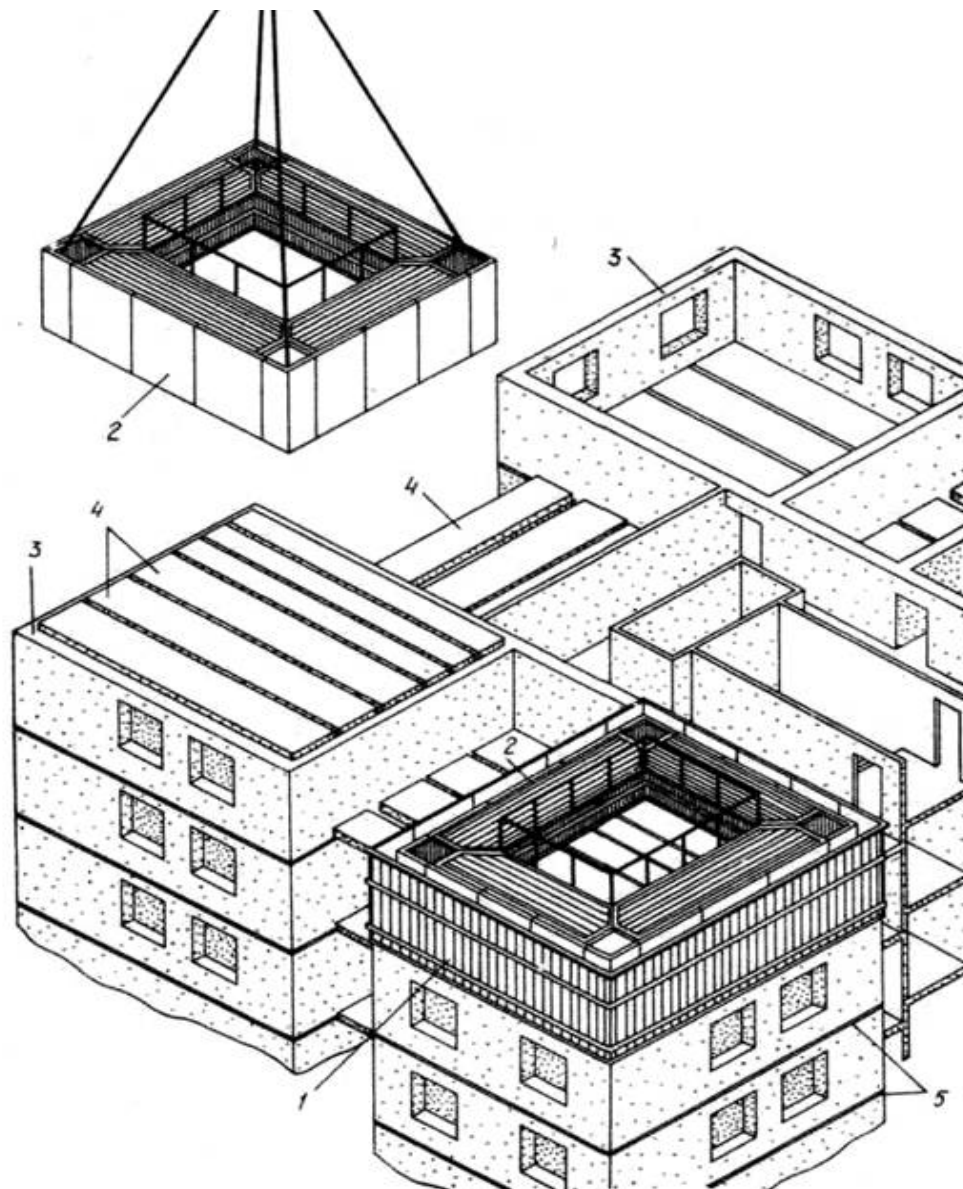


Рис. 4.13. Возведение здания первого конструктивно-технологического типа в блочной и крупнощитовой опалубках:

1 – крупнощитовая опалубка; 2 – блочная опалубка; 3 – монолитная стена; 4 – сборные плиты перекрытия; 5 – горизонтальный технологический шов

Перекрытия, применяемые в зданиях первого конструктивно-технологического типа, как правило, сборные из сплошных или многопустотных плит. Возможно применение сборно-монолитных и монолитных перекрытий.

Здания второго конструктивно-технологического типа. В зданиях второго типа на первом этапе одновременно либо последовательно возводят несущие стены и перекрытия из монолитного бетона. Наружные стены возводят на втором этапе. При одновременном возведении стен и перекрытий применяется объемно-переставная (туннельная) опалубка. Объемно-переставную опалубку применяют только при строительстве зданий с поперечными стенами и открытыми фасадами, необходимыми для извлечения опалубки.

Внутренние стены проектируются однослойными монолитными преимущественно из тяжелого бетона. Класс бетона по прочности на сжатие назначается из условия обеспечения прочности стен не ниже В15. Толщина стен принимается по результатам расчета на силовые воздействия и должна отвечать требованиям звукоизоляции. Минимальная толщина межквартирных стен назначается 160 мм.

Наружные стены могут выполняться однослойными монолитными из ячеистого бетона с плотностью до 900 кг/м^3 при обязательном устройстве наружного защитного слоя. Наибольшее применение нашли наружные стены трехслойной сборной конструкции, которые соответствуют требованиям СНиП 23-02-2003 (Тепловая защита зданий).

Перекрытия применяются монолитные, сборно-монолитные и сборные. Междупэтажные монолитные железобетонные перекрытия бывают ребристыми и безбалочными. Ребристое перекрытие состоит из системы главных балок (прогонов) и второстепенных балок с примыкающей к ним плитой (рис.4.14). Безбалочное перекрытие представляет собой плиту, опирающуюся непосредственно на капители колонн (рис.4.15).

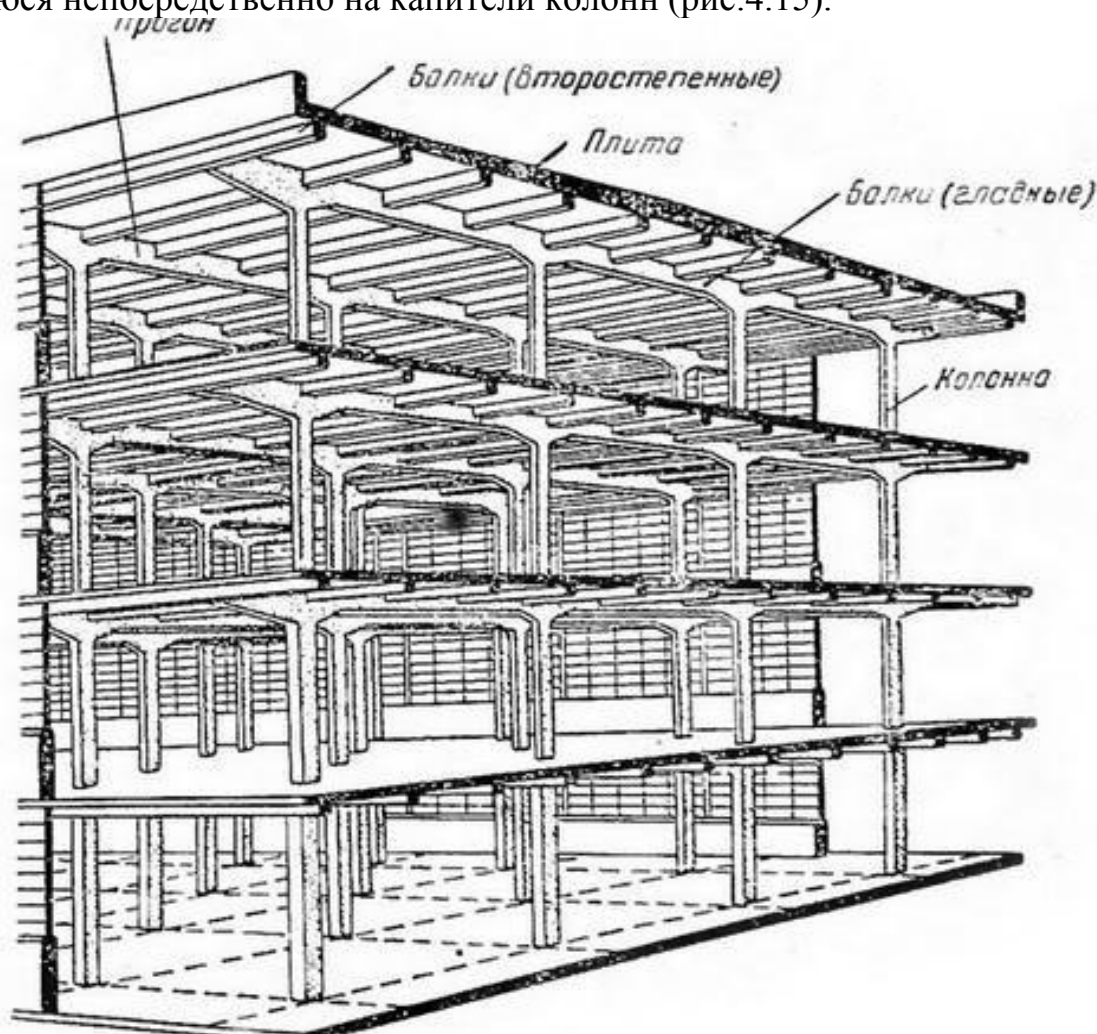


Рис.4.14. Монолитное ребристое перекрытие

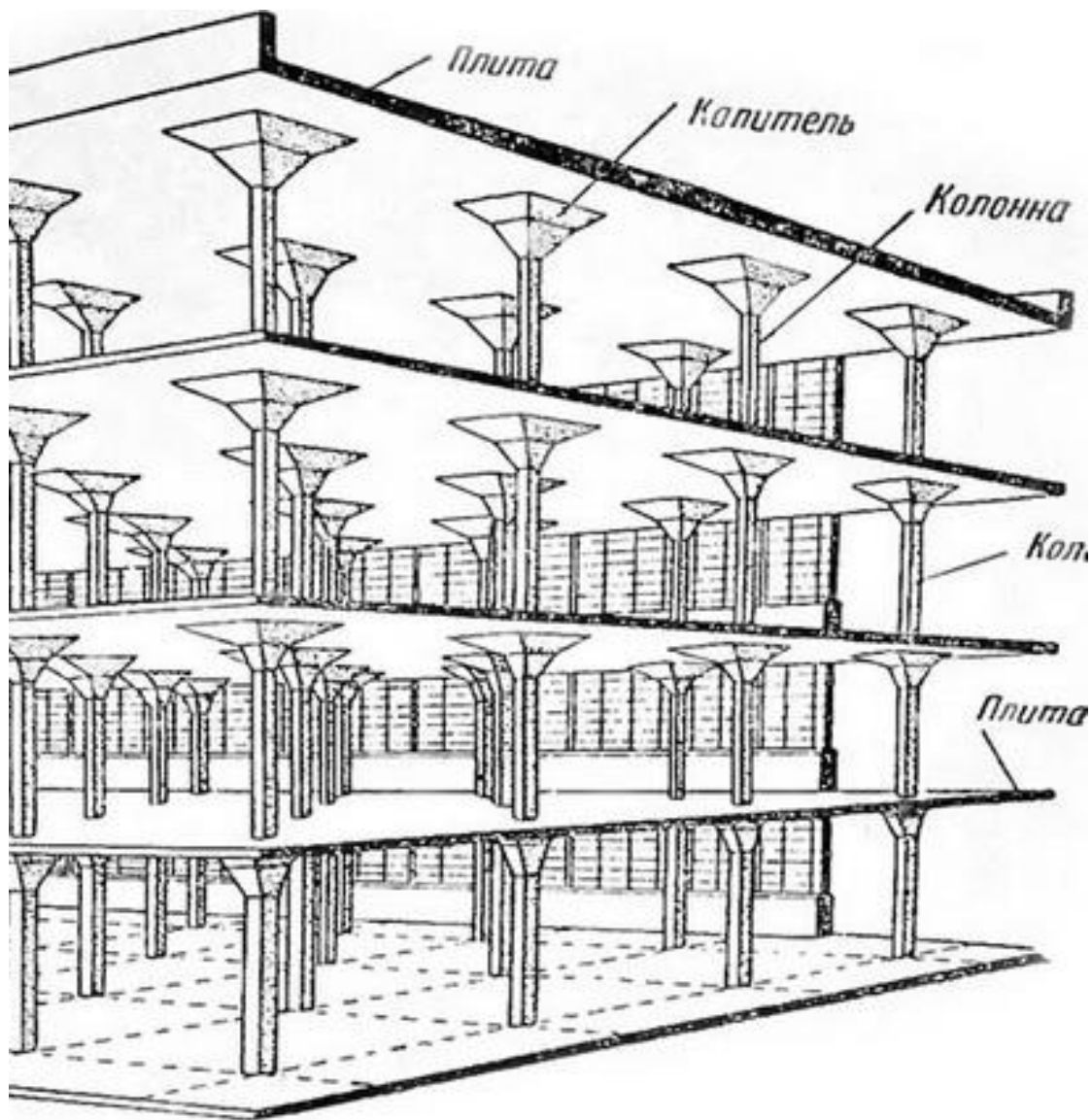


Рис.4.15. Монолитное безбалочное перекрытие

Монолитные перекрытия рассчитываются и конструируются как плиты, опертые по контуру или по трем сторонам с четвертой свободной стороной на унифицированную нагрузку для жилых помещений.

Сборно-монолитные перекрытия представляют двухслойную конструкцию по толщине плиты: нижний слой-сборная плита (скорлупа) толщиной 40-60 мм, используемая в качестве несъемной опалубки; верхний слой – монолитный бетон толщиной 120-140 мм. Расчет сборно-монолитного перекрытия на унифицированную нагрузку для жилых помещений производится как для сплошной монолитной плиты. Сборную плиту изготавливают с применением стальных форм-опалубок в полигонных условиях из тяжелого бетона класса В15, монолитный слой выполняется из тяжелого или легкого бетона класса не ниже В12,5.

Сборные плиты перекрытия применяются: сплошные размером на планировочную ячейку и многопустотный настил.

Шахты лифтов выполняются монолитными.

Лестницы выполняются из унифицированных сборных железобетонных маршей и площадок, а также в монолитном исполнении с применением специальной формы-опалубки.

4.3. Применение монолитного железобетона при строительстве нестандартных зданий

Монолитные здания – жилые, общественные, производственные – возводятся как с несущими стенами, так и с использованием каркаса в зависимости от технологических и функциональных требований. Отличительными особенностями таких решений являются четкость и простота конструктивных форм: колонны – круглого или прямоугольного сечения; перекрытия – в основном безбалочные, обеспечивающие свободу в расстановке перегородок, т.е. свободу планировочных решений; вертикальные диафрагмы жесткости упрощают конструкцию узлов сопряжения перекрытий с колоннами, работающими в этом случае только на вертикальные нагрузки; в перекрытиях укладываются все разводки труб для электро- и слаботочных устройств, что исключает необходимость в устройстве подвесных потолков или подсыпок под полы, в которых обычно размещают трубы.

Применение для многоэтажных каркасных зданий пространственных ядер жесткости, выполняемых из монолитного железобетона, позволяет возводить эти здания с усложненной конфигурацией в плане, с разнообразными объемно-планировочными решениями. В конструктивном же отношении образование сплошного, коробчатого в плане, сечения ядра жесткости вместо плоских стен жесткости во много раз увеличивает пространственную жесткость здания, а также позволяет значительно снизить расход бетона и стали.

Строительство высотных и большепролётных зданий и сооружений представляет собой качественно новую ступень развития строительства. Это очень сложный как в техническом, так и в архитектурном плане высокотехнологичный процесс, в котором активно разрабатываются и применяются наиболее успешные современные технологии и методы строительства. Главным тормозом на пути высотного строительства всегда были вопросы безопасности.

Архитектурное разнообразие современных высотных сооружений требует соответствующего конструктивного решения самого каркаса зданий. Первые небоскребы возводились на основе стального каркаса, жесткость которого обеспечивалась исключительно решеткой стальных колонн. Использование стальных каркасов, однако, имеет свои плюсы и минусы. Высокая стоимость, низкий предел огнестойкости, ограничения

конструктивного плана и др. составляют отрицательную сторону вопроса. Начиная с 1960-х годов, востребованы комбинированные сталебетонные каркасы. В последние десятилетия преобладающим конструктивным материалом для небоскребов стал монолитный железобетон. Упор на него сделан в Европе, ему же отдают предпочтение страны Юго-Восточной Азии и Персидского залива. Применение монолитного железобетона в зданиях позволяет повысить их жесткость, огнестойкость конструкций, гарантирует большую устойчивость против прогрессирующего обрушения, содействует быстрому затуханию колебаний и делает возможной реализацию смелых архитектурных замыслов.

Строительство первых небоскребов в Москве началось в 1947 году. До начала строительства высотных зданий в Москве отсутствовала практика возведения сооружений выше 10 этажей. Приходилось строить и проектировать параллельно. Нужно было также учитывать сложную геологию московских грунтов. В один день 7 сентября 1947 года (800-летие Москвы) было заложено строительство семи зданий («Семь сестёр»): здание МГУ на Воробьевых горах (рис.4.16) (310 м); гостиница «Украина» (200 м); жилой дом на Кудринской площади (156 м); жилой дом на Котельнической набережной (176 м); административно-жилое здание на площади Красных ворот (138 м); здание Министерства иностранных дел (172 м) и гостиница «Ленинградская» (136 м).

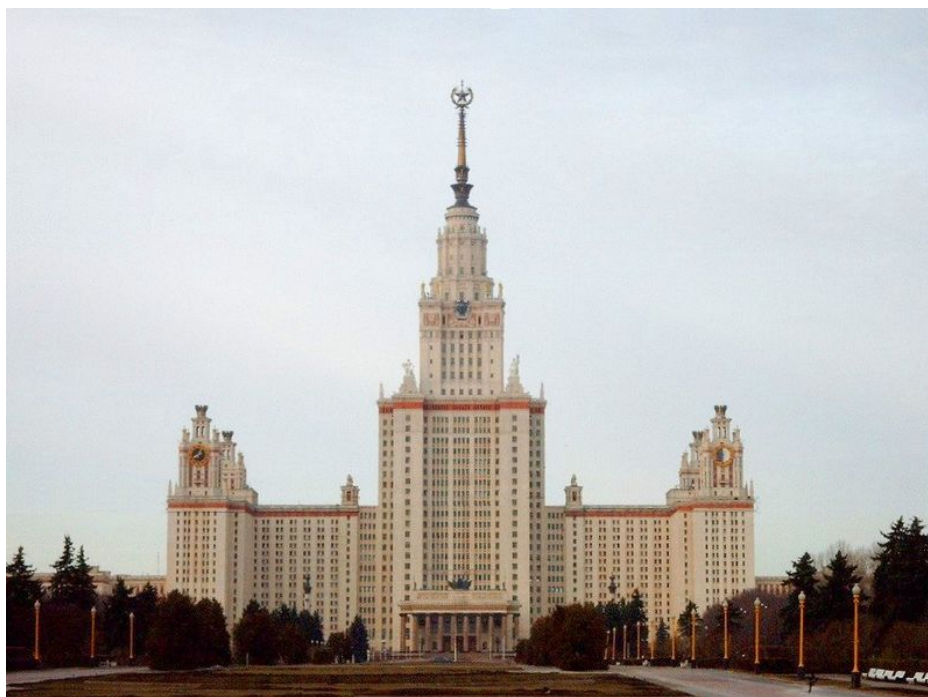


Рис. 4.16. Здание МГУ (г.Москва)

Высотки были призваны стать символом мощи и негибаемой воли государства, символизировать победу над фашизмом. Также было важно подчеркнуть, что советская Россия по силе архитектурной мысли и

технологиям не уступает США и Европе. Никто не сомневается, что создателям это удалось, и здания той эпохи для нас важны и с исторической, и с архитектурной точки зрения.

Из недавних строений можно назвать: жилой комплекс «Континенталь» (разной этажности, до 50 этажей, 184м) на проспекте Маршала Жукова, жилой комплекс «Well House» (47 этажей) на Ленинском проспекте, жилой комплекс «Эдельвейс» (43 этажа) на Давыдовской улице, жилой комплекс «Бастион» (бывший «Дирижабль») на Профсоюзной улице (40 этажей), бизнес-центр «Соколиная гора» (35 этажей) на Семёновской площади, бизнес-центр «Прео-8» (27 этажей) на Преображенской площади.

В Пензе насчитывается 28 высотных зданий (выше традиционных девяти этажей), из которых 25 – жилые дома. Самые высокие жилые дома насчитывают 18 этажей (например, высотка на улице Максима Горького). Самое большое офисное здание – «Свечка» на пересечении улиц Максима Горького и Большой Радищевской – 16 этажей. Все они спланированы с учетом ситуаций, при которых потребуются эвакуация людей. В каждом есть системы автоматизированной пожарной сигнализации, дымовой защиты, противопожарный водопровод и прочие конструкции, обеспечивающие безопасность. Около высотных зданий предусмотрены площадки, на которых должна размещаться спецтехника, занятая при тушении пожара в случае его возникновения в здании. В случае необходимости добраться до верхнего этажа пензенским пожарным вполне по силам с помощью специального брандлифта. С помощью брандлифта можно проникнуть на 54-метровую высоту, что соответствует высоте 17-этажного здания. Кроме этого, пожарные располагают специальной техникой со спасательной люлькой для транспортировки, которая позволяет подняться до 45-ти метров над землей. Есть и другое спецоборудование, например, 30-метровая выдвижная лестница. Для того чтобы установить спецтехнику необходима площадка около дома размером 12×12 метров для размещения опор.

Высотные и нестандартные здания являются визитными карточками многих городов мира. За последние годы в городах России построено много нестандартных сооружений из монолитного бетона, в том числе и такие уникальные, как храм Христа Спасителя, подземный торговый комплекс на Манежной площади в Москве и др.

4.4. Применение монолитного железобетона при строительстве малоэтажных зданий

Монолитный железобетон – один из самых лучших строительных материалов, используемых в строительстве повсеместно. В малоэтажном строительстве – дома, изготовленные целиком из этого материала с применением съемной опалубки, встречаются сравнительно редко. Чаще

можно встретить монолитные коттеджи, построенные по технологии несъемной опалубки.

Способ строительства с несъёмной опалубкой это гибрид технологий монолитного домостроения и сборки конструктивных элементов из пустотных блоков или панелей. Из пустотелых блоков (панелей) возводят не только стены, но и фундаменты, перекрытия, кровельные элементы. Блоки собираются в единый элемент с помощью замковых креплений, входящих в конструкцию опалубки, армируются и заливаются бетоном.

Для несъёмной опалубки могут применяться разные материалы: пенополистерол, фиброцемент, щепоцемент, арболит (деревобетон), фибролит, стекломагний.

Монолитное строительство с применением несъемной опалубки из пенополистирола на сегодняшний день является одним из самых распространенных и популярных способов возведения зданий. Данная технология уже давно используется не только в привычном для нее малоэтажном строительстве, но и в многоэтажном жилищном и промышленном строительстве, а также при реконструкции и надстраивании уже существующих зданий. Использование несъемной опалубки из вспененного полистирола открывает строителям и их заказчикам широкие перспективы быстрого, экономичного строительства, воплощающего в жизнь самые разнообразные архитектурные замыслы. А также как показала практика, подобное строительство можно вести силами небольших мобильных коллективов без привлечения сложной техники. Но качественные характеристики пенополистирола, его экологичность часто ставятся под сомнение и вызывает много споров.

Опалубка из пенополистирола собирается насухо с применением связей между наружным и внутренним слоями из отдельных блоков. Благодаря специальной конструкции замков стеновые модули быстро и точно соединяются между собой (рис.4.17). После установки арматуры и заливки бетона получается монолитная стена, обрамленная с двух сторон тепло- и звукоизоляционной оболочкой (рис.4.18). В зависимости от климатической зоны применяются блоки различной толщины – 5, 10 или 15 см. После затвердения бетона, залитого внутрь, снаружи такая стена штукатурится полимерным раствором по сеткам из стекловолокна или цементным раствором по стальной сетке. Существуют и варианты панелей, которые сочетают в себе металлический каркас и пенополистирол. За счет диагональных поперечных стержней, приваренных к сварной проволочной арматурной сетке с каждой стороны, такая стеновая панель обладает высокой прочностью.

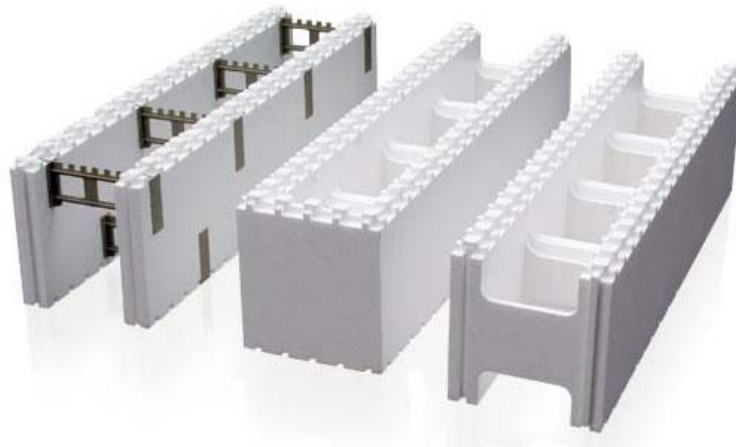


Рис.4.17. Элементы несъёмной опалубки из пенополистирола



Рис. 4.18. Строительство дома с применением несъемной опалубки

Технология быстрого возведения стен из монолитного железобетона с помощью несъемной опалубки из пенополистирола имеет много названий: «Изодом», «Термодом», «Теплый дом», «Пластбау», «МонолитДом» и др. Эти технологии позволяют использовать различные варианты перекрытий. Перекрытия могут быть деревянными, из монолитного или сборного железобетона. Выбор вида перекрытия определяется проектом здания. Если в проекте строения отсутствует несущее перекрытие, завершение строения можно оформить с помощью блоков, используемых для монтажа проемов, вырезав отверстия в их дне с тем, чтобы монолитно соединить с

расположенной ниже стеной. Другим часто используемым вариантом перекрытия может служить перекрытие из монолитного железобетона, выполненное по листу профнастила. Этот вид перекрытия просто монтируется на стройплощадке без применения сложной строительной техники и может быть легко приспособлен к требованиям проекта по прочности, тепло- и звукоизоляции путем дополнительного армирования и укладки слоев утеплителя. Выбор типа и формы крыши и ее покрытия зависит от проекта строения.

Древесные плиты в качестве материала для несъемной опалубки применяются реже, хотя качество их достаточно высокое. Подобные блоки представляют собой полую конструкцию с креплением паз-гребень. Это позволяет осуществлять точную, качественную и очень прочную кладку. В качестве основы для блоков используется щепа натуральных хвойных пород, процент которой достигает 90. Эта масса обрабатывается специальной минеральной добавкой, в основе которой портландцемент. Деревянная несъемная опалубка получается очень прочной, устойчивой к различным погодным воздействиям, резким перепадам температур.

Фиброцемент активно используется в современном строительстве не только в качестве материала для несъемной опалубки, но и в производстве стеновых панелей, перегородок и облицовочных листов. В состав фиброцемента входит 80 % цемента, армирующее волокно и минеральные наполнители.

Фибролит – это стройматериал, производимый из деревянной стружки с добавлением специальных вяжущих неорганических веществ. В качестве вяжущего вещества применяют каустический магнезит или портландцемент. Чаще всего этих два вещества сочетают, что позволяет получить очень твердую спрессованную смесь большой плотности.

4.5. Преимущества и перспективы монолитного строительства

Мировая статистика свидетельствует: во многих развитых странах монолитное домостроение заняло в строительстве ведущее место.

В США, Китае, ряде стран Европы доля монолитного строительства превышает 50 % в высотном домостроении (по аналитическим данным группы компаний «СВЕЗА»). Наиболее широко распространено строительство монолитных зданий в странах Востока. В Пекине около 85 % зданий возводится с использованием именно этой технологии. За рубежом накоплен значительный опыт монолитного строительства различных сооружений – и не только высотных, но и малоэтажных.

Применение монолитного железобетона в зданиях высотой до 70-ти этажей позволяет повысить их жесткость, обеспечить огнестойкость конструкций, гарантирует большую устойчивость, содействует быстрому

затуханию колебаний и делает возможной реализацию смелых архитектурных замыслов.

Без этих технологий было бы невозможно возвести самые высокие здания в мире, такие как башня «Бурдж-Халифа» (Burj Khalifa) высотой 828 метров в Дубае (ОАЭ), башня «Тайбэй 101» (Taipei 101) высотой 509 м (КНР), башня «Уиллис-тауэр» (Willis Tower) высотой 527 м (США), и такие сложные по архитектуре, как «Аль-Хамра Фирдаус» (Al Hamra Tower) в Кувейте (412 м).

Монолитные здания отвечают современным требованиям к тепло- и звукоизоляции, имеют длительный срок эксплуатации, сейсмическую устойчивость. Монолитная технология позволяет создавать разнообразные архитектурные и планировочные решения, дает возможность комбинировать литые бетонные конструкции со сборными железобетонными, панельными и другими конструктивными решениями.

В монолитном домостроении можно выделить два направления развития. Одно из них связано с массовым возведением ординарных зданий, другое – нацелено на возведение уникальных зданий и сооружений. Первое направление охватывает огромный рынок жилья всех категорий. Спрос на качественное жилье растет, одновременно с этим растет потребность в разнообразных архитектурных решениях, создающих современный облик «спальных» районов. Второе направление – это строительство по индивидуальным проектам целых комплексов, выполняющих роль градостроительных акцентов (например, офисный центр «Москва-Сити»).

Монолитный бетон – гибкий и архитектурно пластичный материал решает множество градостроительных задач. Несмотря на большой опыт, по-прежнему актуальным является разработка современных технологий и новых опалубочных систем.

По уровню технических и экономических показателей бетон и железобетон по-прежнему остаются основными конструкционными материалами, занимая приоритетные места в общей структуре мирового производства строительной продукции. Получив название «материал XX века» железобетон, благодаря уникальным свойствам, успешно занял свою нишу и постоянно расширяет ее границы в рядах строительной продукции, заменив собой в большинстве случаев дорогостоящий металл. Использование бетона и железобетона позволило сделать революцию в области технологии строительства, возводить долговечные, грандиозные и уникальные объекты и сооружения. По мнению специалистов, железобетон сохранит свою лидирующую роль в строительстве и в текущем столетии.

За 150 лет своего существования бетон прошел серьезную эволюцию. Он перестал быть смесью цемента, воды и заполнителей и превратился в сложный композиционный материал, приготавливаемый по высоким

технологиям. Последние этапы этого процесса можно проследить по мировой науке и практике.

Современным бетонам можно придать практически любую форму, в том числе с обратными углами поверхности. Они имеют отличную наружную фактуру, через которую можно передать любые архитектурные и эстетические замыслы. Поэтому все шире применяется бетон для элементов архитектуры. Архитектурный бетон стал самостоятельным направлением в технологии бетона. Это связано с тем, что к этому виду бетона, по сравнению с конструкционным, предъявляется значительно больше различных требований : качество поверхности, цвет, поверхностная твердость, смачиваемость и др.

5. МНОГООБРАЗИЕ ФАСАДОВ

К фасаду любого здания предъявляются два основных требования: обеспечение защиты конструкции от неблагоприятных наружных воздействий окружающей среды и украшение дома, поскольку именно фасадом во многом определяется архитектурный стиль сооружения.

Фасадные конструкции могут быть вентилируемыми и невентилируемыми.

Вентилируемые фасады. Данная технология предусматривает организацию вентиляционного зазора между отделочным фасадным материалом и стеной (либо утеплителем, покрытым ветрозащитной пленкой, при теплоизоляции фасада). Свободно циркулирующий воздух в воздушном зазоре удаляет влагу и сырость, возникающую вследствие конденсации на задней стенке отделочного материала и проникающую изнутри наружу через перекрытие в виде пара. При этом сам фасадный материал надежно защищает здание (в том числе утеплитель) от прямого воздействия атмосферных явлений.

Основными частями такой конструкции являются несущий каркас, утеплитель и внешняя облицовка (рис.5.1). Между слоем утеплителя и облицовкой при монтаже оставляют воздушный зазор размером 30-60 миллиметров, который служит каналом, отводящим пары воды, проникающие в слой утеплителя через стены помещений. При правильно установленном вентилируемом фасаде стены дышат, благодаря чему достигается оптимальный температурно-влажностный микроклимат во всем здании. За счет значительной высоты достигается эффект тяги, при котором воздух, поступивший в зазор снизу, движется вверх, забирая с собой влагу и тем самым предохраняя утеплитель от намокания.

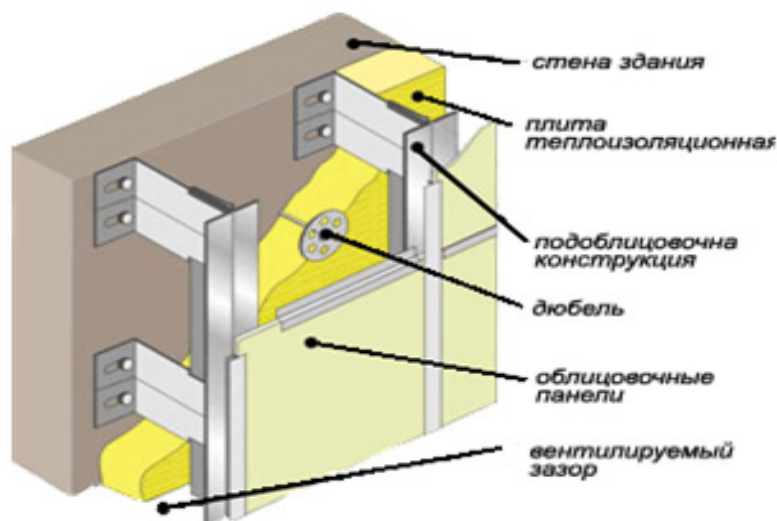


Рис.5.1. Основные элементы вентилируемого фасада

Конструкция вентилируемого фасада держится на навесном металлическом каркасе, изготовленном из нержавеющей или оцинкованной стали, либо из алюминиевого профиля. Конструктивные особенности металлических обрешеток фасадных систем могут быть различными. Тип металлического каркаса и способ его крепежа зависит от облицовочного материала, а также от требований, предъявляемых к фасаду. Над разработкой фасадных систем трудятся серьезные коллективы инженеров и технологов. Строительные компании, как правило, предлагают уже готовые «бутерброды». Вентилируемый фасад – это комплексная система, которая должна правильно работать, поэтому предварительно необходимо сделать проект.

Выбор облицовочных материалов для навесных фасадов очень широк: керамогранит, керамическая и каменная плитка, асбоцементные и фиброцементные плиты, алюминиевые панели, сайдинг и другие. Керамический гранит имитирует натуральный камень, он представлен на рынке большим разнообразием цветов и оттенков. Асбоцементные плиты, по оценкам экспертов, хорошо подходит как для строительства новых зданий, так и для обновления фасадов домов. Весьма привлекательны плиты, «присыпанные» минеральной крошкой. Бывают асбоцементные плиты с ровной выкрашенной поверхностью. В обоих случаях этот материал (сделанный качественно, без нарушения технологии) устойчив к атмосферным осадкам. Список материалов, предназначенных для облицовки различных зданий, можно дополнить алюминиевыми композитными панелями (рис.5.2, 5.3).

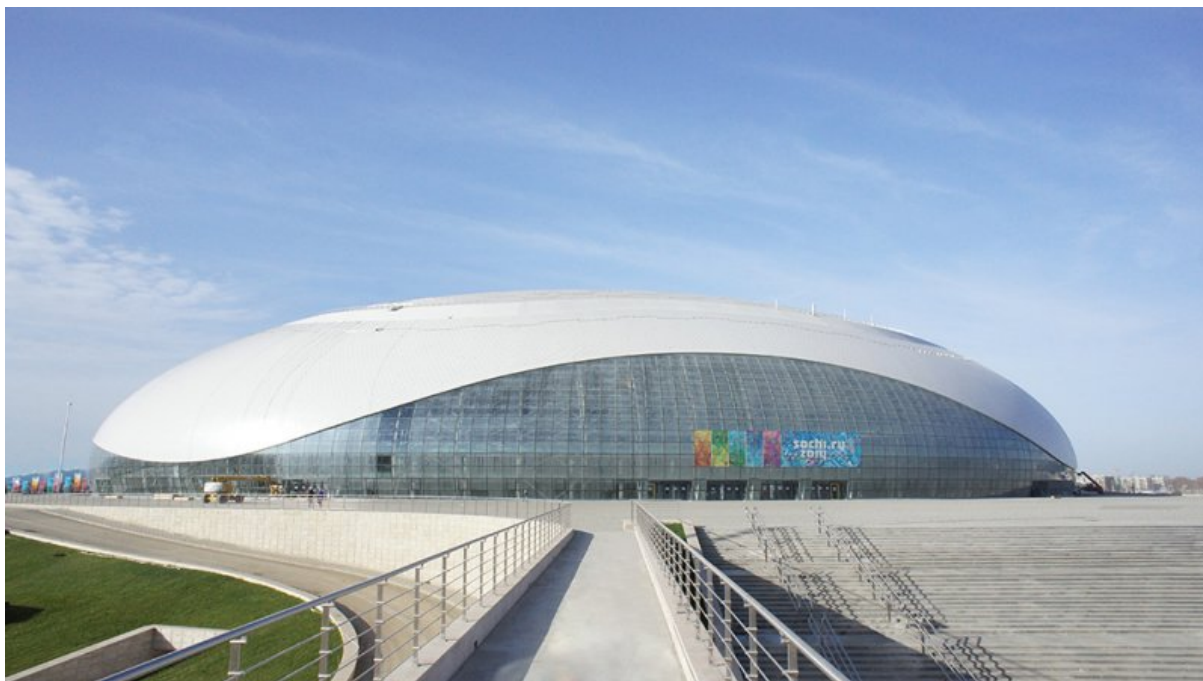


Рис.5.2. Большая ледовая арена Сочи 14 (облицовочный материал – алюминиевые композитные панели компании «Алкотек»)



Рис.5.3. Элитный жилой комплекс «Никитинская усадьба», г. Санкт-Петербург («Алкотек»)

Невентилируемые фасады. Технология предусматривает крепление материала непосредственно на стену здания. Для отделки фасадов этого вида используют следующие материалы: облицовочный кирпич или камень, клинкерную плитку и штукатурку.

Каменные (кирпичные) стены могут быть несущими, самонесущими, навесными. Часть информации по конструктивным решениям таких стен и декоративной кладке представлено в разд. 1.

Существует много материалов для декорирования стен под каменную и кирпичную кладку. На рис. 5.4 показаны некоторые варианты облицовки фасада под каменную кладку.

Облицовка фасада под кладку из плашки является наиболее распространенной и дешевой, так как камень не подвергается дополнительной обработке торцов и шлифовке поверхности. Применяется натуральный камень (сланец, песчаник) или искусственный камень с умеренной глубиной рельефа.

Облицовка фасада под кладку «Кастл» – это облицовка из плиток натурального камня с выпуклой, рельефной поверхностью («Кастл» в переводе с англ. значит замок, крепость). Для такой облицовки подходит мрамор, известняк, песчаник, сланец.



Рис.5.4. Облицовка фасада:

а – под кладку из плашки; б – под кладку «Кастл»; в – под кладку «Плато»; г – под кладку «Шахриар»; д – под кладку «Ассоль»; е – под кладку «Рондо»

Облицовка фасада под кладку «Плато» распространена при отделке цоколей, обрамлении углов и других элементов фасада. Применяемый материал: известняк, песчаник, мрамор, сланец. Каменная плитка имеет прямоугольную или квадратную форму с обработанными торцами и иногда есть окантовка по периметру. Поверхность может быть необработанной (рельефной), шлифованной или полированной.

Облицовка фасада под кладку «Шахриар» очень распространенная, так как имеет преимущества в стоимости и простоте кладки. Наиболее эффектна кладка из камней с необработанной рельефной поверхностью.

Облицовка фасада под кладку «Ассоль» выполняется из тонких и длинных прямоугольных изделий, которые производят из торцов каменной плашки (из плашки сланца и песчаника).

Облицовка фасада под кладку «Рондо» – облицовочные изделия в ней представлены в виде «морских» камней разной формы и размеров. Материал: песчаник, кварцит, известняк, сланец.

Для облицовки могут применяться как натуральные камни, такие как мрамор, гранит, известняк, песчаник, сланец, так и искусственные: камни клинкерные, бетонные и архитектурные, полимерпесчаные, керамические, фасадные камни на основе смолы.

Клинкерный камень имитирует натуральный «колотый камень», есть также клинкерный кирпич в виде плитки, которая имитирует кирпичную кладку.

В зависимости от того какая форма клинкерного материала применяется и зависит способ его монтажа. Так единичная традиционная плитка укладывается мокрым способом, путем наклеивания на поверхность при помощи специальных смесей (рис.5.5). Технология монтажа клинкерной плитки предусматривает предварительную грунтовку несущей поверхности средствами глубокого проникновения, стойкими к температурным перепадам. Для укладки плитки не рекомендуется применять строительные цементно-песчаные смеси. Сейчас производители предлагают большой выбор клеящих морозоустойчивых многокомпонентных составов для наружного монтажа плитки.

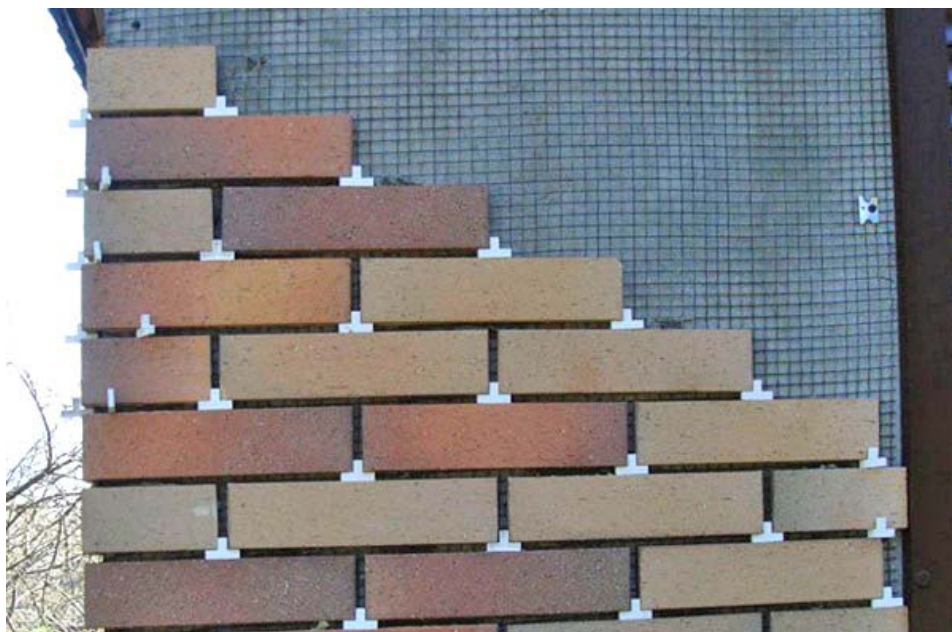


Рис.5.5. Крепление штучной клинкерной плитки

Метод крепления без применения клеящих составов применяется для панелей из клинкерной плитки. Они представляют собой набор единичных элементов, закрепленных на различной основе, чаще всего применяют пенополипропилен или пенополистирол (рис.5.6). Это позволяет совместно с облицовкой выполнить утепление здания. Подобные панели снабжены крепежными элементами, значительно упрощающими монтаж. Если стена имеет ровную поверхность, то плитку можно крепить непосредственно на нее. Для этого применяют простые саморезы для деревянной стены или специальный быстрый монтаж (дюбель-гвозди) для каменных поверхностей. Если стена искривлена, следует предварительно смонтировать несущий каркас. Он может выполняться из деревянного бруса или металлического профиля.



Рис.5.6. Фасадная термопанель с клинкерной плиткой

По-прежнему популярен традиционный облик здания со штукатурным фасадом. Современные штукатурные фасады также предполагают многослойную систему. Штукатурные фасады конструктивно состоят из следующих элементов: ограждающая конструкция, клеевой слой между ограждающей конструкцией и утеплителем (например, минераловатная плита), стекловолоконная армирующая сетка, крепежные элементы, клеевой слой, на который наносится штукатурный слой. Использование штукатурных фасадов даёт архитекторам максимум свободы при проектировании.

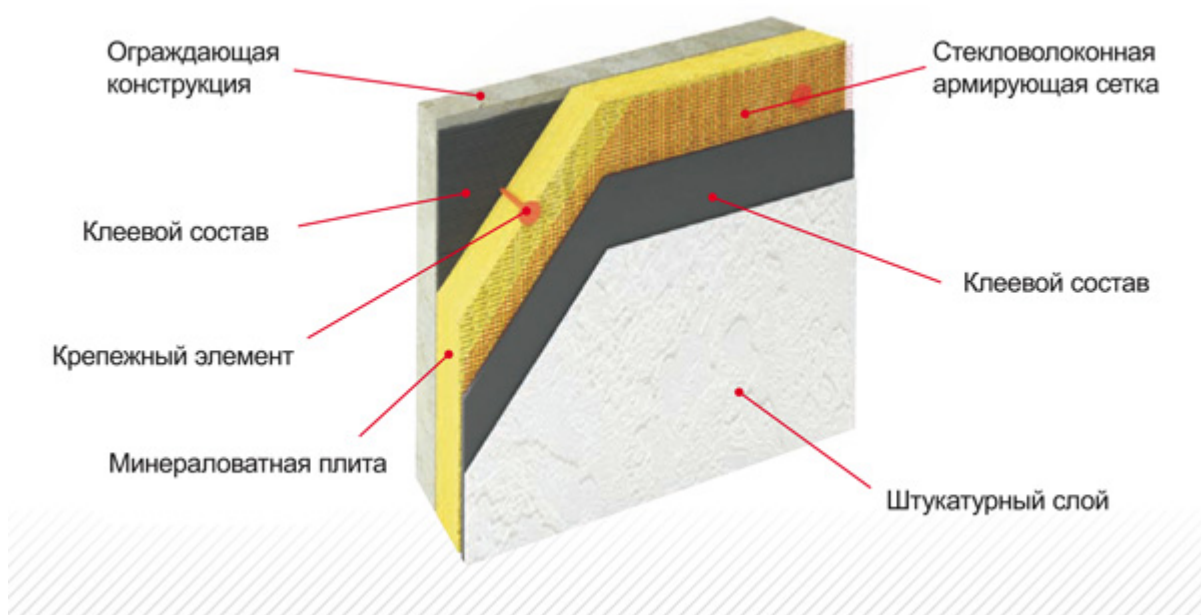


Рис.5.7. Устройство штукатурного фасада

Штукатурка – это нанесённый на поверхность пластичный слой раствора, которому дают затвердеть после выравнивания и уплотнения, может являться самостоятельным видом покрытия или основой для других отделочных материалов.

Штукатурный раствор состоит из вяжущих, заполнителей, воды, также в нем могут присутствовать добавки.

Вяжущие – вещества, которые переходят со временем из тестообразного состояния в камневидное: цементы, гипс, глина, строительная известь и др. Известь – кипелка – молотая негашеная известь. Гашение происходит при взаимодействии с водой. В зависимости от количества воды можно получить гидратную известь – пушонку (тонкий белый порошок), известковое тесто или известковое молоко.

Заполнители – песок, шлак, пемза и др. Шлак – куски рваной формы, продукт сжигания каменного угля. Для получения шлакового песка шлак размалывают и просеивают. Пемза – пористая вулканическая порода.

Декоративные заполнители – применяют для придания блеска и цвета: слюда, антрацит, кварц, битое стекло, каменная крошка.

Добавки – придают дополнительные свойства штукатурке, например, способность твердеть под водой, водонепроницаемость, морозоустойчивость.

Классификация штукатурок:

1. По виду вяжущих: цементная, гипсовая, известковая, глиняная, цементно-известковая, известково-гипсовая, известково-глиняная, силикатная, силиконовая, полимерная (акриловая, поливинилацетатная).

2. По сложности и качеству выполнения: простая, улучшенная и высококачественная (по маякам).

3. По назначению: обычная, декоративная, специальная.

Штукатурное покрытие состоит из трёх слоёв – обрызга, грунта и накрывки.

Обрызг – первый (нижний) слой. Его толщина по деревянным поверхностям – 7...8 мм, по каменным и бетонным стенам – 4...5 мм. Поверхность обрызга оставляют шероховатой, чтобы улучшить сцепление с последующими слоями.

Грунт – второй слой, предназначенный для создания основной толщины штукатурного намета. Наносят обычно в несколько слоёв, после начала твердения предыдущего слоя. Толщина слоя – не более 5 мм при цементных растворах и 7 мм – при известковых.

Накрывка – отделочный слой, наносимый в один приём толщиной не более 2 мм. Назначение слоя – придание штукатурке ровной и гладкой поверхности.

Обычные штукатурки. Обычные штукатурки выполняют из неокрашенных известковых, известково-гипсовых, цементно-известковых, цементных и других растворов. Поверхности нужно хорошо подготовить, чтобы обеспечить надежное сцепление раствора с поверхностью. Оштукатуривание чаще всего выполняют по маякам. Обычную штукатурку, как правило, в последующем окрашивают или оклеивают отделочными материалами.

Декоративные штукатурки. Эти штукатурки выполняются с различной фактурой. Часто применяют цветные растворы с декоративными добавками.

Окрашивают растворы введением в них сухих строительных красок. Краски должны быть свето- и щелочестойкими. Они не должны разрушать вяжущих или понижать их прочность. Заполнителями таких растворов могут служить крупные пески, мраморная или гранитная крошка, крошка красного кирпича и другие материалы, отвечающие требованиям долговечности. Фактуру или декоративный рельеф можно сделать штампом, валиком, циклей, губкой, кистью, шпателем, набрызгом через сетку. Применяют также нарезку штукатурной лопаткой, штамповкой, и комбинацию различных способов. Различают декоративные штукатурки на основе минеральных составляющих (песка, цемента, извести) и синтетических смол. В зависимости от размеров гранул можно получить различные декоративные структурные эффекты (рис.5.8).

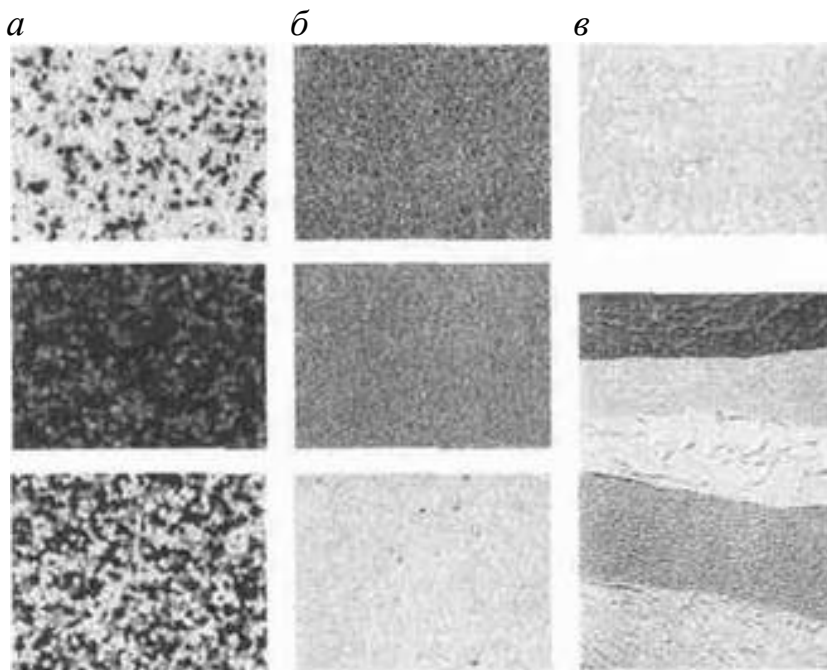


Рис. 5.8. Виды декоративной штукатурки в зависимости от размеров гранул:
а – крупнозернистая; б – мелкозернистая; в – структурированная

Специальные штукатурки. К специальным видам относят водонепроницаемую, огнеупорную, теплоизоляционную, звуконепроницаемую и рентгенозащитную штукатурки.

Основные операции при выполнении штукатурных работ.

- Подготовка поверхностей к оштукатуриванию. Поверхность очищают от пыли, грязи, жировых пятен. При недостаточной шероховатости делают насечки. Деревянные поверхности обшивают металлической сеткой или дранью (деревянные надранные рейки). Всё это для прочного сцепления с основной поверхностью.

- Провешивание и установка марок и маяков. Цель провешивания – проверка отклонений от горизонтальной или вертикальной плоскости и определение положения отделочной плоскости.

- Нанесение штукатурного раствора (обрызга и грунта). Применяют ручные инструменты и механизированные средства (штукатурные станции, включающие растворонасосы, трубопроводы, компрессор и т.д.). Перед нанесением обрызга каменные и бетонные поверхности смачивают водой.

- Разравнивание слоёв намёта. При оштукатуривании по маякам, раствор между ними сравнивают правилом, опирая его при движении на маячные полосы или рейки. Маячные рейки снимают, растворные маяки вырубает приблизительно через 2 часа (зависит от раствора). Образовавшиеся борозды заделывают штукатурным раствором. Для получения правильного внутреннего угла применяют лузговые угловые полутёрки (внутренний угол – лузг), а для вытягивания наружных углов – усёночные полутёрки. Имеются специальные шаблоны для оштукатуривания проёмов.

- Нанесение накрывочного слоя и затирка поверхностей. Затирку и заглаживание накрывочного слоя осуществляют тёрками (деревянный щиток с ручкой), металлическими гладилками, механизированными затирочными инструментами. Затирку выполняют через сутки после нанесения накрывочного слоя. Затирку выполняют вкруговую или в разгонку. От затирки вкруговую при солнечных лучах видны круги, поэтому для фасадов – затирка в разгонку.

Некоторые виды декоративной штукатурки

Штукатурка сграффито

Состоит из грунта и нескольких (не менее 2-х) цветных накрывочных слоёв. Раствор готовится на известковом тесте. Через 2...4 часа после нанесения верхнего накрывочного слоя на поверхность с помощью трафаретов наносят контуры предполагаемых рисунков, которые выцарапывают на необходимую глубину. Вырезку самого рисунка выполняют ручными

инструментами – ножом, стамеской, скребком. Примеры представлены на рис.5.9, 5.10.



Рис.5.9. Штукатурка сграффито



Рис. 5.10. Штукатурка сграффито

Декоративная штукатурка с каменной крошкой

Имитирует твёрдые каменные породы (рис.5.11). Обычным порядком устраивают обрызг и грунт, а в раствор для накрывки вводят мраморную, гранитную или керамическую крошку с фракцией 3..5 мм. Можно добавлять свето- и щёлочестойкие пигменты – охру (жёлтый цвет), железный сурик (красные оттенки) или использовать цветные цементы.

Полностью высохший слой грунта предварительно смачивают водой, а затем наносят слой декоративной штукатурки. На следующий день штукатурку поливают рассеянной струёй воды, чтобы удалить цементную пыль. В результате получается поверхность с резко выраженной фактурой крошки. Другой способ (раздельный): на поверхность наносят цементно-песчаный раствор, каменная крошка набрасывается в нанесённый слой раствора мастерком и разглаживается. После твердения штукатурки (в течение 2...3 дней) можно обработать её поверхность разбавленной соляной кислотой (5-10 %), чтобы растворить цементное молоко и загрязнения на поверхности штукатурки, в заключение промыть водой.

Терразитовая штукатурка – кроме каменной крошки добавляют дроблёную слюду в количестве до 10 % объёма цемента, антрацит, дроблённый красный кирпич.



Рис.5.11. Терразитовая и каменная штукатурка

Венецианская штукатурка – изготавливается с применением мраморной муки и гашеной извести. Она имитирует мрамор (рис.5.12).

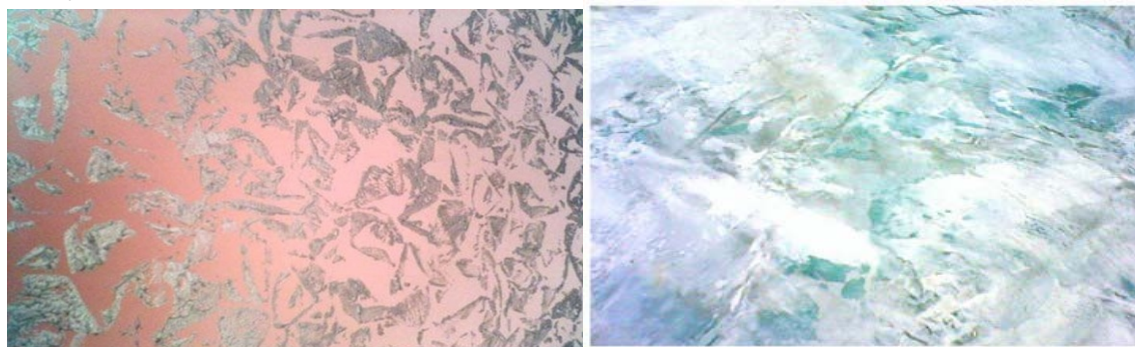


Рис.5.12. Венецианская штукатурка

И вентилируемые и невентилируемые фасады имеют как свои преимущества, так и недостатки. Для офисных и банковских учреждений, промышленных объектов традиционно применяют вентилируемые фасадные системы. Невентилируемые, как правило, используют для отделки жилых зданий, а также реставрации исторических памятников. Главное при выборе обустройства фасада – выбрать именно то дизайнерское решение, которое подчеркнет характер здания, использовать только качественные материалы и профессиональный монтаж.

Принципы конструирования наружных стен зданий.

Стены отапливаемых зданий являются их важнейшей частью. Они выполняют ряд ответственных и разнородных функций, поэтому должны выполняться из прочного и, следовательно, плотного материала. В то же время, сохранение комфортного температурно-влажностного режима в помещении возможно лишь в том случае, если стена пропускает поровую влагу при достаточно высоком сопротивлении теплопередачи. В таком случае материал стен должен быть легким и паропроницаемым. Но такие материалы, как правило, не только не обладают высокой механической прочностью, но и атмосферостойкостью, столь необходимой для наружных слоев стены.

Известно, что влага сезонно мигрирует в теле стены, перемещаясь от тепла к холоду. И если материал стены неоднороден, то влага, встречая на своем пути плотные малопаропроницаемые слои, скапливается у таких препятствий. Стремясь повысить атмосферостойкость стены, ее наружный слой делают более прочным и плотным, например, путем оштукатуривания. В этом случае влага, накапливаясь на плотном слое и находясь в зоне низких температур, замерзает и разрушает защитно-отделочное покрытие. И этот процесс проявляется тем быстрее и значительнее, чем больше разница в плотности материалов стены и защитно-отделочного покрытия.

Традиционно стены строили из керамического кирпича без наружной штукатурки или с наружной штукатуркой. Но кирпич и штукатурка имеют почти одинаковую плотность, а, следовательно, и паропроницаемость, поскольку не содержат замкнутых пор. С такими стенами не возникали эксплуатационные проблемы при условии назначения такой их толщины, которая обладала бы требуемым термическим сопротивлением и исключала выпадения конденсата внутри помещений. Однако слишком толстые стены из плотного материала, в таком случае, просто не выгодны и по стоимости, и по трудозатратам. Массовое крупнопанельное строительство осуществляли, применяя стеновые панели из ячеистого или иного легкого бетона. Защитно-отделочный слой делали из поризованного раствора с плотностью 1000–1300 кг/м³, приближая его по физико-механическим свойствам к материалу стен. Но даже и в этом случае наружный слой часто

размораживался и отваливался, особенно при покрытии мелкой керамической или стеклянной плиткой.

Таким образом, наружные стены должны быть все-таки многослойными. Внутренний слой нужно делать из прочного, но паропроницаемого материала, например, из кирпича или бетона. Он может быть самонесущим или несущим. На наружной поверхности такого слоя необходимо закрепить слой теплоизоляции, по сути дела, полностью обеспечивающий сопротивление теплопередачи при расчетном перепаде внутренних и наружных температур и, наконец, третьим слоем будет являться высокоатмосферостойкое защитно-отделочное покрытие с вентиляцией в зоне утеплителя.

Приведенные принципы конструирования наружных стен положены в основу так называемых вентилируемых фасадов зданий, которые сразу завоевали популярность у архитекторов, строителей и заказчиков. Они применяются как в новом строительстве, так и при реконструкции ранее построенных домов. Однако по существу применяемых проектов хотелось бы сделать ряд замечаний. Прежде всего, это касается пароизоляции стен. Зачастую она в стенах не только не нужна, но, при некоторых вариантах проектов, даже вредна. Например, в строящемся 7-этажном жилом доме в г. Пензе стены толщиной 52 см сложены из силикатного кирпича. С наружной стороны по стенам расстилают пароизоляцию из полиэтиленовой пленки. Затем устанавливают плиты утеплителя из пенопласта толщиной 10 см, с закреплением его металлопрофилем, на который навешивают горизонтальные рейки сайдинга. В данном случае поровая влага, пройдя через кирпичную стену, натолкнется на пароизоляцию, и неизбежно будет увлажнять силикатный кирпич, что просто недопустимо, так как накопление влаги в стене здания приводит к ее ускоренному разрушению в результате многократно повторяющегося цикла замерзания и оттаивания, что существенно снижает теплоизоляционные свойства стены. Кроме того, утеплитель из пенопласта, не является хорошим материалом для зданий, рассчитанных на не одну сотню лет эксплуатации. У этого материала лишь одно замечательное свойство – он очень легкий. Лучшим решением было бы применение неорганического утеплителя, вроде базальтового волокна, минераловатных или стекловатных недеформирующихся плит. С утеплителем связано и еще одна проблема. На сегодняшний день некоторые, с целью экономии, применяют утеплитель удельным весом около 30 кг/м^3 . Проблема в том, что далеко не все умеют грамотно крепить мягкий утеплитель. Чтобы это сделать правильно, надо соблюдать ряд требований.

Далее, рейки сайдинга все-таки трудоемки в монтаже. Крупные здания, обшитые такой рейкой, даже при разнообразной цветовой гамме, напоминают временные дощатые бараки. Лучшим было бы применение эмалированных металлических листов большой площади с гофрами, членящими

фасад не по горизонтали, как сайдинг, а по вертикали с разнообразной архитектурной выразительностью. Такие листы с вертикальными гофрами обеспечат лучший водоотвод с фасада, а меньшее количество швов, по сравнению с сайдингом, обеспечит лучшую влаго- и ветрозащиту. Гофры создадут и лучшие условия для вентиляции зоны утеплителя при свободном проникании через него влаги из помещений. И не стоит забывать еще и о том, что вентилируемый фасад это очень высокотехнологичная конструкция и требует основательной проработки грамотного подхода, качественных материалов и монтажа.

6. КРЫШИ И КРОВЛИ

Крыша – это верхняя ограждающая конструкция здания, выполняющая несущие, гидроизолирующие и теплоизолирующие функции.

Кровля – это верхний элемент, покрытие крыши, предохраняющее здание от всех видов атмосферных воздействий.

Форма крыши жилого дома зависит от архитектурного замысла и может принимать самые разнообразные виды. Крыша может быть плоской с внутренним водостоком или скатной, которая имеет наклонные поверхности (рис.6.1).

Основными несущими элементами крыши являются: мауэрлат, стропила и обрешетка. Кроме того, в конструкции крыши присутствуют дополнительные крепежные элементы (ригели, стойки, подкосы, распорки и т.д.), служащие для придания жесткости стропильной ферме.

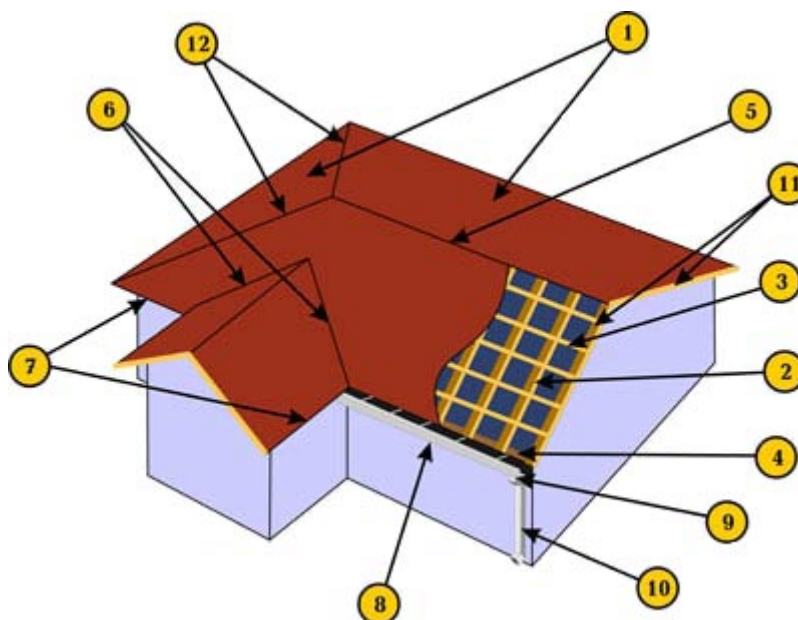


Рис.6.1. Элементы крыши

К элементам крыши относятся наклонные плоскости, которые называют скатами (1), основой под них служат стропила (2) и обрешётка (3). Нижние концы стропильных ног опираются на мауэрлат (4). Пересечение скатов образует наклонные (12) и горизонтальные ребра. Горизонтальные ребра называют коньком (5). Пересечение скатов, образующие входящие углы, создают ендовы и разжелобки (6). Края кровли над стенами здания называют карнизными свесами (7) (располагаются горизонтально, выступают за контур наружных стен) или фронтовыми свесами (11) (располагаются наклонно). Вода по скатам стекает к настенным желобам (8) и отводится через водоприёмные воронки (9) в водосточные трубы (10) и далее в ливневую канализацию.

Конструкция крыши и выбор кровельного материала определяется на стадии проекта. Выбор вида кровли, материалов для ее устройства, ее конструкции, уклона зависит от климатических условий, эксплуатации, архитектурных требований, степени капитальности здания.

Уклон кровли может измеряться в градусах или в процентах (рис.6.2). Создание уклона сводится к одной задаче: хорошее удаление атмосферных осадков с поверхности кровли. Для каждого кровельного покрытия существует свой минимальный угол наклона, при котором может использоваться данный материал, но при определённых условиях этот угол может быть уменьшен. С крутых крыш, с углом 45° и более, вода и снег скатываются быстро, и для районов с большим количеством осадков такая конструкция крыши подходит хорошо. Но чем больше угол, под которым располагаются скаты, тем выше стоимость кровли. Если их делать в 45° , то количество материала увеличится в 1,5 раза, а если угол будет 60° , то материала необходимо в два раза больше, чем для плоской крыши.

Скатные крыши очень распространены в малоэтажном строительстве (рис.6.3).

Типы скатных крыш:

1. Односкатная.
2. Двускатная.
3. Четырёхскатная (вальмовая). Может применяться в строительстве любых домов, которые находятся на достаточном расстоянии от других сооружений.
4. Полувальмовая. Также называется полущипцовой. По сути, это почти четырёхскатная крыша, два противоположных ската которой выступают не так сильно, как другие.
5. Многощипцовая. Применяется в нестандартных постройках с совмещёнными чердаками (по 2 ската на чердак).
6. Шатровая. Такие крыши используются преимущественно в квадратных или прямоугольных домах, имеют 4 ската.
7. Пирамидальная (шпиц). Наиболее часто применяется в сооружениях с количеством стен по периметру более 4-х.
8. Мансардная. Идеальный вариант для жилого чердака, экономит ресурсы на строительство дополнительного этажа.
9. Купольная. Может быть построена на сооружении или доме с округлым периметром.
10. Коническая.
11. Сводчатая. Применяется преимущественно в промышленном строительстве.

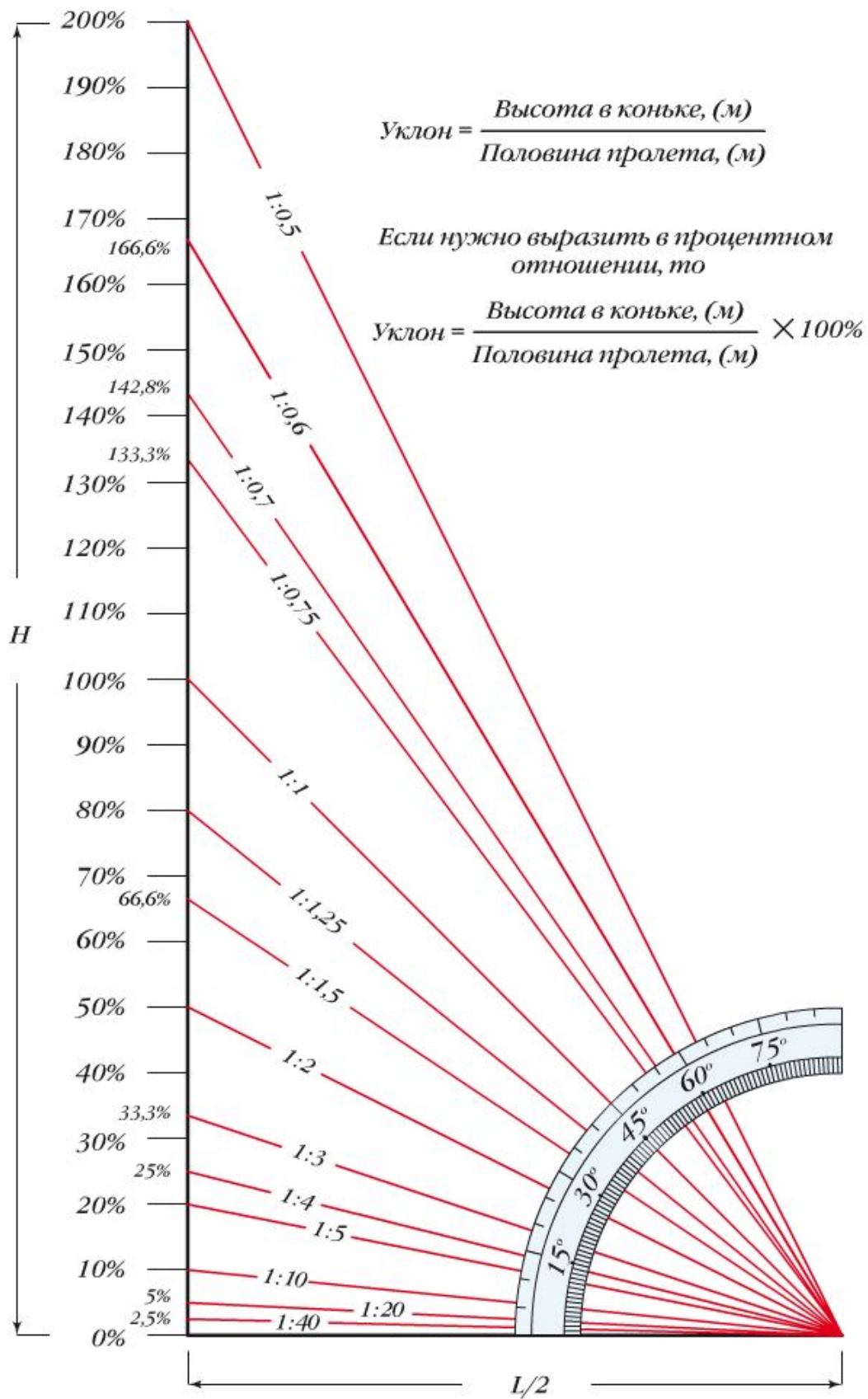


Рис.6.2. Уклон в градусах и процентах

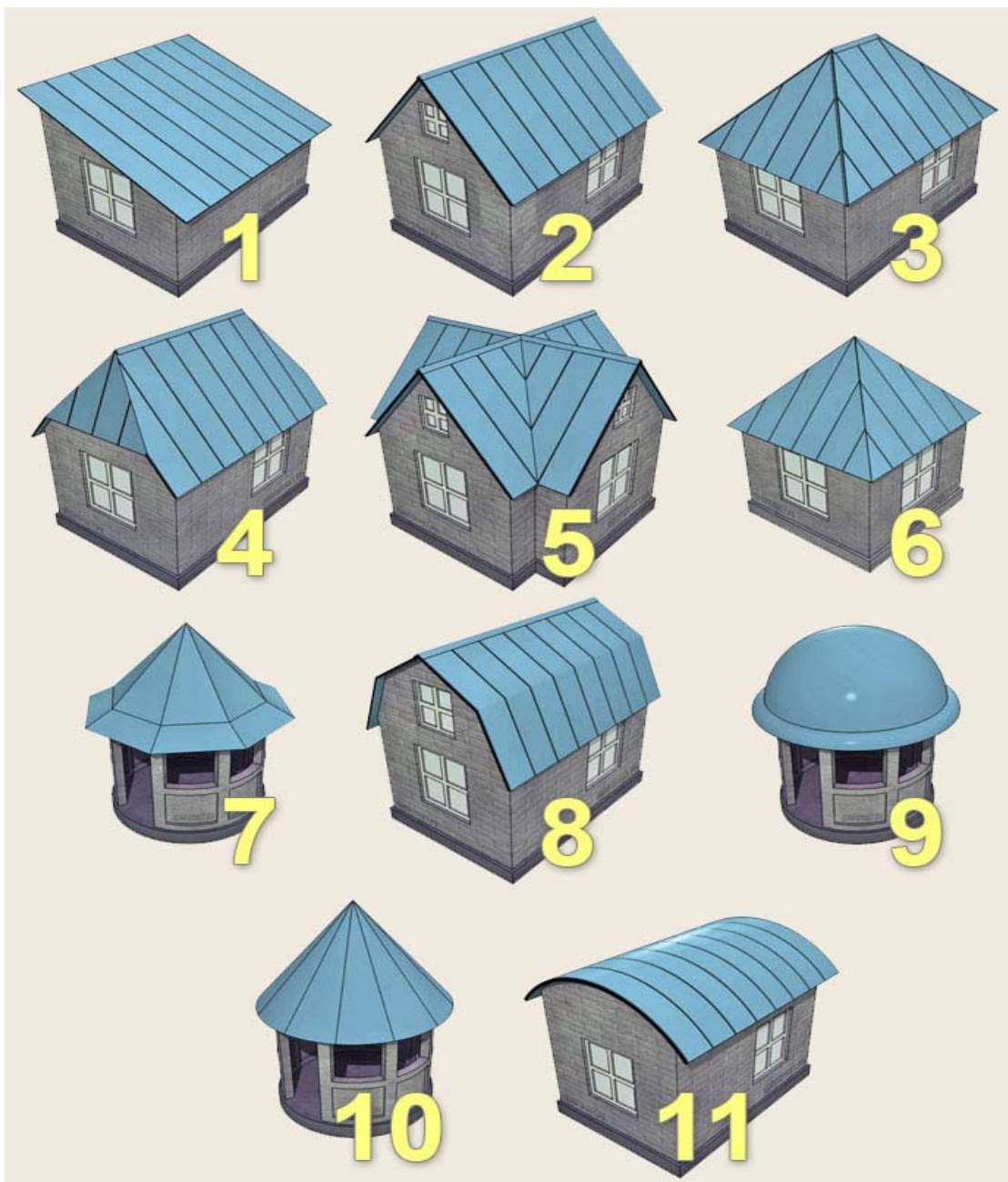


Рис.6.3. Типы скатных крыш

Кровли бывают:

- рулонные;
- мастичные;
- из штучных и листовых материалов.

В зависимости от уклона крыши применяют определенный кровельный материал и устраивают необходимое для данного уклона число слоев (рис. 6.4). Кровельные материалы по технико-экономическим и физическим свойствам объединены в группы 1-11, которые на графике обозначены дугообразными стрелками.

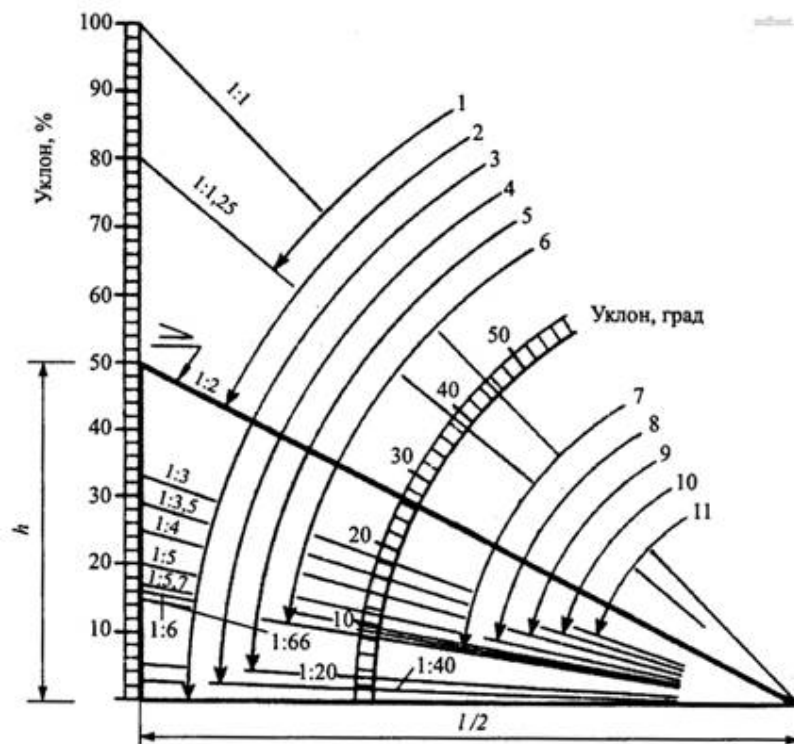


Рис.6.4. График для выбора кровельного материала в зависимости от уклона крыши:

1 – стружка, щепа, гонт; 2 – черепица, асбестоцементные листы; 3 – рулонные материалы четырехслойных кровель с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику, а также лотки ендов таких же кровель; 4 – рулонные материалы трехслойных кровель с защитным слоем гравия, втопленного в горячую мастику; 5 – рулонные материалы трехслойных кровель без защитного слоя; 6 – рулонные материалы, наклеиваемые на горячих и холодных мастиках двухслойных кровель; 7 – волнистые асбестоцементные листы унифицированного профиля; 8 – черепица; 9 – асбестоцементные листы усиленного профиля; 10 – листовая сталь; 11 – асбестоцементные листы обыкновенного профиля; h – высота конька; l – заложение, $l/2$ – расстояние по горизонтали (проекция) от конька до карнизного свеса

Для повышения защитных свойств кровли создают многослойный «пирог» (рис.6.5).

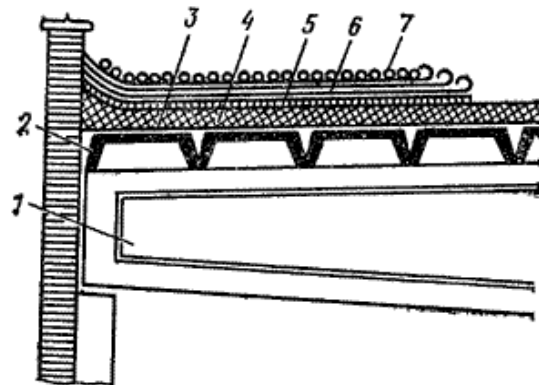


Рис.6.5. Односкатная крыша на ребристых панелях:

1 – пигель каркаса (балки, фермы); 2 – несущий элемент покрытия; 3 – пароизоляция; 4 – утеплитель; 5 – стяжка; 6 – кровля (гидроизоляция); 7 – защитный слой

Пароизоляция – защищает теплоизоляцию от увлажнения парами воздуха со стороны помещения (применяют рубероид, известково-битумную мастику и т.п.).

Гидроизоляционный слой обеспечивает водонепроницаемость покрытия.

Защитный слой или посыпка (из гравия или шлака) защищает гидроизоляцию от механических повреждений.

6.1. Рулонные и мастичные кровли

Рулонные кровли.

Выпускают основные и безосновные рулонные материалы. Основные изготавливают путём обработки (пропитки) основы различными вяжущими. Рулонные кровельные материалы изготавливают на основе картона, стеклотканей, стеклохолстов, различных полиэфирных основах, пропитывая материал основы мягкими битумными и полимербитумными вяжущими веществами с последующим нанесением на поверхность с одной или двух сторон тугоплавких нефтяных вяжущих с наполнителем и посыпкой.

Безосновные получают в виде полотнищ определённой толщины, применяя прокатку смесей, составленных из органического вяжущего (чаще битума), наполнителя (минерального порошка или измельчённой резины) и добавок (антисептика, пластификатора).

Рулонные материалы на органической основе (например, на картоне) менее долговечны, чем на неорганической (стеклоткани) или безосновные.

Рулонные материалы используют для плоских кровель, количество слоёв принимают в зависимости от уклона.

Материалы называют рулонными потому, что заводы-изготовители выпускают их в виде рулонов длиной 7...20 м и шириной 400...1050 мм. В результате наклеивания рулонных материалов на кровлю в 2...3 слоя на ней создается монолитный водонепроницаемый кровельный ковер без водонепроницаемых швов, поэтому кровли из таких материалов можно выполнять с малым уклоном (0...10 %). Кровли из рулонных материалов применяют в промышленном и жилищном строительстве, а также для устройства защитных покрытий на плоских крышах с внутренними водостоками. Преимуществом современных кровельных материалов является их высокая надежность и технологичность.

Для рационального использования кровельных материалов, необходимо знать свойства, правила хранения и транспортирования этих материалов, а также условия их работы в конструкциях и сооружениях. Основные свойства материалов – физические, механические и химические. Технологические свойства характеризуют способность материалов не сопротивляться механической обработке (например, древесину строгают, долбят).

Одни свойства (плотность, пористость, прочность) почти одинаково важны для всех материалов, другие – только для части их и в определенных условиях службы. Например, морозостойкость важна только для тех материалов, на которые может действовать вода в условиях попеременного многократного замораживания и оттаивания. Теплостойкость – важнейшее свойство битумных рулонных и мастичных кровельных материалов. Огнеупорность – свойство материалов, сопротивляться воздействию высоких температур.

Требования к строительным материалам и изделиям содержатся в государственных стандартах (ГОСТ), технических условиях (ТУ) и других нормативных документах.

Рулонные кровельные материалы классифицируются согласно ГОСТ 23835-79 и делятся по следующим основным признакам:

- по назначению – на кровельные и гидроизоляционные;
- по структуре – на основные и безосновные;
- по виду основы – на основе картона (рубероид, пергамин), стеклотканей (стеклорубероид), фольги (фольгоизол, фольгорубероид), асбестовой бумаги (гидроизол); безосновные – битумные (на битумном вяжущем), полимерные (на полимерном связующем), резинобитумные, битумно-полимерные и др. (на смешанном связующем);
- по виду защитного слоя – с посыпкой (крупнозернистой, чешуйчатой, мелкозернистой и пылевидной), фольгой, щелоче-, кислото- и озоностойким покрытием.

Покрытие крыши подвержено суточным и сезонным колебаниям температуры, солнечной радиации, увлажнению и высыханию, замораживанию и оттаиванию. Разрушительное действие на кровлю оказывают некоторые газы и пылевидные частицы, находящиеся в воздухе, особенно в промышленных центрах. Поэтому кровельные материалы должны быть не только прочными, но и долговечными, атмосферо-, тепло- и водостойкими, водонепроницаемыми.

Прежде чем приступить к устройству кровли, необходимо подготовить рулонные материалы: перемотать для устранения деформаций; удалить заводскую мелкозернистую или пылевидную посыпку, если рулоны будут приклеивать на горячих мастиках. Очистить и перемотать рулонные кровельные материалы на специальной машине по очистке и перемотке кровельных рулонных материалов. Хранят подготовленные рулоны в контейнерах или на складе и не более чем в два ряда по высоте.

Полотнища рулонного материала наклеиваются на стяжку, бетонную поверхность, утеплитель или другой нижележащий слой. Вид рулонного материала и мастика должны соответствовать проекту.

Наплавляемые рулонные материалы отличаются тем, что слой мастики, необходимый для приклеивания, уже нанесён на их поверхность в заводских условиях: изопласт, изоэласт, стекломаст, рубитэкс, кровлен и др.

Существует 2 способа устройства таких кровель:

1) Безогневой (холодный) способ. На оштукатуренное основание и рулонный материал наносят растворитель (уайт-спирит, керосин), что приводит к разжижению мастики. Полотнища укладывают и прижимают к основанию. Прикатку рулонного материала осуществляют катком через 7-15 минут после нанесения растворителя.

2) Огневой способ. Подплавляют мастичный слой до температуры 140 – 160°C, например, инфракрасными лучами. По мере расплавления участка мастики кровельщик раскатывает рулон, разглаживает и прижимает полотнище к основанию. Работа идет циклично (расплавление мастики на участке полотнища, раскатывание). Стыки полотнищ проклеивают горячей битумной мастикой.

Мембранные кровли.

В качестве покрытий для кровли применяют полимерные мембраны, обладающие высокой прочностью.

Этот вариант применяют для кровли с небольшим углом наклона. Полотнища сваривают между собой, используя горячий воздух (строительный фен, специальная сварочная машинка) или специальные самовулканизирующиеся ленты. Основное достоинство данного покрытия – простой и быстрый монтаж. Мембранное полотно к кровле крепится на клеевой состав или механическим способом (шурупами или гвоздями).

Мастичные (наливные) кровли.

Этот вариант удобен для плоских крыш, имеющих прочное основание (рис.6.6). На первом этапе раскатывают армирующий материал (как правило, стеклоткань), затем равномерно наносят мастику, по инструкции, данной производителем.



Рис. 6.6. Нанесение мастичного материала

6.2. Кровли из листовых и штучных материалов

Кровли из листовых материалов

К листовым материалам для кровли относятся шифер (рис.6.7), еврошифер (ондулин, аквалин), стальные кровельные листы (рис.6.8), профнастил, металлочерепица, листы из цинка, алюминия, меди. Такой материал отлично подходит для скатных крыш.

Металлическая кровля была известна с античных времен. Свинцовыми, медными и цинковыми листами покрывали крыши уникальных сооружений (дворцов, храмов, соборов). В России в конце XVII в. для крыш богатых домов начали применять кованое железо (дощатое или листовое) и литые чугунные пластины. С XIX в. получил распространение относительно дешевый кровельный материал из стали – сначала из черной, требующей периодической окраски, затем из более долговечной и коррозионностойкой оцинкованной стали.

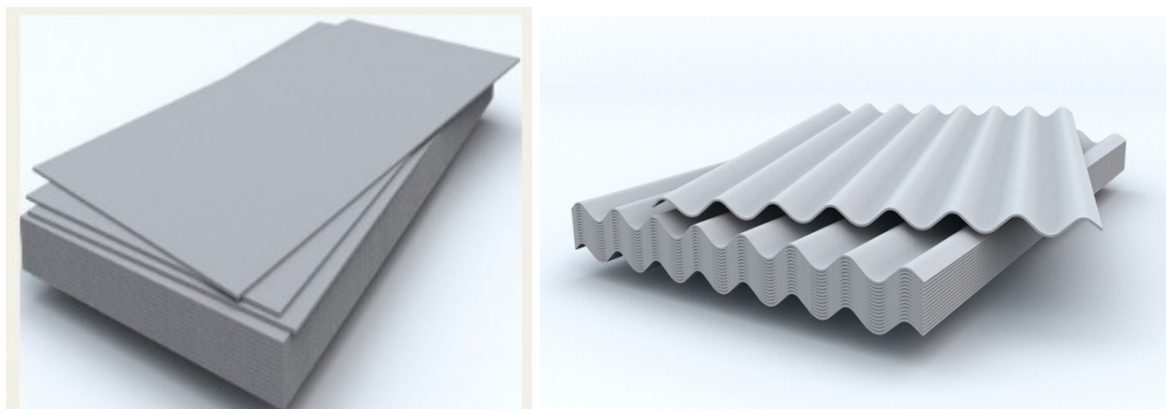


Рис. 6.7. Шифер плоский и волновой

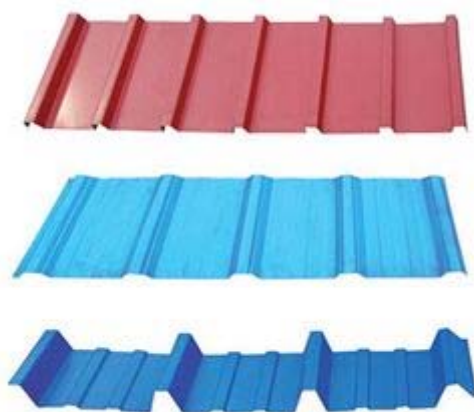


Рис. 6.8. Листы нержавеющей гофрированные

При всем разнообразии выбора, в технологии установки этих материалов есть много общего: листы крепятся на обрешетку при помощи саморезов, гвоздей или иного крепежного материала.

Кровли из штучных материалов.

Наборные или штучные кровельные материалы – это различные виды штучной черепицы.

Керамическая черепица. Плоские или фигурные плитки из обожженной глины (рис.6.9), очень долговечны и рекомендуются при углах наклона крыши 18...60°, а на мансардных этажах углы наклона могут достигать до 76°. Натуральные цвета черепицы варьируются от красно-коричневого до песочно-желтого. Зачастую поверхность черепицы покрывают цветной глазурью, что расширяет гамму цветовых решений кровли.

Конструкция кровли позволяет «дышать» крыше – через микропоры в ее структуре, благодаря чему скапливающаяся под крышей влага испаряется. К недостаткам относятся большой вес, который ведет к увеличению сечений стропильной конструкции (или уменьшению шага стропил с таким же сечением), хрупкость. При устройстве сложных конструкций крыш появляются технологические сложности (усиленная обрешетка, большой расход крепежных элементов, дополнительная гидроизоляция).



Рис.6.9. Керамическая черепица

Сланцевая черепица (шифер природный, от немецкого слова *schiefer* – сланец). Натуральный сланец – кровельный материал был создан природой примерно 400 млн лет назад под действием давления и температуры. Сланцевые кровли характерны для европейских замков средних веков. Такой кровельный материал имеет толщину от 4 мм, размеры 15×20 и 30×60 см и изготавливается вручную, вес квадратного метра – до 25 кг. Обрешетка под сланцевую кровлю устраивается из реек сечением 40×60 мм, прибиваемых к стропилам гвоздями длиной 90...100 мм. Материал прочный и упругий, поддается колке, резке, сверлению. Обладает звуко- и теплоизоляционными свойствами. Благодаря тому, что этот кровельный материал не имеет внутренних капилляров, он не пропускает воду. Хорошо

выдерживает перепады температур, морозоустойчив, устойчив к ультрафиолетовому облучению, не теряет цвет. Цвет светло-серый, темно-серый, зеленый и темно-красный. Плитками из этого материала покрывают крыши любой конфигурации, включая сложные конструкции – ендовы, башенки разных форм, трубы и пр. Срок службы сланцевой кровли – 100...150 лет и более, т.к. повредившиеся пластинки можно менять на новые, продлевая жизнь кровли. Может быть разной формы (рис.6.10).

К недостаткам относится большой вес и высокая стоимость. Один квадратный метр весит около 50 кг. Угол наклона кровли для укладки сланца должен быть не менее 22°. По такой кровле нельзя ходить, передвигаться по сланцевой кровле можно только по специальным настилам.



Рис.6.10. Сланцевая черепица

Цементно-песчаная черепица. Производят методом штамповки из цементно-песчаной смеси с добавлением минеральных красителей. Сырье для данной черепицы – портландцемент, кварцевый песок, пигмент на основе оксида железа, защитно-декоративное акриловое покрытие. Элементы покрытия не подвергаются обжигу, а набирают прочность за счет гидратации цемента, присутствующего в смеси.

Декоративные характеристики: множество цветов, различные типы профилей, глазурованная и неглазурованная. Монтаж: рекомендуемый шаг – 600...900 мм, сечение стропил не менее 50×150 мм. Укладывается на брусчатую обрешетку из дерева хвойных пород. Разжелобки и свесы укрепляются кровельной сталью. На кровлях с уклоном более 60° черепица крепится дополнительно шурупами и кляммерами.

Этот вид черепицы более массивен по сравнению с керамической (толщина черепица от 10 мм) и обладает более высокой ценой. Возможен большой процент лома при перевозке (до 10 % при неправильной транспортировке).

Полимерно-песчаная черепица. Она выглядит как керамическая, но изготавливается из песка, ПВД (полиэтилен высокого давления) и краси-

теля методом прессования. Такая черепица долговечна (не менее 50 лет), устойчива к воздействию воды, кислот, агрессивной среды.

Гибкая черепица. В последнее время большой интерес у архитекторов-проектировщиков вызывает гибкая черепица – пластины длиной 100 см и шириной 35...40 см, изготавливаемые методом вырубки из рулонных полимербитумных материалов. Гибкая черепица имеет несколько названий: мягкая кровля, мягкая черепица, битумная плитка, битумная черепица. Изготавливается она из стекловолокна, пропитанного модифицированным битумом, что обеспечивает исключительную устойчивость материала к воздействию ультрафиолета, ежедневным перепадам температуры, атмосферным осадкам и другим неблагоприятным климатическим условиям. За счет своей гибкой основы битумная черепица обладает прекрасными водоотталкивающими и шумоизолирующими свойствами, отличается простотой и экономичностью монтажа. Цвет и фактура наружной поверхности достигается минеральной посыпкой. Кровли, покрытые мягкой черепицей, привлекательны и обладают специфическим внешним видом (рис.6.11). Недавно появилась мягкая черепица, на лицевую поверхность которой нанесена медная фольга, что придает кровле эстетические свойства кровельной меди.

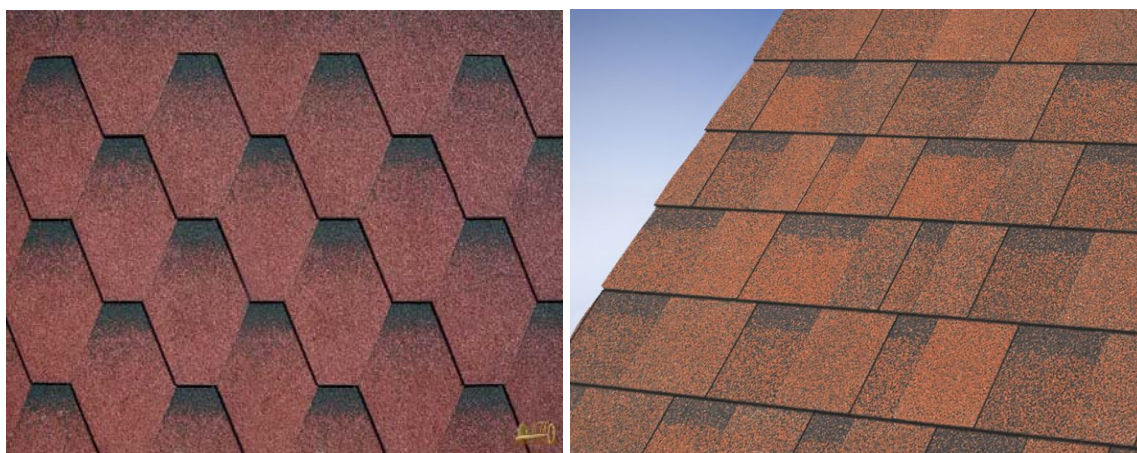


Рис.6.11. Битумная (гибкая черепица)

Малоразмерная (мелкоштучная) металлическая черепица. Металлическая черепица – это общее название группы кровельных материалов, которые изготавливаются из различных видов металлов и имитируют своей формой внешний вид таких кровельных покрытий, как натуральная черепица, деревянная дранка, природный сланец. Благодаря широкому выбору металлов, применяемых для изготовления металлической черепицы, этот материал отличается чрезвычайно богатым модельным рядом и практически безграничными возможностями подбора цвета (рис.6.12). Материалы, применяемые для изготовления металлической черепицы: медь, титан-цинк, алюминий и сталь с полимерным покрытием. К недостаткам

относится плохая шумоизоляция (шум во время дождя и града) и большое количество отходов при монтаже.

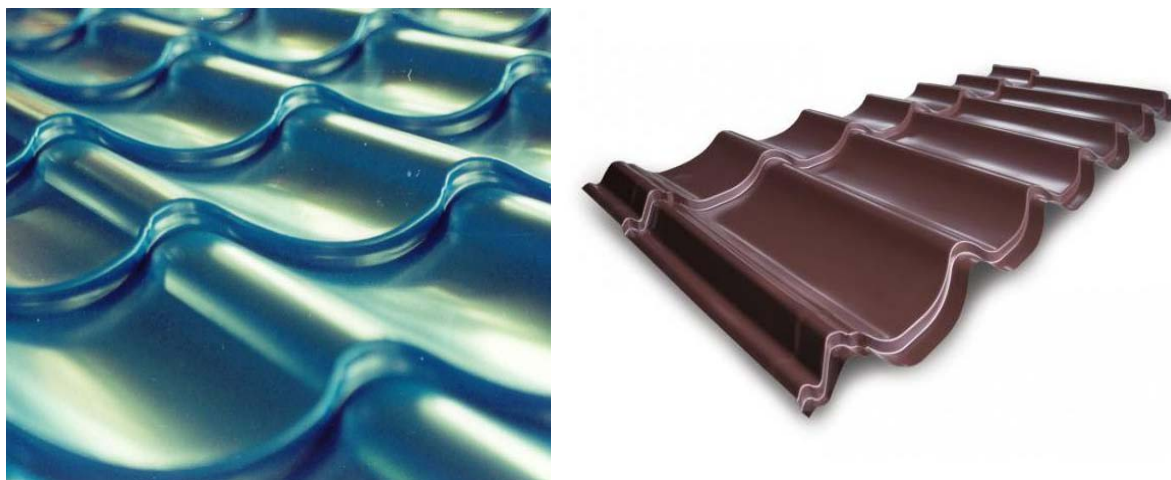


Рис. 6.12. Металлическая черепица

Стеклянная черепица. Это вид черепицы, изготовленной из прочного стекла (силикатного и органического), вес которой соответствует весу глиняной черепицы. Установка выполняется так же, как и при других видах этого материала. Плитки черепицы укладываются поверх черного нейлона. Для проникновения теплого воздуха в помещение под нейлоном устанавливаются вентиляционные отверстия. После установки этой черепицы она сама будет обогревать дом и не придется тратить на обогревательные приборы.

Композитная черепица. Это новый современный вид кровельного материала, который представляет собой многослойное кровельное покрытие. Разработчиком данного кровельного материала является Луи Фишер, который пытался соединить долговечность камня и технологичность металлического листа. В итоге более пятидесяти лет назад появился кровельный материал – металлочерепица с покрытием из гранул натурального камня. Основу композитной черепицы составляет стальной лист, защищенный алюмоцинковым сплавом (алюмоцинк – это новый запатентованный сплав специально подобранных долей алюминия, цинка и кремния). По сравнению с обычным цинковым покрытием, алюмоцинковый сплав в несколько раз дольше защищает сталь от коррозии. Внешняя сторона композитной черепицы покрыта цветными гранулами натурального камня, которые создают эффект благородной фактуры натуральной кровли. Он же служит надежным барьером от ветра, шума и дождя. Композитная черепица имеет небольшой вес, отличный внешний вид, огромное количество цветов, форм и оттенков. Уникальные профили штучной металлической черепицы полностью имитируют керамическую черепицу, что делает их идеальными для реконструкции зданий и исторических памятников, а также для придания новым зданиям неповто-

римого облика. В отличие от традиционной металлочерепицы, композитная черепица имеет небольшие размеры листов, что практически исключает неоправданные отходы и упрощает монтаж (рис.6.13).

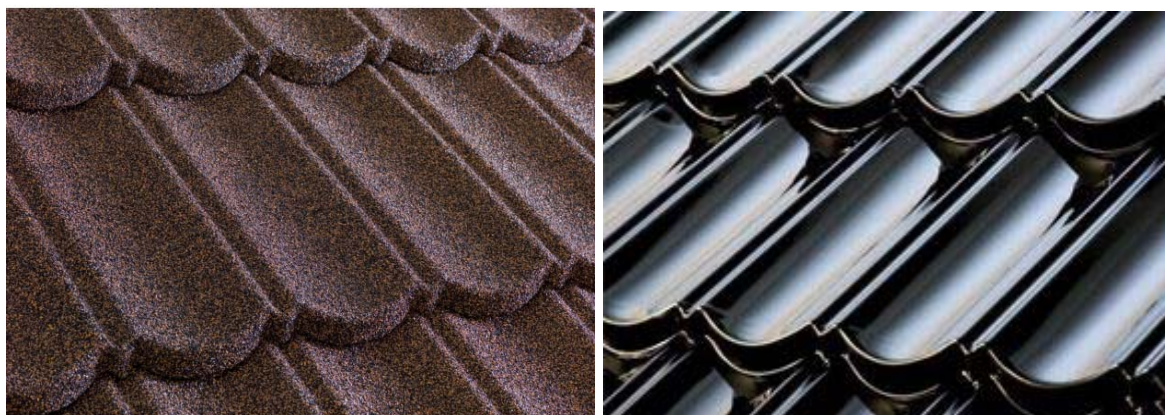


Рис.6.13. Композитная черепица

6.3. Эксплуатируемые кровли

Эксплуатируемая кровля – плоская крыша со специальным покрытием, которая устроена над всем сооружением или его частью и на которую имеются выходы из его помещений. Её можно оборудовать под спорт-площадку, солярий, зону отдыха или для хозяйственных нужд (теплицы, сады, веранды).

В современной архитектуре наиболее распространенными видами эксплуатируемой кровли являются кровля для прогулок, пешеходное покрытие, крыша-сад и зеленая кровля.

В зависимости от расположения водоизоляционного ковра различают **инверсионные и традиционные крыши**. На кровлях традиционной конструкции водоизоляционный ковер кладут над теплоизоляцией, а на инверсионных – под теплоизоляцию (рис.6.14, 6.15).

Для длительной службы эксплуатируемой кровли необходимо правильно подобрать материалы для обустройства конструкции крыши, так называемого, «кровельного пирога». Правильный выбор строительных материалов позволит гарантировать срок её эксплуатации до 50 лет. При их подборе для сооружения такой кровли необходимо учитывать несколько факторов: перепады температуры, атмосферные осадки, солнечная радиация, ветер, объем конденсата во внутреннем пространстве здания, микроорганизмы, насекомые и птицы, механические нагрузки.

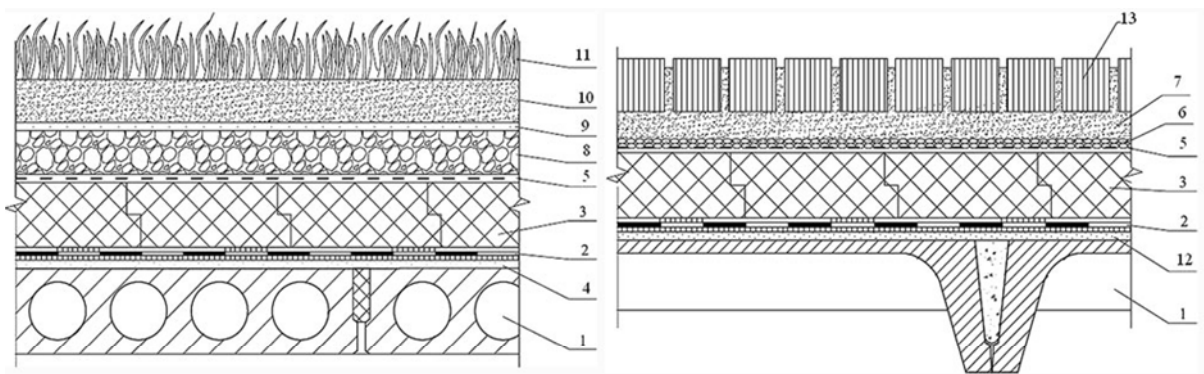


Рис.6.14 .Варианты инверсионной эксплуатируемой кровли:
 1 – железобетонная плита покрытия; 2 – водоизоляционный ковер;
 3 – теплоизоляционные плиты (например, ТЕХНОПЛЕКС); 4 – стяжка из цементно-песчаного раствора; 5 – фильтрующий слой; 6 – слой щебня (гравия) фракцией 10-20 мм; 7 – слой песка; 8 – дренажный слой из гравия;
 9 – противокорневой слой; 10 – слой грунта; 11 – растительный слой;
 12 – уклонообразующий слой из легкого бетона; 13 – камень брусчатый

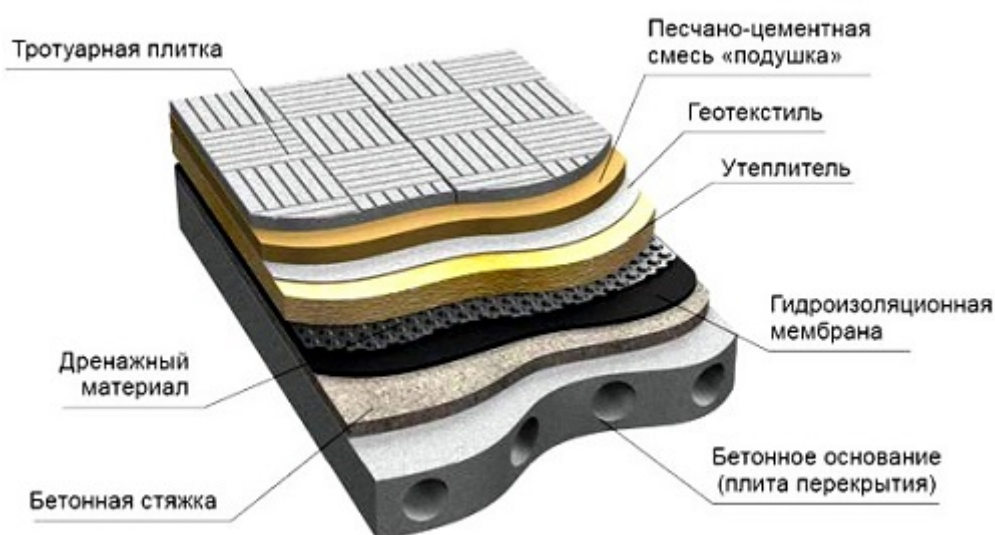


Рис.6.15. Вариант плоской крыши инверсионного типа

Учитывая климатические условия и параметры крыши, кровля подразделяется на типы, причём каждому типу эксплуатируемой кровли соответствует собственная система озеленения. При устройстве зеленой крыши необходимо правильно рассчитать толщину грунта. Она зависит от глубины роста корней. Также необходимо предусмотреть противокорневую защиту. Такой слой может быть уложен из полимерно-битумных мембран или геотекстиля. Растения с объемными корневыми системами размещают в отдельных емкостях. Зеленая кровля – это несколько вариантов специально разработанных и технически выверенных систем (рис.6.16).



Рис. 6.16. Эксплуатируемая кровля

6.14. Требования к качеству чердачных крыш

В последнее время все в большей степени обостряется проблема образование сосулек на чердачных крышах отапливаемых зданий. И хотя применение таких крыш уходит вглубь многовековой истории возведения зданий, эта проблема стала актуальной лишь в последние несколько десятилетий. В чем же причина обострения проблемы сосулек, и почему не было этой проблемы в недалеком прошлом? Ведь количество снегопадов не увеличилось и зимы не стали длиннее. Ответ на этот вопрос складывается из комплекса нарушений, допускаемых при возведении крыши и правил ее эксплуатации, которые ухудшили микроклимат чердака в сравнении с тем, каков он был в зданиях старой постройки. Снижение нормативных требований и возрастающие нарушения при производстве работ, привели к несоблюдению основного правила технической пригодности чердачной крыши, а именно – к выполнению требования о том, чтобы температура воздуха на чердаке с нижней поверхности кровли была бы не выше более чем на 2°C температуры наружного воздуха зимой. Повышение этой температуры приводит к подтаиванию снега, лежащего на кровле и формированию ледника, который медленно сползает к ее свесу и образует глыбы льда с сосульками по всему периметру крыши.

Проведенные обследования состояния чердачных крыш, наиболее обремененными сосульками и наледями на их свесах, наталкивают на необходимость борьбы не с их удалением, а с исключением или предотвращением их образования. Для этого требуется решить ряд проблем, а именно:

- исключить попадание избыточного тепла в чердачное пространство через плохо утепленное чердачное перекрытие и люки в перекрытии на лестничных клетках;

- предотвратить излишнее тепловыделение различными техническими устройствами, расположенными на чердаке, а именно, верхней разводкой труб отопления, стояками канализации и выпусками, расширительными баками и т.п., которые должны иметь расчетную величину теплоизоляции;
- обеспечить эффективную работу пароизоляции в чердачном перекрытии, с целью исключения проникающей из помещений дома влаги, которая неизбежно снижает теплоизолирующие функции перекрытия;
- создать условия для беспрепятственного естественного воздухообмена в чердачном помещении за счет вентиляционных отверстий по карнизу и коньку крыши, а также правильному и расчетному размещению слуховых окон;
- своевременно освобождать крыши от скопившегося на них снега (не наледи!) во избежание перегрузки конструкций (два-три раза за зимний сезон).

Теплоизоляция чердачного перекрытия предотвращает проникание теплого воздуха из нижележащих помещений на чердак. Эффективность теплоизоляции зависит от обеспечения расчетной величины теплоизолирующего слоя из соответствующего материала теплоизолятора в сухом состоянии. Этот материал не должен обладать сверхнормативным водопоглощением и гигроскопичностью, поскольку при повышении влажности теплоизолятора его изолирующая способность будет снижаться. Вот почему его влажность не должна превышать 3 %.

Источником повышенной влажности в чердачном помещении являются всевозможные протечки в системах водоснабжения, канализации, отопления, протечки в кровле, открытые и плохо изолированные лазы на чердак. Главным же источником влаги на чердаке, является влага, проникающая на чердак из подчердачных помещений и являющаяся продуктом жизнедеятельности человека. Известно, что человек, даже в спокойном состоянии, за 1 час выделяет около 45 г влаги. При физических же нагрузках он может выделить влаги в 4-5 раз больше. За сутки приготовление пищи насыщает воздух помещений влагой в объеме 620г. При ручной стирке испаряется 3кг воды. Вымытый пол площадью 20 м² добавляет 3-4 кг воды, а горящий бытовой газ за 1 час горения четырех горелок выделит еще 3,5 кг водяного пара.

Защиту от увлажнения теплоизоляции влагой, проникающей через чердачное перекрытие должна осуществлять пароизоляция. Однако качественной и сплошной пароизоляции практически нигде нет. Ее укладывают на недостаточно ровное основание, в ней имеются разрывы в стыках полотнищ и даже пропуски в покрытии.

При теплоизоляции чердачных перекрытий строители, как правило, не делают усиления теплоизоляции вдоль наружных стен на чердаке, толщина

утеплителя у которых на ширину не менее 50см должна быть на 50 % выше расчетной толщины утеплителя.

Хорошая теплоизоляции чердачного перекрытия должна обеспечивать температуру на его поверхности: – при морозе -30°C – не выше -21°C ; – при морозе -10°C – не выше -3°C ; – при морозе 0°C – не выше $+2^{\circ}\text{C}$.

Итак, решение возникшей проблемы кроется в хорошей работе теплоизоляции чердачного перекрытия, но не менее важен и второй компонент – эффективная вентиляция чердачного пространства через слуховые окна. Площадь сечения слуховых окон должна составлять не менее $1/300 - 1/500$ площади чердака, т.е. на каждые 1000m^2 его площади требуются слуховые окна с суммарной площадью $3,5 \text{ m}^2$. Делают также щелевые продухи между кровлей и карнизом в виде щелей шириной 1 см или окон 20×20 см с решётками. Приконьковые продухи шириной 5 см делают в виде сплошной щели с фартуком против задувания на чердак снега, или путем устройства отдельных отверстий через 5–6 м длины конька с патрубками, флюгарками и поддонами. Расположение всех этих устройств должно обеспечивать сквозное проветривание чердака и исключать местный застой воздуха или, так называемые, воздушные мешки. Таким образом, на чердаке должно быть сухо и равномерно холодно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Человечество всегда стремится к развитию. С точки зрения архитектуры, конструкций, технологий возведения и эксплуатации зданий это выражается в стремлении построить что-нибудь новое, более совершенное и необычное.

Одна из новейших концепций – кинетическая архитектура. Суть кинетической архитектуры сводится к тому, что либо все здание, либо отдельные его этажи поворачиваются вокруг собственной оси. Основная проблема таких домов – инженерная (размещение труб) и второй вопрос – за счет какой энергии дом приходит в движение. Сегодняшних архитекторов трудности не пугают, а потому список футуристических кинетических объектов пополняется новыми экземплярами.

Один из примеров такого масштабного кинетического проекта – небоскреб Дэвида Фишера (David Fisher). Он автор концепции Dynamic Buildings (Динамические здания), которая призвана положить начало новой эры в архитектуре. Презентация первого проекта Dynamic Tower состоялась в июне 2008 года. С тех пор разработан дизайн уже 5 вращающихся небоскребов: для Лондона, Объединённых Арабских Эмиратов, Парижа, Нью-Йорка и Москвы (см. рисунок).



Проект вращающегося небоскреба Дэвида Фишера

Согласно проекту каждый этаж вращающихся небоскребов будет делать вокруг своей оси до одного оборота в час, благодаря чему силуэт зданий будет постоянно меняться. Вращающиеся этажи (всего 80 этажей) будут состоять из заранее изготовленных частей, которые будут вращаться вокруг бетонной оси. Этажи здания нанизываются на ствол, который выступает в качестве инженерной артерии.

Большинство этажей будет контролироваться с портативного компьютера архитектора, так что их движение будет синхронизировано для создания волнообразных форм. Владельцы, которые купят целый этаж, смогут командовать их вращением с помощью речевого управления, так что они будут сами выбирать вид. Жильцы могут видеть восход, а вечером из той же комнаты наблюдать закат. Проект предполагает, что здание будет питаться собственной энергией с помощью горизонтальных ветряных турбин, которые будут вращаться между всеми этажами для производства электроэнергии. Солнечная энергия будет поступать с помощью фотоэлементов, размещенных наверху каждого из вращающихся этажей, 15 % поверхности которых будут открыты для солнечных лучей в каждый момент времени.

Дома, имеющие скромные энергетические потребности, заслуживают особого внимания. Первый дом – энергосберегающий, у него значительно снижена потребность в энергии для обогрева по сравнению с обычным домом. Второй дом – пассивный, имеющий минимальные потребности в тепле для обогрева. Это название он получил благодаря тому, что не нуждается в отопительной системе. Его потребности в тепле покрываются за счет пассивного обогрева – энергии солнца, работы домашних приборов, освещения и проживающих в доме людей.

В проектах энергосберегающих и пассивных домов есть много общих требований. При создании первых архитекторы могут позволить себе большую свободу, так как не все энергосберегающие дома должны иметь в плане прямоугольную форму, одно- или двухскатную крышу, что важно для пассивных зданий. Как в энергосберегающем, так и в пассивном доме большие застекленные поверхности, берущие пассивное тепло от солнца, должны быть расположены с южной стороны, при этом в пассивном доме на южном фасаде рекомендуется выполнить сплошное остекление. Если в энергосберегающем доме с северной стороны следует размещать минимальное количество окон, то в пассивном – северную сторону лучше вообще сделать «глухой». Оба типа домов имеют схожие планировочные решения. С южной стороны в них расположены дневная зона, столовая и спальни, а гардероб, гараж и хозяйственные помещения, создающие буферную зону, находятся в северной части.

Защита дома от потерь тепла – это функция наружных стен, полов, перекрытий и крыши. Чтобы дом был энергосберегающим, средний

коэффициент теплопередачи U для стен, пола и перекрытий не должен быть выше $0,2 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. К пассивным домам требования еще больше – коэффициент и не может превышать $0,12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$. Достичь таких показателей удастся за счет применения в наружных ограждающих конструкциях толстых слоев эффективной теплоизоляции.

Энергосберегающие и пассивные дома возводят с использованием материалов и технологий, которые обеспечивают соответствующие теплоизоляционные свойства. Это могут быть стены, созданные по технологии каркасной конструкции, внутри заполненные теплоизоляционным материалом; либо с применением фасонных элементов несъемной опалубки из пенополистирола, заполняемого бетоном. Хорошим решением является двухслойная конструкция стен. При этом конструктивная часть стены может быть выполнена из таких материалов как силикаты, традиционная или поризованная керамика, готовые керамзитобетонные элементы, ячеистый бетон, бревно.

Как энергосберегающие, так и пассивные дома должны быть герметичными. Свежий воздух может проникать в них только через систему вентиляции. При этом требование к герметичности энергосберегающего дома отличается от требований, предъявляемых к пассивному дому. Чтобы дом был герметичным, недостаточно предусмотреть соответствующее решение на этапе проектирования конструкций. Нужно в процессе строительства тщательно выполнить узлы и детали, подверженные разуплотнению. Например, уплотнение примыкания окон и дверей к стенам специальными лентами. Но энергосберегающий и пассивный дома имеют разную степень герметичности. Поэтому используют разные решения. Нормы для энергосберегающего дома позволяют обустроить камин, но не любой, а только с закрытой топкой, имеющий независимую подачу воздуха в топку. Такая подача осуществляется через размещенный под домом канал, благодаря которому не увеличивается неконтролируемый приток воздуха, поступающий снаружи. Что касается пассивного дома, то в нем можно установить лишь камин, имеющий малую мощность (около 3 кВт) и специальную конструкцию, предназначенную для пассивных строений. Задача такого камина – подогрев воды для бытовых нужд и воздуха, подаваемого в помещения.

Окна в домах с низким потреблением энергии должны не только обеспечивать наименьшие потери тепла, но и одновременно позволять получать энергию от солнца. Для достижения данной цели нужно правильно, расположить их относительно сторон света. Необходимо также использовать оконные изделия с повышенными теплоизоляционными характеристиками. Окна, применяемые в пассивных домах, должны иметь более высокие параметры по сравнению с окнами, установленными в энергосберегающих. В энергосберегающих окнах стеклопакеты выпол-

няют из трех стекол, а пространство между ними заполняют инертным газом. Способность стекла пропускать солнечное излучение определяет коэффициент затенения G . Для окон в энергосберегающих домах он равен 0,55, в пассивных – 0,5. Конструкция окон для пассивных домов должна гарантировать минимальные теплопотери, поэтому в них также используют двухкамерный стеклопакет, в котором пространство между стеклами заполнено аргоном, а одно из стекол – низкоэмиссионное.

Рамы в таких окнах (и пластиковые, и деревянные) должны быть выполнены из утепленного профиля и иметь три контура уплотнения. Наличие больших остекленных поверхностей, сквозь которые дом получает пассивную энергию от солнца, в пасмурные дни могут привести к потере тепла. Поэтому такие окна нужно оборудовать элементами, защищающими дом от теплопотерь: шторами, экранами, роллетами, жалюзи. Они могут быть выполнены из древесины, натуральных тканей или искусственных материалов. Экономия от их использования можно измерить. Например, роллеты способны понизить коэффициент теплопроводности окон с неутепленными профилями на 15 %, а с утепленными – на 30 %. В энергосберегающем доме можно устанавливать мансардные окна, а в пассивном – нет.

Отопительная система в энергосберегающем доме отличается от отопительной системы в пассивном. В энергосберегающем доме нужна обычная отопительная система, с той разницей, что мощность используемых устройств может быть меньше, чем в стандартном здании. Хорошо, если источником тепла является экономичный конденсационный котел или тепловой насос, использующий энергию грунта, воды или воздуха. Нагреватели должны иметь малую водяную емкость, чтобы система быстро реагировала на изменяющуюся потребность в тепле. Трубы следует хорошо изолировать, чтобы через них не уходило тепло, и его можно было полностью контролировать. В пассивном доме все по-другому, потому что отопительной системы нет. Ничего удивительного, ведь именно отсюда появилось определение «пассивный дом», то есть дом, не нуждающийся в отопительной системе, а обогреваемый пассивным способом – за счет энергии солнца, работы домашних приборов, освещения и людей, проживающих в доме. Главным принципом концепции пассивного дома является настолько значительное ограничение энергии для его отопления, что необходимое количество тепла может обеспечить подогретый воздух, подаваемый из системы вентиляции. Нет необходимости приобретать и устанавливать батареи отопления, трубы и арматуру. Мощности 10 Вт/м будет достаточно, чтобы обогреть воздух в помещении. В самом простом варианте для этого в главный приточный канал устанавливают нагреватель. Он может запитываться от теплового насоса. Одновременно такой

нагреватель можно применять при приготовлении горячей воды для бытовых нужд.

Наша жизнь всё время находится в движении, параллельно развивается наука и новые технологии, появляются новые материалы – всё это даёт новые возможности для создания абсолютно невозможных ещё лет десять назад объектов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гусев, Н.И. Выполнение строительных процессов с применением растворов и бетонов [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, Е.С. Аленкина// Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №5–1 (37). – С. 20.
2. Гусев, Н.И. Пооперационный контроль структурообразования в растворных и бетонных смесях [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина// Современные научные исследования и инновации. – 2014. – №8-1(40). – С. 74–76.
3. Гусев, Н.И. Средства для удаления наледи с крыш [Текст] / Н.И. Гусев, Е.А.Кубасов, М.В. Кочеткова // Региональная архитектура и строительство. – 2011. – №2. – С. 104–108.
4. Гусев, Н.И. Морозостойкость защитно-отделочных покрытий наружных стен из пенобетона [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, О.А. Гончаренко// Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №3(24). – С. 20–24.
5. Гусев, Н.И. Прочностные показатели полимерцементных композитов для наружного покрытия стен из пенобетона [Текст] / Н.И. Гусев, М.В. Кочеткова, К.С. Паршина// Региональная архитектура и строительство. – 2014. – №4. – С. 36–40.
6. Кочеткова, М.В. Предпосылки к выбору оптимальных композиций пенополимерцементных составов для защитно-отделочных покрытий стен из пенобетона [Текст] / М.В. Кочеткова, Н.И. Гусев, Е.С. Аленкина// Современная техника и технологии. – 2014. – №12 (40). – С. 115–118.
7. Кочеткова, М.В. Сложность возведения ограждающих конструкций отапливаемых зданий [Текст] / М.В.Кочеткова, Н.И. Гусев, З.В.Аюпова // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №3(24). – С. 55–58.
8. Кочеткова, М.В. Декоративные качества растворов для наружной отделки стен из пенобетона/ М.В.Кочеткова, А.С.Щеглова // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №1. – С. 67–71.
9. Кочеткова, М.В. Выбор материала для наружных стен отапливаемых зданий [Текст] / М.В.Кочеткова, Н.И. Гусев, З.В.Аюпова // Региональная архитектура и строительство. – 2015. – №4. – С. 87–97.
10. Логанина, В.И. Технология реставрации старых зданий [Текст] / В.И.Логанина, Н.И.Гусев, М.В.Кочеткова // Исследования технических наук. – 2013. – №4(10). – С. 10–13.
11. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная версия СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – М., 2012. – 293 с.
12. СП 82-101-98. Приготовление и применение растворов строительных [Текст]. – М., 1998. – 35 с.

13. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003 [Текст]. – М., 2012. – 100 с.
14. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003 [Текст]. – М., 2011. – 46 с.
15. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры [Текст]. – М., 2004. – 54 с.
16. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции [Текст]. – М., 2004. – 42 с.
17. СП 52-103-2007. Железобетонные монолитные конструкции зданий [Текст]. – М., 2007. – 21 с.
18. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 [Текст]. – М., 2012. – 161 с.
19. СП 17.13330.2011. Кровли. Актуализированная редакция СНиП II-26-76 [Текст]. – М., 2011. – 65 с.
20. СП 48.13330.2011. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 [Текст]. – М., 2011. – 18 с.
21. СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений [Текст]. – М., 2004. – 140 с.
22. СП 50-102-2003. Проектирование и устройство свайных фундаментов [Текст]. – М., 2003. – 82 с.
23. СП 126.13330.2012. Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 [Текст]. – М., 2012. – 69 с.
24. СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87 [Текст]. – М., 2012. – 113 с.
25. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия [Текст]. – М., 1987. – 37 с.
26. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования [Текст]. – М., 2001. – 44 с.
27. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство [Текст]. – М., 2002. – 36 с.

О Г Л А В Л Е Н И Е

| | |
|--|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 3 |
| ВВЕДЕНИЕ | 4 |
| 1. КИРПИЧНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО | 5 |
| 1.1. Кирпич как строительный материал | 5 |
| 1.2. Элементы кирпичной кладки. Правила разрезки. Перевязка швов .. | 8 |
| 1.3. Виды отделки швов кладки | 15 |
| 1.4. Прочность кирпичной кладки | 17 |
| 1.5. Лицевая и декоративная кладка. Кладка с облицовкой | 21 |
| 1.6. Конструктивные решения кирпичных стен..... | 26 |
| 2. КАРКАСНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО..... | 31 |
| 2.1. Строительство на основе деревянного каркаса..... | 31 |
| 2.2. Скелетом наружу или фахверковые дома..... | 35 |
| 2.3. Строительство дома на основе металлического каркаса | 39 |
| 2.4. Строительство домов с железобетонным каркасом | 45 |
| 3. ПАНЕЛЬНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО | 53 |
| 4. МОНОЛИТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО | 57 |
| 4.1. Бетон и железобетон как строительный материал..... | 57 |
| 4.1. Технология устройства конструкций из монолитного бетона и железобетона | 61 |
| 4.2. Конструктивные решения монолитных зданий | 74 |
| 4.3. Применение монолитного железобетона при строительстве нестандартных зданий | 79 |
| 4.4. Применение монолитного железобетона при строительстве малоэтажных зданий | 81 |
| 4.5. Преимущества и перспективы монолитного строительства..... | 84 |
| 5. МНОГООБРАЗИЕ ФАСАДОВ | 87 |
| 6. КРЫШИ И КРОВЛИ | 101 |
| 6.1. Рулонные и мастичные кровли | 106 |
| 6.2. Кровли из листовых и штучных материалов..... | 109 |
| 6.3. Эксплуатируемые кровли | 114 |
| 6.14. Требования к качеству чердачных крыш..... | 116 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 119 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 124 |

Научное издание

Кочеткова Майя Владимировна

АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
Монография

В авторской редакции
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 11.05.16. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 7,44. Уч.-изд. л. 8,0. Тираж 500 экз. 1-й завод 100 экз.
Заказ № 320.

Издательство ПГУАС.
440028, г. Пенза, ул. Г. Титова, 28.