

**КОСТРОМСКАЯ ГСХА
АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

БОЛЬШАКОВА Т. Ю.

**РАЗДЕЛ II. КОНСТРУИРОВАНИЕ НЕСУЩИХ, ОГРАЖДАЮЩИХ И
АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
МАЛОЭТАЖНЫХ И МНОГОЭТАЖНЫХ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ.**

НЕСУЩИЕ СТЕНЫ ЗДАНИЙ



**КОСТРОМА-КАРАВАЕВО
2023**

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. Стены – общие положения	3
1.1. Исторический обзор конструктивных решений стен гражданских зданий.	5
1.2. Архитектурно-конструктивные элементы стен.	8
1.3. Классификация стен гражданских зданий.....	10
1.4. Воздействия на стены	11
1.5. Факторы, влияющие на выбор материала стен.....	12
2. Несущие стены из мелкогабаритных элементов.....	12
2.1. Стены из искусственного камня.....	12
2.2. Стены из дерева.....	23
3. Несущие стены из крупногабаритных элементов.....	27
3.1. Стены из крупных блоков.....	27
3.2. Панельные стены.....	32
4. Теплозащита ограждающих конструкций стен.....	33
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	36

ВВЕДЕНИЕ

Цель лекции. Изучение особенностей конструирования несущих стен как одного из основных конструктивных элементов гражданских зданий.

Задачи:

1. Коротко охарактеризовать проблему и показать состояние вопроса.
2. Познакомить с такими терминами как «наружные стены», «внутренние стены», «несущие стены», «ненесущие (навесные) стены»; «самонесущие стены», «ограждающие конструкции», «карниз», «сандрики», «цоколь», «простенок», «пояски», «перемычки» и др.
3. Проанализировать различные варианты конструктивных решений стен в историческом и архитектурном аспекте, выявить особенности, позволяющие составить их классификацию.
4. Познакомить с основными принципами конструирования и рассмотреть особенности конструирования энергоэффективных стен гражданских зданий.
5. В качестве самостоятельной работы: зарисовать схемы конструкций слоистых стен из мелкогабаритных и крупногабаритных элементов (дерево, искусственный камень, блоки, панели), конструктивные узлы, обозначить основные позиции в узлах.
6. Сделать выводы по решению проблемы.
7. Познакомить со списком литературы для самостоятельной работы.

1. СТЕНЫ – ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Актуальность. Сравнение видов потребления энергии показывает, что на жилищно-коммунальное хозяйство расходуется около 117 млн. т усл. т., из которых 75 — на отопление, что составляет около 43 % общего расхода энергии. Анализ существующего положения в строительном секторе показал, что вновь построенные жилые здания в средней полосе России расходуют на нужды отопления многоквартирных зданий от 350 до 800 кВт × ч/м². В целом по РФ расходы на отопление составляют 55 кг усл. т/м² в год и на горячее водоснабжение — 19 кг усл. т/м², т.е. суммарно 74 кг усл. т/м² в год. Для сравнения: в ФРГ расходуют 260 кВт × ч/м² в год, Швеции и Финляндии — 135 кВт × ч/м² в год. Или, если сравнивать по расходу условного топлива, то в ФРГ — 34 кг усл. т/м² в год, Швеции — 18 кг усл.т/м² в год, что в 2,0-2,5 раза превышает средние показатели по РФ.

Проблема. На основании Федерального закона № 261-ФЗ «Об энергосбережении и энергоэффективности» от 13.07.2015 г. ужесточились требования к энергосбережению, в котором большое значение отводится повышению теплозащиты ограждающих конструкций. Для уменьшения неоправданно большого эксплуатационного энергопотребления зданий Госстроем РФ введены новые нормативы, которые предусматривают снижение энергопотребления на 20-40 % путем увеличения до 3,5 раз сопротивления теплопередаче стеновых конструкций и снижения теплопотерь различных конструктивных элементов. Особое место в решении данной проблемы отводится не только новому строительству, но и эксплуатируемому и реконструируемому жилому фонду.

Актуальность проблемы энергосбережения повышается при реформе жилищно-коммунального хозяйства, когда уменьшается или прекращается дотация государства на содержание жилых зданий. Поэтому выполнение неполного цикла работ по теплоизоляции, например, только стенового ограждения, не может привести к положительным результатам. На рис. 1 приведены теплопотери через различные конструктивные элементы здания, что подтверждает необходимость комплексного подхода в решении данной проблемы.

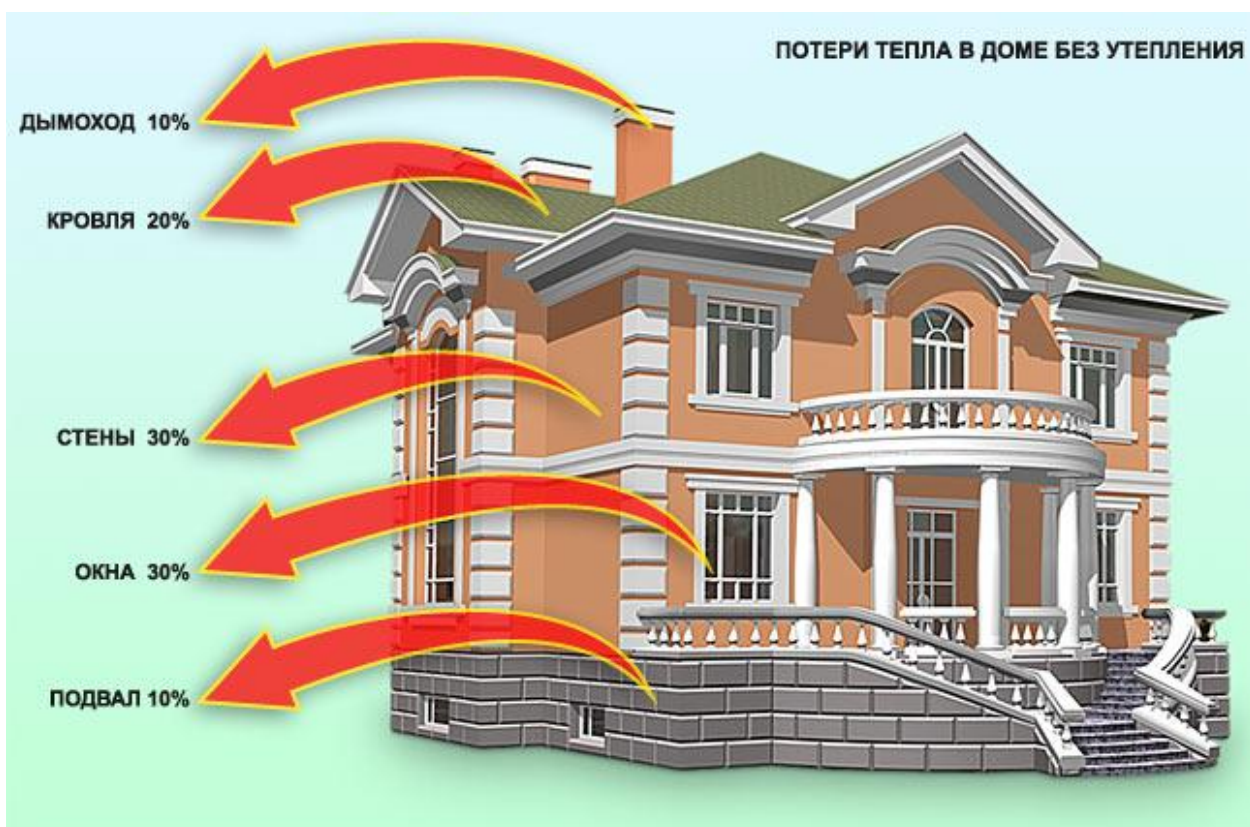


Рисунок 1. Потри тепла через ограждающие конструкции здания

Основные задачи, решаемые в процессе проектирования:

— на основе комплексного подхода учесть все источники теплопотерь в здании;

— снизить энергопотребление посредством решения комплекса архитектурно-планировочных приёмов путём повышения теплотехнических характеристик ограждающих конструкций, светопрозрачных элементов, совершенствование вентиляционных систем использования отопительных систем с управляемыми тепловыми режимами и др. решениями [1-8].

Сказанное позволяет выделить ряд требований, выполнение которых позволит решить проблемы, связанные с конструированием стен, как несущих и ограждающих конструкций зданий:

- прочность и устойчивость;
- долговечность;
- звукоизоляция;
- энергосбережение;
- пожарных норм (т. е. в зависимости от степени огнестойкости здания должны иметь группу возгораемости и предел огнестойкости не ниже нормативных);
- эстетичность;
- экономичность (т. е. иметь минимальную массу единицы площади и наименьшие показатели стоимости и трудоемкости на 1 м² стены).

1.1. Краткий исторический обзор конструктивных решений стен гражданских зданий

Стены – конструктивные элементы здания, которые служат не только вертикальными ограждающими конструкциями, но, нередко, несущими элементами, на которые опираются перекрытия и покрытия.

В древние века стены выполнялись из различных природных материалов:

- глинобитные стены (в Африке);
- из кирпича-сырца (Двуречье);
- камня (Египет, Др. Греция и др.);
- дерева (Др. Русь) и др.

Стены служили защитой от снега, дождя, ветра, мороза, диких животных и др. В средние века стены защищали жилище человека не только от природных воздействий, но и выполняли оборонительные функции. Они возводились из отёсанного камня, отличались массивностью, малыми размерами оконных проёмов и отсутствием декора.



Рис. 3. Стены глинобитного жилища одного из африканских племён

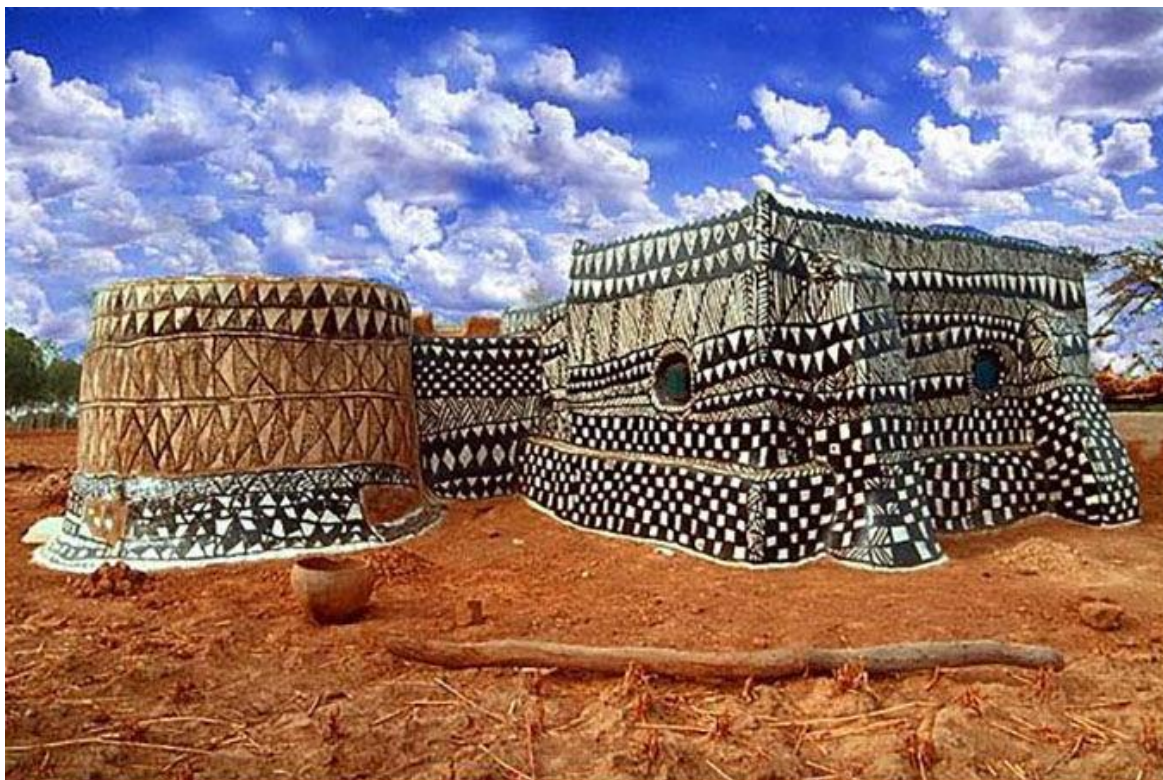


Рис. 4. Стены глинобитного жилища одного из африканских племён



Рис. 5. Стены из природного камня средневековой крепости Каркассон во Франции

В эпоху Возрождения появляются здания, выполняющие различные социальные функции (учебные, административные, лечебные и др.). Большое значение начинает придаваться эстетическому облику зданий. Стены стали украшать декором, используя различные архитектурно-конструктивные элементы: венчающие карнизы, сандрики (карнизы над окнами), пояски, балконы, лоджии, эркеры и др., влияющие на функциональные, конструктивные характеристики и эстетический облик здания в целом (рис. 6).



Рис. 6. Палаццо Медичи-Рикарди во Флоренции. Архитекторы Брунеллески и Микелоццо (15 в н. э.)

В настоящее время неповторимый внешний облик зданий создаётся посредством использования современных конструктивных и строительных систем, а также различных строительных изделий и отделочных материалов стен.

1.2. Архитектурно-конструктивные элементы наружных стен

Стеновая конструктивная система – совокупность вертикальных и горизонтальных несущих элементов (стены + перекрытия), служащих для выделения внутреннего пространства, обеспечивающих зданию прочность, пространственную жёсткость и устойчивость. Факторы, определяющие тектонику фасада: назначение здания, планировочная структура, материалы и конструкции наружных стен.

Наружные стены являются не только конструктивными элементами, но и определяют характер архитектуры и тектоники здания. Это конфигурация стен, вертикальные и горизонтальные членения, пропорции отдельных элементов, цоколи, карнизы, отделка, цвет и т.д. (рис.7)

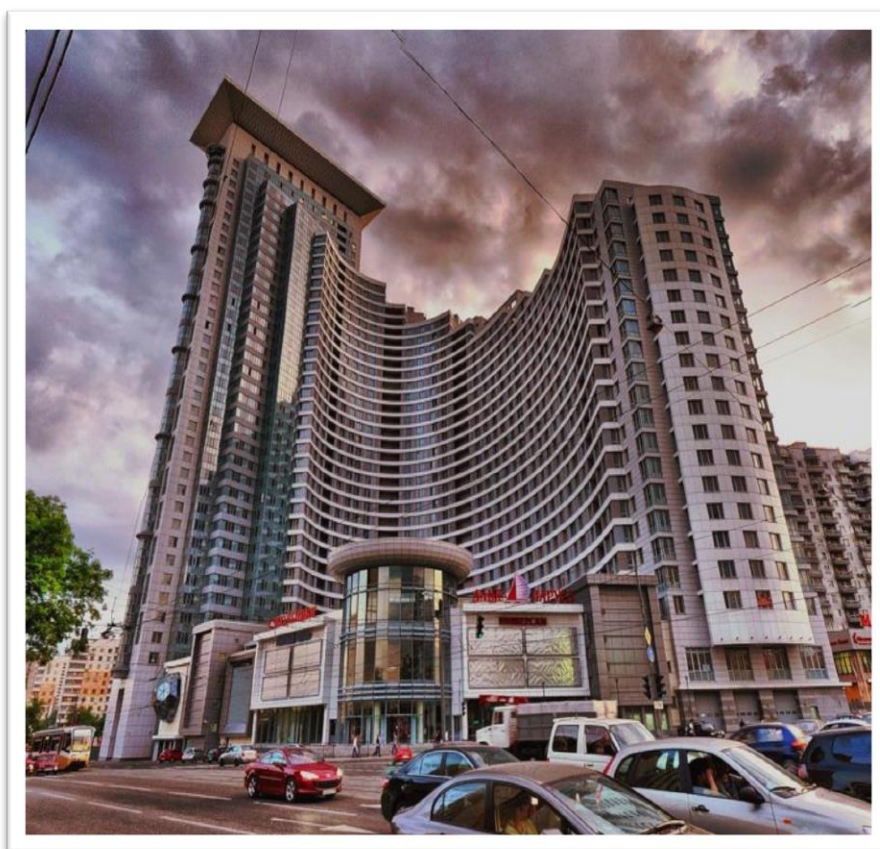


Рис. 7. Стены современного здания

Рассмотрим архитектурно-конструктивные элементы стен, влияющие на технические и эстетические характеристики зданий (рис. 8).

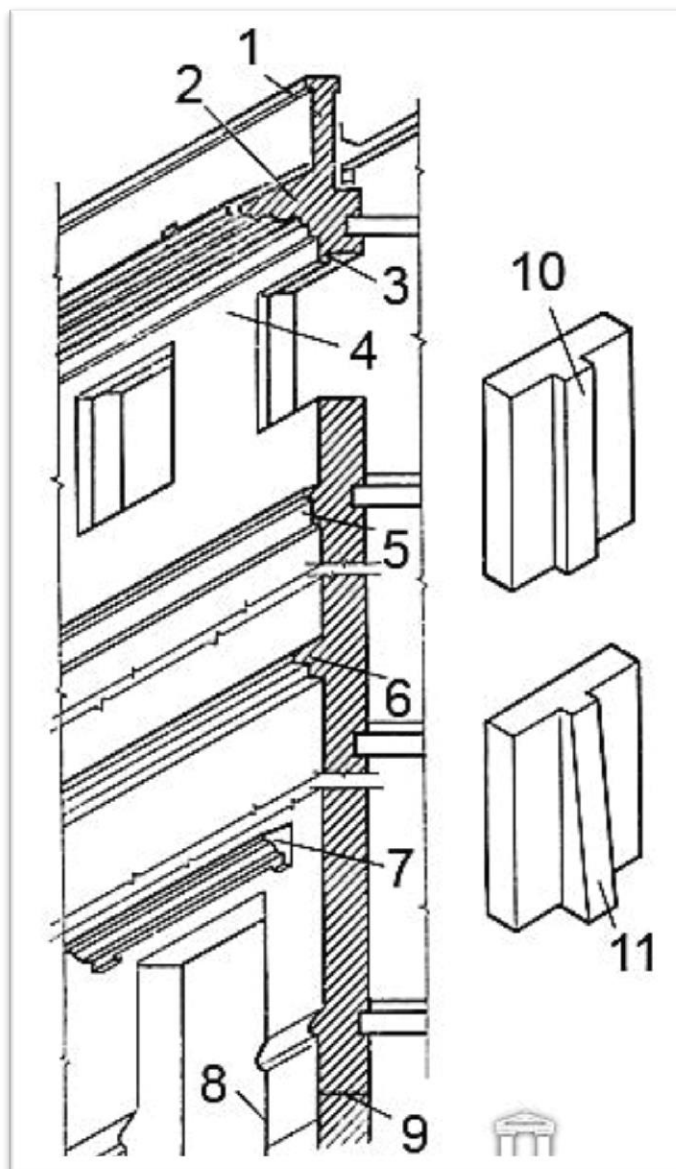


Рис. 8. Архитектурно-конструктивные элементы стен:

1 – парапет (от франц. parapet, итал. parapetto, от parare – защищать и petto – грудь) – невысокая стенка, ограждающая крышу; 2 – карниз, расположенный по верху наружной поверхности стены, называют венчающим или главным; 3 – четверть оконного проема; 4 – простенки - участки стены, расположенные между проемами; 5 – пояски - малые промежуточные карнизы; 6 – промежуточный карниз; 7 – сандрики отдельные карнизы над оконными и дверными проемами; 8 – цоколь – нижняя часть стены, защищающая ее от атмосферных воздействий; 9 – гидроизоляция; 10 – пилястры (ит. pilastro от лат. pīla "колонна") - вертикальные узкие выступы стен (для придания устойчивости стенам большой высоты и протяженности); 11 – контрфорс (от франц. contreforce – противодействующая сила) — вертикальные выступы стен с наклонной внешней гранью (для увеличения устойчивости стен).

Температурные и осадочные швы – деформационные швы, т. е. разрезы в зданиях (сооружениях), предусматриваемые с целью разделения их на отдельные части (блоки). ДШ устраивают при примыкании старых стен к новым или одной части здания к другой, при значительной протяжённости стен, при строительстве на грунтах с неравномерными осадками. Такие швы устраивают по всей ширине и высоте здания, начиная от подошвы фундаментов и заканчивая карнизами для осадочных швов и от обреза фундамента до карниза – для температурных швов (рис. 9).

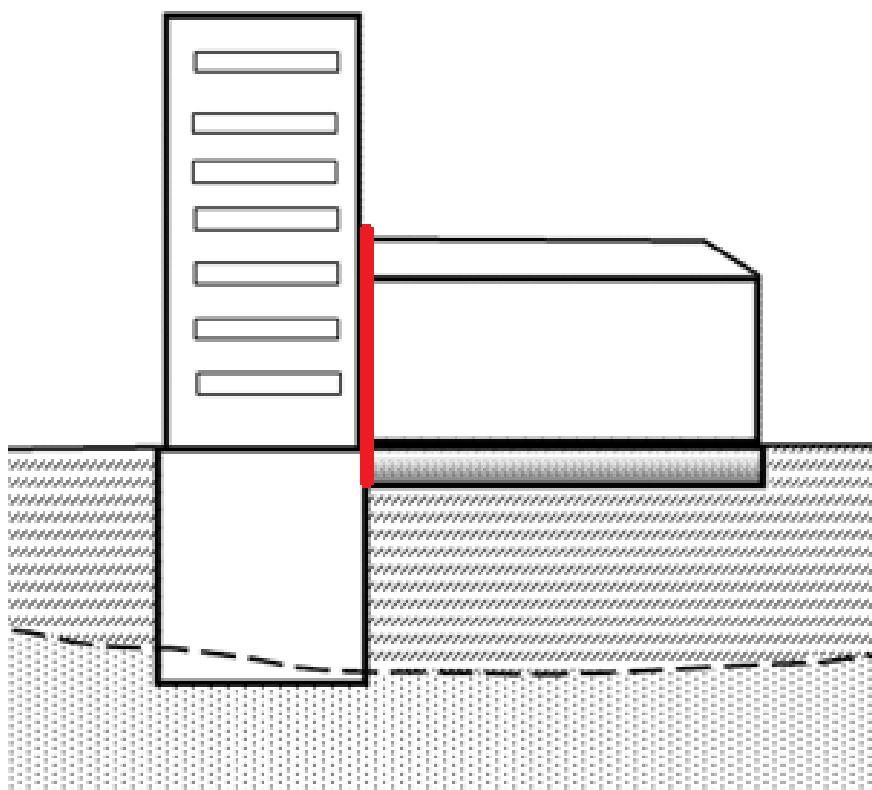


Рис. 9. Устройство деформационного шва

1.3. Классификация стен гражданских зданий

Стены зданий могут быть классифицированы по следующим признакам:

1. По назначению и месту расположения: наружные (несут нагрузки, защищают помещения от теплопотерь в холодные периоды года и перегрева в жаркие периоды года) и внутренние (несут нагрузку от перекрытий).
2. По характеру статической работы: несущие, самонесущие, ненесущие [7, с. 163-165].

3. По конструкции и способу возведения: мелкоштучных элементов (из кирпича, природного камня и т. д.); из крупных камней (из крупных блоков); крупнопанельные; монолитные (бетонные, бутобетонные, шлакобетонные и т.д.); деревянные.

4. По структуре: однородные и неоднородные (слоистые).

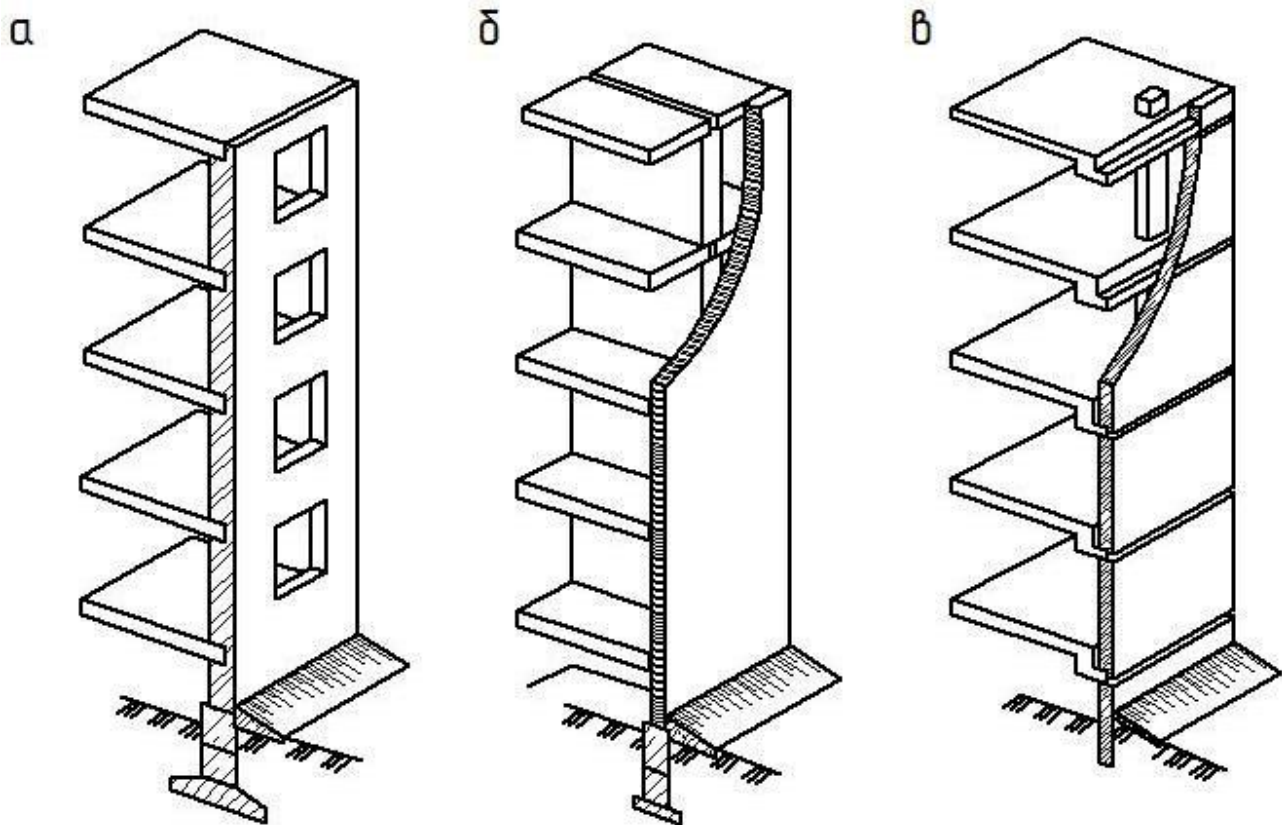


Рис. 10. Классификация стен по характеру статической работы: а) несущие, б) самонесущие, в) ненесущие (навесные)

1.4. Воздействия на стены

Воздействия на стены делятся на силовые и несиловые:

а) силовые: собственный вес, вес конструкций, взаимодействующих со стенами и передающих на них нагрузки (перекрытий, покрытий, оборудования, людей и др.), ветровая нагрузка и др.;

б) несиловые: атмосферные осадки, температурные, биологические (плесень, насекомые, грызуны и др.).

1.5. Факторы, влияющие на выбор материала стен

1. Архитектурное и объёмно-планировочное решение здания;
2. Функциональное назначение здания;
3. Климатический район строительства;
4. Окружающая среда (историческая застройка, современный микрорайон, природный ландшафт и др.);
5. Наличие производственной базы (заводы строительных материалов и изделий и др.):
6. Наличие природных ресурсов (лес, камень и др.).

2. НЕСУЩИЕ СТЕНЫ ИЗ МЕЛКОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

2.1. Несущие стены из искусственного камня (кирпича, легковесных блоков)

2.1.1. Особенности кладки

Кладка – конструкция, выполненная из отдельных камней (естественных или искусственных), швы между которыми заполняются строительным раствором. Материалы: кирпич, природный камень, мелкие керамические и др. блоки. Недостатки каменных стен: материалоемкость и трудоёмкость.

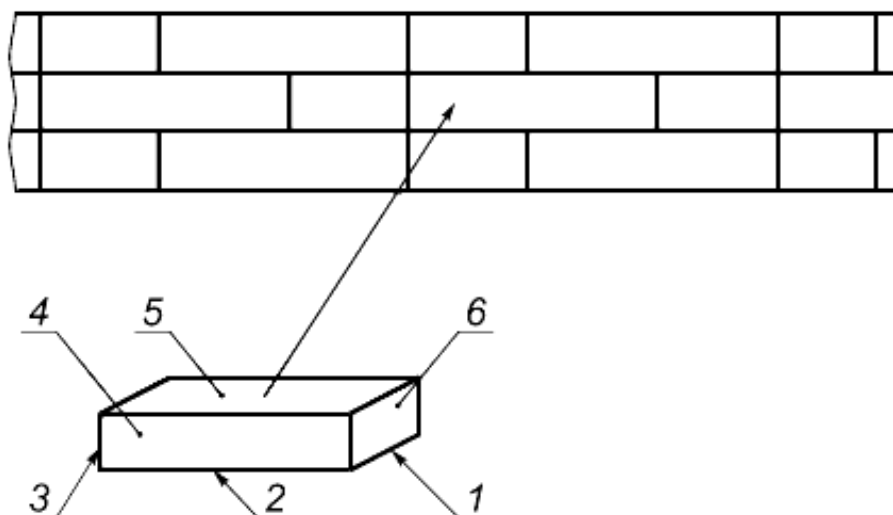


Рис. 11. Фрагмент кладки:

1 - ширина; 2 - длина; 3 - толщина; 4 - ложка; 5 - постель; 6 – тычок

Правила разрезки кладки:

1) камни укладывают горизонтальными рядами перпендикулярно действующим усилиям по слою известкового, известково-песчано-цементного или цементно-песчаного раствора;

2) уложенные камни отделяют друг от друга продольными вертикальными и поперечными швами;

3) вертикальные швы в смежных горизонтальных рядах перевязывают (смещают).

Соблюдение этих правил обеспечивает совместную работу уложенных камней в конструкции и равномерное распределение давления в кладке.

Кладка в зависимости от размеров камня и способа возведения бывает:

– мелкоблочной (штучной), выполняемой вручную из кирпича, природного камня, мелких блоков и т. д.

– крупноблочной - из камней (блоков), монтируемых краном.

2.1.2. Кирпичные стены

Кирпичные стены выполняют: а) сплошными, б) облегчённой кладки (для малоэтажных зданий) и в) многослойными (слоистыми).

А) Кирпичные стены сплошной кладки возводят толщиной в 2,5; 2 и 1,5 кирпича. При размере кирпича 250×120×65 (для керамического кирпича)/88 (модульного кирпича) это соответствует толщине стены (с учётом растворных швов по 10 мм) 640, 510 и 380 мм.



Рис. 11. Кирпичная кладка стены с перевязкой швов



Рис. 12. Керамический кирпич нормального формата (одинарный)

Для кладки стен используется керамический (ГОСТ 530-2012) и силикатный кирпич (ГОСТ 379-2015).

Керамический кирпич – керамическое штучное изделие, предназначенное для кирпичных кладок. Керамический кирпич нормального формата (одинарный). Изделие в форме прямоугольного параллелепипеда номинальными размерами 250×120×65 мм. Его подразделяют на марки по прочности и морозостойкости.

ГОСТ на керамический кирпич выделяет следующие керамические изделия: кирпич полнотелый, пустотелый, фасонный кирпич, доборные элементы, клинкерный кирпич, лицевой кирпич, камень с пазогребневой системой и др. (см. ГОСТ 530-2012).

Достоинства и недостатки. Керамический кирпич имеет значительные преимущества перед силикатным, в частности: морозостойкость и влагостойкость. Однако, технология изготовления, заключающаяся в сушке и обжиге при высокой температуре около 1000 °С, повышает его стоимость.



Рис. 13. Керамический пустотелый кирпич

Керамический камень:

крупноформатное пустотелое керамическое изделие номинальной толщиной 140 мм и более, предназначенное для устройства кладок. Его изготавливают только пустотелым (рис. 14).

Силикатный кирпич. Состав: 90 % – песок, 10% – известь с небольшим процентом добавок. Технология изготовления: обрабатывается в автоклавах (пропаривание).

Недостатки: морозостойкость и водостойкость ниже, чем у керамического; не жаростоек. Не пригоден для кладки цоколей и фундаментов зданий, а



Рисунок 14. Керамический камень

также для дымоходов и печей, перегородок помещений с повышенной влажностью воздуха.

Для кирпичной кладки применяется цепная (чередование тычковых и ложковых рядов) и многорядная (пять ложковых рядов чередуют с одним тычковым) перевязка швов (рис. 15).

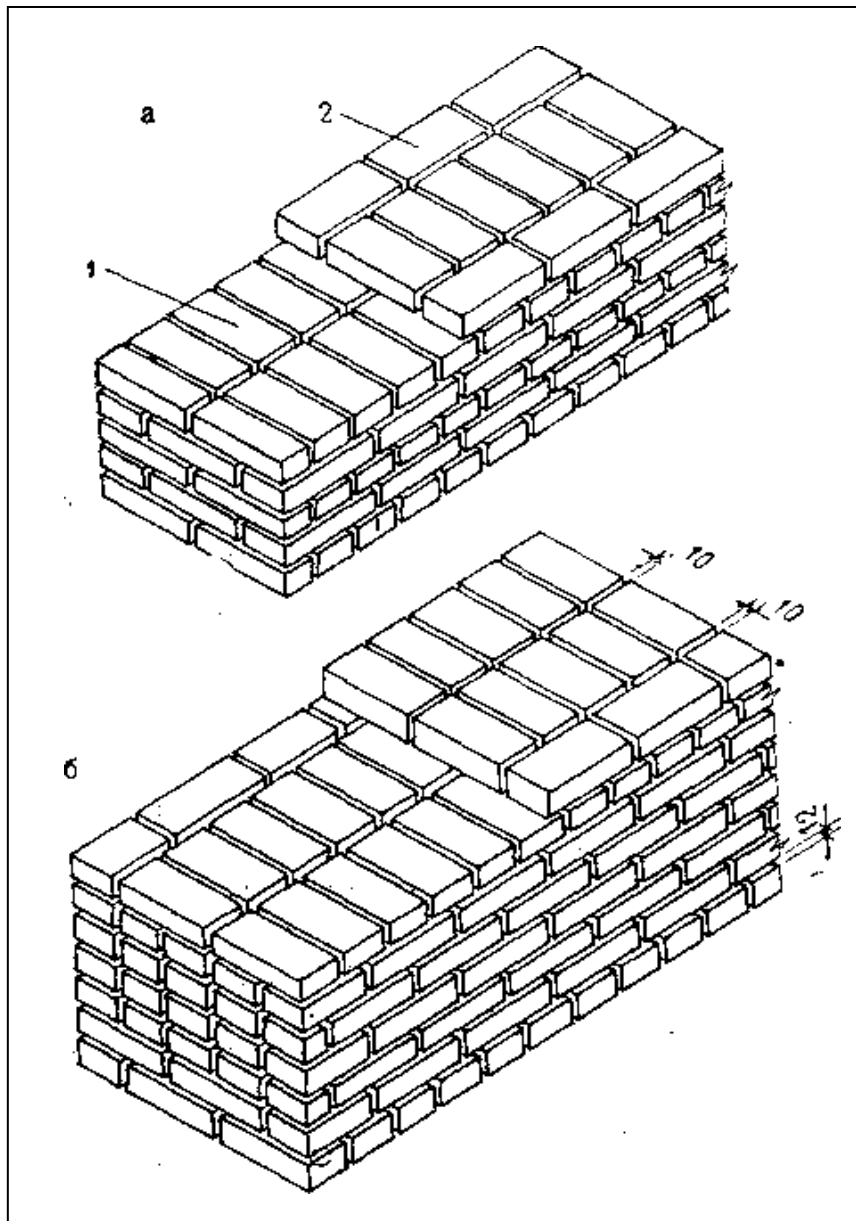


Рис. 15. Система кирпичной кладки - определённый порядок размещения кирпичей в кладке:

а – однорядная (цепная), представляющая последовательное чередование тычковых и ложковых рядов; б – многорядная, перевязанная тычками через каждые пять-шесть ложковых рядов; 1- тычковый ряд; 2 – ложковый ряд.

Б) Облегчённая колодцевая кладка состоит из внутренней и наружной стенки в полкирпича, промежуток между которыми заполняется сухой засыпкой (керамзит) или лёгким бетоном на заполнителе из керамзита, шлака и др. (рис 16, 17).



Рис. 16. Колодцевая кладка наружной стены малоэтажного здания из облегченного керамического кирпича с заполнением лёгким бетоном

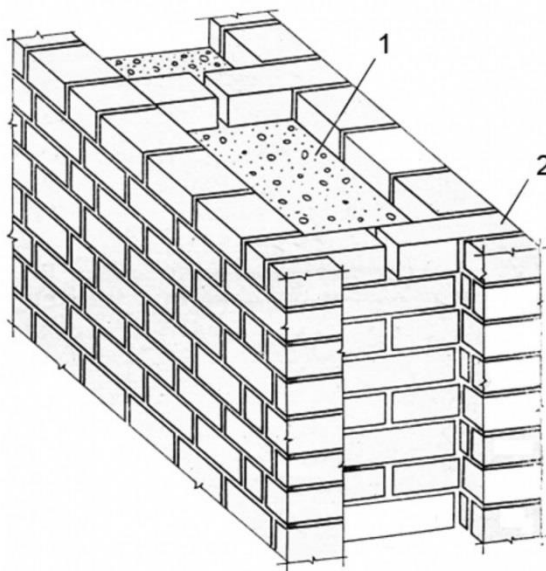


Рис. 17. Колодцевая кладка из кирпича с лёгким заполнителем:
1 – лёгкий бетон (керамзит, шлак); 2 – вертикальные диафрагмы жёсткости из кирпича

Недостатки колодцевой кладки. Образование «мостиков холода» из-за усадки заполнителя (керамзита), бетона, использования вертикальных и горизонтальных диафрагм жёсткости, увеличивающих теплопроводность ограждающих конструкций.

В) Многослойные стены с эффективным утеплителем возводят для жилых, общественных и производственных зданий с сухим и нормальным режимом влажности воздуха. Анализ многослойных стен см. раздел «Теплозащита ограждающих конструкций (стен) из мелкоформированных элементов».

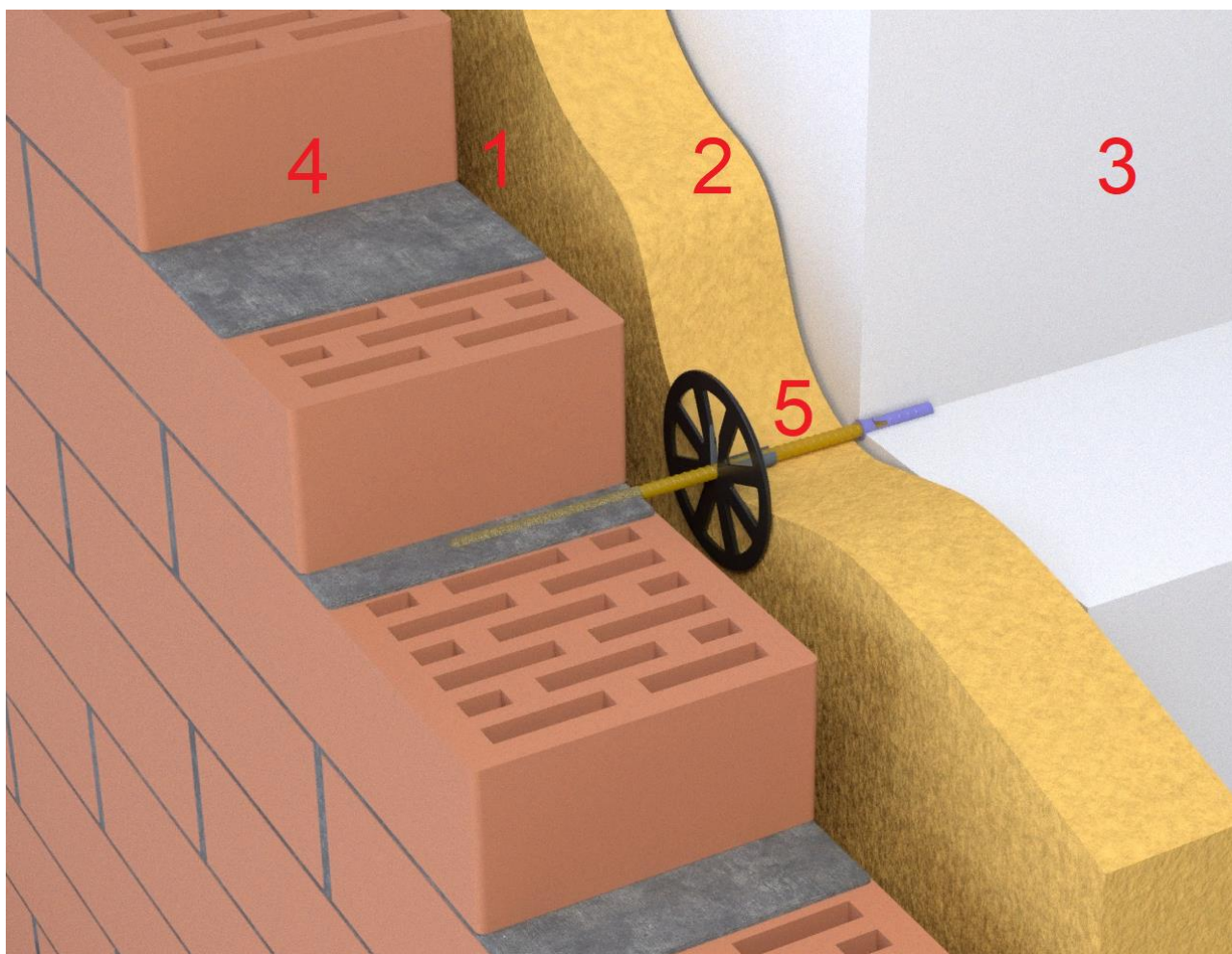


Рис. 18. Принципиальная схема устройства многослойной стены с утеплителем, расположенным внутри:

1 – воздушный зазор для циркуляции воздуха и испарения конденсата; 2 – эффективный утеплитель; 3 – стена здания; 4 – стенка-облицовка в полкирпича (120 мм); 5 – гибкая связь из стеклопластика с «грибком»



Рис.19. Принципиальная схема устройства кирпичной слоистой стены с утеплением снаружи

2.1.3. Стены из мелких блоков применяют для зданий до 5 этажей. Они менее трудоемки в сравнении с кирпичными, поскольку объем одного блока в несколько раз превышает объем одного кирпича. Это блоки сплошного сечения (естественный камень, туф, ракушечник, известняк), легкобетонные блоки (шлакобетон, керамзитобетон, ячеистых бетонов и др.) (см. ГОСТ 31360-2007).

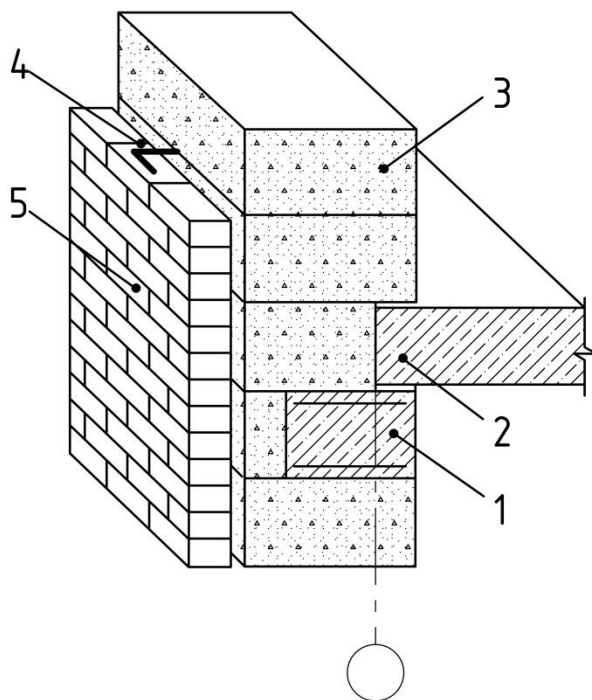


Рис. 20. Стена из легковесных блоков с облицовкой кирпичом:

1 — монолитный армированный пояс; 2 — железобетонная плита перекрытия; 3 — блоки легковесные; 4 — гибкая связь; 5 — наружная верста из облицовочного кирпича

2.1.4. Конструктивные элементы стен из искусственного камня.

Одним из неотъемлемых элементов кирпичной стены является цоколь, являющийся переходным элементом между фундаментом и стеной здания и защищающий нижнюю часть стены от воздействия сырости (дождь, снег и др.).

Цоколь (итал. zoccolo, букв. башмак на деревянной подошве) — подножие здания, сооружения, памятника, колонны и тому подобных сооружений, лежащее на фундаменте, зачастую выступающее по отношению к верхним частям сооружения. Может быть декоративно облицовано. Выбор конструктивного решения цоколя производится обоснованно: с учетом использования строительного материала здания, его архитектурных особенностей (с подвалом или без и т. д.) и с учётом требований проектной документации.

В ленточных фундаментах цоколем может являться верхняя часть самого фундамента, цоколь в столбчатых фундаментах — стена между столбами. Цоколи по отношению к наружным стенам классифицируются на западающие, выступающие и заподлицо (расположенные в одной плоскости со стеной). Высота цоколя может зависеть от наличия или отсутствия подвальной или полуподвальной части строения.

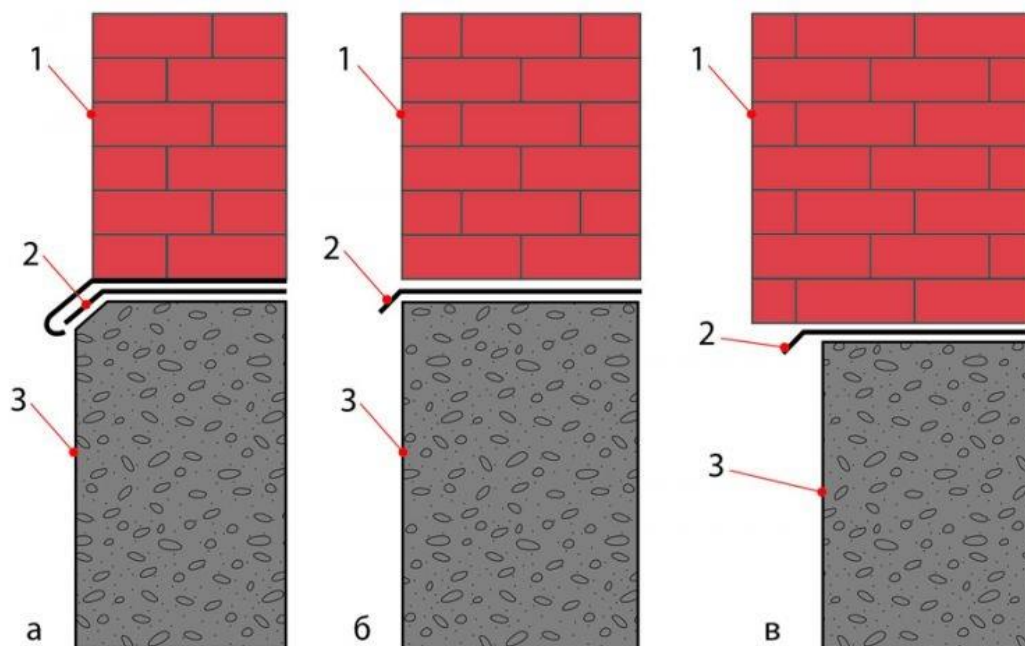


Рис. 21. Различные формы цоколя:

а – выступающий; б – в одной плоскости со стеной; в – западающий; 1 – кирпичная стена; 2 – горизонтальная гидроизоляция; 3 – цоколь



Рис. 22. Устройство вентиляционных отверстий в цоколе в случае наличия в здании техподполья или подвала

В стенах устраиваются оконные и дверные проёмы. Одним из конструктивных элементов проёмов являются **перемычки** – несущие элементы, перекрывающие проем сверху, воспринимающие нагрузки от вышерасположенной кирпичной кладки, элементов перекрытия и передающие их на простенки.

Классификация перемычек:

- по роду материала перемычки бывают: металлические, железобетонные (сборные и монолитные), армокаменные;
- по форме оконного проёма: балочные (см. ГОСТ 948-2016), арочные, клинчатые и лучковые.

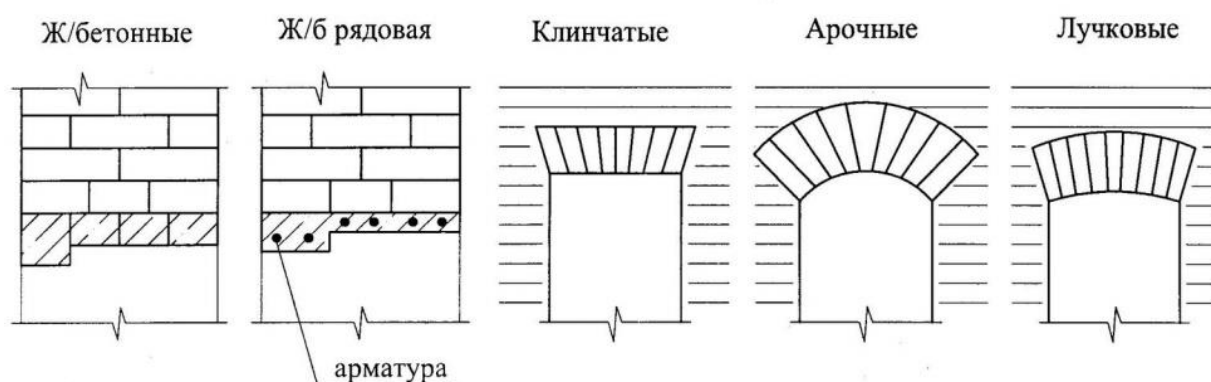


Рис. 23. Виды перемычек

Верхнюю часть стены венчает **карниз** – горизонтальный профилированный выступ, устраиваемый для предохранения плоскости стены от увлажнения атмосферными осадками (см. СП 17.13330-2017. Кровли). Вынос карнизного выступа за пределы плоскости стены зависит от конструктивного решения крыши, этажности здания и климатических условий района строительства. Для крыш из деревянных конструктивных элементов зданий малой этажности он принимается равным 500-600 мм. Для кирпичных зданий средней этажности с уклонными крышами может выполняться железобетонный карниз с выносом 700 мм (при неорганизованном водостоке) и кирпичный карниз с выносом не более $\frac{1}{2}$ толщины стены при организованном водостоке. Подробно конструкция карнизного узла будет рассматриваться при изучении темы «Крыши гражданских зданий».

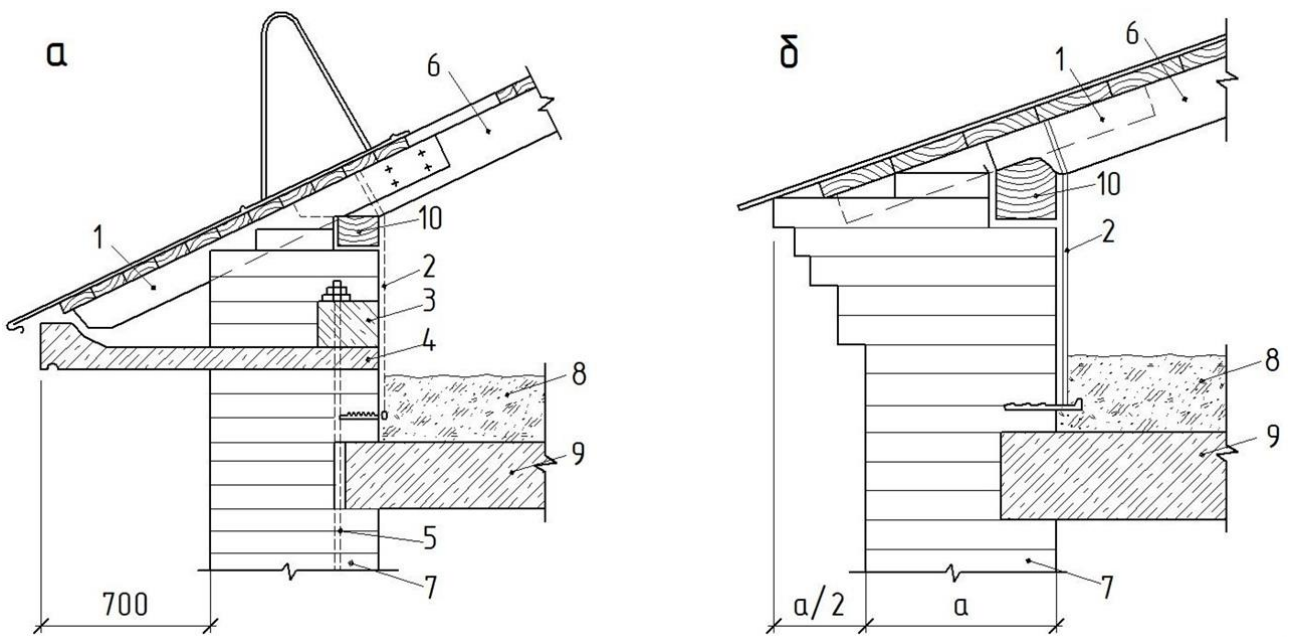


Рис. 24. Венчающие карнизы кирпичных стен:

а – из сборных железобетонных плит; б – кирпичный; 1 – кобылка; 2 – проволочная скрутка; 3 – анкерная балка; 4 – карнизная плита с выносом 700 мм; 5 – анкерный болт; 6 – стропило; 7 – кирпичная стена; 8 – теплоизоляция; 9 – железобетонная плита перекрытия с укладкой пароизоляции по ней; 10 – мауэрлат

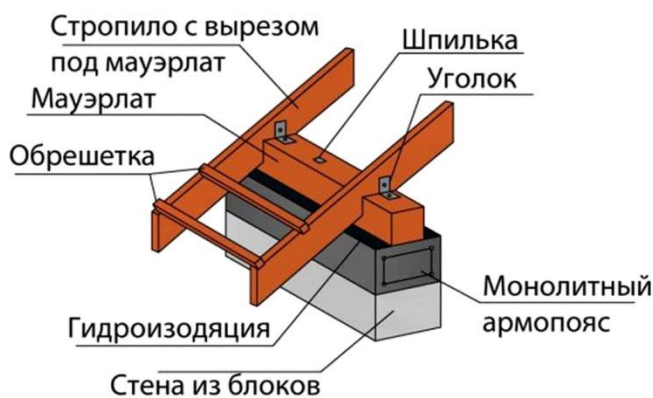


Рис.25. Узлы устройства карниза здания со скатной крышей по деревянным наслонным стропилам

2.2. Деревянные стены

Конструктивной основой бревенчатых домов являются стены, состоящие из горизонтально уложенных друг на друга брёвен диаметром 180...260 мм, связанных в углах врубками и в совокупности образующих сруб. Каждый ряд брёвен сруба называется венцом. Нижний, ближайший к цоколю венец, называется окладным, а верхний, на который опираются стропильные ноги крыши – черепным. **Недостатки:** горючесть, подверженность гниению (в условиях повышенной влажности), подверженность воздействию биологических факторов (насекомые, грибки); значительная усадка сруба (5%). (см. СНИП 31-02-2001 Деревянные дома жилые одноквартирные. Требования к проектированию и строительству деревянных домов).



Рис. 26. Деревянный сруб

Виды угловых врубок (см. ГОСТ 30974-2002) :
– «в лапу»;

– «в чашу».

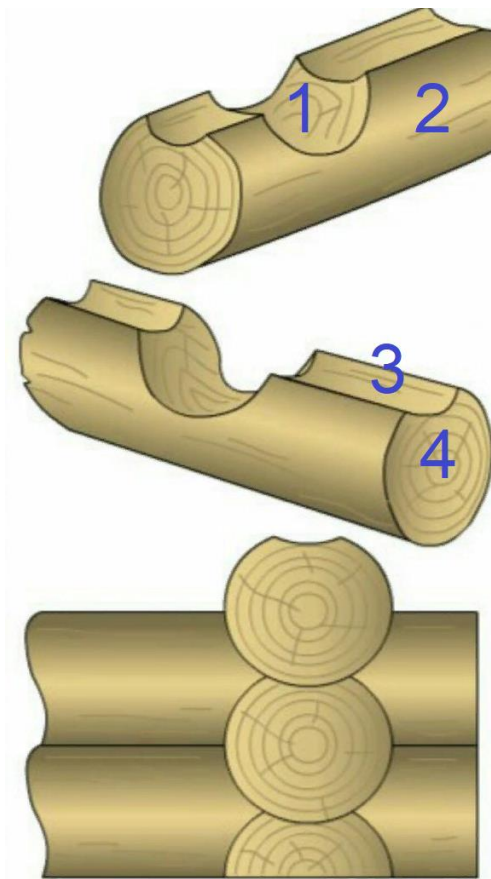


Рис. 27. Врубка стен «в чашу»:

1 — чашка; 2 — обработанное бревно; 3 — паз; 4 — остаток

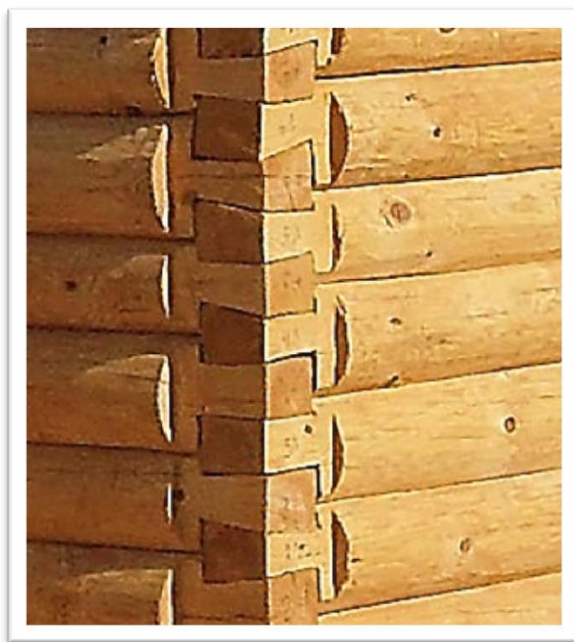


Рис. 28 – врубка «в лапу»

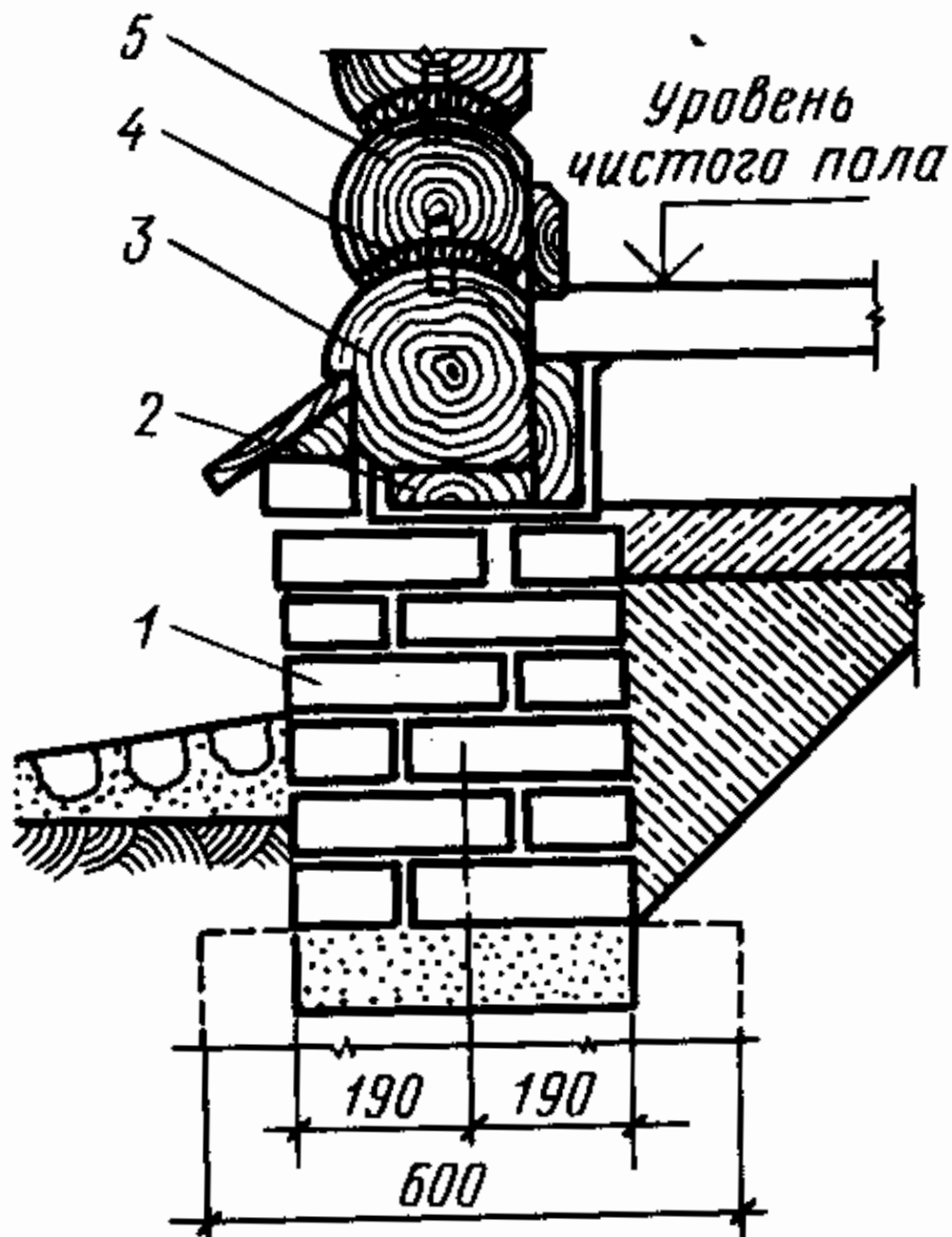


Рис. 29. Устройство столбчатого фундамента под рубленую деревянную стену:

1 – столб из керамического кирпича-железняка; 2 – подкладная доска по гидроизоляции; 3 – окладной венец; 4 – нагель; 5 – окорённое бревно

Более индустриальными являются брусчатые стены, которые собирают из заготовленных на заводе брусьев со всеми деталями их сопряжений (рис. 30).

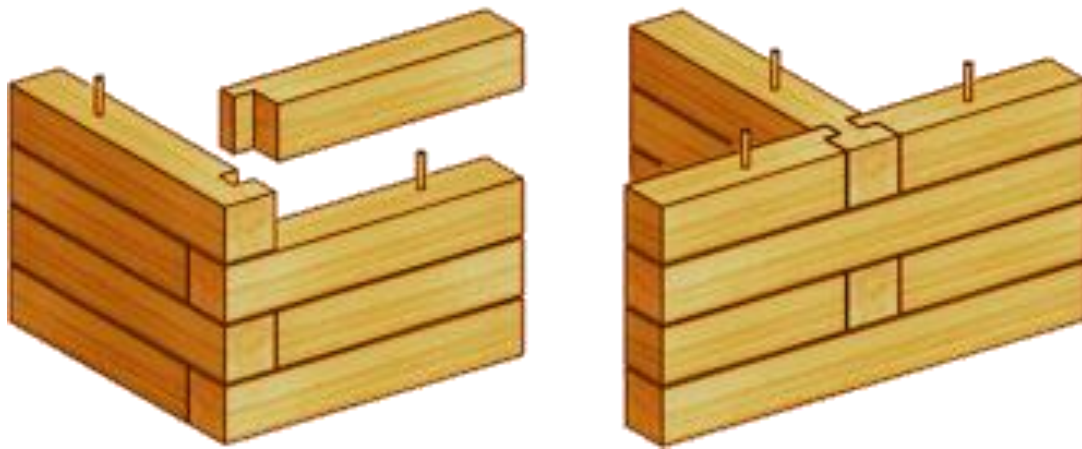


Рисунок 30. Устройство стен из бруса

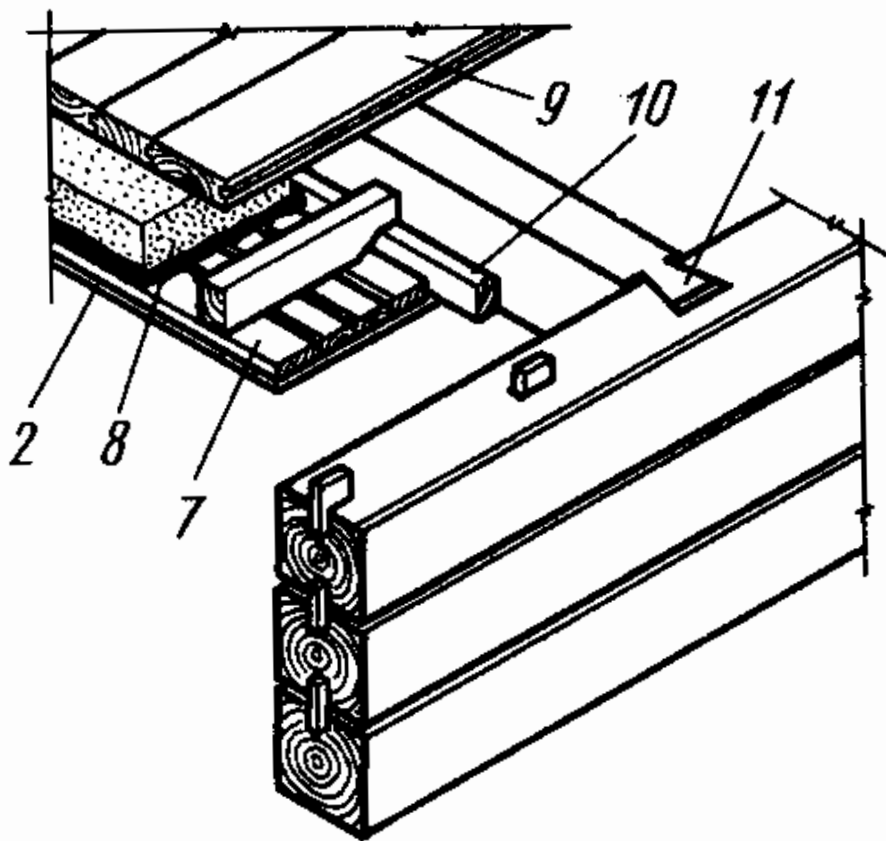


Рис. 31. Сопряжение деревянной балки перекрытия с несущей стеной из бруса: 1 – стена из бруса; 2 – пароизоляция; 7 – щит наката; 8 – звукоизоляция (утеплитель); 9 – доски черного пола; 10 – черепной брусок; 11 – врубка «ласточкин хвост»

Сопряжения в углах и при пересечении стен выполняют врубками с коренным шипом для уменьшения продуваемости и прочности сопряжения (см. рис. 30). Свободная длина стен не должна превышать 6,5 м (длина деловой древесины). В случае увеличения длины бревна и брусья наращивают по длине с помощью паза и гребня. Перекрытия в брусчатых домах делают по деревянным балкам с черепными брусками. Опирание балок на стены выполняют врубкой типа «сковородень» или «ласточкин хвост» (рис. 31).

Достоинства: индустриальность. **Недостатки:** кручение, раскрытие стыков, продуваемость, горючесть, подверженность гниению, повреждению насекомыми, грибами.

Виды бруса, уменьшающие отрицательные факторы:

- профилированный брус;
- клеёный брус (рис. 32).

В настоящее время разработаны четыре конструктивных типа деревянных жилых домов заводского изготовления: брусчатые, каркасные, щитовые, панельные.



Рис. 32. Стены из клеёного бруса

3. НЕСУЩИЕ СТЕНЫ ИХ КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

3.1. Стены из крупных блоков

Крупноблочное строительство начало развиваться в СССР ещё в 30-х гг. прошлого века и обосновывалось его индустриальностью. Крупными блоками являются блоки, изготовленные из природных или искусственных камней (блоков) большого размера и массой от 0,3 до 3 т. Для монтажа зданий из крупных блоков требуются машины и механизмы. Материалы: лёгкие бетоны, кирпич, керамические камни, природные материалы: туф, ракушечник и др.

При любой конструктивной схеме стены из крупных блоков выкладывают с перевязкой швов. Высоту и длину блоков выбирают в зависимости от принятой схемы членения стены на блоки. Систему раскладки блоков в пределах высоты этажа называют разрезкой. Разрезка стены крупноблочного здания приведена на рис. 33. В зависимости от количества блоков, располагаемых в простенке по высоте этажа, разрезка бывает двухрядная, трёхрядная и четырёхрядная. Наибольшее распространение получила двухрядная разрезка (рис. 33 а).

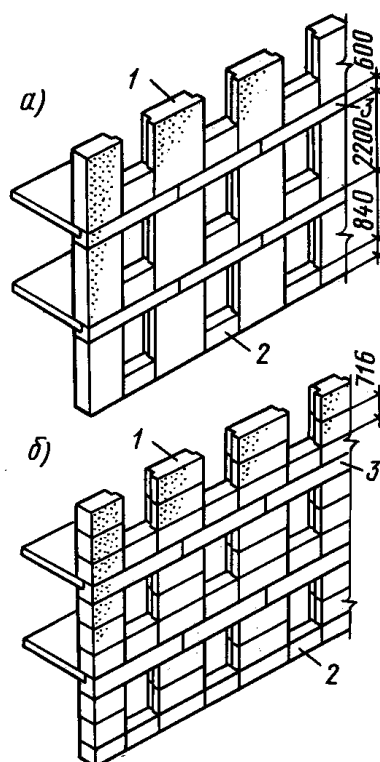


Рис. 33. Схемы разрезки стен крупноблочных зданий:

а – двухрядная; *б* – четырехрядная, 1 – простеночный блок, 2 – подоконный блок, 3 – блок-перемычка

Проектирование стен крупноблочных зданий приводилось в соответствии с номенклатурой типовых стеновых блоков. Номенклатура включала простеночные блоки, подоконные блоки, блок - перемычки, поясные блоки для торцовых стен (вместо блоков перемычек), блоки рядовые для внутренних стен (рис. 34), а также специальные блоки – угловые, цокольные, карнизные, парапетные, блоки для лестничных клеток, блоки санитарно-технические, электротехнические.

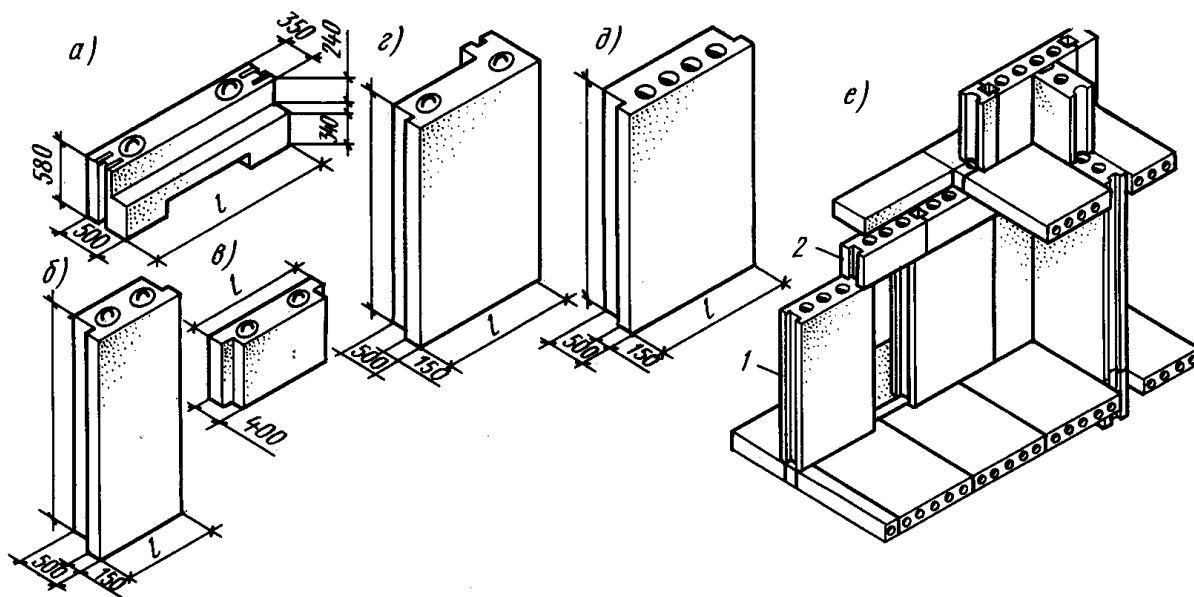


Рис. 34. Типы крупных блоков стен жилых зданий:

а – блок наружной стены перемычный, *б* – то же, простеночный, *в* – то же, подоконный, *г* – то же, угловой, *д* – то же, с круглыми пустотами, *е* – блоки внутренних стен, 1 – вертикальный блок; 2 – горизонтальный (поясной)

Простеночные блоки делают с четвертями наружу по вертикали, а подоконные четвертями внутрь. Перемычные – с четвертями сверху для опирания плиты перекрытия и снизу для образования оконной четверти. Если торцевая стена не имеет оконных проёмов, то вместо блоков перемычек укладывают поясные блоки, не имеющие четвертей.

Подоконные блоки делают тоньше простеночных на 100 мм для образования под окном ниши для прибора отопления.

В блоках предусматриваются деревянные антисептированные пробки для крепления оконных и дверных коробок.

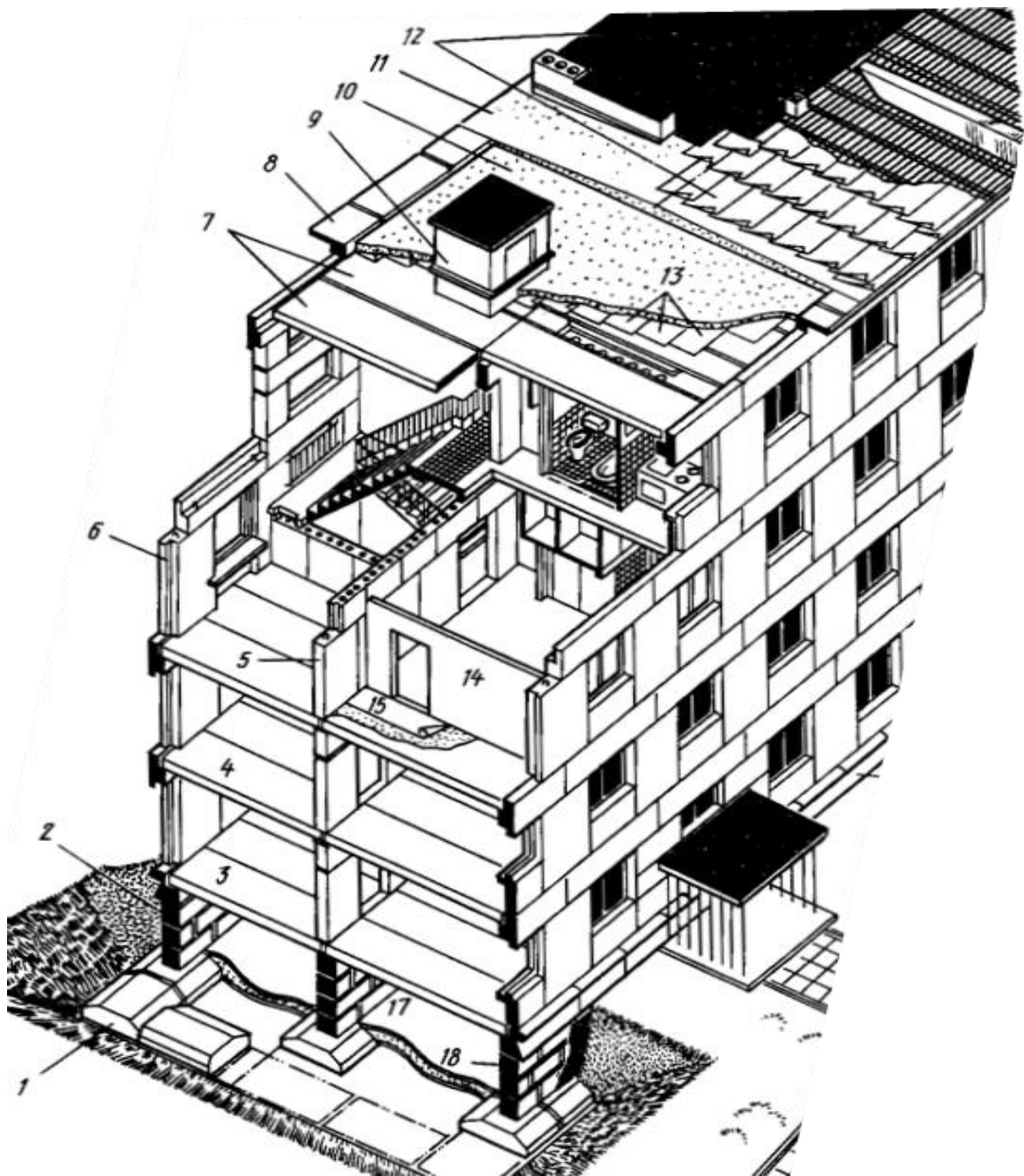


Рис. 35. Крупноблочный жилой дом:

1 – опорная плита фундамента, 2 – гидроизоляция, 3 – надподвальное перекрытие, 4 – междуэтажное перекрытие, 5 – внутренняя несущая продольная стена, 6 – наружная несущая стена из крупных блоков, 7 – настил покрытия, 8 – сборный карниз, 9 – люк (выход на крышу), 10 – утеплитель, 11 – цементная стяжка, 12 – совмещённая крыша, 13 – пароизоляция покрытия, 14 – перегородка, 15 – пол (линолеум), 16 – цоколь, 17 – пол по грунту, 18 – стена подвала



Рис. 36. Крупноблочный дом, возведённый в Москве на Ленинградском проспекте, д. 27 в 1941 году. Архитекторы А. К. Буров и Б. Н. Блохин.

Стыки блоков являются наиболее ответственными местами наружной крупноблочной стены. Они подвержены атмосферному воздействию. От тщательности их заделки зависит тепло-, влаго- и звукоизоляция. Вертикальные стыки по конструктивному решению бывают «открытые» (с внутренней стороны) и «закрытые» с использованием металлических закладных деталей.

Долговечность крупноблочных стен, а, следовательно, и здания в целом в значительной степени зависит от надёжности антикоррозионной защиты стальных закладных деталей, так как под воздействием влаги, газов, кислот, щелочей, токов и др. металлы корродируют и со временем (начиная с поверхности) разрушаются. Подробнее этот вопрос освещен в учебнике при рассмотрении конструкций крупнопанельных зданий.

Сравнение технико-экономических показателей кирпичных и крупноблочных зданий показывает, что сроки строительства сокращаются почти на 15, а затраты труда — на 20%, что привело к сокращению стоимости строительства

3.2. Панельные стены

Крупнопанельное домостроение — наиболее перспективный вид современного индустриального строительства жилых домов. В нашей стране создана мощная база для его развития.

Следует различать два вида конструктивных систем крупнопанельных зданий (рис. 37):

1. Бескаркасные здания с несущими стенами;
2. Каркасные здания с навесными стенами.

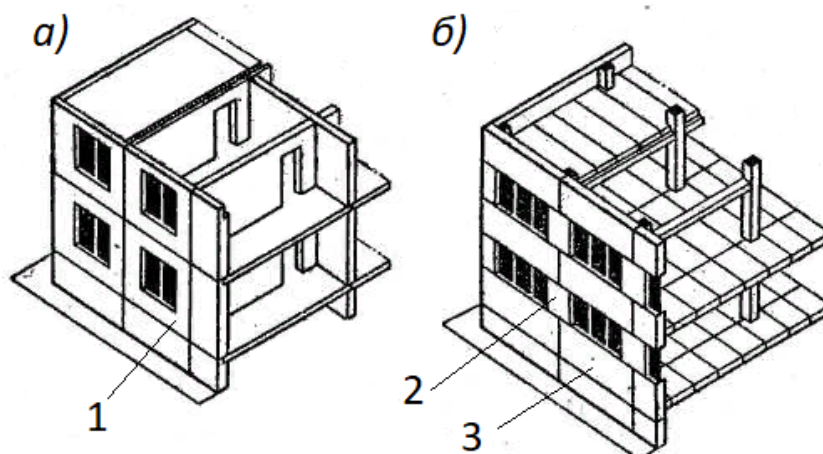


Рисунок 37. Конструктивные системы:

а — бескаркасная с несущими наружными и внутренними стенами; б — с полным каркасом и навесными наружными стенами (двухрядная разрезка)

Сравнительный анализ этих систем показал, что для зданий высотой до 30 этажей более экономична бескаркасная система. Но эта система, как и любая схема с несущими стенами, имеет один недостаток — *негибкость планировочных решений*, так как продольные и поперечные несущие стены, располагаясь поэтажно друг над другом, создают неизменяемую структуру из сравнительно мелких помещений. Если для жилых домов этот недостаток несущественен, поскольку все этажи состоят из одинаковых квартир, то для общественного здания он имеет решающее значение, так как поэтажный набор помещений в общественных зданиях бывает очень разным и в них часто требуется трансформация помещений в процессе эксплуатации здания. Поэтому при строительстве общественных зданий стали применять лишь каркасные здания, а при строительстве жилых домов — бескаркасные крупнопанельные здания.

Железобетонная панель — жёсткий конструктивный элемент в виде пластины, прочность которой в стадии эксплуатации обеспечивается

совместной работой бетона и арматуры. Железобетонная панель имеет расчётную рабочую арматуру, расположенную, как правило, в несущем внутреннем слое, и конструктивную арматуру — в ненесущем наружном слое, а также может иметь расчётную арматуру, предназначенную для восприятия усилий, возникающих при изготовлении, транспортировании и монтаже.

Стеновая панель, ввиду её значительной длины и высоты при небольшой толщине, не обладает самостоятельной устойчивостью, поэтому устойчивость панельной стены обеспечивается жёстким креплением стеновых панелей к перекрытию, к панелям поперечных стен и к смежным панелям. В результате получается жёсткая и устойчивая объёмная ячейка в виде отдельного помещения. Сочетание таких ячеек и составляет структуру всего здания, являясь его несущим остовом.

По расположению в здании стеновые панели подразделяют на наружные и внутренние.

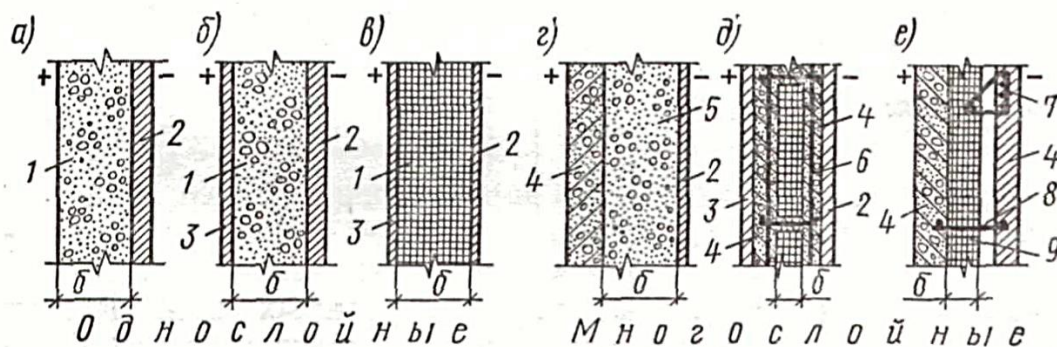


Рис. 38. Составные элементы поперечных сечений наружных железобетонных стеновых панелей:

а – с наружным защитно-отделочным слоем; б – с наружным защитно-отделочным и внутренним отделочными слоями; в – из ячеистого бетона; г – двухслойная с внутренним несущим слоем; д – трёхслойная с жёсткими связями¹ между бетонными слоями; е – трёхслойная с гибкими связями между слоями; 1 – конструктивно-теплоизоляционный или ячеистый бетон; 2 – наружный защитно-отделочный слой; 3 – внутренний отделочный слой; 4 – наружный и внутренний несущие слои; 5 – лёгкий теплоизоляционный бетон; 6 – арматура; 7 и 8 – элементы гибкой связи из антикоррозионной стали; 9 – эффективный утеплитель; δ – толщина утепляющего слоя, определяемая теплотехническим расчетом.

Существуют следующие виды наружных стеновых панелей:

- однослойные;
- двухслойные;
- трехслойные (рис. 38).

¹ Жёсткие связи - железобетонные перемычки (шпонки) или ребра в трехслойных панелях, расположенные в слое утеплителя и объединяющие наружный и внутренний бетонные или железобетонные слои.

Панель наружная стенная однослойная — изделие, состоящее из одного материала, выполняющего несущие, защитные и теплоизоляционные функции. Однослойные панели изготавливают из армированного легкого или ячеистого бетона. С наружной стороны предусматривают слой тяжелого бетона для защиты от атмосферных влияний, а с внутренней — отделочный слой цементного раствора.

Панели выпускают с декоративно офактуренными наружными поверхностями, с использованием красителей, мраморной крошки, облицовки керамическими или стеклянными плитками. Однослойные панели армируют по контуру сварным каркасом из сеток, а над оконными проёмами — сварным пространственным каркасом. Для исключения раскрытия трещин в углах проёмов снаружи укладывают перекрёстные стержни или Г-образные сетки (рис. 39).

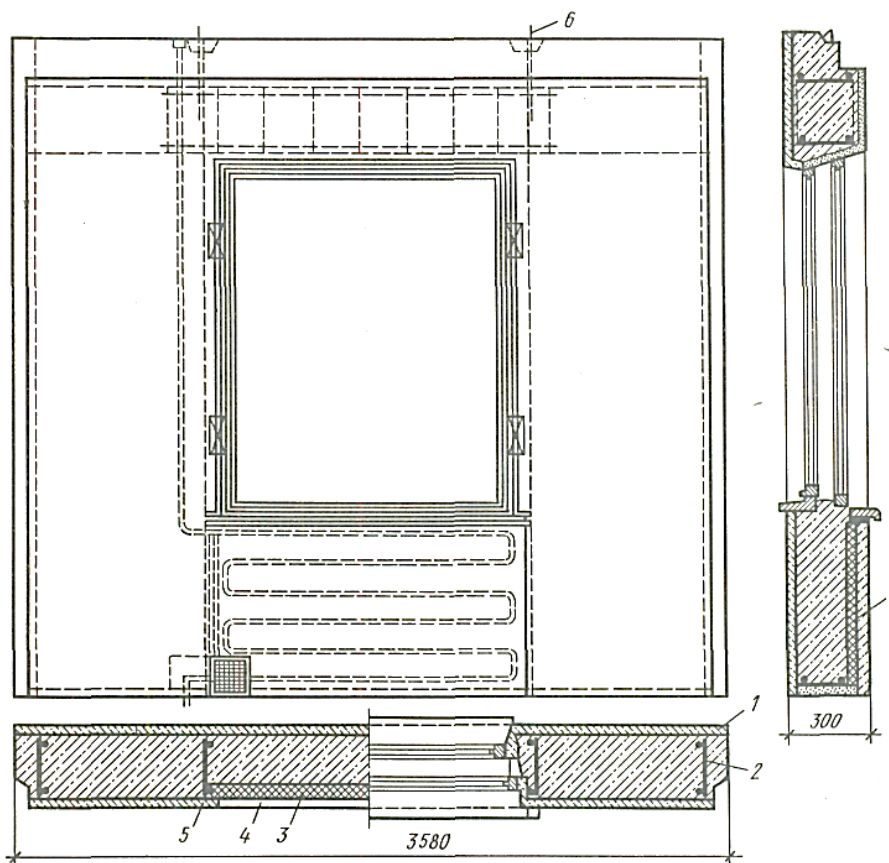


Рис. 39. Однослойная стенная панель:

1 — наружный декоративный (защитный слой); 2 — арматурный каркас; 3 — эффективный утеплитель; 4 — панель отопления; 5 — внутренний отделочный слой; 6 — монтажная петля

Панель наружная стенная двухслойная — слоистая панель, состоящая из двух основных слоёв. Двухслойная панель сплошного сечения имеет несущий армированный бетонный слой и утеплитель. В двухслойных

панелях армируются слой тяжёлого бетона, с наружной стороны которого располагают слой лёгкого или ячеистого бетона (рис. 40).

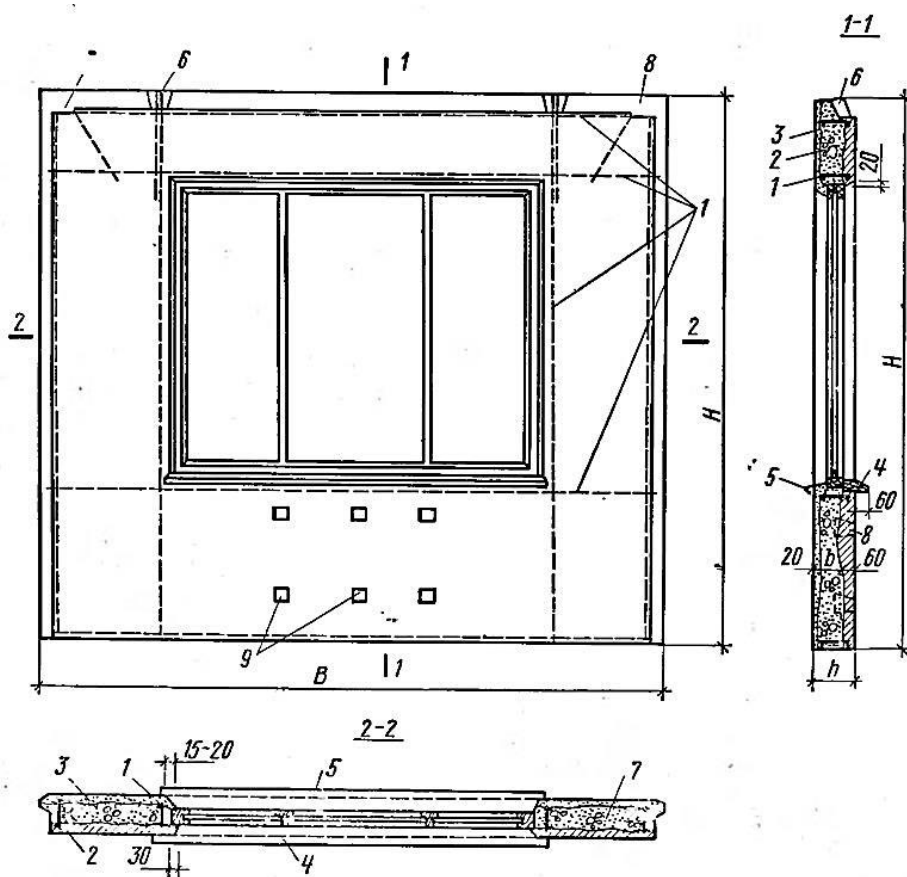


Рис. 41. Пример конструкции двухслойной стеновой панели из лёгкого бетона:
 1 — каркасы; 2 — несущий слой; 3 — отделочный слой; 4 — подоконная доска; 5 — слив;
 6 — подъёмные петли; 7 — крупнопористый теплоизоляционный бетон; 8 — закладные
 детали; 9 — закладные детали

Наиболее прогрессивны **трёхслойные панели**. Панель наружная стеновая трёхслойная. В соответствии с ГОСТ 31310-2015 «Панели стеновые трёхслойные железобетонные с эффективным утеплителем. Общие технические условия» панель наружная стеновая трёхслойная — цельное плоскостное строительное изделие, состоящее из трёх основных слоёв — наружного, внутреннего и теплоизоляционного, цельность конструкции которого создаётся в процессе формования.

Основные слои панели: наружный и внутренний бетонные или железобетонные слои и средний теплоизоляционный слой. К основным слоям не относятся: наружный декоративный или защитно-декоративный слой, внутренний отделочный слой и слои из рулонных или плёночных материалов (рис. 42).

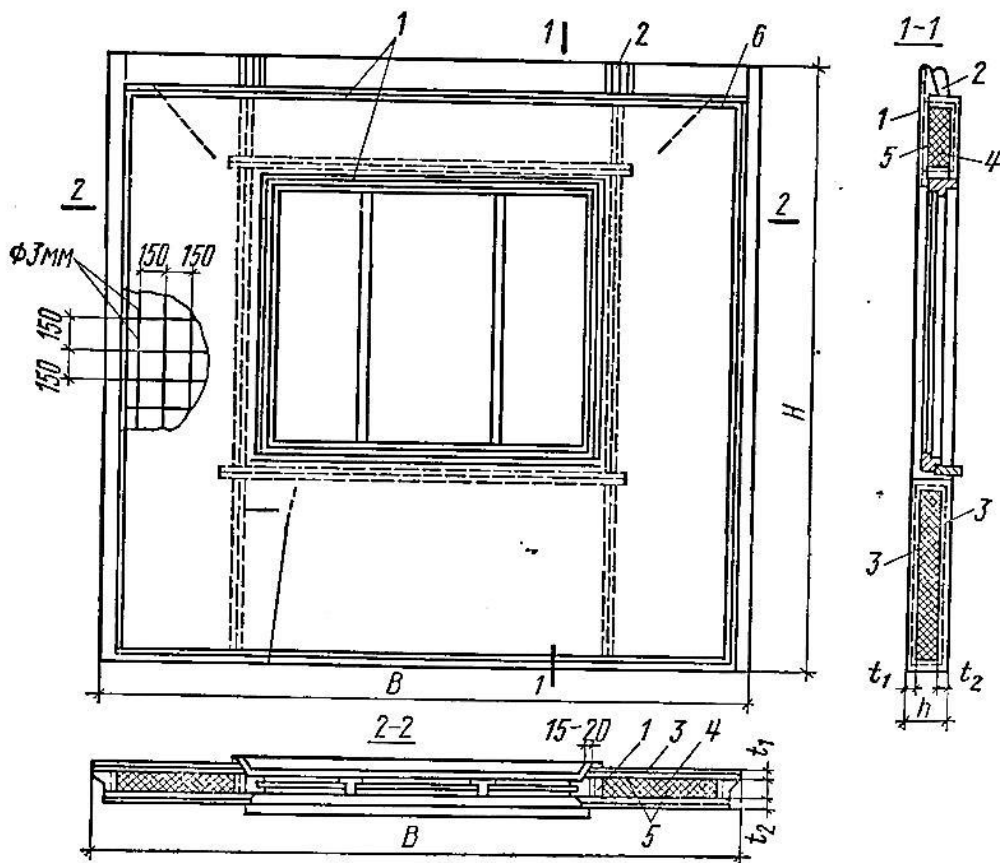


Рис.42. Трёхслойная стеновая панель:

1—сварные каркасы, покрытые бетоном; 2 — подъёмные петли; 3 — тяжёлый бетон; 4 — утеплитель; 5 — сварные сетки; 6 — закладные детали.

Теплоизоляционный слой — один из основных слоёв трёхслойных панелей, предназначенный для выполнения теплоизоляционных функций. Он состоит из эффективных теплоизоляционных материалов. Теплоизоляционный слой может состоять из нескольких слоёв теплоизоляционных изделий и материалов одного или разного видов.

Гибкие связи — элементы из коррозионностойкой стали или другого коррозионно-стойкого материала между наружным и внутренним бетонными или железобетонными слоями панели, обеспечивающие их совместную работу в наружной стеновой панели.

Координационные и конструктивные размеры панелей должны назначаться в соответствии с правилами модульной координации размеров по ГОСТ 28984. Размеры панелей по толщине рекомендуется принимать кратными 10, 20 или 50 мм.

Стеновые панели внутренних стен изготавливают из тяжёлого бетона толщиной 90...160 мм с гладкими поверхностями, подготовленными под окраску или оклейку обоями. Существуют специальные парапетные и

цокольные панели. Парапетные панели по своему конструктивному и декоративному решению, как правило, не отличаются от основного типа наружных панелей. Цокольные панели, учитывая более сложные условия их работы, выполняют из тяжёлого железобетона в виде ребристых плит, утеплённых эффективным утеплителем с внутренней стороны (между рёбер). С наружной стороны их облицовывают керамической плиткой типа «кабанчик», камнем естественных пород и другими влагостойкими и прочными материалами.

Наиболее ответственными и сложными по исполнению в конструкциях крупнопанельного здания являются стыки между панелями. Существует много различных решений, но ни одно из них не отвечает всем требованиям, предъявляемым к стыкам: по прочности (жёсткая связь стеновых панелей между собой и с перекрытием), долговечности и герметичности, тепло- и звукоизоляции, простоте устройства и художественной выразительности (рис. 43).

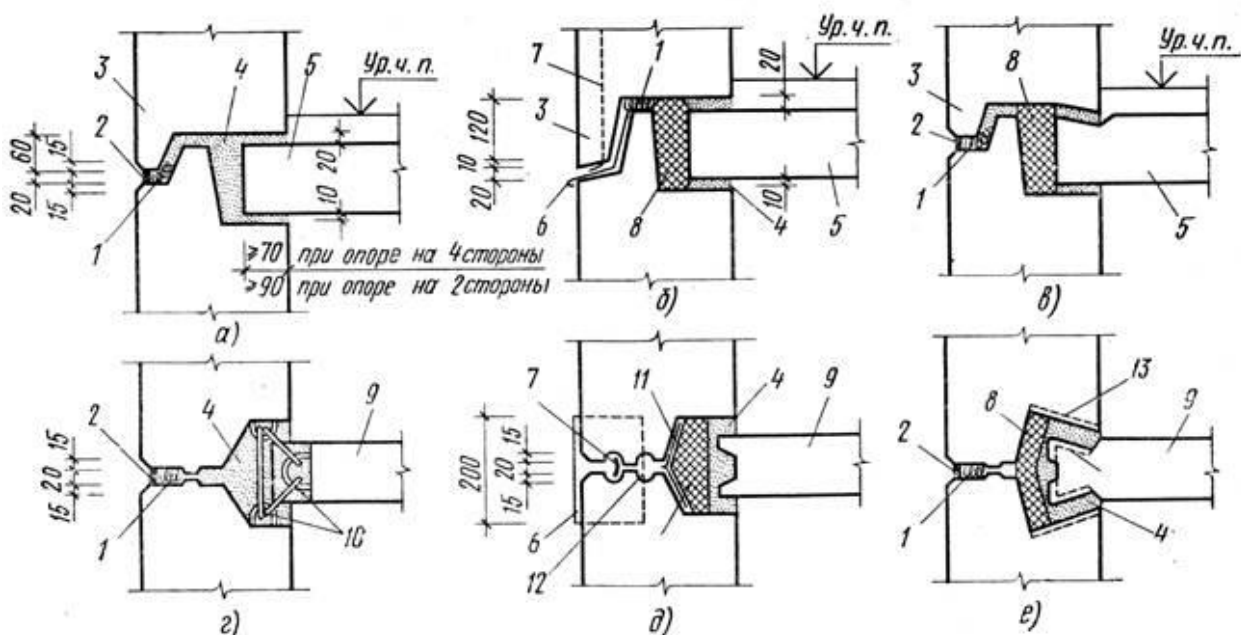


Рис. 43. Виды стыков стеновых панелей:

а, г — горизонтальный и вертикальный закрытый стык, замоноличенный с петлевым сопряжением; б, д — горизонтальный и вертикальный открытый стык утеплённый; в, е — горизонтальный и вертикальный закрытый стык утеплённый шпoночный; 1 — упругая прокладка; 2 — герметизирующая мастика; 3 — противодождевой барьер или зуб; 4 — бетон замоноличивания; 5 — плита перекрытия; 6 — водоотводящий фартук; 7 — водоотбойная лента; 8 — эффективный утеплитель; 9 — панель внутренней стены; 10 — петлевые арматурные выпуски и скобы; 11 — ветрозащитная проклейка; 12 — канал декомпрессии; 13 — выступы, образующие растворную шпонку по вертикали.

Конструктивные решения стыков могут быть классифицированы по следующим признакам (рис. 37): по устройству наружной зоны (открытые, с водоотбойной лентой и закрытые, защищённые цементным раствором и герметизирующими пластиками); по способу заделки (утеплённые, с прокладкой эффективного утеплителя и замоноличенные бетоном); по способу сопряжения (сварные, петлевые, болтовые, самозаклинивающие или шпоночные).

Все сопряжения с применением металла недостаточно надёжны, так как металл в стыках, несмотря на, его антикоррозийную защиту, подвергается коррозии, а контроль за его состоянием невозможен. Поиск оптимального решения направлен на безметалльное исполнение, одним из примеров которого является шпоночный стык.

Несмотря на существующие недостатки (например, объёмно-планировочные решения в «хрущевках»), современные панельные конструкции и объёмно-планировочные решения зданий перетерпели качественные изменения. Серия П-44Т/К, разработанная в конце 90-х, обозначила новый этап в 40-летней эволюции панельного домостроения. Она предусматривает более удобные планировки: площадь кухни достигает 13 кв. м, в квартирах есть лоджии. Примером современного панельного домостроения является серия ДОММОС, ОПТИМА и др. Существенным недостатком данных серий является высокий уровень слышимости.

4. ТЕПЛОЗАЩИТА ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ (СТЕН)

Анализ конструктивных решений слоистых стен позволяет выявить их характерные особенности, достоинства и недостатки, позволяющие осуществить правильный выбор того или иного конструктивного решения (рис. 44):

а) трехслойные несущие стены с утеплителем в качестве внутреннего слоя (рис. 44 а) проектируются с использованием таких конструкционных материалов как кирпич, лесоматериалы, металлические конструкции, монолитный бетон и др. Внутренний и наружный слои соединяются гибкими или жёсткими связями. Наиболее перспективны связи из стеклопластика, обладающие низкой теплопроводностью, высокой прочностью и коррозионной стойкостью. **Недостаток** – конденсация влаги внутри конструкции. Необходимо устройство пароизоляции перед утеплителем с внутренней стороны, при этом наружный конструкционный слой должен обладать достаточной паропроницаемостью;

б) трёхслойная стена с воздушной прослойкой (рис. 44 б, 45) имеет несколько лучшие теплоизоляционные качества, т.к. внутренний воздушный зазор обеспечивает высыхание утеплителя. Достоинства – сравнительно небольшая толщина, вес и высокая огнестойкость;

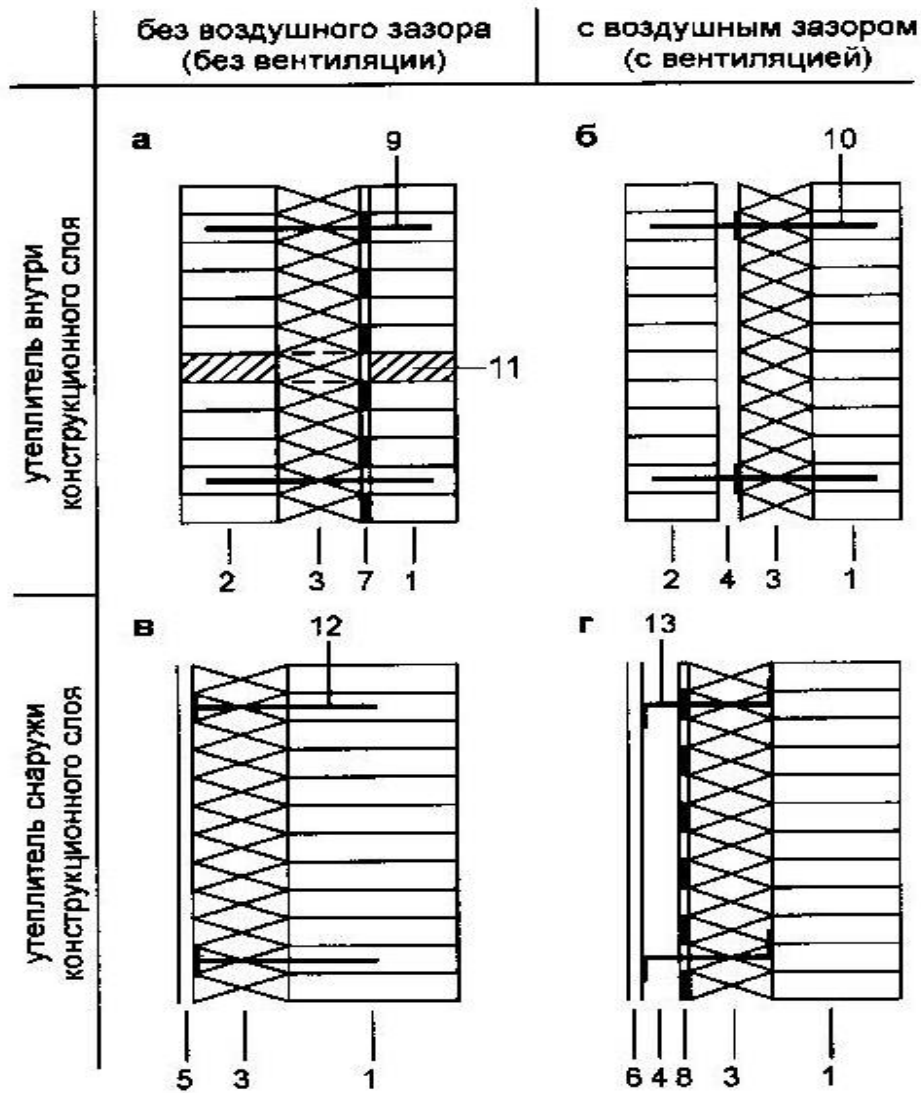


Рис. 44. Принципиальные схемы основных конструктивных решений утепленных наружных стен:

а - трехслойные сплошные стены с утеплителем в качестве внутреннего слоя; б – трехслойная стена с воздушной прослойкой; в – конструкция стен с наружным утеплителем; г – конструкции вентилируемых стен с навесной фасадной облицовкой; 1 – внутренний конструкционный слой; 2 – наружный конструкционный слой; 3 – утеплитель; 4 – воздушный зазор; 5 – защитно-декоративный слой (штукатурка, облицовка); 7 – пароизоляция; 8 – гидроветрозащита; 9 – гибкая связь; 10 – гибкая связь с фиксатором; 11 – жесткая связь; 12 – дубель; 13 – под облицовочная конструкция

в) конструкция стен с наружным утеплителем и защитой его штукатуркой (см. рис. 44 в) имеет следующие преимущества: обеспечение требуемого сопротивления теплопередаче и возможности испарения конденсата; отсутствие температурных деформаций и возможность аккумуляции тепла в несущем слое. Недостатки: сезонность проведения работ («мокрая» штукатурка); недолговечность декоративных штукатурок и покраски (3-10 лет); несовместимость свойств материалов и др.

г) практически всех указанных недостатков лишены так называемые системы «Вентилируемый фасад» (см. рис. 44 г, 46).

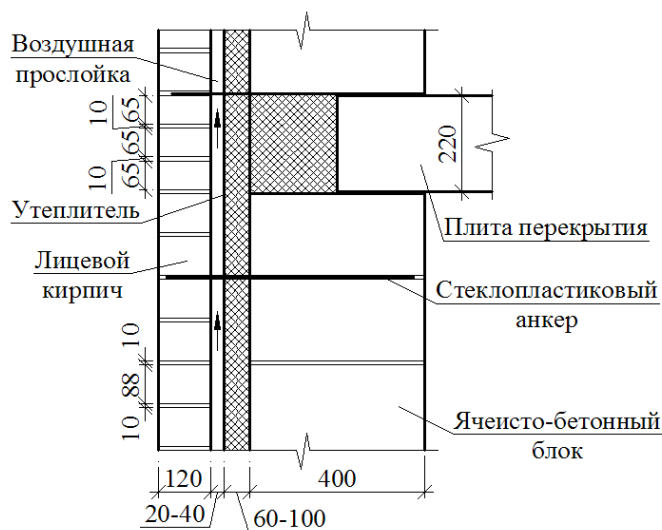


Рис. 45. Узел многослойной стены с воздушной прослойкой из легкобетонных блоков



Рис 46. Стена типа «Вентилируемый фасад»

Вывод: конструирование стен – сложный и многогранный процесс, включающий анализ архитектурного решения и разработку конструкций, отвечающих техническим, экономическим и эстетическим требованиям, выполнение которых обеспечит необходимое качество работ и нормальное функционирование здания в процессе эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Российская Федерация. Федеральный закон «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности, и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации». Принят Государственной Думой 11 ноября 2009 года. Одобрен Советом Федерации 18 ноября 2009 года.

2. Федеральный закон № 261-ФЗ «Об энергосбережении и энергоэффективности» ред. от 13.07.2015 г.

3. Приказ Министерства регионального развития РФ от 28 мая 2010 г. № 262 "О требованиях энергетической эффективности зданий, строений, сооружений".

4. Дыховичный, Ю. А. Архитектурные конструкции. Книга I. Архитектурные конструкции малоэтажных жилых зданий/ Ю. А. Дыховичный, З. А. Казбек Казиев, А. Б. Марцинчик : учебн. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Архитектура-С, 2006. – 248 с.

5. Маклакова, Т. Г. Конструкции гражданских зданий: учебник / Т. Г. Маклакова. – М.: АСВ, 2009. – 280 с.

6. Нанасова, С. М. Конструкции малоэтажных жилых домов: учебное пособие / С. М. Нанасова. – М.: АСВ, 2004. – 128 с.

7. Пономарев, В. А. Архитектурное конструирование : учебник / В. А. Пономарев. – М.: Архитектура – С, 2008. - 736 с.

8. Семенюк, Я. О надежности оснований зданий и сооружений / Я. Семенюк // Строительство и недвижимость Электронный ресурс. — 2005. Режим доступа: <http://www.nestor.minsk.by/sn/2003/36/sn33614.html>. - Дата доступа : 16.08.2006.