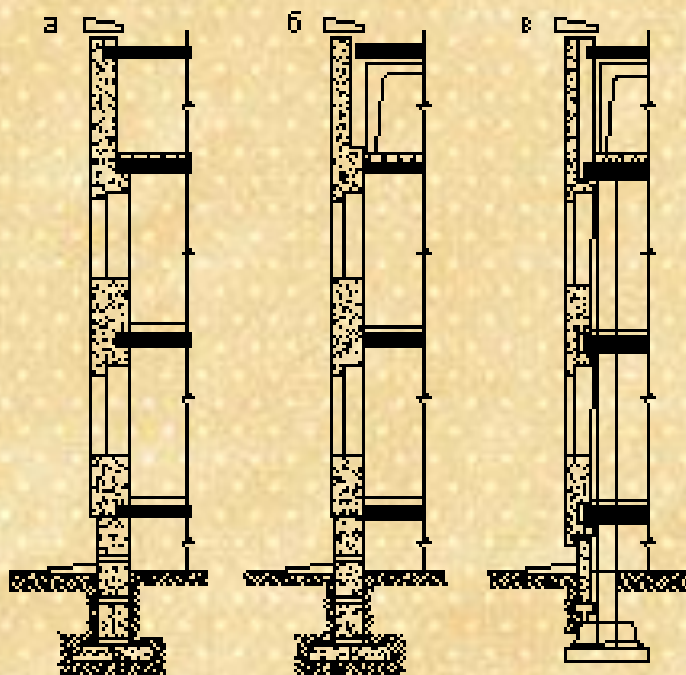


ГЛАВА 5. НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

5.1. Эксплуатационные требования к наружным стенам

Стены зданий и сооружений выполняют функции ограждения, тепло- и звукоизоляции помещений и составляют около трети стоимости здания. Они весьма различны по материалам и конструкциям. Наиболее распространенным типом стен являются *несущие*, воспринимающие нагрузки от крыши, перекрытий, собственной массы и передающие их на фундамент и далее на основание. Есть стены *самонесущие*, чаще всего в производственных зданиях: они выполняют функции ограждения, рассчитываются на тепло- и звукоизоляцию, а стоящий рядом с ними каркас воспринимает нагрузки от перекрытий, покрытий и т. п.



Конструкции наружных стен: а - несущие; б -самонесущие; в – ненесущие (фахверковые или навесные)

Существует и третий тип стен — *фахверковые*. Такие стены возводятся в ячейках каркаса-фахверка и несут свою нагрузку только в пределах этой ячейки, а другие нагрузки воспринимает каркас. В этом случае стены возводят из эффективного теплоизоляционного материала, обладающего слабой несущей способностью, но это и не опасно, так как все нагрузки воспринимает фахверк. В зависимости от материалов стены делятся на две большие группы: *деревянные* и *каменные*, в том числе кирпичные, бетонные и железобетонные. В свою очередь деревянные стены могут возводиться из бревен, брусев или

пиломатериалов с использованием теплоизоляционных материалов (щитовые и каркасные). Эксплуатация деревянных ограждений состоит в защите от влажности, регулярной обработке антипиренами и составами биологической защиты. Основные принципы такой защиты рассмотрены в гл. 2.

По деревянным наружным стенам следует лишь заметить о необходимости использования *внутренней пароизоляции*. Устройство пароизоляции на внутренних поверхностях деревянных стен сокращает их теплопотери более чем наполовину.

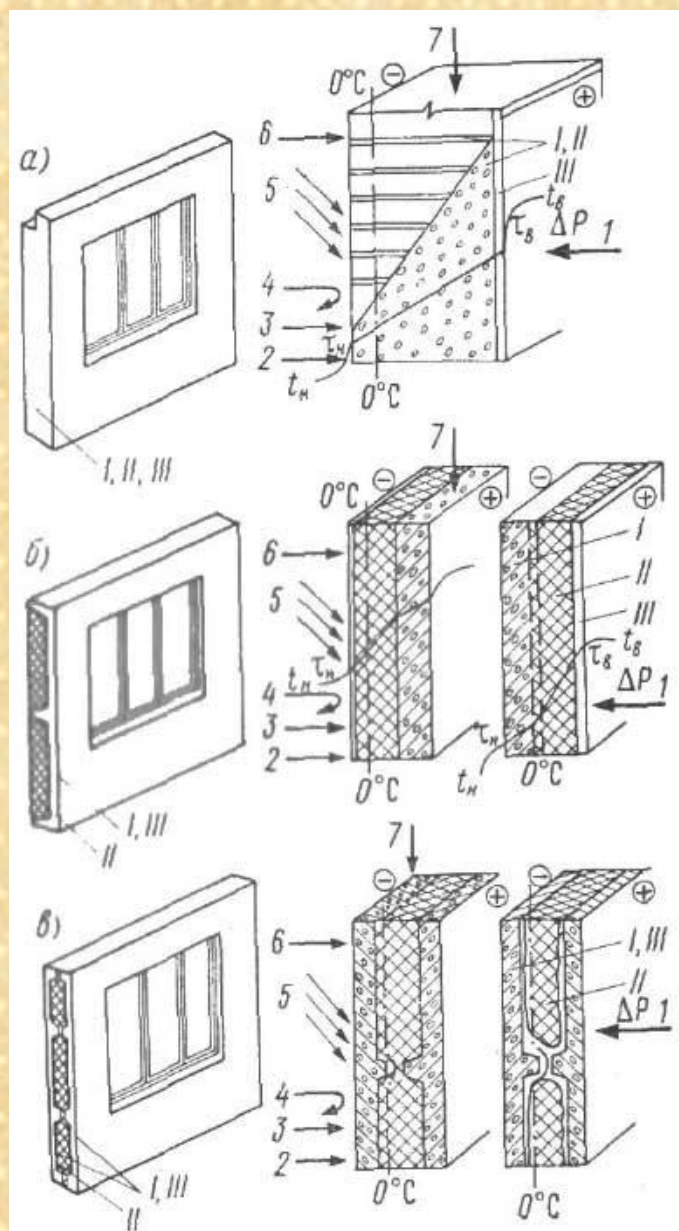


В настоящее время появились многочисленные типы экструзивных панелей заводского изготовления (плиты ОСБ) для сооружения зданий каркасно-щитового типа. Однако обнадеживающих результатов их долговечности, соответствующей соотношению «цена-качество» пока не имеется.

В данном разделе рассматриваются основы эксплуатации традиционных каменных ограждений.

Учет всех воздействующих на стены факторов и предъявляемых к ним эксплуатационных требований позволяет составить принципиальную или обобщенную структурную схему, в которой в общем виде сочетаются все их составные части.

Главной и наиболее распространенной причиной ускорения износа стен, возникновении в них повреждений является периодическое их увлажнение и высыхание в сочетании со знакопеременными перепадами температуры.



Варианты конструкции стен: а — однослойная; б — двухслойная с утеплителем с разных сторон в — трехслойная с утеплителем разных материалов

Воздействия на стены: 1 — паровоздушной смеси; 2 — обусловленные требованием архитектурной выразительности; 3 — шумов; 4 — давления холодного воздуха; 5 — косого дождя; 6 — колебаний температуры наружного воздуха; 7 — нагрузок

Конструктивные элементы стен: I — несущие элементы; II — теплоизоляция; III — защитный слой

Стеновой материал - обычно трехфазная система: твердое тело, воздух и вода. Характеристика и количественный состав каждой из фаз существенно влияют на эксплуатационные качества стены:

- чем плотнее твердое тело, тем стена прочнее, но теплопроводнее;
- чем материал пористее, чем более слоистой является конструкция стены, тем больше в ней конденсата, а, значит, и льда, — тем

она теплопроводнее, тем ниже ее эксплуатационные качества и быстрее она разрушается.

Допустимое количество влаги в материале стены определяется нормами.

Влага в стену проникает не сколькими путями: вследствие поглощения — сорбции; из-за капиллярного или диффузионного смачивания; под давлением паровоздушной смеси и диффузией; в результате физико-химических процессов.

Такие пористые материалы, как фибролит, шлакобетон, известь, активно сорбируют влагу; плотные материалы — кирпич, гранит, известняк — относятся к инертносорбирующим влагу.

Сухие материалы лучше противостоят увлажнению, чем влажные.

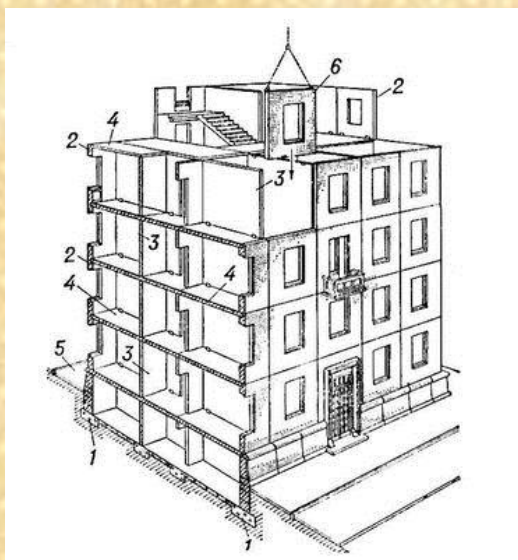
Красный кирпич обладает высокой влагостойкостью и не содержит растворимых солей, как, например, бетон. Для защиты стен от увлажнения их подвергают гидрофобизации — наносят на них ГКЖ и другие гидрофобные составы, которые хорошо «дышат», пропуская изнутри помещений пар и воздух.

Наибольшее распространение в городском строительстве получили кирпичные стены и крупнопанельные. По конструкции и кирпичные, и крупнопанельные стены весьма разнообразны.

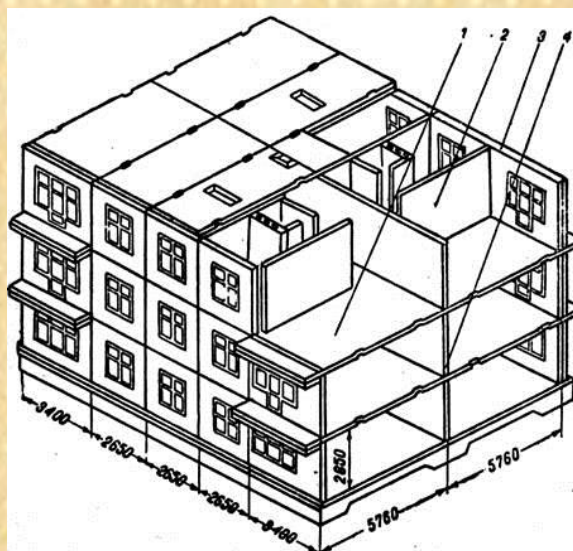
Исходные данные для установления эксплуатационных качеств стен

Факторы, учитываемые при выборе и оценке стен	Эксплуатационные требования к стенам	Конструктивные элементы, отвечающие эксплуатационным требованиям к стенам
1. Нагрузки 2. Колебания температуры наружного воздуха 3. Косой дождь 4. Давление холодного воздуха 5. Давление паровоздушной смеси изнутри 6. Шумы 7. Обзор людьми	1. Прочность, устойчивость 2. Теплозащита (нормативная величина температуры внутренней поверхности стены) 3. Влагозащита снаружи 4. Герметичность стены, стыков и панелей 5. Паропроницаемость стены, пароизоляция изнутри 6. Звукоизоляция 7. Внешний вид	1. Несущие элементы 2. Теплоизоляция 3. Облицовка, защитный слой 4. Герметизирующий слой 5. Пароизолирующий слой 6. Звукоизолирующий слой 7. Архитектурные формы

Требования, предъявляемые к стенам здания. *Кирпичные* могут быть сплошными, с вкладышами или засыпкой, с воздушными прослойками — колодцами и др. *Крупнопанельные стены* различают, прежде всего, по числу слоев: одно-, двух- и трехслойные.



Крупнопанельные конструкции многоэтажного жилого дома: 1- фундаменты; 2 – панель ограждения; 3- диафрагмы жесткости, поперечные несущие панели; 4 – плиты перекрытия; 5- отмостка; 6 – санитарная кабина



Крупнопанельный бескаркасный жилой дом: 1 — панель перекрытия; 2 — внутренняя поперечная стеновая панель; 3 — наружная стеновая панель; 4 — внутренняя продольная стеновая панель

Работа однослойных панелей имеет лишь ограждающую и несущую функции. Однако сегодня существует стремление выделить теплозащитную функцию стены с целью использования в ее конструкции современных теплоизоляционных материалов. Это выдвигает на первый план слоистые конструкции крупных панелей, заводского изготовления.



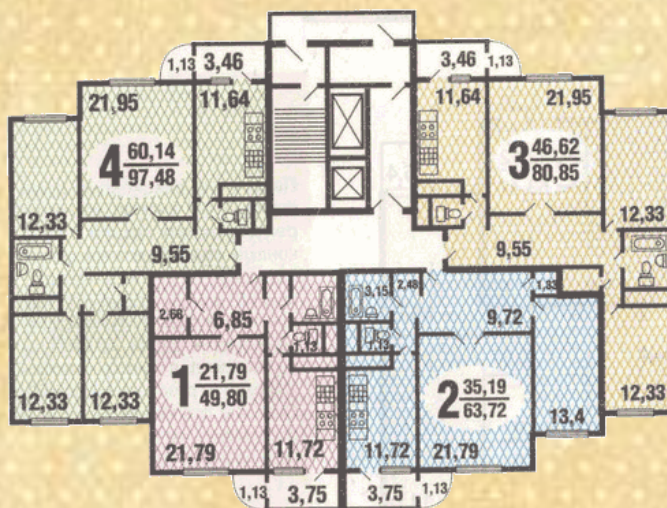
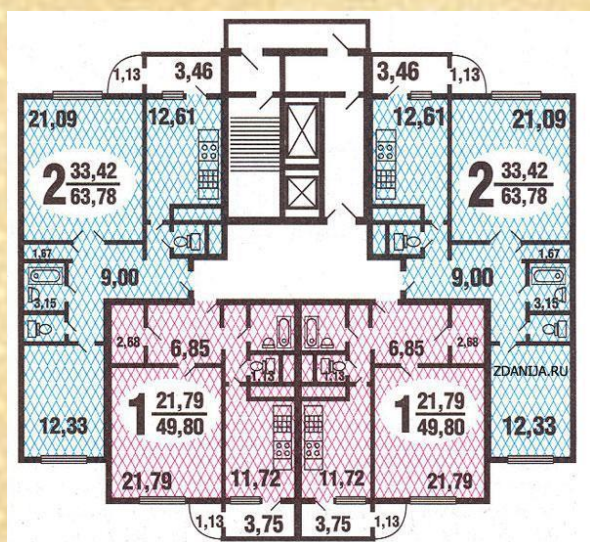
Железобетонные (одна или две) панели в этом случае выполняют несущие функции, а прикрепленный к ним утеплитель — теплоизоляционные. Такое

разделение в использовании материалов для стен дает большой экономический эффект по расходу материалов, массе стен, размерам фундаментов, транспортным затратам, мощности кранов для монтажа и другие. Именно благодаря этим достоинствам крупнопанельное строительство в конце советского периода начало вытеснять кирпичное.

Стены должны быть прочными и устойчивыми при воздействии на них всех нагрузок и других факторов, обеспечивать в помещениях требуемый температурно-влажностный режим, звукоизоляцию и другие условия в соответствии с их назначением. Конструктивно стены должны обеспечивать возможность возведения их индустриальными методами и быть экономичными. Стены рассчитываются на прочность и устойчивость, теплозащиту и звукоизоляцию, а крупнопанельные — и на герметичность стыков.

Исправное состояние зданий, их внешний вид во многом зависят от состояния стен. При неправильном выборе для них материалов, ошибках в расчетах или конструировании на стенах появляются пятна, полосы от протечек, промерзания. Повреждения начинаются в наиболее уязвимых дефектных местах, которыми в стенах чаще всего являются углы и участки пропуска водосточных труб, стыки панелей, перемычки и др. Исправное состояние стен во многом зависит также от качества их эксплуатации, своевременного предупреждения и устранения повреждений, защиты стен от увлажнения.

Наружные поверхности каменных стен в декоративных целях и для защиты их от климатических воздействий отделывают декоративным кирпичом, облицовывают плитками, декоративными оштукатуренными камнями и в отдельных случаях штукатуркой (штукатурка фасадов, как правило, запрещена).

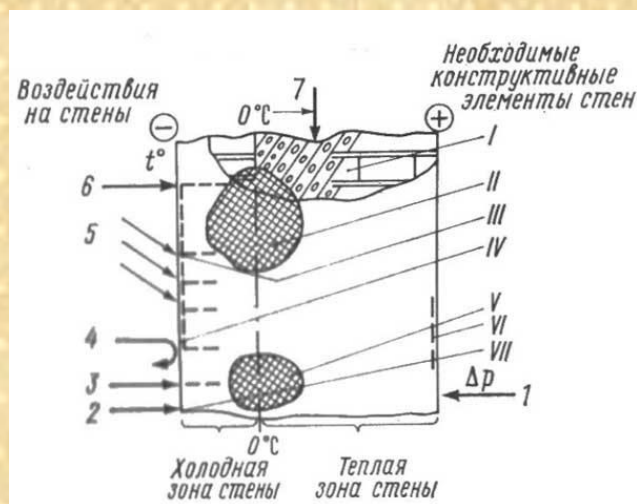


Современные планировки многоквартирных домов

В помещениях с высокой влажностью или мокрыми процессами (бани, прачечные, кухни и др.) наружные стены должны иметь на внутренней

поверхности надежную пароизоляцию; при этом не допускается устройство плотного наружного слоя на наружной поверхности, так как это способствует накоплению конденсационной влаги в толще стены, у наружной ее поверхности, подверженной замерзанию и разрушению.

Теплозащитные качества стен наиболее сильно подвержены изменениям. Их снижают высокая начальная влажность (допустимая величина ее нормирована для каждого материала), увлажнение стен дождевой водой, проникающей в толщу по мельчайшим пустотам и трещинам.



Структурная схема стены

Воздействия на стены: 1 — паровоздушной смеси; 2 — обусловленные требованием архитектурной выразительности; 3 — шумов; 4 — давления холодного воздуха; 5 — косого дождя; 6 — колебаний температуры наружного воздуха; 7 — нагрузок

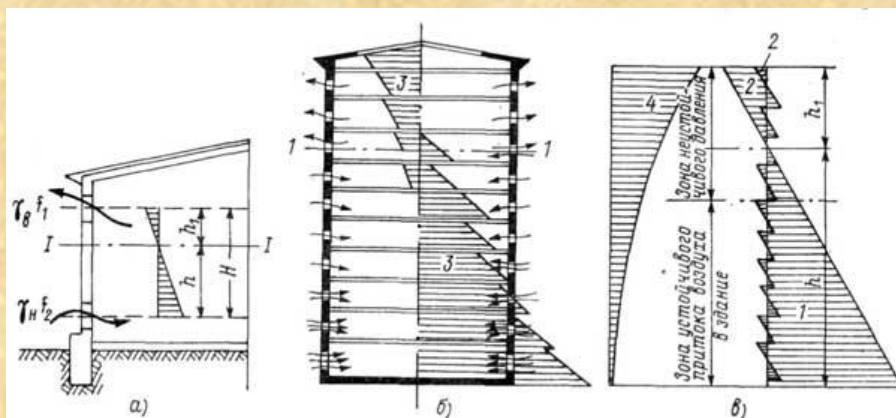
Конструктивные элементы стен: I — несущие элементы; II — теплоизоляция; III — облицовка, защитный слой; IV — герметизирующий слой; V — звукоизолирующий слой; VI — пароизоляция, штукатурка; VII — архитектурные формы



Давление теплого воздуха в период отопления зданий всегда выше, чем наружного холодного. Поэтому теплый воздух — паровоздушная смесь — стремится проникнуть через ограждающую конструкцию — стену (покрытие) наружу. Диффундируя через конструкцию, она попадает в холодную ее зону вблизи наружной поверхности и выпадает в виде конденсата, который, замерзая, разрушает конструкцию. В связи с этим внутреннюю часть стены необходимо конструировать из более плотного материала, чем наружную, а в помещениях с высокой влажностью воздуха ставить на ней пароизоляцию.

Влагозащитный слой стены (покрытия) должен располагаться с внутренней теплой ее стороны, а наружный слой должен обладать высокими

теплозащитными качествами, чтобы плоскость нулевой температуры проходила возможно ближе к наружной поверхности, т. е. чтобы стена неглубоко промерзала. Кроме того, наружный слой должен быть прочным и плотным, обеспечивать осушение стены — пропускать паровоздушную смесь наружу, но не увлажняться косым дождем. Требования эти противоречивы и выполнить их сложно. Радикальное решение данной задачи состоит в устройстве защитного декоративного экрана, отстоящего от теплоизоляционного слоя на некотором расстоянии, но это усложняет и удорожает конструкцию стены.



Тепловой напор в одноэтажном здании (а), тепловой и ветровой напоры в многоэтажных зданиях (б и в): 1 — давление наружного воздуха; 2 — давление воздуха внутри помещения; 3 — суммарное давление; 4 — ветровой напор

В нижней части помещений и на нижних этажах здания через неплотности и проемы происходит приток (**инфильтрация**) наружного холодного воздуха, а в верхней части помещений и верхних этажах — вытяжка (**эксфильтрация**) теплого воздуха наружу; между нижней и верхней частями помещения (здания) находится нейтральная зона, т. е. условная горизонтальная плоскость, в которой внутреннее давление в рассматриваемый момент времени равно внешнему, а потому в этой зоне фильтрации воздуха нет.

Высота нейтральной зоны h [м] определяется по выражению:

$$h = H \cdot f_1^2 / (f_1^2 + f_2^2), \quad (5.1)$$

где f_1 и f_2 — площади вытяжных и приточных отверстий, щелей, неплотностей в верхней и нижней частях здания, м^2 .

При естественной вентиляции здания нейтральная зона смещается в верхнюю его часть и $h = 0,7 \cdot H$, а величина напора инфильтрации через ограждения

зависит от разности температур наружного и внутреннего воздуха, т. е. от объемной массы холодного (γ_n) и теплого (γ_v) воздуха:

$$\Delta p_t = + 0,7 * H * (\gamma_n - \gamma_v) \text{ [Па]}; \quad (5.2)$$

для эксфильтрации

$$\Delta p_t^* = - 0,3 * P * (\gamma_n - \gamma_v) \text{ [Па]}. \quad (5.3)$$

В холодный период площадь вытяжных отверстий в ограждающих конструкциях обычно превышает площадь приточных, так как последние, в целях сохранения тепла в зданиях, открываются ограниченно. В результате этого положение нейтральной плоскости смещается кверху и ограждающие конструкции нижних частей помещений и нижних этажей больше подвергаются избыточному внешнему давлению, вызывающему инфильтрацию.

Положение нейтральной плоскости неустойчиво из-за быстро меняющихся аэродинамических условий. При недостаточной герметичности проемов из квартир на лестницы в многоэтажных зданиях фильтрация воздуха возрастает: на эпюру давления теплового напора для здания в целом накладывается распределение давления теплового напора в каждом этаже, и совмещенная эпюра приобретает пилообразное очертание.

Давление теплового напора [Па] на ограждающие конструкции любого этажа высотой h_0 может быть определено по формуле:

$$p_t = \pm 0,7 * H * (\gamma_n - \gamma_v) + 0,7 * h_0 * (\gamma_n - \gamma_v), \quad (5.4)$$

откуда

$$p_{max} = 0,7 * (H + h_0) * (\gamma_n - \gamma_v); \quad (5.5)$$

$$p_{min} = - 0,3 * (H - h_0) * (\gamma_n - \gamma_v); \quad (5.6)$$

У наружной поверхности стен высоких зданий разность давлений внизу и вверху $p_t^{max} - p_t^{min}$ достигает значительной величины, вследствие чего возникают восходящие потоки наружного воздуха, выравнивающие распределение давлений на поверхности фасада. Наибольшая разность от теплового напора для нижних этажей находится по выражению

$$\Delta p = 0,55 * H_z * (\gamma_n - \gamma_v) + 0,33 * \gamma_n * v^2 \quad (5.7)$$

где H_z — высота здания; γ_n и γ_v — плотности наружного и внутреннего воздуха, Па; v — скорость ветра, м/с.

Разность давлений воздуха на наружные и внутренние поверхности стены при действии ветра зависит от аэродинамических характеристик здания, скорости ветра, температуры наружного воздуха, и при направлении ветра перпендикулярно фасаду протяженных зданий

$$\Delta p_v = 0,6 * (\gamma_n - \gamma_v^2) / 2g, \quad (5.8)$$

где g — ускорение силы тяжести, равное 0,981 МПа.



Для городской застройки ветровой напор намного повышается в верхних этажах, а потому герметичность их конструкций и стыков должна быть более высокой. При расчетах инфильтрации от совместного действия ветра и теплового напора пользуются суммой соответствующих разностей давлений. По мере увеличения перепада температур наружного и

внутреннего воздуха, а также числа этажей в здании возрастает разность давлений, вызываемая тепловым напором. Так, разность давлений $\Delta p = 50$ Па наблюдается в мягком климате Севастополя (где $t_n = -10$ °С) в 20-этажных зданиях, в умеренно континентальном климате Москвы (где $t_n = -25$ °С) — в 12-этажных зданиях, а в суровом климате Якутска (где $t_n = -55$ °С) — уже в 6-этажных зданиях. Из этого вытекает задача значительного повышения плотности и герметичности ограждающих конструкций с повышением этажности для районов с суровыми климатическими условиями; это особенно важно для крупнопанельных зданий, так как воздухопроницаемость их ограждающих конструкций обычно выше проницаемости материалов главным образом из-за высокой проницаемости стыков между крупными панелями.



Влагопроницаемость ограждающей конструкции зависит от наличия в ее материале крупных сообщающихся между собой пор, а также от влагосодержания. При заполнении тонких капилляров влагой воздухопроницаемость уменьшается, так как влага является дополнительной преградой воздуху. В составных неоднородных материалах, как например бетон, воздухопроницаемость повышается благодаря микроскопическим трещинам в местах контактов компонентов.

В наибольшей мере воздухопроницаемость ограждающих конструкций зависит от плотности их поверхностных слоев — штукатурки и облицовки, а также от плотности прослоек внутри них. Поскольку воздухопроницаемость

конструкций рассматривается при установившемся потоке фильтрации, то коэффициент воздухопроницаемости, как и коэффициент теплопроводности, как правило, не зависит от толщины конструкции.



В строительстве должны применяться лишь те ограждающие конструкции и такие методы их возведения и монтажа, которые обеспечивают им требуемое сопротивление проникновению воздуха. Следует подчеркнуть, что *воздухопроницаемость кирпичных стен* определяется качеством заполнения швов раствором. Особенно воздухопроницаемы вертикальные швы. Поэтому

они должны быть расшиты или оштукатурены известково-песчаным или цементно-известково-песчаным раствором. Цементные растворы для штукатурки наружных поверхностей стен, выполненных из штучных камней, не рекомендуются из-за ухудшения влажностного режима стен.

Стены крупнопанельных и крупноблочных зданий с наружным защитным слоем из керамических плиток, брекчии или цементно-песчаного отделочного раствора толщиной примерно 2 см практически воздухонепроницаемы и расчету на воздухопроницаемость не подлежат. Воздухопроницаемость таких стен определяется только в стыках панелей, блоков друг с другом, а также в оконных блоках.

Если конструкция, например, чердачного перекрытия, удовлетворяет требованиям сопротивления теплопередаче, но не удовлетворяет требованиям сопротивления проникновению воздуха, то нельзя увеличивать толщину утеплителя, а достаточно проложить прокладку из пергамина или другого изоляционного материала под слоем утеплителя.

5.2. Общие требования к техническому обслуживанию и ремонту стен

С течением времени изменяются такие важные эксплуатационные свойства стен, как прочность, теплозащита и др., под воздействием увлажнения, деформаций оснований, фундаментов и иных факторов. Поэтому для эффективной их эксплуатации специалистам необходимы знания о нормативных требованиях к стенам и их возможных конструктивных решениях, а также подробные сведения о стенах эксплуатируемого здания. Первые содержатся в нормативных документах и учебниках, а вторые — в проекте здания.

Все эти сведения можно свести в несколько групп:

- о фактических воздействиях на стены — о нагрузках, расчетной наружной температуре, влиянии косого дождя на стеновые материалы,

- ветровом напоре снаружи и тепловом напоре изнутри здания на стены, давлении паровоздушной смеси;
- об особенностях — преимуществах и недостатках — конструкций стен: одно-, двух- и трехслойных из различных материалов в разных климатических условиях и при различном назначении зданий;
 - об эксплуатационных требованиях к стенам — их прочности и устойчивости, теплозащите (на их внутренней поверхности не должен выпадать конденсат), о защите от атмосферных воздействий и от паровоздушной смеси изнутри, о герметичности, звукоизоляции и внешнем их виде;
 - о характеристике элементов стен, удовлетворяющих предъявляемым к ним эксплуатационным требованиям, — несущей способности, теплоизоляции, облицовке или защитной покраске, о пароизоляции (при необходимости) изнутри, о герметизирующем и звукоизолирующем слоях.



Необходимо уметь построить принципиальную структурную схему стены с обозначением воздействующих на нее факторов и ее конструктивных элементов. Надо также ознакомиться по проекту с конструкцией и всеми особенностями стен эксплуатируемого здания.

Эксплуатационник должен квалифицированно провести техническую экспертизу стен эксплуатируемого здания: выявить, в какой мере они отвечают своему назначению, насколько в проекте и при строительстве полно и рационально учтены эксплуатационные требования. При выявлении несоответствия конструкции стен предъявляемым к ним эксплуатационным требованиям, дефектов или повреждений их надо изучить, чтобы

своевременно устранить.

За стенами, особенно за выступающими на них частями, необходимо вести постоянное наблюдение и, осуществляя техническое обслуживание и ремонт, поддерживать их в исправном состоянии. При этом следует помнить, что стены разрушаются, как и многие другие конструкции, не только под воздействием внешних факторов, но и под влиянием технологических вредностей.

Эксплуатационники еще редко предъявляют жесткие требования к лицам, допускающим проливы различных жидкостей, перегрузку конструкций разными подвесками, пробивку проемов в стенах и т. п.



Разрушение стен начинается в местах их увлажнения: вблизи водосточных труб при их повреждении, при разрушении кровли, карнизов, балконов, сандриков, цоколя и других выступающих частей. При этом отдельные участки стен перенапрягаются, в них возникают трещины, происходит глубокое увлажнение и последующее морозное разрушение, нарушается их несущая способность и устойчивость, ухудшаются теплозащитные качества. Следовательно, поддержание в исправном состоянии перечисленных элементов, отводящих воду от стен, гарантирует длительную их

службу. При осмотрах стен особое внимание надо обращать на возникшие трещины; они нередко образуются в местах сопряжения внутренних стен с наружными из-за разной их нагруженности.

В основе технического обслуживания стен, как и других конструкций, должна быть профилактика, своевременное и точное выполнение всех ремонтно-восстановительных работ, учет сроков службы конструкций и соблюдение периодичности их защиты, усиления, восстановления или замены. Опыт показывает, что чаще всего нарушаются теплозащитные и прочностные качества стен.

При решении вопроса об утеплении стен необходимо определить, с какой стороны и каким материалом их целесообразно утеплить; это зависит от того, с какой стороны выше парциальное давление паровоздушной смеси, вызывающее ее диффузию. Если утеплитель поставить изнутри и через него будет диффундировать много влаги с влажным воздухом помещений, то внутри стен, особенно на границе слоев с различной теплопроводностью, может образоваться конденсат, а наружный слой с большим количеством влаги будет разрушаться под действием отрицательной температуры.

Иная картина наблюдается, если высокоэффективный утеплитель поставить снаружи. При этом нулевая температура в стене будет вблизи наружной ее поверхности, где влага долго не задерживается, высушивается внешним воздухом, а влага со стороны помещений медленно диффундирует через плотный внутренний слой стены и поэтому не скапливается у наружной ее поверхности, не выпадает там в виде конденсата и не разрушает стену, замерзая.

Таким образом, при утеплении стен теоретически правильно высокоэффективный утеплитель ставить с наружной их стороны, а плотный слой материала — изнутри. Но утеплитель приходится защищать от увлажнения атмосферными осадками, и если слой защиты очень плотный и толстый, то он может стать причиной накопления влаги и разрушения стены. Кроме того, утепление с наружной стороны не всегда допустимо с

архитектурной точки зрения. Поэтому стены утепляют обычно изнутри, надежно защищая утеплитель пароизоляцией. Такие стены «не дышат», а поэтому должна быть обеспечена надежная вентиляция помещений.

5.3. Техническое обслуживание и ремонт кирпичных стен



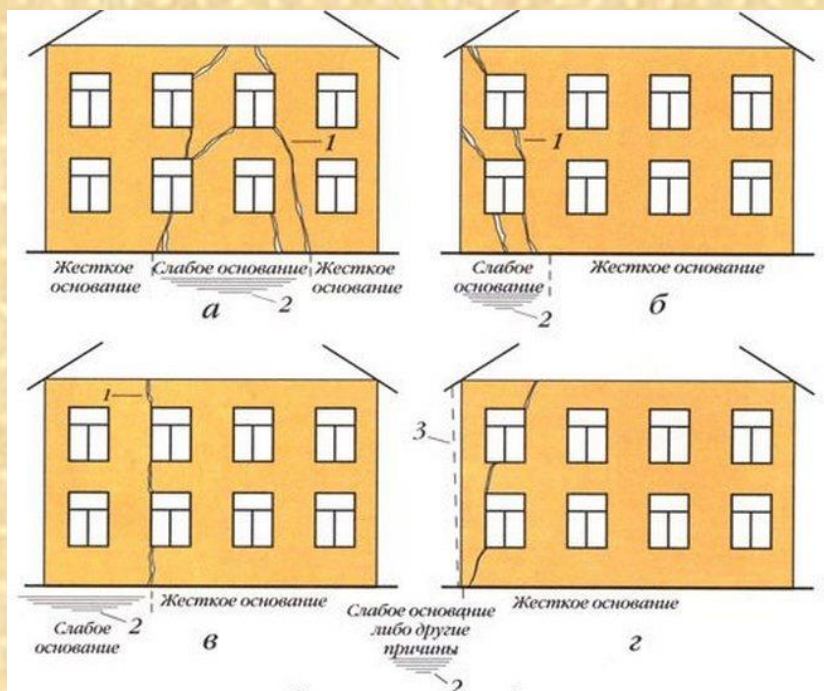
Главные причины деформации кирпичных стен:

- подтопление оснований или снижение их несущей способности по иным причинам;
- отсутствие в стенах большой протяженности температурных и осадочных швов;
- перегрузка отдельных частей стен при пробивке в них проемов, установке на перекрытиях дополнительного оборудования и т. п.;
- пучение оснований.



К деформации стен эксплуатируемых зданий часто приводят ситуации, созданные в результате небрежной их эксплуатации:

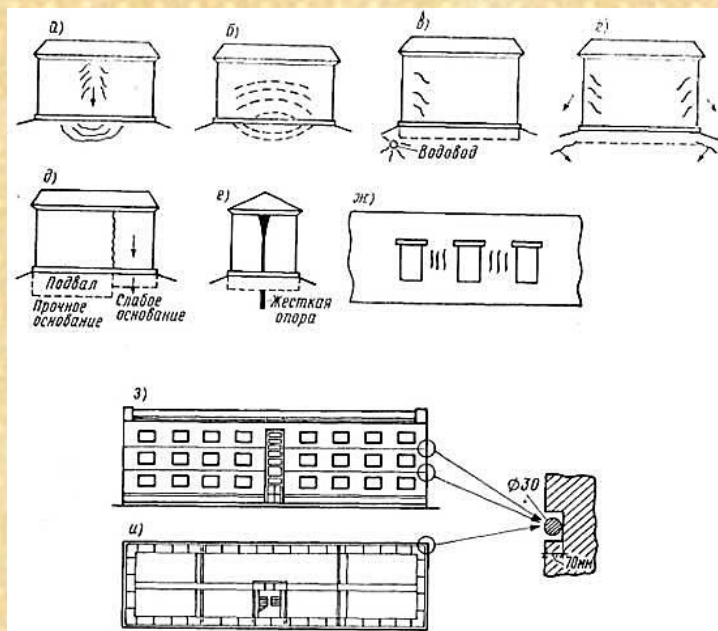
- протечки инженерных сетей,
- технологические проливы,
- повреждения фундаментов при земляных работах в непосредственной близости от здания,
- нарушения работы фундаментов агрессивными жидкостями,
- промерзания оснований под фундаментами и их пучение.



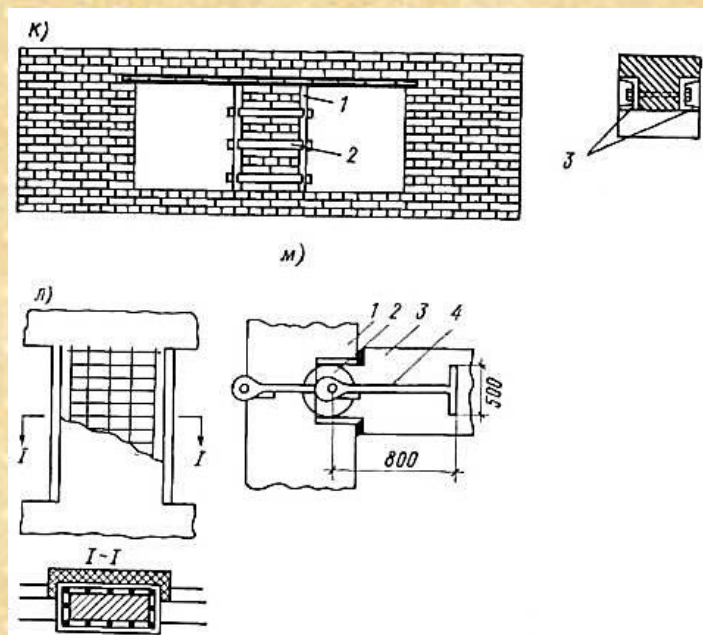
Виды деформаций наружных стен из-за неравномерной осадки фундамента:

а – осадка средней части здания;
 б – осадка крайней части фундамента; в – осадка части здания (образование трещин постоянной величины по всей высоте здания); г – отклонение стены от вертикали;
 д – разница в осадках пересекающихся стен (внутренних и наружных); 1 – трещина; 2 – осадочная воронка; 3 – отклонение стены; 4 – наружные стены; 5 – внутренняя стена

Внешние признаки деформации стен проявляются в виде трещин в перемычках, простенках и стенах, в отклонении их от вертикали и выпучивании стен. По внешнему виду трещин можно установить причину деформации: под сосредоточенным воздействием сил морозного пучения снизу трещины чаще раскрываются кверху; при сосредоточенной осадке фундаментов, наоборот, раскрытие трещин увеличивается книзу.



Примеры повреждения кирпичных стен и способы их усиления: а — слабое основание посередине; б — осадка основания под средней частью; в — прорыв трубопровода и увлажнение основания; г — осадка основания по концам здания; д — вертикальное смещение части стены; е — трещина, расширяющаяся кверху; ж — трещины в простенках; з, и — усиление напряженными тяжами (фасад и план); к — усиление простенка каркасом из уголков: 1 — уголки 50х50; 2 — накладки 50х10; 3 — швеллер или двутавр; л — усиление и утепление простенка; м — сопряжение двух стен (план): 1,3 — стена; 2 — узел скольжения; 4 — анкер



Восстановление эксплуатационных качеств стен начинается с установления причин деформации и их устранения, например укреплением грунта оснований, предотвращением промерзания и пучения оснований и т. п.

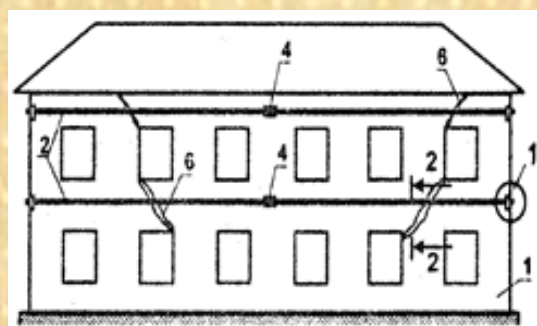
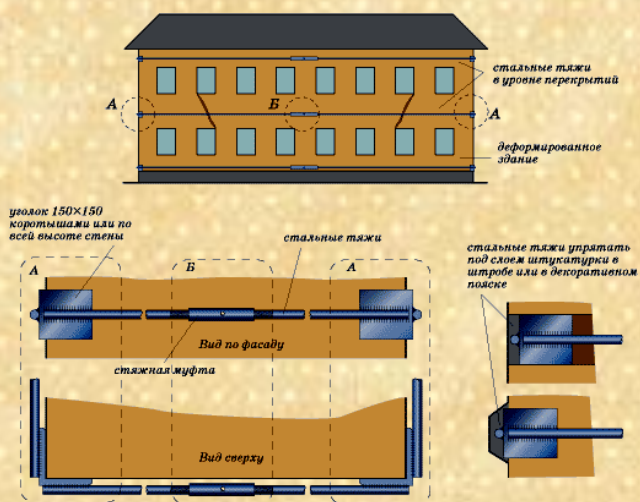
Характер несоответствия	Рекомендуемые конструктивные мероприятия
Несоответствие несущей способности стены фактический нагрузке или ее возможному увеличению	Устройство армированных растворных швов, железобетонных и армокирпичных поясов
	Усиление столбов, простенков и участков стен обоями (рубашками, корсетами), постановкой стяжек (хомутов, накладок и пр.) Заделка трещин, перекладка отдельных участков стен
Неравномерная осадка оснований под фундаментами	Повышение пространственной жесткости здания устройством напряженных поясов
Недостаточный уровень теплозащиты	Дополнительное утепление участков швов, углов, мест примыканий конструктивных элементов или сплошное утепление стен
Высокий уровень инфильтрации холодного воздуха	Герметизация межпанельных швов, примыканий, заполнений оконных и дверных проемов
Протечки вертикальных ограждающих конструкций	Гидроизоляция межпанельных швов, гидрофобизация наружной поверхности стен, герметизация дверных и оконных блоков, гидроизоляция балконов
Повышенная звукопроводимость	Дополнительная звукоизоляция стен, устройство дополнительного остекления или замена оконных заполнений

Собственно усиление деформированных стен может быть осуществлено несколькими способами, в частности весьма эффективна установка напряженных поясов по наружному контуру стен на уровне перекрытий.

Сущность этого способа состоит в придании зданию с помощью предварительно-напряженных тяжей большей жесткости, исключающей деформацию отдельных участков стен.

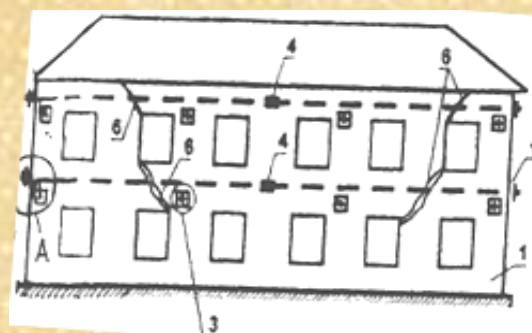
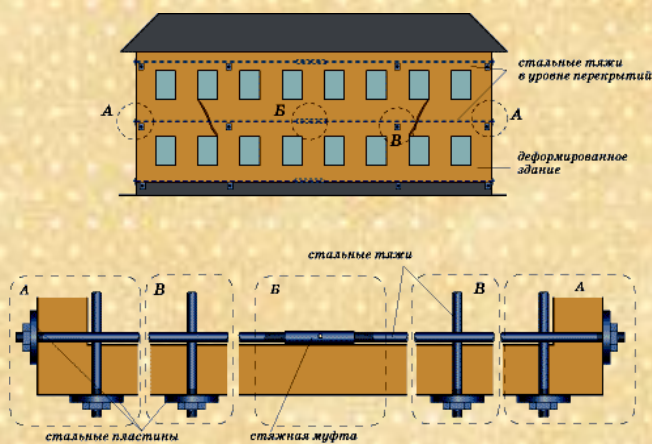
При этом создается несколько замкнутых контуров по капитальным стенам, а сами тяжи диаметром около 28—30 мм с муфтами устанавливают в борозды кладки и после натяжения заделывают раствором. Этот способ легко выполним, намного экономичнее, чем другие способы, так как позволяет избежать трудоемких процессов по усилению оснований и фундаментов.

Напряженный пояс, называемый также «бандаж», принимается из арматурных стержней диаметром 20-40 мм, соединенных стяжными муфтами. В редких случаях вместо арматуры используется стальной прокат. В результате получается усиливающий элемент, воспринимающий как растягивающие, так и сжимающие усилия, называемый *связью-распоркой*.



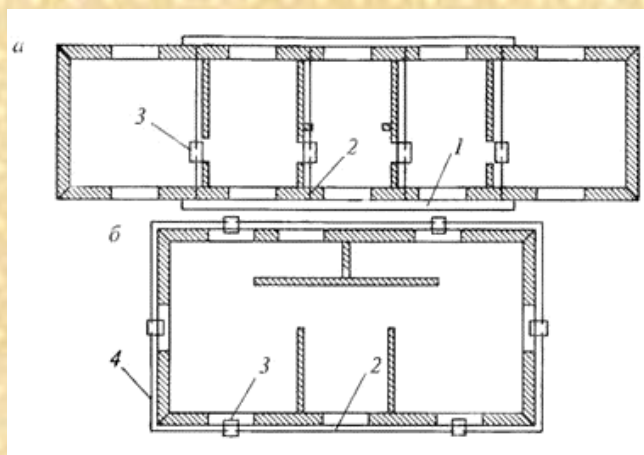
Устройство наружных напряженных поясов: 1 - деформированное здание; 2 - стальные тяжи; 3 - прокатный профиль из уголка № 150; 4 - стяжные муфты; 5 - сварный шов; 6 - трещины в стенах здания; 7 - штраба в стене для заполнения цементно-песчаным раствором

Связи-распорки устанавливаются в уровне покрытия и в уровне междуэтажных перекрытий, они могут располагаться как с наружной, так и с внутренней стороны сооружения.



Устройство внутренних напряженных поясов: 1- деформационное здание; 2- стальные тяжи с гайками; 3- металлические пластины; 4- стяжные муфты; 5- отверстия в стенах, которые заделываются раствором после упаковки тяжей; 6-трещины в стенах здания

Укрепление стен здания: а — схема повышения устойчивости стен здания с помощью накладок и тяжей, расположенных в уровне перекрытия и в плоскости поперечных стен; б — схема повышения пространственной жесткости здания с помощью стальных поясов, расположенных в уровне перекрытий; 1 — накладка из стального швеллера; 2 — стальные тяжи диаметром 25...40 мм; 3 — талрепы (стяжные муфты) с левой и правой резьбой; 4 — вертикальные накладки из стального уголка, распределяющие усилия смятия



Усилие N , на которое подбирается сечение тяжей, зависит от расчетного сопротивления кладки на скалывание, толщины и длины стены. Сечение тяжей, воспринимающих изгибающий момент в стене, назначается исходя из условий равенства их прочности - прочности кладки, воспринимающей перерезывающую силу:

$$N = 0,2 \cdot r \cdot l \cdot b, \quad (5.9)$$

где r — расчетное сопротивление кладки на скалывание, 10 кН/м^2 ; l — длина стены, м; b — ее толщина, м.

Для пятиэтажных зданий длиной 30 м можно рекомендовать следующие усилия в тязях в зависимости от высоты этажа: на пятом этаже $N = 12,6 \cdot 10 \text{ кН}$; на четвертом — $N = 14,9 \cdot 10 \text{ кН}$; на третьем — $N = 18,3 \cdot 10 \text{ кН}$; на втором — $N = 23,2 \cdot 10 \text{ кН}$; на первом — $N = 23,9 \cdot 10 \text{ кН}$.

Чаще повреждаются простенки и перемычки кирпичных стен как наиболее нагруженные. Для восстановления перемычек используют профильную сталь, простенков — каркасы из уголкового и полосового стали.

Заделка трещин в стенах может производиться только после выявления их причин и прекращения деформаций, что может быть проверено с помощью маяков. Стены со сквозными местными трещинами обычно укрепляют накладками, а в более сложных случаях — тязями, корсетами, путем замены кладки, в частности в простенках. При этом новую кладку обычно усиливают арматурой. Сами трещины после усиления кладки зачеканивают раствором; если трещин много, то лицевой слой перекладывают не менее чем на 120 мм.

Кирпичные перемычки, если в них имеются трещины, могут быть усилены инъекцией в них цементного или иного тампонажного раствора; при этом трещины расчищают, проконопачивают паклей, чтобы раствор не вытекал при последующем его нагнетании, а после схватывания раствора трещины расшивают цементным раствором. При более сложных повреждениях перемычек их заменяют металлическими или железобетонными балками.



Инъектирование трещин - нагнетание в трещины поврежденной кладки растворов жидкого цемента или полимер-цементного раствора, битума, смолы. Этот способ восстановления несущей способности кладки применяется в зависимости от вида конструкции, характера ее дальнейшего использования, имеющихся возможностей инъектирования, а главное, при

локальном характере и небольшом раскрытии трещины. Оно может осуществляться с использованием различных материалов. В зависимости от их

вида различают *силикатизацию, битумизацию, смолизацию и цементацию*. Инъектирование позволяет не только замонолитить кладку, но и восстановить, а в ряде случаев и увеличить ее несущую способность, что происходит без увеличения поперечных размеров конструкции.

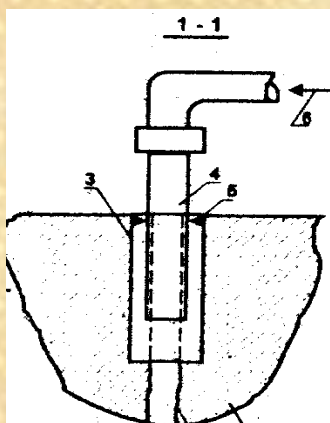


Наиболее широко применяются цементные и полимерцементные растворы. Для обеспечения эффективности инъектирования применяют портландцемент марки не менее 400 с тонкостью помола не менее $2400 \text{ см}^2/\text{г}$, с густотой цементного теста 22 - 25%, а также шлакопортландцемент марки 400 с небольшой вязкостью в разжиженных растворах. Песок для раствора применяют мелкий с модулем крупности 1,0 - 1,5 или тонкомолотый с тонкостью помола, равной $2000\text{-}2200 \text{ см}^2/\text{г}$. Для повышения пластичности состава в раствор добавляются пластифицирующие добавки в виде нитрита натрия (5% от массы цемента), поливинилацетатную

эмульсию ПВА с полимерцементным отношением П/Ц=0,6 или нафталиноформальдегидную добавку в количестве 0,1% от массы цемента.

К инъекционным растворам предъявляют достаточно жесткие требования: малое водоотделение, необходимая вязкость, требуемая прочность на сжатие и сцепление, незначительная усадка, высокая морозостойкость.

При небольших трещинах в кладке (до 1,5 мм) применяют полимерные растворы на основе эпоксидной смолы (эпоксидная ЭД-20 (или ЭД-16) - 100 мас.ч.; модификатор МГФ-9 - 30 мас.ч.; отвердитель ПЭПА - 15 мас.ч.; тонкомолотый песок - 50 мас.ч), а также цементно-песчаные растворы с добавкой тонкомолотого песка (цемент - 1 мас.ч.; суперпластификатор нафталиноформальдегид - 0,1 мас.ч.; песок - 0,25 мас.ч.; водоцементное отношение - 0,6).



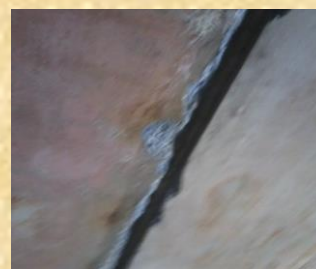
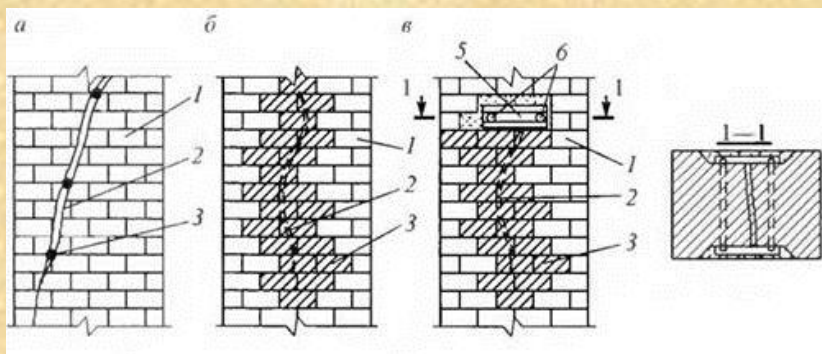
Инъектирование трещин шириной до 10 мм цементно-песчаным раствором:

1- кладка; 2- трещина; 3- отверстия для инъекторов через 800-1500 мм; 4- стальная трубка инъектора; 5- пакля, проконопаченная на клею; 6- подача раствора

При более значительном раскрытии трещин применяют цементно-полимерные растворы состава 1:0,15:0,3 (цемент; полимер ПВА; песок) или 1:0,05:0,3

(цемент: пластификатор нитрит натрия: песок), В/Ц=0,6, модуль крупности песка $M_k = 1$. Раствор нагнетается под давлением до 0,6 МПа. Плотность заполнения трещин определяется через 28 суток после инъектирования.

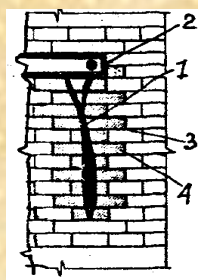
Раствор нагнетается через инъекторы диаметром 20-25 мм. Их устанавливают в специально просверленные отверстия через 0,8-1,5 метра по длине трещины. Диаметр отверстий должен обеспечить установку трубки инъектора на цементном растворе. Глубина отверстий – не более 100 мм, трубка инъектора закрепляется в отверстиях проконопаченной паклей.



Заделка трещин в кирпичных стенах: а — инъектированием цементным раствором трещин с раскрытием до 10 мм; б - вставкой кирпичных «замков»; в — вставкой кирпичных «замков» с «якорями»; 1 — усиливаемый участок стены; 2 — трещина; 3 — отверстия диаметром 30 мм и глубиной 100 мм для установки инъекторов; 4 — кирпичный «замок» в 1/2 кирпича, устанавливаемый с обеих сторон; 5 — «якорь» из прокатного профиля; 6 — стяжные болты

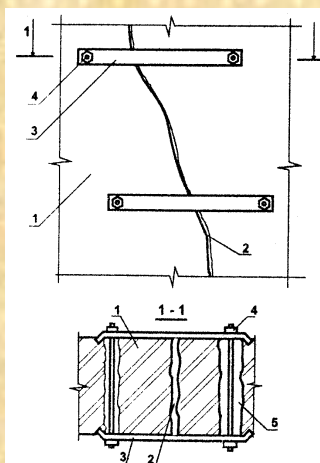
Установка скоб из арматурной стали используется в методиках восстановления несущей способности кладки при раскрытии трещин более 10 мм. Для этого в кладке фрезой делается углубление по размеру скобы. Скоба закрепляется болтами по краям, сама трещина обычно инъектируется цементно-песчаным раствором и зачеканивается жестким раствором.

При значительных повреждениях кладки сетью трещин скобы выполняют двухсторонними, в этом случае кладка испытывает двухстороннее обжатие. Развитие многочисленных сквозных трещин можно остановить, используя вместо скобы накладки из полосовой стали, которые устанавливаются с шагом 1,5-2 толщины стены.



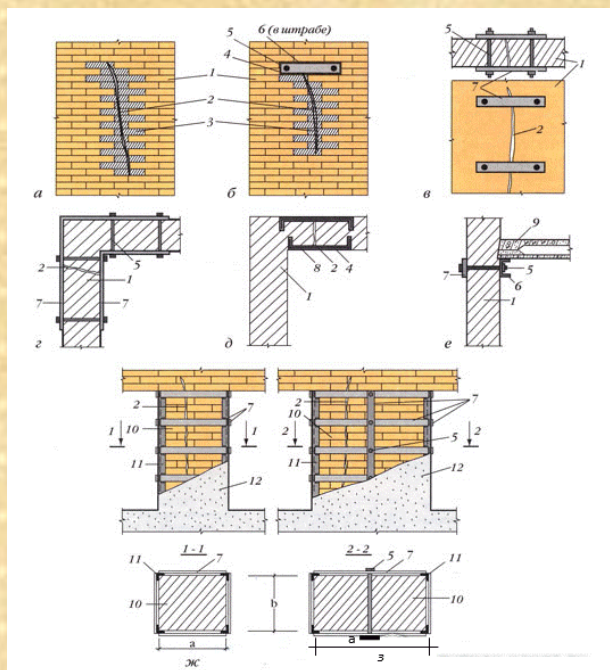
Разрушения могут быть настолько значительны, что в некоторых случаях требуется частичная разборка и перекладка разрушенной кирпичной кладки. Как правило, это производится с устройством вставки кирпичных замков, снабженных якорем. Широкая, более 10 мм, трещина (1) перехватывается одно- или двухсторонней накладкой (2), принимаемой уже не из полосовой стали, а из прокатного металла, который крепится к стене анкерными болтами. В этом случае накладка именуется якорем. По всей длине развития трещины извлекается поврежденный кирпич на толщину в два кирпича и

заменяется армированной кладкой на цементно-песчаном растворе, именуемой кирпичным замком (3-4).



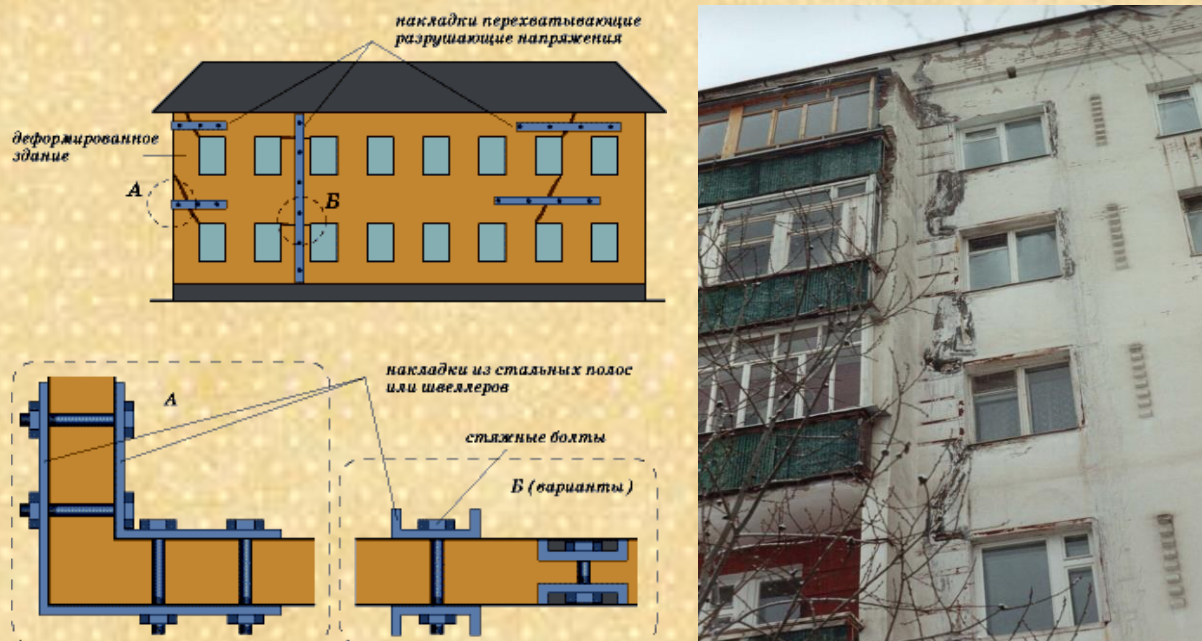
Установка скоб из арматурной стали: 1-усиливаемая стена; 2-трещина в стене, инъектированная цементно-песчаным раствором после установки скоб; 3-скобы из арматурной стали; 4-паз в кладке, выбранный фрезой; 5-углубления по концам паза, выполненные сверлом; 6-заполнение цементно-песчаным раствором пазов и углублений

Повышение несущей способности и устойчивости простенков может быть обеспечено увеличением площади сечения, устройством различных обоем или металлического каркаса.



Усиление кирпичной кладки: а – вставка простых кирпичных замков в широкие трещины; б – вставка замков с металлическим якорем (якорь устанавливается с той стороны, в которую развивается трещина, как правило, вверх); в, г – натяжными болтами по полосовым стальным накладкам на сквозные трещины по глади стены (в) или в углу (г); д – скобами на сквозные трещины; е – усилением узла опирания железобетонной плиты перекрытия на стену при размере ее опирания менее проектного; ж, з – усилением кирпичных простенков стальной обоймой при отношении размеров простенка 2/1 (ж) или более 2/1 (з); 1-усиливаемая стена; 2 – трещина; 3 – кирпичный замок толщиной в полкирпича, устанавливаемый по обеим сторонам стены; 4 – цементный раствор; 5 – стяжной болт; 6 – якорь из прокатного профиля (швеллер); 7 – стальная накладка; 8 – стальные скобы с шагом 500 мм; 9 – железобетонная плита

При установке накладок, обойм и стяжных болтов следует учитывать динамику развития трещин, стараясь «перехватить» их дальнейшее развитие.

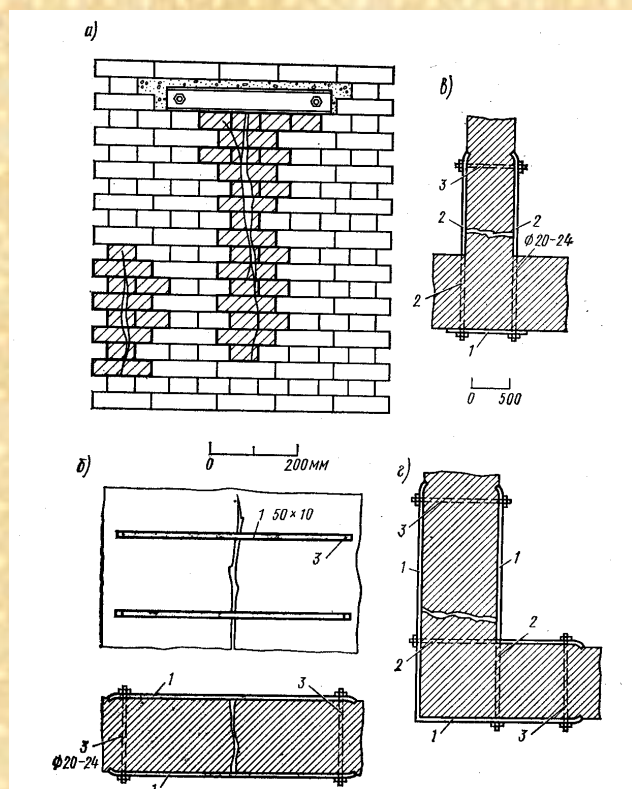


В наружных углах, для укрепления – чаще всего применяют металлические накладки из полосовой стали. Концы накладок загибают в сторону стены для лучшего сцепления с ней и фиксируют болтами, располагаемыми от трещины на расстоянии, равном примерно полутора толщинам стены. В более простых случаях при сравнительно небольшом протяжении и ширине трещины накладки можно крепить к стене ершами с одной стороны стены.

Если стены отклоняются от вертикали, выправить их можно с помощью вертикальных накладок из прокатных профилей (швеллера № 12—16) с креплением их ершами.

Дефекты стен в виде выпучиваний, нарушений первоначальной формы устраняют путем накладки прокатных профилей с двух сторон стены в горизонтальном или вертикальном направлениях, называемых разгрузочными жесткими поясами. В случае устройства поясов в параллельных стенах здания их можно связать между собой тяжами, устраиваемыми в уровне конструкции пола для увеличения жесткости всего стенового остова.

Помимо системы жестких накладок общее восстановление жесткости стенового остова, как пространственной конструктивной системы, производится с помощью предварительно напряженных поясов или тяжей из круглой арматурной стали. Пояса просты по устройству и очень эффективны. Тяжи диаметром 28—40 мм размещают на уровне тех перекрытий, где имеются трещины. На углах здания устанавливают уголки № 12—15 длиной около 1,5 м, к которым приваривают тяжи.



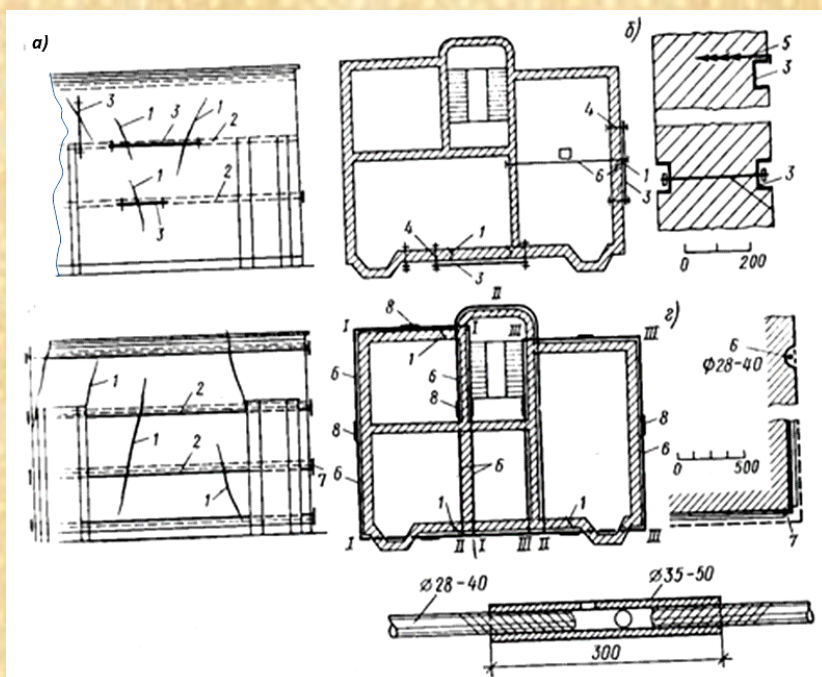
Заделка трещин в стенах:

а—простой замок и с якорем; б—двусторонняя металлическая накладка на прямом участке стены (фасад и план); в—накладки в месте примыкания внутренней стены; г—то же, на углу здания; 1 - накладка из полосовой стали 50х10 мм; 2—круглая сталь с винтовой нарезкой $d=20—24$ мм; 3 — то же, с нарезкой на двух концах

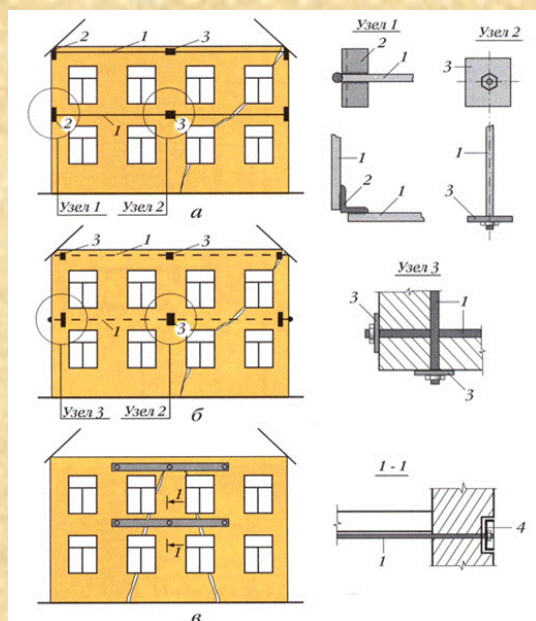
В плане здания пояса должны образовывать замкнутые контуры, возможно более близкие к квадрату и не более чем с соотношением 1:1,5. Длина поясов по каждой из стен может достигать 15—18 м. Предварительное напряжение поясов производят натяжными муфтами — с левой и правой резьбами, которые предусматривают обычно в средней части каждого участка периметра пояса. Усилие натяжения контролируют динамометрическим ключом в соответствии с расчетной величиной. Система напряженных поясов образует в стеновом остове сжимающие усилия, которые погашают растяжения и деформации, являющиеся следствием нарушения формы стенового остова.

При укреплении стенового остова напряженными поясам уменьшается расход металла по сравнению с жесткими накладками. Конструкция напряженных поясов состоит из стандартизированных узлов, а работы на стройплощадке являются чисто монтажными. Небольшие сечения металлических поясов позволяют сохранить поверхность фасада, для чего все составные части поясов нужно помещать в заранее подготовленные борозды.

Если разрушение кирпичной кладки не несет явной опасности пространственной жесткости здания в целом, основным способом усиления кирпичной кладки является устройство обойм, наращиваний или рубашек, разделяемых на железобетонные и растворные.



Выпрямление стен: а - жесткие накладки из прокатных профилей; б — крепление жестких накладок; в — восстановление жесткости стенового остова предварительно напряженными поясами; г — детали устройства поясов; / — трещина в стене; 2 — уровень перекрытия; 3 — накладки из швеллера № 12—16; 4 — болты крепления $d=20-24$ мм; 5 — ерш; 6 — стягивающие тязи $d=28-40$ мм; 7 — угловая накладка 120—150 длиной 1—1,5 м; 8 — натяжное устройство; I, II, III — контуры поясов.



Усиление стен тяжами в местах перекрытий: а, б - стальными тягами с наружной (а) и внутренней (б) сторон здания; в - установкой ненапрягаемых тяжей; 1 - тяж; 2 - уголок; 3 - опорная стальная пластинка; 4 - швеллер.

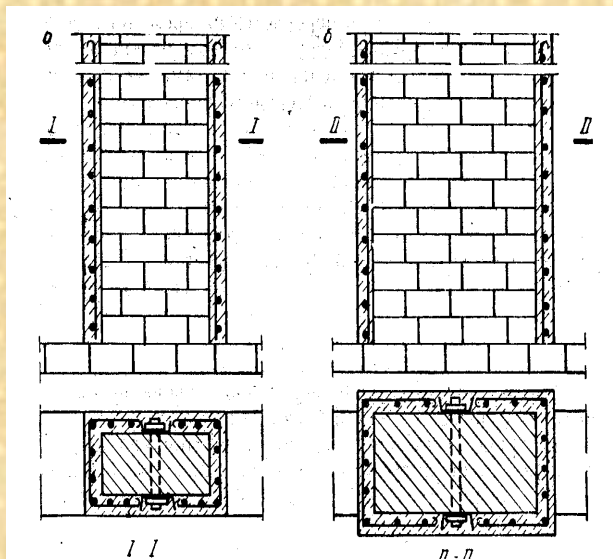
При усилении железобетонными обоймами, рубашками и наращиваниями используются бетон класса В10 и арматура класса АІ, шаг поперечной арматуры принимается не более 15 см. Толщина обоймы определяется расчетом и изменяется в пределах от 4 до 12 см.

Растворные обоймы, рубашки и наращивания,
называемые также штукатурными,

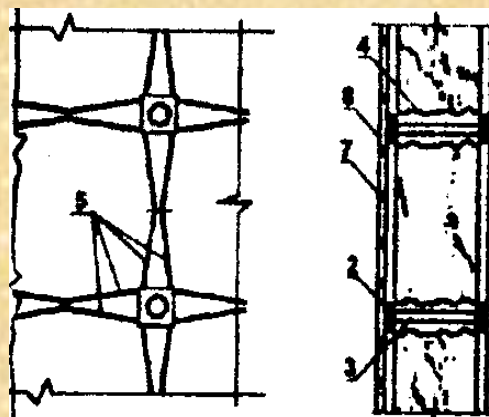
отличаются от железобетонных тем, что в них используется цементный раствор марки 75-100, которым защищается арматура усиления.

Устройство железобетонной обоймы эффективно при поверхностном

разрушении материала простенков и столбов на незначительную глубину или при возникновении глубоких трещин, когда возможно уширение простенков. В первом случае разрушенные участки простенка расчищают на глубину не менее толщины железобетонной обоймы, и сечение простенка в результате ее устройства не меняется. Во втором случае сечение простенка увеличивается за счет устройства железобетонной обоймы.



Устройство железобетонных обойм: а - без увеличения сечения простенка; б - с увеличением сечения простенка



Устройство штукатурной предварительно напряженной обоймы: 1-усиливаемая стена; 2-металлические пластины с отверстиями для тяжей; 3-тяжи-связи; 4-отверстия в стене для тяжей; 5-арматурные стержни, приваренные к пластинам и попарно стянутые; 6-штукатурка из цементно-песчаного раствора; 7-арматурные сетки, привязанные к стержням



Технологический процесс устройства железобетонной обоймы простенков состоит из удаления оконных заполнений, расчистки разрушенных участков или вырубки простенка на необходимую глубину, удаления оконных четвертей, установки арматуры, устройства опалубки, бетонирования, ухода за бетоном, снятия опалубки и разборки подмостей. Рабочая арматура железобетонной обоймы может быть

предварительно напряжена нагреванием до 100—150° С (например, нагревом электрическим током).

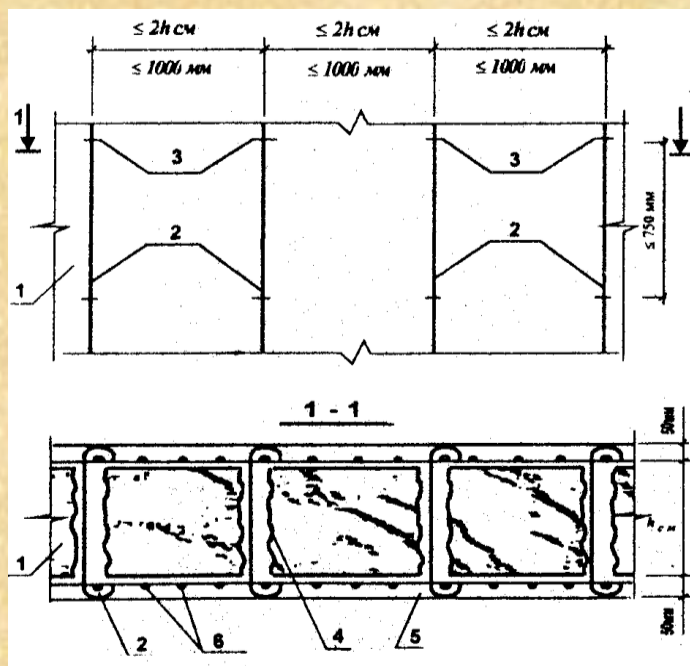
Вместо арматурных каркасов при усилении возможно применять сетки из проволоки диаметром 4-6 мм с ячейкой 150x150 мм. В обоих случаях

армирования и сетки, и каркасы крепятся к усиливаемой поверхности штырями (анкерами).

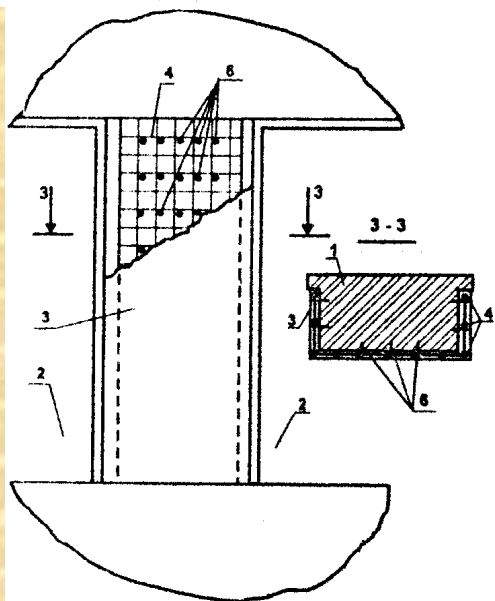
На больших площадях устанавливаются дополнительные хомуты-связи шагом не более 1 м при средней длине 75 см.

Опалубку железобетонной обоймы наращивают снизу вверх в процессе бетонирования. Для устройства железобетонных обойм используют метод торкретирования, при котором опалубка не требуется. В этом случае на

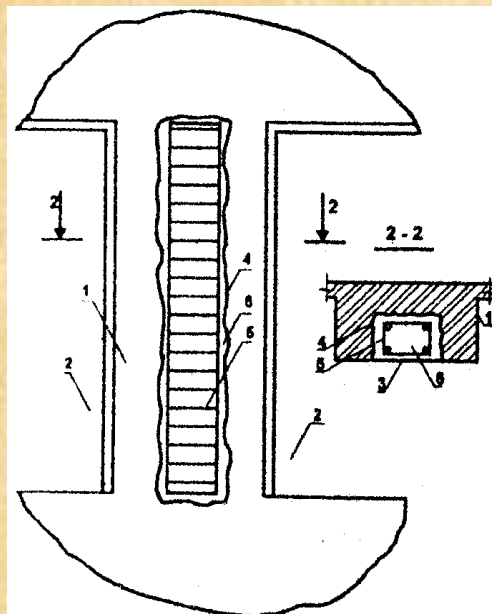
заармированную поверхность простенка наносят под давлением бетонную смесь с помощью цемент-пушки.



Хомуты-связи железобетонной обоймы: 1- усиливаемая поверхность стены; 2- арматура диаметром 10 мм; 3- хомуты-связи диаметром 10 мм; 4- отверстия в кладке; 5- бетон обоймы; 6- арматурные каркасы



Устройство штукатурной или железобетонной рубашки: 1-усиливаемый простенок; 2-проемы; 3-рубашка штукатурная 30-40 мм или железобетонная толщиной 60-100 мм; 4- арматура диаметром 10 мм; 5-арматура диаметром 12 мм; 6-металлические штыри

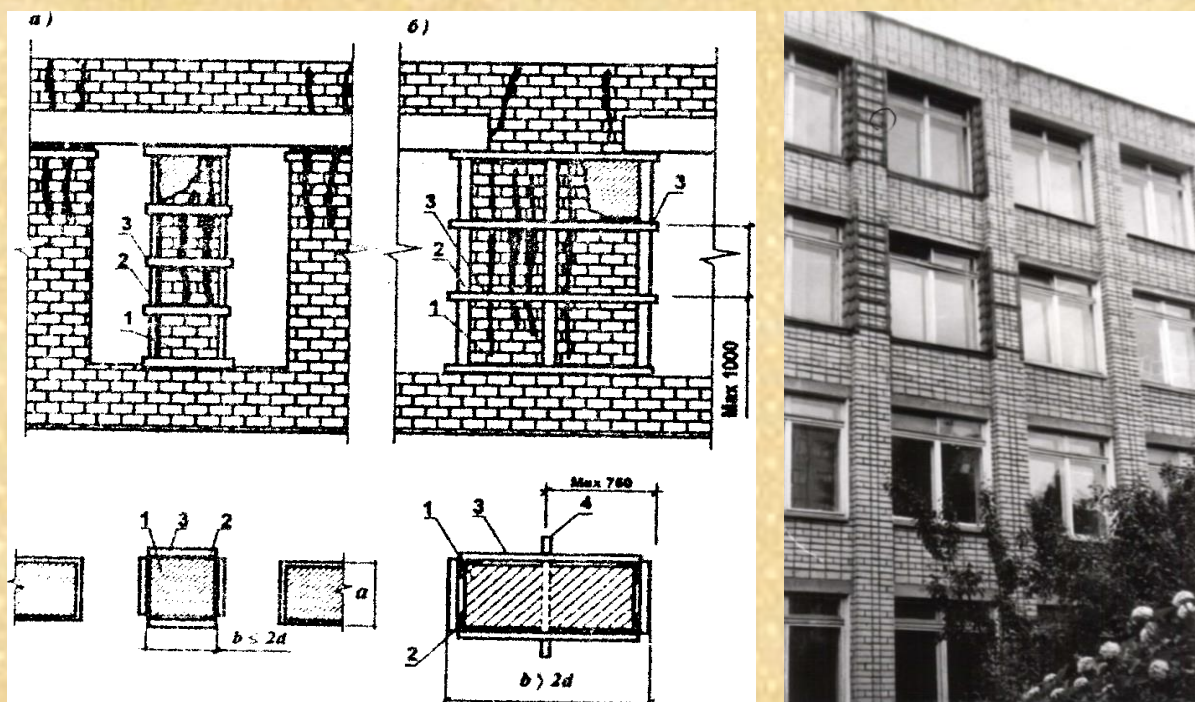


Устройство железобетонного сердечника: 1-усиливаемый простенок; 2-проемы; 3-стойка (сердечник) из железобетона; 4- ниша, вырубленная в простенке; 5- арматурный каркас; 6-бетон

Преимуществом такого метода устройства железобетонной обоймы является механизация процесса бетонирования. Железобетонная обойма увеличивает несущую способность заключенного в нее элемента в 2-3 раза.

Растворные рубашки и наращивания отличаются от обойм только одним конструктивным признаком – они выполняются односторонними. Рубашка может быть выполнена и не на всю ширину простенка – в виде сердечника.

Иногда стальные обоймы усиления кирпичной кладки на постоянно эксплуатируемых зданиях оставляют без защитного покрытия раствором или бетоном, устраивая металлический каркас усиления.

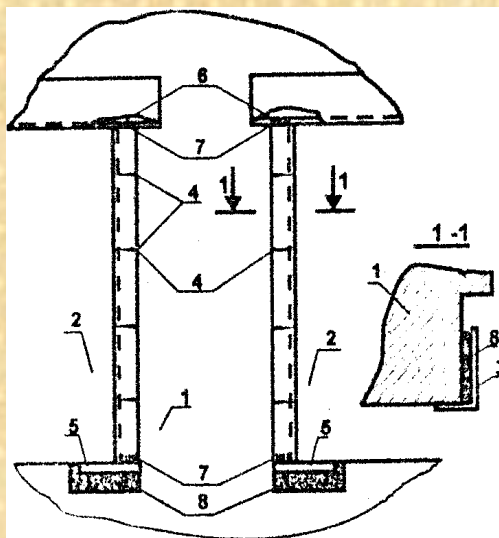


Усиление простенков металлическим каркасом: а- узкого простенка; б- широкого простенка; 1-кирпичный элемент; 2-стальные уголки; 3-планка; 4-поперечная связь

Устройство металлического каркаса простенков менее трудоемко и материалоемко, чем устройство железобетонной обоймы, и имеет широкое применение. Подготовка к устройству металлических каркасов простенков состоит из разгрузки простенков, удаления заполнений оконных проемов и срубки четвертей. При этом методе по углам простенков на всю их высоту устанавливают и плотно подгоняют к простенкам стойки из уголковой стали, которые через 30—50 см по высоте соединяют полосовой сталью, привариваемой к полкам уголков встык. Затем простенок обтягивают проволоочной металлической сеткой и оштукатуривают.

Металлический каркас можно накладывать на простенок или втапливать в него заподлицо. Во втором случае перед установкой каркаса срубают углы простенков и пробивают горизонтальные штрабы в местах установки металлических соединительных полос. После установки каркаса щели между металлическими элементами и простенком тщательно зачеканивают раствором. Если разрушению подверглись и перемычки, опирающиеся на простенок, более эффективным становится усиление простенка подведением стоек из уголков.

При этом стойки выполняются несколько длиннее расстояния между перемычкой и полом. Вверху они крепятся к оголенной арматуре перемычек, а в нижней части к накладному поясу из швеллера, монтируемому на корпусе реконструируемого объекта. Стойки выпрямляют попарно струбцинами, таким образом, создается предварительное напряжение. Спрямления, надломы, разрезы в полках уголков завариваются.

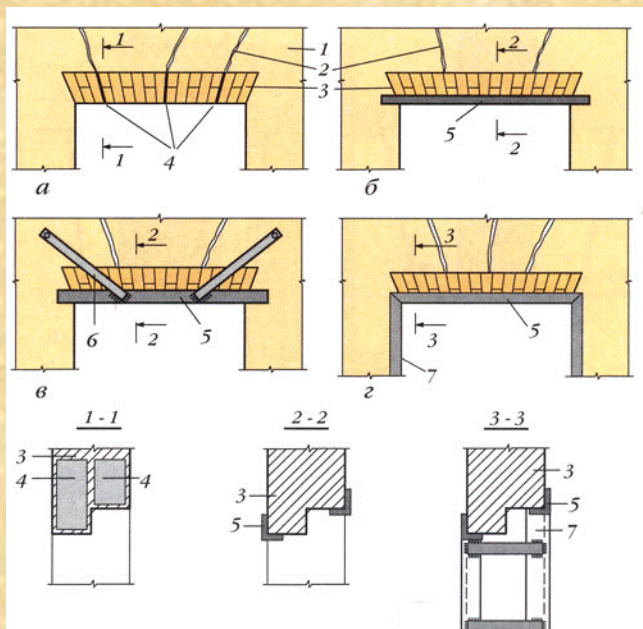


Подведение стоек из уголков: 1-усиливаемый простенок; 2-проемы; 3-стойки из неравнополочных уголков, выгнутые в сторону; 4-линии надлома; 5-закладная деталь; 6-оголенная арматура; 7-сварка; 8-раствор

Усиление углов зданий тоже целесообразно производить при помощи накладок из швеллера длиной 1,5-3 м. Накладки могут размещаться как с наружной, так и с внутренней поверхности стены. С кирпичной кладкой они соединяются с помощью стяжных болтов, устанавливаемых в заранее просверленные отверстия. Стяжные болты располагаются по высоте усиливаемой части кладки через 0,8-1,5 м.

При возникновении местных деформаций и для предотвращения дальнейшего раскрытия трещин осуществляют путем усиления зон сопряжений продольных и поперечных стен здания разгрузочных балок. Разгрузочные балки устанавливают в ранее пробитые штрабы с одной или двух сторон стены на уровне верха фундамента или перемычек первого этажа. Двусторонние балки через 2—2,5 м соединяются болтами ϕ 16—20 мм, пропускаемыми через ранее просверленные отверстия в балках и стене. Односторонние балки устанавливают на анкерные болты, гладкие концы которых закрепляют в стене установкой на цементном растворе в ранее просверленные гнезда. Соединения балок на болтах крепят гайками. Шаг анкерных болтов 2—2,5 м. Щели между полками балок и кирпичной кладкой тщательно зачеканивают цементным раствором состава 1:3. Для изготовления разгрузочных балок используют швеллер или двутавр № 20-27. В местах разрыва стен на трещины на каждом этаже устанавливают скобы-стяжки из Обрезков проката длиной не менее 2 м. Перед установкой скобы-стяжки для нее в стене вырубает штрабу с таким расчетом, чтобы стяжку установить заподлицо с поверхностью кирпичной

стены. В стене и в стяжке по разметке просверливают отверстия для болтов $\phi 20\text{—}22$ мм, с помощью которых скобу-стяжку крепят к стене. Расстояние от трещины до места установки болта должно быть не менее 70 см. Перед установкой скобу-стяжку обматывают проволоочной сеткой или проволокой $\phi 1\text{—}2$ мм. После установки конструкции трещину и штрабу тщательно заделывают раствором марки М100.



Усиление кирпичных перемычек: а - расклинивание трещин стальными пластинами; б, в - стальными уголками при небольшом (б) и длинном (в) пролетах; г - стальными уголками, соединенными со стальной обоймой простенков; 1 - кирпичная стена; 2 - трещина; 3 - перемычка; 4 - стальные пластины-клинья; 5 - стальной уголок; б - тяжи из полосовой стали; 7 - стальная обойма простенка



Как правило, развитие трещин, связанных с неравномерной осадкой фундаментов, требует дополнительных мер не только по повышению несущей способности кладки, но жесткости всего сооружения в целом. «Точечная застройка», грубые нарушения технологии каменной кладки, недопустимые условия эксплуатации сооружения, как и в случае неравномерной осадки фундаментов, вызывают не только развитие трещин у оконных и дверных проемов, но и нарушения вертикальности ограждающих конструкций.

В местах отрыва наружных стен от внутренних для восстановления жесткости здания устанавливают связи из металлических каркасов или

железобетонных шпонок. В этом случае говорят, что здание армируется. Железобетонные обоймы толщиной до 100 мм выполняются методом торкретирования, что придает стене большую жесткость при малом расходе металла. При этом арматура обоймы или каркаса не должна плотно прилегать к усиливаемой стене, а отстоять от нее не менее чем на 30 мм; при широких обоймах арматуру скрепляют со стеной анкерами и хомутами, обеспечивающими совместную их работу.

Основные способы усиления стен

Способ	Характеристика способа	Условия применения
Заделка трещин, замена кладки	Расшивка трещин раствором, инъекция цементного раствора в трещины	Кладка в удовлетворительном состоянии, ослабление кладки до 30 % от первоначальной прочности
Придание зданию большей пространственной жесткости	Замена кладки участками, усиление простенков и столбов штукатуркой по сетке	В кладке глубокие трещины; она ослаблена более чем на 30 %, но ее несущая способность удовлетворительна
Разгрузка участков каркасами, обоймами	Установка предварительно-напряженных поясов по линии перекрытий	Неравномерная осадка участков стен, расслоение примыканий стен и отклонение их от вертикали
Скрепление старых частей стен с новыми	Установка стальных или железобетонных каркасов, тонкостенных железобетонных обойм	Недостаточная несущая способность стен
	Установка скользящих анкеров	При пристройке новых частей зданий или новых стен



Способы утепления кирпичных стен разделяются на *внутренние* и *наружные*.

Утепление стен *снаружи* производится при помощи наиболее распространенных теплоизоляционных материалов - пенополистрола, пенопласта, пенополеуретана и минеральной ваты.

В качестве дополнительного слоя теплоизоляции учитываются внешние отделочные - штукатурка, декоративный камень, сайдинг и различные облицовочные панели.

Основные различия способов утепления заключаются не только в стоимости, но и в достижении требуемых параметров влагостойкости, паропроницаемости и теплопроводности. Первые два параметра подбираются с учетом климатических условий и подходящего способа монтажа для обеспечения надежной защиты стен от сырости. Теплопроводность же важна при расчете

необходимой толщины утеплителя для достижения требуемого эффекта.

Конструктивные решения утепления стен зданий

Выполнение утепления	Расположение утеплителя	
	по наружной поверхности	по внутренней поверхности
Плитными (листовыми) теплоизоляционными материалами	Плиты (полистироловые, полиуретановые, из минеральной ваты) приклеиваются к наружной поверхности стены и дополнительно крепятся с помощью штырей или тарельчатых дюбелей. Многослойная защитная штукатурка по теплоизоляционному слою армируется стеклосеткой или сеткой из оцинкованной стали. Для окончательной отделки фасадов возможно использование витражных конструкций, листовых пластиков, искусственного камня и пр.	Гипсовыми плитами с пенополиуретановой теплоизоляцией (толщина «сэндвича» 43... 113 мм). Пенопластовыми, минераловатными, древесноволокнистыми или цементно-фибритовыми плитами с последующим устройством оштукатуренной защитной кирпичной стенки или облицовкой гипсокартонными плитами
Утепление напылением (набрызгом) различных составов	Механическое напыление пенополиуретанов слоями по 6...7 мм. Нанесение защитного (окрасочного) слоя	Устройство многослойной армированной «шубой» (объемный вес не более 1400 кг/м ³) штукатурки

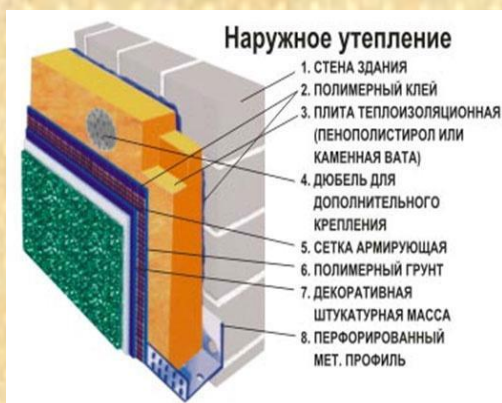
СХЕМА УТЕПЛЕНИЯ СТЕН ИЗ КИРПИЧА



СХЕМА УТЕПЛЕНИЯ СТЕН ИЗ ПЕНОБЕТОНА



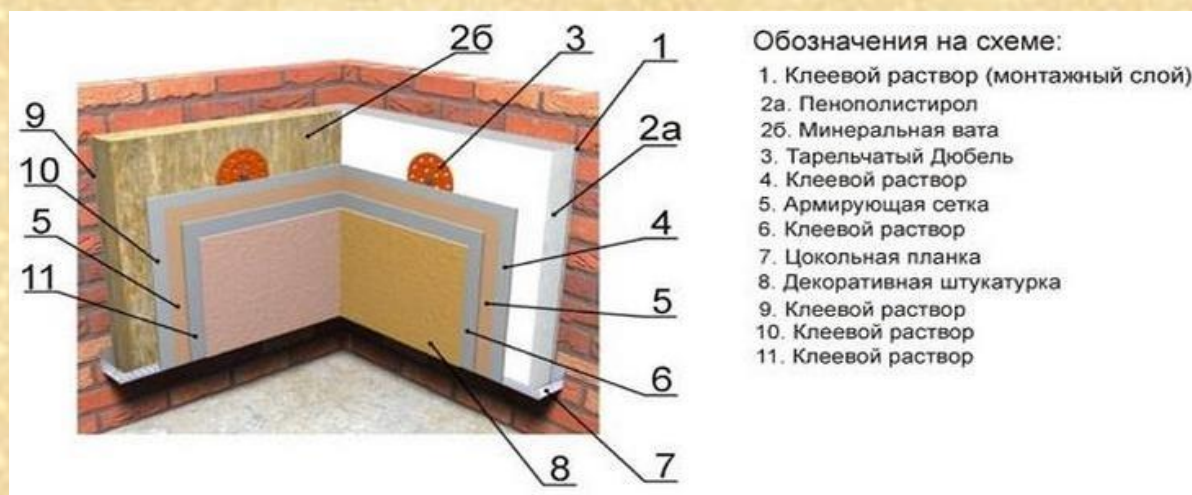
Утепление пенополистиролом. Работы начинают снизу, где устанавливается специальная полочка из уголка для выравнивания первого слоя листов пенопласта. Закрепление материала производится на специальные клеящие растворы. Далее листы прикладываются и придавливаются к стене. Правильность и ровность установки контролируется сеткой отвесов и уровнем.



Следующий слой пенопласта следует монтировать уже после того, как предыдущий схватился. При этом желательно листы смещать на половину относительно прошлого слоя. Листы закрепляются специальными анкерными креплениями «грибками» по четырем углам и в его центре. За счет смещения рядов угловой анкер каждого листа будет придерживать еще и середину нижнего или верхнего. На углах здания и в местах вокруг оконных проемов пенопласт закрепляется металлическими уголками. Все стыки между листами следует проклеить армирующей штукатурной лентой. Поверх слоя пенополистирола закрепляется армирующая сетка и производится оштукатуривание.

Значительным недостатком является низкая паропроницаемость материала, что может помешать нормальному выводу влаги и конденсата от стены.

Обязательным требованием перед использованием пенополистирола является качественная просушка стен. В ином случае лучше использовать частично вентилируемые или вентилируемые фасады. При этом влага не будет задерживаться на поверхности основных стен, и портить их механические свойства. Не рекомендуется проводить утепление таким способом – выше третьего этажа. Кроме того, следует учитывать, что пенополистирол повреждается грызунами.



Способы монтажа утепления с использованием **минеральной ваты** аналогичны с вариантами использования целлюлозных утеплителей и базальтовых плит.

Для того чтобы листы и маты минеральной ваты надежно удерживались, на стене монтируется каркасная система и обрешетка из деревянного бруса.

Ширина обрешетки должна быть меньше, чем лист минеральной ваты на 2-3 см. В этом случае она будет плотно входить между брусками без зазоров. Помимо обрешетки устанавливаются анкера, на которые будут надеваться листы материала. При неровной стене лучше всего подойдет двухслойная минвата, у которой слои отличаются по плотности. Мягким слоем направляется на стену, чем обеспечивается надежное сцепление со стеной.



В плане внешней облицовки минеральная вата наиболее универсальна. Многие ее типы позволяют произвести оштукатуривание с использованием армирующей сетки. Кроме этого можно закрепить утеплитель внешней горизонтальной обрешеткой, под которую укладывается ветрозащита в виде плотной полиэтиленовой пленки, и использовать различные виды облицовки: кирпичная стена, обшивка вагонкой или другими сайдингами. При этом получается вентилируемое трехслойное утепление, которое подойдет для большинства типов климата. Именно так следует проводить утепление стен деревянного дома, чтобы древесина имела возможность дышать и не накапливать влагу.



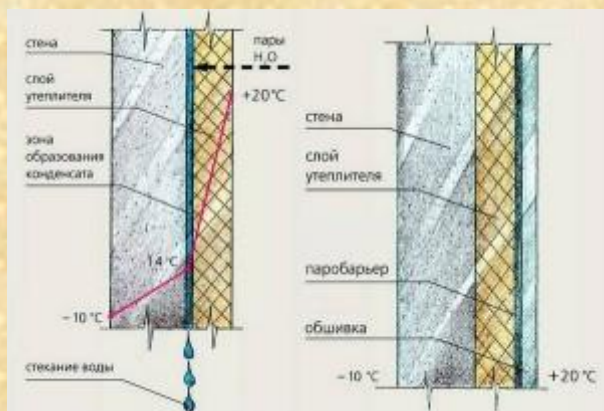
Вариант использования **пеннополиуретана** абсолютно идентичен принципу монтажа минеральной ваты. Раствор пеннополиуретана заливается непосредственно в каркас между стеной и пленкой. Адгезия со стеной получается максимальной, что обеспечивает наилучший показатель теплоизоляции. Однако в современном строительстве пеннополиуретан более широко используется при утеплении чердачных помещений и скатов крыш. Это аргументируется тем, что на вертикальных поверхностях сложнее

сформировать слой утеплителя, ведь изначально он представляет собой вспененную жидкость.

При выборе утеплителя следует помнить, что при насыщении теплоизоляционного слоя влагой его теплозащитные качества резко ухудшаются, что объясняется большой разницей в значениях коэффициента теплопроводности материалов. Так, для воды он равен 0,59 ккал/ч*м*град, для льда — 2, для воздуха — 0,22, для минеральной ваты — 0,04. Следовательно, если в минеральной вате место воздуха займет вода, а тем более лед, то ее теплопроводность *возрастет соответственно в 25 и 100 раз.*

При утеплении *изнутри* широко используют гипсоволокнистые штучные материалы. Гипс является природным модулятором влажности, поэтому

внутренняя облицовка поверхностей не только является теплоизолирующим слоем, но и улучшает внутренний климат в помещении.



5.4. Крупнопанельные стены ремонт и обслуживание

Одной из главных проблем крупнопанельного строительства и эксплуатации является обеспечение надежной герметичности стыков, поскольку они доставляют много неприятностей как живущим в зданиях, так и персоналу эксплуатационной службы. Опыт показал, что многие типовые стыки через несколько лет после ввода здания в эксплуатацию выходят из строя, а их восстановление трудоемко, дорогостояще и недолговечно.

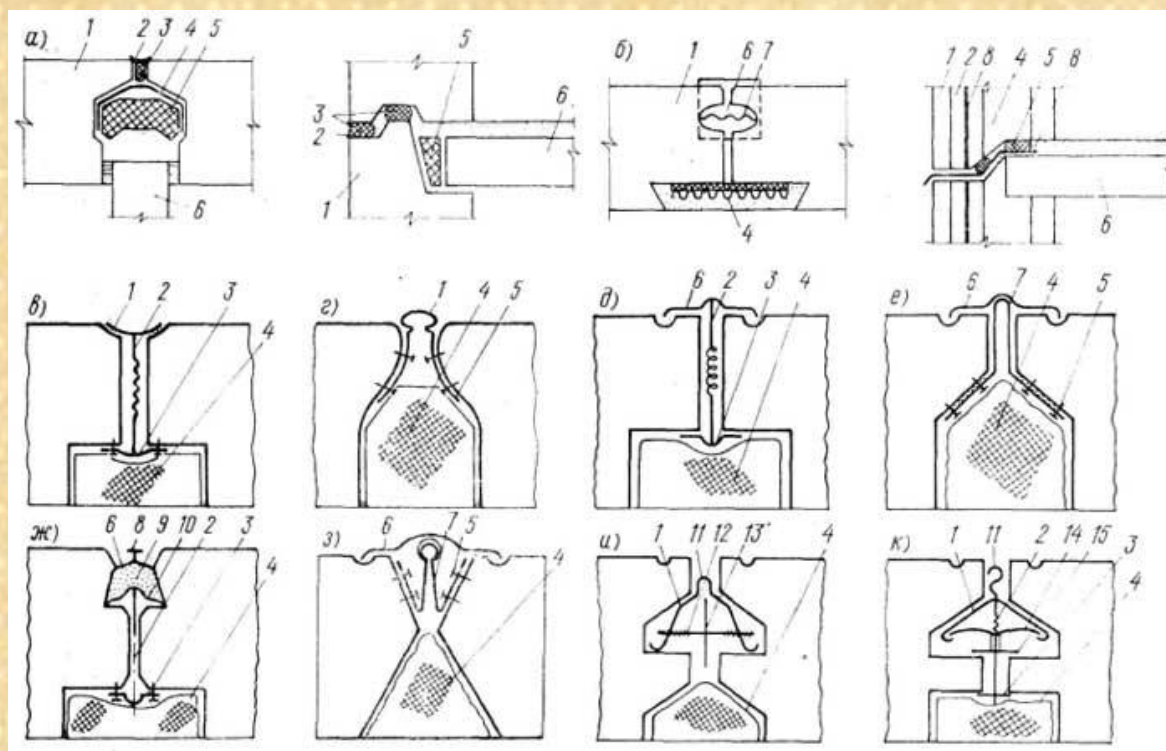


Основной причиной деформаций стыков являются колебания температуры наружного воздуха, т. е. это температурные и потому постоянные деформации.

Главные ошибки при устройстве стыков крупных панелей — недооценка постоянства температурных деформаций панелей и герметизация стыков недолговечными химическими веществами—герметиками, ибо нецелесообразно сочетание долговечного железобетона и совсем недолговечного герметика, подверженного действию солнечной радиации, колебаний температуры от $-30-40^{\circ}\text{C}$ до $(+18)-(40)^{\circ}\text{C}$, ветра, атмосферных осадков и т. п. В таких условиях мастичные герметики работают, т. е. деформируются одновременно с деформацией панелей в стыках, не более трех-пяти лет, а потому их надо восстанавливать через каждые три-пять лет.

Все многообразные стыки панелей можно объединить в две группы:

- **закрытые стыки**, в которых устье закрыто;
- **открытые стыки** (вентилируемые), в которых устье открыто, а внутри имеется декомпрессионный канал, снижающий давление ветра и воды, и водоотбойная лента, преграждающая им путь дальше, вглубь стыка.



Применяемые стыки крупных панелей (план и разрез)

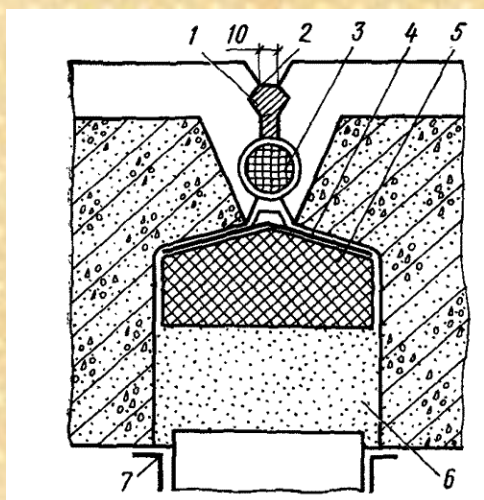
а — закрытый; б — открытый стыки: 1 — панель; 2 — герметизирующая мастика; 3 — упругая прокладка — гернит; 4 — воздухонепроницаемая лента; 5 — утеплитель; 6 — перекрытие; 7 — диафрагма; 8 — фартук;

в—к — конструкции стыков из алюминиевых сплавов и других долговечных материалов, разработанные автором: 1 и 6 — нащельники; 2 — пружина; 3 — анкер; 4 — утеплитель с воздухонепроницаемой лентой; 5 — дюбели, клей; 7 — элемент крепления нащельника; 8 — пробка; 9 — герметик; 10 — заслонка; 11 — внутренний нащельник; 12 и 14 — распорное устройство; 13 — штурвал; 15 — упорная планка

В *закрытых стыках*, как показал опыт, приходится восстанавливать герметичность каждые три-пять лет.

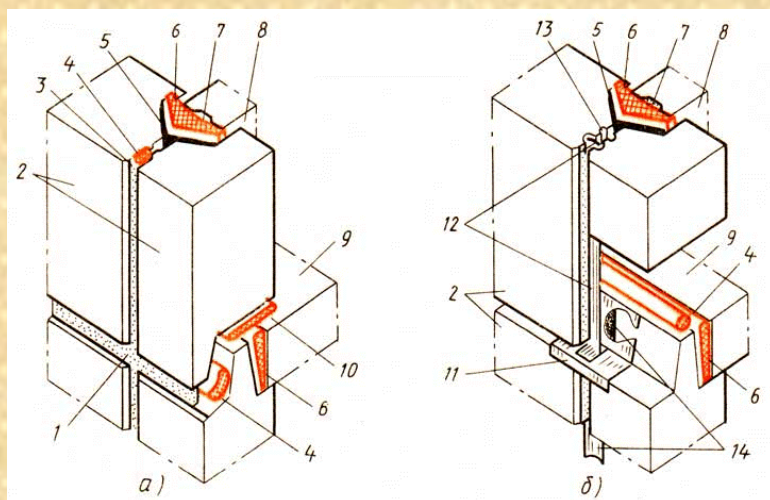
Стыки открытого типа, содержащие только одну диафрагму (и потому весьма удобные для строителей), - неудовлетворительны в эксплуатации, так как их устье открыто и в них попадает дождевая вода, увлажняет бетон панели, утеплитель, снижает теплозащитные качества стены, а потом, вытекая из стыка в зоне перекрытия наружу, увлажняет и разрушает с лицевой стороны нижележащие панели. На практике нередко и эти стыки превращают в закрытые, заполняя их герметиком, а герметик приходится восстанавливать каждые три-пять лет как в закрытых стыках.

Закрытые стыки, заполненные упругим материалом типа «гернит» и закрытые с наружной стороны нетвердеющим герметиком, хотя и получили большое распространение, признаны во всем мире нецелесообразными из-за малого срока службы герметика и необходимости частой его замены.



Стыковое соединение панелей наружных стен:

1 – герметизирующая мастика; 2 – обмазка мастикой; 3 – пористая прокладка; 4 – изолирующий слой (рубероид или пергамин); 5 – утеплитель; 6 – бетон или раствор; 7 – опалубка

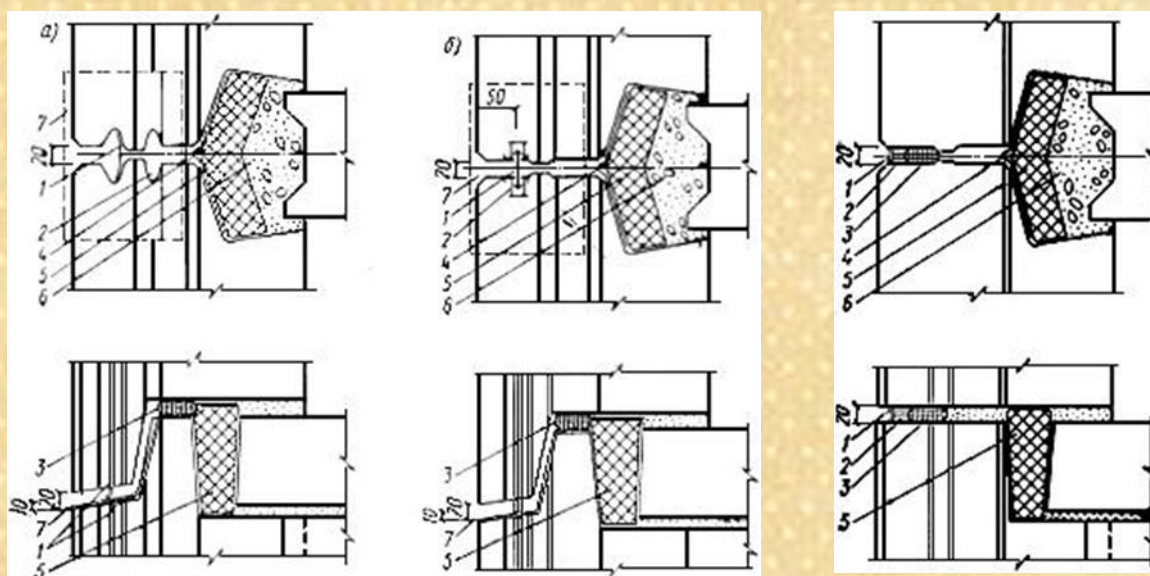


Стыки панелей наружных стен: а - закрытый, б - открытый; 1 - защитное покрытие, 2 - наружные панели, 3 - герметизирующая мастика, 4 - упругая прокладка (пороизол, гернит), 5 - воздухозащитная прокладка, 6 - термовкладыш, 7 - бетон, 8 - панель внутренней стены, 9 - панель перекрытия, 10 - раствор в горизонтальном шве, 11 - оцинкованный водоотводящий фартук, 12 - водоотбойная лента, 13 - декомпрессионный канал, 14 - водоотводящая лента, зажатая фартуком.

В последние годы стал широко применяться открытый стык; он прост в строительстве, что дало основание строителям всячески его пропагандировать. Однако неопределенность положения водоотбойной ленты внутри декомпрессионного канала, ее недолговечность и замачивание панелей вблизи

стыка влагой, попадающей в него, свидетельствуют о неудовлетворительности и этого стыка, ибо на практике часто приходится заполнять его герметиком, превращая в закрытый, который, как отмечалось выше, уже всюду забракован. Открытый стык имеет и второй существенный недостаток: отвод воды, попавшей в него, по фартуку на нижележащие панели приводит к их повреждению. Чем выше здание, тем больше стекает по панелям воды и они больше разрушаются.

Открытый стык не требует эксплуатационных затрат, если он работает хорошо. Ремонтировать его можно только путем заполнения герметиком, превращая в закрытый; заменить водоотбойную ленту невозможно.



Варианты открытого стыка:

1 - водоотбойная лента; 2 - декомпрессионный канал; 3 - упругая прокладка; 4 - воздухозащитная проклейка; 5 - термовкладыш; 6 - бетон; 7 - водоотводящий фартук (на рисунке условно показан пунктиром)

Закрытый стык:

1 - защитное покрытие; 2 - герметизирующая мастика; 3 - упругая прокладка; 4 - воздухозащитная проклейка; 5 - термовкладыш; 6 - бетон

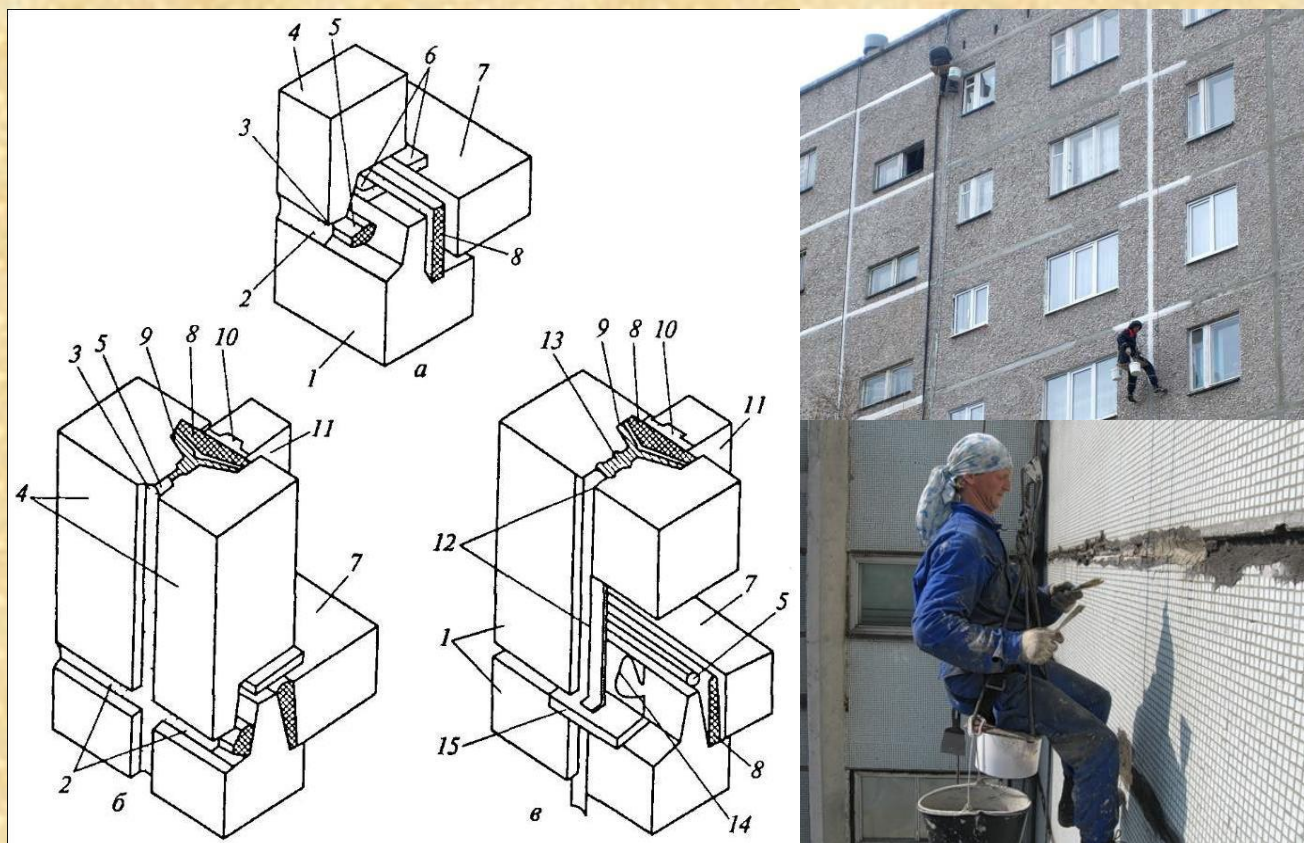
Поэтому наибольшее распространение в индустриальном домостроении получили *закрытые стыки*, принцип работы которых заключается в обеспечении водо- и воздухонепроницаемости их с внешней стороны.

Конфигурация устья закрытых вертикальных стыков обычно принимается одинаковой независимо от вида материала стены; в горизонтальных стыках она может быть разной. В однослойных и двухслойных легкобетонных стенах, а также в однослойных стенах с экраном на отnose применяют плоский горизонтальный стык.

Водозащитный гребень в однослойных легкобетонных стенах часто не выполняет своих функций, так как в нем в процессе транспортировки и монтажа возникает большое число трещин и сколов, особенно в месте расположения монтажных петель.

Легкий бетон панелей наружных стен различных типов в устье стыка на всю глубину зоны герметизации должен иметь плотную структуру или быть

защищен гидрофобизирующим составом. Кроме того, устья стыков покрывают гидроизолирующими мастиками или клеями.



Горизонтальные (а), вертикальные закрытые (б) и открытые (в) стыки наружных крупнопанельных стен: 1-панель наружной стены; 2-защитное покрытие (цементный раствор или полимерный состав); 3- герметизирующая мастика; 4-панель верхнего этажа; 5- прокладка из гернита или пароизола; 6-слой раствора; 7-междуэтажное перекрытие; 8 – утепляющий пакет из минеральной ваты или пенополистирола; 9 – слой рубероида; 10 – монолитный бетон; 11 – панель внутренней стены; 12 – водоотбойная лента; 13 – декомпрессионная полость; 14 – водоотбойная лента, зажатая фартуком; 15 – оцинкованный фартук который вводится водозащитный гребень высотой не менее 80 мм.

Для обеспечения правильной установки герметиков в устье стыков предусматривают бетонные выступы (компенсаторы), которые исключают возможность полного смыкания наружных панелей.

Дальнейшим развитием конструкции закрытого стыка является дренированный стык, в котором устроены водоотводящие отверстия, фартуки в местах пересечения вертикальных и горизонтальных стыков, а также декомпрессионная полость в канале вертикального стыка. Дренированные стыки позволяют исключить одну из причин протечек закрытых стыков – накопление воды в полости стыка из-за неплотности герметизации. В вертикальных стыках открытого типа с наружной стороны устанавливают водоотбойную ленту из алюминиевых сплавов или полимерных материалов, а с внутренней – устраивают расширенную полость для утепления и замоноличивания. Изнутри стык оклеивается изоляцией. В вертикальном стыке имеются: устье, паз с водоотбойной лентой,

декомпрессионная полость (пространство между водоотбойной лентой и утеплителем) и грунтовочное покрытие; в горизонтальном стыке – устье, водозащитный гребень, «зуб» панели и грунтовочное покрытие.

В пересечении вертикального и горизонтального стыков – «крестовине» водозащитные функции выполняет алюминиевый слив.

Устье обеспечивает отвод до 80% дождевой воды, остальную воду отводит алюминиевая гофрированная лента. Алюминиевый слив обеспечивает поэтажный отвод воды. Декомпрессионная полость выравнивает давление по обе стороны водоотбойной ленты.



Восстановление закрытых стыков производится путем расчистки устья, закатывания в стык, по возможности, валика из гернита и закрытия его сверху герметиком типа «эластосил», тиоколовым и др.



Восстановить герметичность стыков сложнее, чем герметизировать их при возведении здания, так как затвердевшие в стыках материалы при ремонте трудно удалить, а это необходимо для применения новых; величины наружных зазоров стыков колеблются в больших пределах, нередко встречаются «глухие» стыки, недоступные для ремонта; кроме того, трудно обеспечить адгезию наносимого герметика к бетону панелей, которые надо очищать, обеспыливать и сушить. Работы по ремонту стыков существенно отличаются по технологии от устройства их при строительстве. Фактически это две различные операции, а потому строительный опыт герметизации стыков нельзя использовать при их ремонте.

Для ремонта стыков можно рекомендовать самотвердеющие двухкомпонентные тиоколовые герметики. Нетвердеющие

мастики обычно используются для стыков со значительными отклонениями размеров. Герметичность восстанавливают либо нагнетанием герметика внутрь стыка, если он очищен, либо нанесением герметика на стык сверху по упругой прокладке.

Тиоколовый герметик наносят на очищенный и подготовленный стык в два приема: шпателем или лопаткой наносят небольшие порции герметика на основание и боковые фаски стыка, а потом широким резиновым шпателем разравнивают их до образования пленки толщиной 2—2,5 мм.



Хорошо себя зарекомендовали одно- и двухкомпонентные тиоколовые герметики и кремнийорганическая мастика. Другие мастики дают усадку, трещины.

Во время ремонта стыков может потребоваться также ремонт облицовки или фактурного слоя панелей. Поврежденная облицовка восстанавливается следующим образом: все поврежденные плитки удаляются, поверхность их очищается волосяными щетками, просушивается и покрывается слоем цементного раствора. Для заделки трещин и раковин в бетонных поверхностях панелей используется гидрофобный цементно-песчаный раствор состава: цемент — 1 часть (по массе); крупнозернистый песок — 3 части; вода — 0,4 части; нецементное вяжущее (обычно двухфазный клей, добавляемый в раствор перед употреблением) —

0,06 части.

Герметичность и звукоизоляция внутренних конструкций — стен, перегородок и дверей достигается устранением трещин в них, плотной подгонкой дверных проемов, заделкой трещин между перегородками и потолком, стенами.

Сопротивление воздухопроницанию ограждающих конструкций. Нормы проектирования» должно быть не менее R_u^{mp} ; оно определяется по формуле:

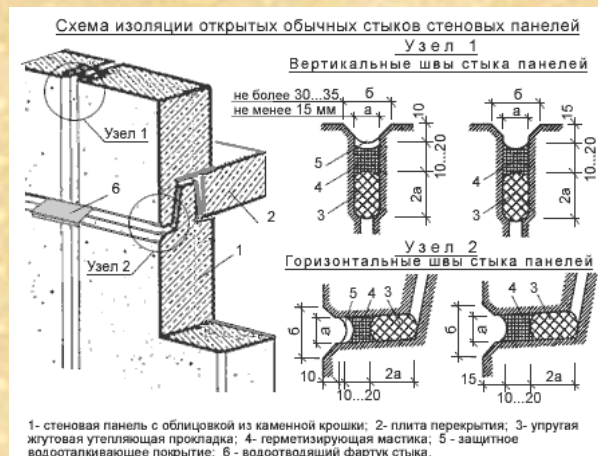
$$R_u^{mp} = \Delta p / G^H \quad (5.10)$$

где Δp — разность давлений, ; G^H — нормативная воздухопроницаемость ограждающих конструкций, принимаемая по СНиП (для жилых зданий — 0,5, производственных — 1, для окон и балконных дверей — 10).

Для практических целей используют коэффициент воздухопроницаемости стыков i , который нормирован; сопоставив фактическое его значение с нормативным, определяют эксплуатационную пригодность стыков. Часто из-за неплотности стыковых соединений панелей, большого различия размеров стыков, низкого качества их герметизации, а также герметизирующих

материалов приходится улучшать герметичность стыков. Наиболее стойки тиоколовые и полиизобутиленовые герметики, которые служат около пяти лет.

Протечки, продувание и промерзание стыков увеличивают теплопотери, приводят к образованию плесени и сырости, необходимости частой смены обоев, ремонта штукатурки, к коррозии связей между панелями, а также к дискомфортным условиям для проживания, снижению сроков службы зданий.



Здания с негерметичными стыками составили 20 % от всех обследованных, т. е. такие дефекты крупнопанельных зданий носят массовый характер, а их нерегулярное/несвоевременное и эпизодическое устранение - пока малоэффективно и рассматривается большинством эксплуатирующих организаций «временной мерой».

Герметизирующий материал в стыках подвергается деформациям растяжения и сжатия при знакопеременных деформациях панелей, величина которых в вертикальных стыках достигает 1,6—2 мм, а в горизонтальных — 0,6—0,7 мм, действию климатических факторов — тепла, холода, влаги, а также ультрафиолетового облучения. Переменное воздействие высоких и низких температур, увлажнение и высыхание, влияние солнечной радиации и ветра способствуют разрушению структуры герметизирующих материалов и нарушению сцепления их с краями стеновых панелей.

Использование герметизирующих материалов, свойства которых не отвечали перечисленным выше условиям их работы, послужило одной из причин нарушения герметичности стыков в крупнопанельных домах, особенно первых серий, построенных в 50—60-е годы.

Методы проверки и повышения герметичности стыков. Цель проверки состоит в выявлении соответствия фактической воздухопроницаемости, в частности герметизированных стыков крупных стеновых панелей, значениям, предусмотренным нормами. Требуемое сопротивление проникновению воздуха $R_{u.c}^{mp}$, по СНиП II.3—79, выражается формулой

$$R_{и.с}^{mp} = 0.13 * v_{\epsilon}^2 * R_o^{mp}, \quad (5.11)$$

где v_{ϵ} — скорость ветра, м/с; R_o^{mp} — общее термическое сопротивление ограждения.

До недавнего времени были известны следующие *методы контроля воздухопроницаемости стыков*:

1. метод измерения расхода количества воздуха через стык, состоящий в определении по формулам коэффициента воздухопроницаемости и сравнении его с нормативным значением; это прямой и основной, но весьма трудоемкий метод оценки герметичности стыков;
2. косвенный метод оценки герметичности стыков по температуре конструкции в зонах заведомо исправного и поврежденного стыков;
3. косвенный (качественный, дополнительный) химический метод оценки герметичности с помощью светочувствительной бумаги, наложенной на стык, и аммиака, пропущенного через него.

Первый метод состоял в определении фактического значения коэффициента воздухопроницаемости путем замера количества воздуха W^{ϵ} , проходящего через участок стыка за определенный промежуток времени при определенной разности давлений по обе стороны ограждения.

Принцип действия приборов для измерения воздухопроницаемости стыков (ДСКЗ-1, ИВС-2М и др.) основывался на измерении расхода воздуха, прошедшего через стык (конструкцию, трещину), и определении разности давлений в испытательной камере и окружающей среде. При этом расход воздуха в приборе измеряется полупроводниковым датчиком, а температура (для определения плотности воздуха) — датчиком температуры. По измеренным величинам, тарифовочному графику и расчетной формуле вычисляется коэффициент воздухопроницаемости, который сравнивается с нормативной или проектной его величиной.

Количество воздуха (в м³), прошедшего через стык, определялся и по разности двух последних показаний счетчика, если использовалась установка ЦНИИЭП жилища с газовым счетчиком.

Поскольку при расчетах воздухопроницаемости пользовались массовым расходом воздуха (в кг/ч), что позволяет сравнивать данные, полученные в разных условиях, возникала необходимость пересчета его плотности в зависимости от температуры по формуле:

$$W^{\epsilon} = \rho * W^{\circ}, \quad (5.12)$$

где ρ — плотность воздуха при атмосферном давлении и температуре при проведении замеров, кг/м³.

Перепад давлений по обе стороны исследуемого стыка Δp определяли по формуле

$$\Delta p = k * (t_1 - t_0). \quad (5.13)$$

где k — поправочный коэффициент микроманометра, учитывающий угол наклона его измерительной трубки.

Затем коэффициент воздухопроницаемости исследуемого элемента (стыка, конструкции) вычисляли для всех значений перепада давлений Δp_i по формуле:

$$i = (W^{\circ} * \delta) / \Delta p * F, \quad (5.14)$$

где W° — количество воздуха, прошедшего через стык, $\text{м}^3/\text{кг}$; δ — толщина конструкции, м ; Δp — разность давлений по обе стороны от конструкции, Па ; F — поверхность, занятая камерой, через которую нагнетается или просасывается воздух, м^2 .

В настоящее время воздухопроницаемость стыков устанавливается методами тепловизионного контроля.



Задача улучшения герметичности стыков крупнопанельных зданий очень актуальна и весьма сложна, ибо более половины жилых зданий в стране возводятся крупнопанельными, а стыки в них, как указывалось выше, недостаточно герметичны и недолговечны, особенно в постройках начального периода крупнопанельного домостроения, причем их надо восстанавливать через три-пять лет.

Полностью удалить из стыка старый герметик обычно невозможно, а новый, нанесенный на него сверху, еще менее долговечен под воздействием солнечных лучей, атмосферных осадков и пр. Отсутствие пригодных на практике методов и средств оперативного выявления мест повреждения стыков приводит к тому, что зачастую восстанавливаются все стыки здания подряд, а не только поврежденные, в результате чего выполняются явно завышенные объемы работ.

Герметичность стыков может быть улучшена одним из *трех способов*:

- заполнением стыка разогретым герметиком путем его нагнетания;
- перекрытием стыка герметизирующей мастикой, т. е. нанесением ее на очищенные и высушенные кромки смежных панелей;
- перекрытием стыка герметизирующей лентой, т. е. наложением на него клейкой ленты.



Первый способ применим только для широких стыков, когда из них можно хотя бы частично удалить старый герметик; он весьма трудоемок и требует специального оборудования: приспособлений для расчистки стыков, подогрева и нагнетания мастики.

Второй способ весьма распространен благодаря его простоте. Недостатком данного способа является то, что для увеличения базы деформации герметика под него необходимо прокладывать ленту из полиэтилена, а герметик на стыке, открытый внешним воздействиям, служит всего несколько лет; поэтому такой способ малоэффективен.

Третий способ весьма эффективен по затратам труда, но чтобы лента толщиной в несколько

миллиметров герметизировала стык, кромки панелей должны быть идеально ровными.

После нанесения мастичного или ленточного герметика на стык проверяется его адгезия к бетону специальным адгезиометром; работа с ним заключается в следующем: на герметике (клеем БФ или другим высокопрочным клеем) укрепляется штамп, герметик обрезается по его контуру, после чего штамп отрывается адгезиометром вместе с герметиком, усилие отрыва фиксируется на адгезиометре и сравнивается с нормативной величиной адгезии герметика к бетону.

Восстановление герметичности конструкций — задача весьма актуальная, сложная и трудоемкая. На практике применяются два основных способа

повышения герметичности конструкций: нанесение покраски, штукатурки или торкретирование; нагнетание тампонажных растворов в толщу конструкций.

С учетом рассмотренных выше недостатков закрытого и открытого стыков крупных панелей предложены новые типы стыков крупных панелей. В основу их разработки положены три принципа:

- отказ от недолговечных мастичных герметиков, т. е. от закрытых стыков на основе мастичных герметиков;
- отказ от открытых стыков, в которые попадает вода, ибо они не обладают необходимыми эксплуатационными качествами;
- применение закрытых долговечных стыков с подпружиненными нащельниками, преимущественно из долговечных материалов, например алюминиевых сплавов.



Использование алюминиевых сплавов целесообразно и экономически оправдано. Промышленность поставляет строительству достаточное количество алюминия, к тому же и расход его на стык может быть предельно малым. По конструкции и технологии производства работ предложенные стыки просты. Среди них есть и ремонтпригодные — нащельники могут быть

заменены; есть также использующие химические герметики.

Следовательно, применяя для стыков крупных панелей не мастичные герметики, а подпружиненные профильные элементы из долговечных материалов, можно решить проблему долговечности стыков, приравнять срок их службы к сроку службы панелей, притом без эксплуатационных затрат.



Для эксплуатируемых, особенно крупнопанельных, зданий **защита от промерзания и повышение теплозащитных качеств ограждений** — задача весьма актуальная. Поскольку инструментальное обследование сложно и весьма трудоемко, то очень важно

квалифицированное визуальное обследование дефектных участков зданий,

определение их границ, а также проведение замеров наиболее значимых параметров, обуславливающих и характеризующих микроклимат помещений, с целью восстановления их нормативных значений.

При **утеплении панельных стен** утеплитель ставят *изнутри*, защищая его пароизоляцией. Широко рекламированное наружное утепление оказалось на практике не только крайне расточительным и неэффективным, но послужило толчком к коррозии бетона, появлению черной плесени внутри помещений.



Перед производством работ (которые рекомендуется проводить в летний период) – стены необходимо осушить, очистить от замороженного бетона, подштукатурить и шпаклевать.

В трехслойных стенах, когда наружный и внутренний слои выполнены из железобетона, а средний (теплоизоляционный) слой — из ячеистого бетона, пенополистирола, минеральной ваты или других материалов, возможно образование конденсата внутри конструкции. Чтобы исключить этот недостаток, рекомендуется устраивать пароизоляционный слой из синтетической пленки, листов битуминизированного картона, алюминиевой фольги на внутренней поверхности стены.



Большое значение для нормальной эксплуатации

стен в помещениях с мокрыми и влажными режимами эксплуатации (душевые, бани, прачечные) приобретает гидроизоляционная защита стен. В таких помещениях происходят резкие суточные колебания температуры и влажности воздуха, вследствие чего на внутренней поверхности ограждений выпадает конденсат, а в толще конструкции накапливается влага; это приводит к ухудшению теплозащитных качеств стен, к их интенсивному разрушению. Без надежной гидроизоляционной защиты таких стен изнутри они служат не более пяти-семи лет, после чего их надо капитально ремонтировать.

При относительной влажности воздуха в помещениях более 65 % под внутренним защитным слоем рекомендуется располагать слой пароизоляции, например, из алюминиевой фольги, а при влажности выше 85 % на внутренние поверхности стен надо нанести поливинилхлоридную пленку.



Трехслойные железобетонные панели на практике оказались неудовлетворительными: они промерзают в местах расположения ребер жесткости, являющихся «мостиками» холода, а из-за уплотнения и деформации мягкого утеплителя внутри панелей промерзают и продуваются в стыках.

Исходя из опыта эксплуатации, наиболее эффективными и экономичными по строительным и эксплуатационным затратам (почти в два раза по сравнению с трехслойными панелями) оказались *однослойные панели*, в частности из керамзитобетона с объемной массой 1000—1200 кг/м³, с наружным фактурным покрытием перхлорвиниловой покраской и последующей гидрофобизацией кремнийорганическими соединениями, например 5%-ным водным раствором ГКЖ-11. Облицовка панелей керамическими плитками замедляет сушку панелей и поэтому менее желательна, чем покраска и последующая гидрофобизация. Правда, гидрофобизацию приходится повторять и в период эксплуатации зданий через шесть-восемь лет.



Однослойные панели стен рекомендуются для помещений с сухим воздухом и нормальным влажностным режимом. В слоистых конструкциях внутренний слой должен обладать более высоким сопротивлением паропрооницанию, чем наружный: для помещений с сухим воздухом в 1,2 раза, а для помещений с влажным режимом в 1,5 раза. Выполнение этого требования СНиП

позволяет исключить проникновение паровоздушной смеси со стороны помещения и накопление ее в толще стены, особенно и зоне ее промерзания, и

как следствие — разрушение. Все это подтверждает особую зависимость технического состояния стены, ее долговечности, а также способности поддерживать в помещении температурно-влажностный режим от влажности ее материала.

Основные **теплопотери** в крупнопанельных зданиях происходят через двери, окна, стыки и плоское промышленное покрытие — около 80% общих теплопотерь. Потери тепла через окна устраняют путем двойного и тройного остекления установкой современных стеклопакетов, или плотной подгонкой и конопаткой деревянных оконных коробок и рам. Для стен важно, чтобы температура их внутренней поверхности отличалась от температуры воздуха в помещении не более чем на 6 °С, а лучше — на 3 °С, ибо в противном случае на стене будет выпадать конденсат. Отсутствие конденсата на внутренней поверхности еще не исключает увлажнения конструкции диффузионной влагой из-за возможной ее конденсации в толще.



Если установлена вероятность конденсации накапливающихся паров, то на внутренней поверхности конструкции устраивается надежная пароизоляция. Как известно, тепло поднимается вверх, поэтому основным мероприятием теплозащиты зданий будет являться тепловая защита технического этажа, в качестве которой чаще всего используется подсыпка керамзита на

плиты покрытия.



Жидкая теплоизоляция крупнопанельных зданий. В качестве наружной теплоизоляции, позволяющей дополнительно улучшить внешний облик крупнопанельных зданий, в настоящее время широко рекомендуется сверхтонкое теплоизоляционное покрытие Mascoat™. Оно широко применяется на различных объектах: от предприятий черной металлургии и ТЭК до жилищного строительства и судостроения. Сверхтонкие теплоизоляционные покрытия серии Mascoat™ - высокотехнологичные композиционные материалы на водной основе, состоящие из вакуумированных керамических сфер, находящихся

в смеси акриловых полимеров.

Покрытие работает в соответствии с физическими принципами отражения, теплопроводности, теплоотдачи и тепловосприятия. Главным фактором,

обеспечивающим уникальный коэффициент теплопроводности (0,001 Вт/мК), являются керамические сферы, заполненные разреженным воздухом.

Сверхтонкие теплоизоляционные покрытия серии Mascoat™ доказали свою надежность как средство *теплоизоляции* и *антикоррозионной* защиты в различных атмосферных условиях.

Материалы имеют отличные показатели атмосфероустойчивости и эластичности. Структура покрытий обеспечивает отличные теплотехнические свойства и длительный срок эксплуатации.

Материал, по консистенции напоминающий обычную краску, можно наносить на любую поверхность. После высыхания образуется эластичное полимерное покрытие, которое обладает уникальными теплоизоляционными свойствами и обеспечивает антикоррозионную защиту.

Покрытия серии Mascoat™ наносятся послойно кистью, валиком или распылителем (воздушным и безвоздушным). Толщина одного технологического слоя – не более 0,4 мм. Норма расхода материала при однослойном покрытии - 1 литр на 1,5-2 м². Трудоемкость нанесения соизмерима с трудоемкостью покраски. Срок службы тепловой изоляции при нормальной эксплуатации - не менее 15 лет. Преимуществом также является постоянный доступ к осмотру изолированной поверхности.

Производители рекламируют достоинства предлагаемой технологии:

- уникальные теплоизоляционные характеристики;
- сверхтонкий слой покрытия (толщина одного технологического слоя - 0,04 см);
- легкость теплоизоляции (удельный вес в жидком виде - 0,56 г/см³);
- использование в производстве только высококачественных эластичных компонентов;
- термостойкость - до плюс 260 °С;
- могут наноситься на работающие объекты без остановки производственного цикла;
- снижают теплообмен (отсутствие перегретых участков и эффекта вертикальной тяги);
- обладают хорошей адгезией ко всем поверхностям;
- снижают/устраняют конденсацию без риска образования ржавчины;
- не поддерживают горение, замедляют распространение дыма;
- нетоксичны, экологически безопасны;
- покрытие толщиной 1 мм заменяет 50 мм минераловатного изолятора;
- могут наноситься на нестандартные поверхности (запорную арматуру, фасады сложной конфигурации).

Сверхтонкие покрытия используют сегодня в различных областях:

- промышленное оборудование и конструкции;
- трубопроводы пара, горячей и холодной воды;
- жилые, общественные и промышленные здания, сооружения; наружные ограждающие конструкции;

- транспорт;
- авиационная и аэрокосмическая промышленность;
- судоремонтная и кораблестроительная отрасли.



Однако пока нет данных, насколько долговечно и эффективно это дорогостоящее покрытие, стоимость которого намного превышает стоимость обычных гидрофобизирующих покрытий фасадов с добавлением силикатных фасадных красок.



Хаотичное утепление фасадов крупнопанельных зданий в Самаре