

КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА
МИНИСТЕРСТВА ИНДУСТРИИ И ТОРГОВЛИ

Казахский научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт сейсмостойкого строительства и архитектуры
(РГП КазНИИССА)

Разработали: М. У. Ашимбаев, А. С. Таубаев

Согласовано: Научно-методическим советом КазНИИССА

Утверждено Ученым советом КазНИИССА

Рецензент Т. Д. Тулеев

Технический редактор В. А. Лапин

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ
к курсам повышения квалификации
по специальности
«Основы сейсмостойкого строительства»

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗДАНИЙ
ИЗ КИРПИЧНЫХ И МЕЛКОШТУЧНЫХ БЛОКОВ
В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Дизайн М. Мухитовой
Верстка И. Тратникова
Корректор В. Коломеец
Отв. за выпуск Н. Георгиади

Сдано в набор 28.06.2004. Подписано в печать 07.07.2004.
Формат 60х84 1/16. Бумага офсетная. Гарнитура «PragmaticaC».
Объем 5,25 усл.печ.л. Тираж 300. Заказ 234.

Отпечатано в ТОО «Издательство LEM».
480072, г. Алматы, ул. Байтурсынова, 78а, тел./факс 92-26-51.

Алматы, 2004 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
1. Материалы для кладки стен	
1.1. Общие требования	6
1.2. Материалы для кладки стен подвалов и фундаментов	8
1.3. Материалы для бутовой кладки	8
1.4. Крупные бетонные блоки для несущих стен зданий	9
2. Виды каменной кладки	
2.1. Сплошная кладка из кирпича (камня)	11
2.2. Трехслойная кладка для каменно-монолитных зданий	15
2.3. Сплошная облегченная кладка с внутренним слоем утеплителя ..	16
3. Растворы для кладки стен	
3.1. Общие требования и рекомендации	17
3.2. Обеспечение прочности кладки	19
3.3. Влияние прочности кладки на способность кирпичных (каменных) зданий сопротивляться сейсмическим воздействиям (по результатам инженерного анализа последствий землетрясений)	20
4. Выполнение кладки	
4.1. Общие положения	22
4.2. Выполнение кладки в зимних условиях	25
4.3. Выполнение кладки с противоморозными добавками	26
4.4. Выполнение работ нулевого цикла	27
5. Объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с несущими каменными стенами	
5.1. Общие требования	30
5.2. Антисейсмические пояса	33
5.3. Способы повышения сейсмостойкости кирпичных стен зданий ...	34

5.4. Особенности конструирования фундаментов	45
6. Жилые дома со стенами из саманной кладки	
6.1. Сейсмостойкость домов с несущими стенами из саманной кладки (по результатам инженерного анализа последствий землетрясений)	54
6.2. Общие требования и рекомендации	55
6.3. Рекомендации по устройству защиты стен от увлажнения	59
Список использованных источников	60

ПРЕДИСЛОВИЕ

Пособие содержит основные положения по проектированию зданий с несущими стенами из каменной (кирпичной) кладки, необходимые сведения о материалах для кладки стен, виды каменной кладки и технологические требования, направленные на обеспечение сопротивляемости кладки сейсмическим воздействиям.

В Пособии дается информация о поведении зданий с каменными несущими стенами при сильных землетрясениях с анализом различных факторов, влияющих на способность каменной кладки сопротивляться сейсмическим воздействиям.

Приведенные в Пособии рисунки в определенной степени стилизованы и не должны рассматриваться как примеры оформления рабочих чертежей.

Пособие разработано на основе многолетнего изучения последствий сильных и умеренных землетрясений на территории бывшего СССР и Республики Казахстан.

При составлении Пособия использованы результаты исследований КазНИИССА, опыт разработки отдельных проектов зданий с несущими стенами из каменной кладки, а также материалы печатных изданий автора.

Пособие предназначено для инженерно-технических работников проектных и строительно-монтажных организаций, инженеров и научных работников, специализирующихся в области обеспечения сейсмостойкости зданий с несущими каменными (кирпичными) стенами.

Все отзывы, замечания и предложения, касающиеся настоящего Пособия, присылать по адресу:
480057, Республика Казахстан, г. Алматы, ул. Мынбаева, 53, КазНИИССА.

1. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН

1.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1.1. Действующие нормы [1] для кладки несущих и самонесущих стен, а также заполнения каркаса, рекомендуют применять следующие материалы:

- кирпич обожженный полнотелый или пустотелый марки 75 и выше с вертикальными отверстиями диаметром не более 16 мм и пустотностью не более 25 %;
- керамические камни марки не ниже 100 с вертикальными отверстиями диаметром не более 16 мм и пустотностью не более 25 %;
- сплошные бетонные камни и мелкие блоки из бетона класса не ниже В3,5;
- при сейсмичности площадки 7 баллов допускается применение керамических камней с вертикальными щелевыми пустотами шириной до 12 мм и пустотностью не более 25 % марки не ниже 75.

Обыкновенный полнотелый кирпич имеет следующие размеры: 65х120х250 мм, а керамические камни - 138х120х250 мм, причем последние бывают только пустотелыми.

1.1.2. В сейсмических районах не допускается применение обожженного кирпича или керамического камня с горизонтальными (параллельными постели кладки) пустотами (см. п.4.6.5 норм [1]). Вертикальные пустоты в керамических камнях и кирпичах могут быть сквозными или несквозными, цилиндрическими или щелевидными. Применение пустотелых кирпичей и камней способствует снижению массы конструкций, что особенно важно для зданий, возводимых в сейсмических районах, но при этом наличие больших пустот в них приводит к концентрации напряжений и способствует снижению монолитности кладки и, как следствие, уменьшению сопротивляемости последней сейсмическим воздействиям. Кроме того, при

наличии вертикальных пустот в кирпиче или камне уменьшается площадь контакта последних по постели с раствором, что приводит к снижению величины нормального сцепления и, следовательно, к уменьшению сопротивляемости кладки сейсмическим воздействиям. При наличии в кирпиче или камне горизонтальных пустот, параллельных постели, резко возрастает вероятность разрушения кладки под действием вертикальной составляющей сейсмического воздействия.

1.1.3. Применение камней и мелких блоков правильной формы из природных материалов (ракушечники, известняки, туфы, песчаники), пустотелых бетонных камней и блоков, мелких блоков из ячеистого бетона, кирпича и камней, изготовленных с применением безобжиговой технологии, и прочих стеновых материалов допускается после проведения соответствующих экспериментальных исследований и разработки рекомендаций по их применению (см. п.4.6.7 норм [1]).

1.1.4. В сейсмических районах Республики Казахстан для сплошной кладки не допускается применение силикатного кирпича. Кладка из силикатного кирпича обладает пониженной сопротивляемостью сейсмическим воздействиям за счет низкой величины временного сопротивления осевому растяжению по неперевязанным швам (нормальное сцепление).

1.1.5. Выбор материалов для кладки стен в зависимости от влажностного режима помещений и зоны влажности района строительства производится в соответствии с требованиями СНиП «Строительная теплотехника». Нарушение требований этих норм приводит к промерзанию кирпичной кладки, снижению монолитности и прочности последней, что особенно опасно для зданий, эксплуатируемых в сейсмических районах.

1.2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН ПОДВАЛОВ И ФУНДАМЕНТОВ

Для стен подвалов и фундаментов в сейсмических районах допускается применение бетонных блоков, которые обычно изготавливаются из тяжелого бетона, а также из керамзитобетона.

Размеры блоков: длина - 2380, 1180 и 780 мм; ширина - 300; 400; 500 и 600 мм (для стен из кирпича толщиной 250; 380; 510 и 640 мм соответственно); высота - 280 и 580 мм.

Блоки бетонные для стен подвалов и фундаментов широко используются в практике строительства в сейсмических районах и выпускаются заводами строительной индустрии Республики Казахстан.

1.3. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ БУТОВОЙ КЛАДКИ

1.3.1. В практике малоэтажного строительства в сейсмических районах при устройстве фундаментов мелкого заложения допускается применение бутовой кладки.

1.3.2. Для кладки фундаментов и стен подвалов обычно используется бутовый камень горных пород (рваный, постелистый и плитняковый). Рваный камень применяется в виде кусков неправильной формы для фундаментов из бутовой кладки, а также как заполнитель в фундаментах из бутобетона. Постелистый и плитняковый бутовые камни имеют две приблизительно параллельные грани и применяются для кладки фундаментов и стен подвалов.

1.3.3. Размер кусков бутового камня должен быть не менее 150 мм и не более 500 мм. Бутовые камни необходимо изготавливать из однородного камня без сколов, выветривания, наличия прослоек глины, мергеля и видимых расслоений и трещин.

1.3.4. Бутовые камни обычно изготавливаются из пористых и плотных

известняков, песчаников, гранитов, габбро, диоритов, диабазов, базальтов и вулканических туфов.

1.3.5. В сейсмических районах для бутовой кладки фундаментов не рекомендуется использовать пористые камни из известняков и вулканических туфов, а также песчаников.

1.4. КРУПНЫЕ БЕТОННЫЕ БЛОКИ ДЛЯ НЕСУЩИХ СТЕН ЗДАНИЙ

В отдельных регионах Республики Казахстан при строительстве жилых зданий, школ и детских садов используются крупные бетонные блоки для наружных стен.

Основными типами крупных блоков для жилых зданий являются: простеночный, переимычечный, подоконный, поясной и парапетный.

Крупные блоки для наружных стен изготавливают из легких бетонов на пористых заполнителях (в основном керамзите и аглопорите).

В сейсмических районах Республики Казахстан строительство зданий из крупных блоков не имеет широкого распространения. Известны примеры строительства жилых зданий, школ и детских садов высотой от 1 до 3 этажей с применением крупных блоков в сейсмических районах Восточного Казахстана.

При Зайсанском землетрясении 1990 г. в Восточном Казахстане в таких зданиях появились повреждения в виде трещин в направлении швов между блоками, а на отдельных объектах наблюдалось обрушение парапетных блоков и смещение простеночных на величину до нескольких сантиметров.

При Рача-Имеретинском землетрясении 1991 г. на территории Грузии в многоэтажных жилых домах из крупных блоков с элементами антисейсмического усиления отмечались случаи обрушения стеновых блоков верхних технических этажей с развитием трещин как в направлении швов между блоками, так и по их телу.

Следует отметить, что интенсивность проявления этих землетрясений в населенных пунктах, где велось строительство зданий из крупных блоков, не превышала 7 баллов.

При сильном землетрясении 1995 г. в северной части о. Сахалин в г. Невельском (Российская Федерация) обрушились все пятиэтажные жилые дома с несущими стенами из крупных блоков, а число погибших превысило 2000 человек.

Приведенные примеры поведения зданий из крупных блоков при сильных землетрясениях говорят о необходимости разработки типовых решений по их усилению.

Для сейсмических районов Республики Казахстан проекты сейсмостойких зданий со стенами из крупных блоков не разработаны. В связи с этим строительство зданий указанного конструктивного типа в сейсмических районах ограничивается или вообще запрещается.

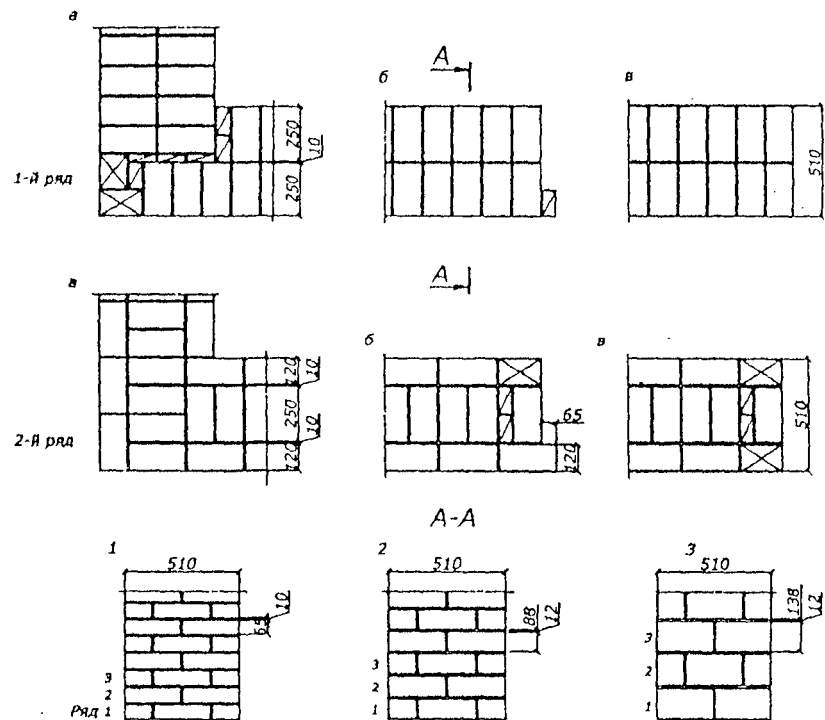


Рис. 2.2. Однорядная (цепная) система перевязки кладки стены толщиной в 2 кирпича (51 см)
а, б, в и 1, 2, 3 – то же, что и на рис.2.1.

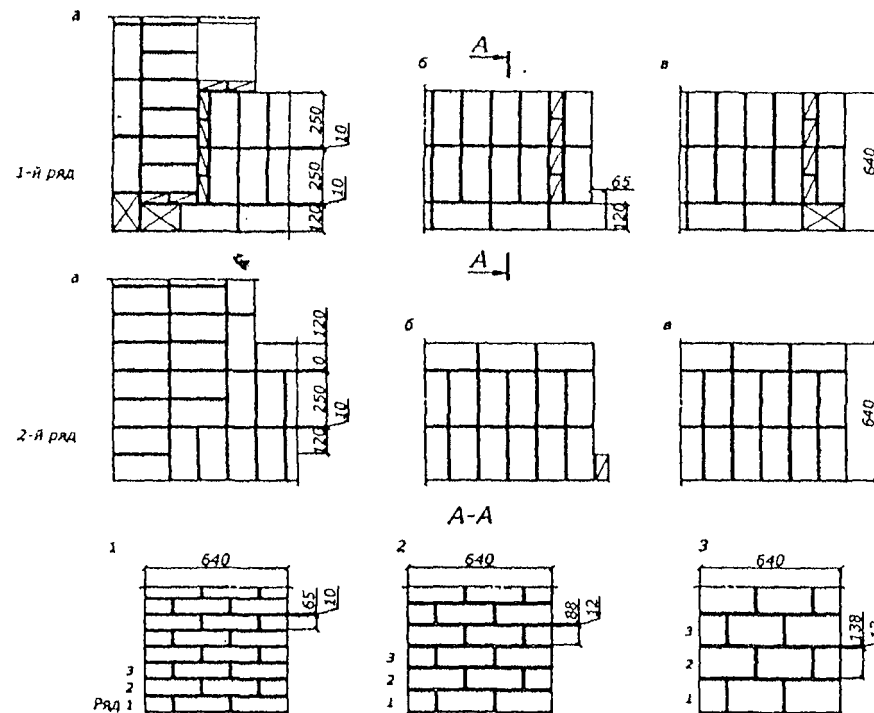


Рис. 2.3. Однорядная (цепная) система перевязки кладки стены в 2.5 кирпича (64 см)
а, б, в и 1, 2, 3 – то же, что и на рис.2.1.

2.2. ТРЕХСЛОЙНАЯ КЛАДКА ДЛЯ КАМЕННО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ

2.2.1. Трехслойная кладка для каменно-монолитных зданий выполняется с возведением наружной и внутренней версты из полнотелого кирпича или природных камней при одновременной заливке бетоном образующейся полости между верстами.

2.2.2. Перед заливкой бетона в полости между верстами (внешними слоями кладки) необходимо установить плоские и пространственные арматурные каркасы, заделанные в фундаменте. Армирование внутреннего слоя бетона принимается по расчету.

2.2.3. Версты кладки необходимо армировать по высоте горизонтальными сварными сетками, обеспечивающими совместную работу кладки и бетона заливки. Горизонтальные сетки должны пропускаться сквозь внутренний слой бетона. Шаг сеток по высоте не должен превышать 600 мм.

2.2.4. Толщина слоя бетона и его класс принимаются по расчету, но из конструктивных соображений величина зазора между верстами кладки принимается равной 12 см и более. Класс бетона должен быть не ниже В15, а его подвижность соответствовать осадке стандартного конуса величиной 13 см.

2.2.5. Заливка бетона в полости осуществляется слоями (от 500 до 700 мм по высоте) по мере возведения кладки.

2.2.6. Перекрытия и покрытия должны опираться на внутренний железобетонный слой каменно-монолитной кладки или опорный участок антисейсмического пояса в том случае, когда перекрытия и покрытия выполняются сборными из железобетонных плит. При выполнении кладки из керамических камней устройство опорного участка антисейсмического пояса является обязательным.

Принцип возведения трехслойной кладки удачно реализован при строительстве каменно-монолитных зданий в сейсмических районах.

Так, многоэтажные каменно-монолитные (из пильного известняка) дома в г. Кишиневе (Республика Молдова) перенесли Карпатское землетрясение 1986 г. без повреждений. Интенсивность проявления указанного землетря-

сения на территории г. Кишинева составляла 7 баллов (на отдельных площадках более 7 баллов).

После Спитакского землетрясения 1988 г. в г. Ленинакане (Гюмри в настоящее время) строителями из Узбекистана построена группа жилых каменно-монолитных трехэтажных домов.

В последние годы строительство каменно-монолитных домов высотой до двух этажей осуществляется в сейсмических районах Казахстана, в том числе и в г. Алматы.

Однако строительство каменно-монолитных домов пока носит экспериментальный характер и должно осуществляться по проектам, разработанным специализированными организациями.

2.3. СЛОИСТАЯ ОБЛЕГЧЕННАЯ КЛАДКА С ВНУТРЕННИМ СЛОЕМ УТЕПЛИТЕЛЯ

В практике строительства каменных (кирпичных) зданий применяется также слоистая облегченная кладка с внутренним слоем утеплителя, позволяющая существенно уменьшить расход кирпича и цемента при одновременном повышении сопротивления стен теплопередаче с уменьшением при этом расхода топлива.

Толщина конструктивных слоев определяется из условий обеспечения прочности кладки.

Теплоизоляционный слой стены располагается как внутри кладки, так и у ее внутренней поверхности. Толщина этого слоя определяется теплотехническим расчетом.

Связь отдельных слоев в такой кладке обеспечивается посредством перевязки кладки поперек стены (жесткие связи) или с помощью арматуры из коррозионностойкой стали (гибкие связи).

Из инженерного анализа последствий Зайсанского землетрясения 1990 г. (Восточный Казахстан) известны примеры обрушения наружной версты облегченной кладки с внутренним слоем утеплителя в одноэтажных жилых домах в с. Акжар при интенсивности проявления землетрясения в пределах от 6 до 7 баллов.

При строительстве в сейсмических районах применение слоистой облегченной кладки с внутренним теплоизоляционным слоем в несущих и самонесущих стенах не допускается (см. п.4.6.3 норм [1]).

В сейсмических районах при проектировании и строительстве кирпичных (каменных) зданий используется ряд приемов, направленных на повышение их сейсмостойкости. Краткое описание таких приемов приводится ниже.

3. РАСТВОРЫ ДЛЯ КЛАДКИ СТЕН

3.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

Формальное соблюдение требований норм не всегда дает положительные результаты, что подтверждается опытом инженерного анализа последствий землетрясений. В связи с этим ниже приводится ряд требований к растворам для кладки несущих и самонесущих стен в зданиях, возводимых в сейсмических районах.

3.1.1. Действующие нормы [1] для штучной кладки стен требуют применения смешанных цементных растворов марки не ниже 25 в летних условиях и не ниже 50 - в зимних (см. п.4.6.4 норм [1]).

3.1.2. При выборе кладочного раствора для возведения каменных конструкций в сейсмических районах необходимо руководствоваться СН 290-74 «Инструкция по приготовлению и применению строительных растворов» [2].

3.1.3. В состав кладочных растворов в основном входят вяжущие (цемент или известь), заполнители (песок), вода и специальные добавки, повышающие пластичность растворов, сцепление раствора с кирпичом или камнем.

3.1.4. В сейсмических районах для кладки несущих, самонесущих стен и заполнения каркасов рекомендуется применять растворы с вяжущим из портландцемента. В качестве заполнителя в растворных смесях должен применяться природный песок. Допускается также использование смешанных (цементно-известковых) растворов. Производителям строительных работ необходимо в этой связи напомнить, что для кладки цоколей ниже гидроизоляционного слоя и подземных стен следует применять лишь цементный раствор, поскольку он является морозо- и влагостойким.

3.1.5. Крупность заполнителя (песка) в растворах для кладки из кирпича и керамических камней не должна превышать 2,5 мм (пески средней крупности). Допускается также применение мелкозернистого и барханного песков, обогащенных просеянными отходами камнедобычи, крупностью от 1,5 до 2,5 мм.

3.1.6. Для кладки стен из мелких и средних блоков горных пород растворы необходимо приготавливать на кварцевом песке.

3.1.7. Обычно все виды песков содержат пылеватые частицы, что особенно характерно для барханных песков. Большое содержание пылеватых частиц в песке снижает прочность растворов, уменьшает сцепление кирпича с раствором, требует большего расхода вяжущих для получения раствора необходимой марки. В связи с этим рекомендуется использовать хорошо промытые пески с малым содержанием пылеватых, глинистых и илистых частиц (не более 3 % по массе).

3.1.8. В качестве пластификаторов в растворах обычно используются известь и глина, но последняя снижает сцепление раствора с кирпичом или камнем. В связи с этим действующие нормы [1] не допускают возведение несущих стен зданий из кладки на растворах с пластификаторами без специальных добавок, повышающих прочность сцепления раствора с кирпичом или камнем.

3.1.9. Вода для приготовления растворов не должна содержать посторонних примесей. Следует помнить, что в южных районах Республики Казахстан часто используется сильно минерализованная (с большим содержанием солей) вода. Наличие же солей в воде снижает прочность растворов, требует большего расхода вяжущих (портландцемента) для получения раствора необходимой марки. Требования, предъявляемые к воде для приготовления растворов, изложены в ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия» [3].

3.1.10. Растворы для кладки должны обладать большой подвижностью в свежесделанном состоянии и необходимой прочностью после затвердения. Подвижность раствора определяется по величине осадки (в см) стандартного конуса и для кладки из кирпича должна быть в пределах от 9 до 13, из керамических камней - от 7 до 8, из крупных бетонных блоков - от 5 до 7. При централизованном изготовлении раствор должен быть достаточно жестким (осадка конуса от 2 до 3) в целях снижения водоотделения и расслоения при транспортировке.

3.1.11. Растворы для кладки должны обладать высокой водоудерживающей способностью (водоотделение не более 2 %).

3.1.12. Для бутовой кладки фундаментов и стен подвалов рекомендуется использовать в основном цементно-песчаные растворы марок 25 и 50.

3.1.13. В сейсмических районах для бутовой кладки не рекомендуется использовать цементно-известковые и цементно-глиняные растворы, поскольку швы кладки на таких растворах достаточно быстро разрушаются под воздействием отрицательной температуры зимой и особенно в тех случаях, когда поверхность фундамента контактирует с влажными и насыщенными водой грунтами.

3.1.14. При выполнении защиты фундаментов и стен подвалов из буто-

вой кладки от увлажнения с помощью обмазочной (из битума) гидроизоляции допускается использование цементно-известковых и цементно-глиняных растворов марки 50.

Более подробная информация о строительных растворах и их составах приводится в справочной литературе (Курмаев А.М. Сейсмостойкие конструкции зданий. Справочник. Кишинев, Картэ Молдовеняскэ, 1989. – 451 с. [4], Справочник строителя. Каменные конструкции и их возведение. М., Стройиздат, 1989. – 225 с. [5]).

3.2. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПРОЧНОСТИ КЛАДКИ

3.2.1. Прочность кирпичной (каменной) кладки, в частности, определяется временным сопротивлением осевому растяжению по неперевазанным швам (нормальное сцепление). В действующих нормах [1] величина нормального сцепления для кладки несущих и самонесущих стен зданий должна быть не менее 120 кПа (1,2 кгс/см²).

3.2.2. Требуемое значение величины нормального сцепления устанавливается проектом. В реальной же практике строительства, как правило, эта величина в лучшем случае соответствует нижнему пределу, установленному нормами [1].

3.2.3. При проектировании значение величины нормального сцепления назначается по результатам испытаний образцов кладки, которые проводятся в районе строительства. Указанные испытания выполняются в соответствии с требованиями ГОСТа 24992-81 «Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке» [6].

3.2.4. Для зданий, возводимых на площадках сейсмичностью 8 и более баллов, в процессе строительства следует проводить контрольные испытания, направленные на определение фактической величины нормального сцепления кладки (см. п.4.6.11 норм [1]).

3.2.5. При невозможности получения на строительной площадке величины нормального сцепления равной нижнему пределу для кладки (120 кПа = 1,2 кгс/см²) применение кирпичной или каменной кладки не допускается (см. п.4.6.11 норм [1]). В тех случаях, когда результаты контроля прочности сцепления каменной кладки свидетельствуют о ее низкой прочности (ниже установленного нормами [1] предела), необходимо прекратить производство работ до выяснения и устранения причин ее занижения. В таких случаях возведенная часть кладки несущих конструкций должна быть усилена в соответствии с рекомендациями проектной организации.

3.2.6. В проекте производства каменных работ должны быть разрабо-

таны мероприятия по уходу за твердеющей кладкой, учитывающие климатические особенности района строительства. Такие мероприятия должны обеспечивать получение необходимых прочностных показателей кладки, установленных требованиями действующих норм [1].

3.3. ВЛИЯНИЕ ПРОЧНОСТИ КЛАДКИ НА СПОСОБНОСТЬ КИРПИЧНЫХ (КАМЕННЫХ) ЗДАНИЙ СОПРОТИВЛЯТЬСЯ СЕЙСМИЧЕСКИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ (по результатам инженерного анализа последствий землетрясений)

Многочисленными экспериментами КазНИИССА, выполненными как при исследованиях в зонах сильных землетрясений, так и на строительных площадках, расположенных в сейсмических районах, установлено, что в подавляющем большинстве случаев прочность кладки по величине временного сопротивления осевому растяжению по неперевазанным швам (нормальное сцепление) значительно ниже предела, установленного действующими нормами [1].

Очевидно, необходимо привести несколько примеров из опыта инженерного анализа последствий сильных землетрясений, являющихся иллюстрацией к вышеизложенному.

Так, при серии газлийских землетрясений 1976 г. (территория Республики Узбекистан) большая часть разрушений и сильных повреждений была зафиксирована в двухэтажных жилых домах с несущими кирпичными стенами. Одной из причин высокой повреждаемости домов указанного типа было использование для кладочных растворов барханных песков с большим содержанием пылеватых частиц, что привело к резкому снижению сопротивляемости кладки сейсмическим воздействиям вследствие пониженных значений нормального сцепления кирпича с раствором. Справедливости ради необходимо отметить, что до серии землетрясений 1976 г. район поселка Газли не относился к сейсмически опасному, и строительство здесь велось без учета требований норм, регламентирующих строительство в сейсмических районах.

В 1986 г. в районе поселка Газли произошло еще одно разрушительное по силе землетрясение. К этому времени поселок был уже застроен сейсмостойкими домами. Однако при этом сейсмическом событии были отмечены многочисленные случаи высокой повреждаемости кирпичных двухэтажных домов. Причины такой повреждаемости домов объяснялись, в частности, отсутствием требуемых нормами значений нормального сцепления кирпи-

ча с раствором. При этом землетрясении был выявлен еще один фактор, снижающий сцепление кирпича с раствором. Дело в том, что после серии газлийских землетрясений 1976 г. не удалось решить проблему содержания солей в воде при ее очистке на водозаборных сооружениях, а повышенная степень минерализации воды, как отмечалось выше, при изготовлении растворов для кладки снижает ее прочность.

Вместе с тем при этом землетрясении в домах с кирпичными стенами и элементами антисейсмического усиления при явно низком качестве собственно кирпичной кладки не были отмечены случаи обрушения частей зданий, что указывает на эффективность конструктивных мероприятий по их усилению (армирование кирпичной кладки, применение монолитных железобетонных включений и антисейсмических поясов).

При Спитакском землетрясении 1988 г. (Северная Армения) погибло более 20000 человек. Значительная часть каменных зданий в Ленинакане (в настоящее время Гюмри), Спитаке была полностью разрушена или сильно повреждена. В подавляющем большинстве случаев в сильно поврежденных этим землетрясением зданиях при обследовании зафиксировано низкое качество собственно растворов для кладки, отсутствие должного сцепления раствора с камнем.

Армения богата строительным камнем, но не имеет залежей качественных песков для приготовления растворов. В связи с этим здесь повсеместно в качестве заполнителей растворов использовались пески, обогащенные просеянными отходами камнедобычи с большим содержанием пылеватых частиц. Растворы, изготовленные с применением таких песков, не гарантируют получения надежного его сцепления с камнем даже в тех случаях, когда увеличивается содержание вяжущего в его составе, что и явилось одной из причин разрушения каменных зданий при этом землетрясении.

4. ВЫПОЛНЕНИЕ КЛАДКИ

При выполнении кладки в сейсмических районах необходимо соблюдать ряд технологических требований, направленных на обеспечение сопротивляемости последней сейсмическим воздействиям.

4.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1. При выполнении кладки из кирпича и керамических камней необходимо:

- укладку каменных материалов выполнять на всю толщину конструкции в каждом ряду;
- все швы кладки (горизонтальные, вертикальные, поперечные и продольные) заполнять раствором полностью с подрезкой его на наружных сторонах кладки. Частичное заполнение раствором вертикальных швов не приводит к снижению прочности кладки, но уменьшает ее трещиностойкость и монолитность, что способствует снижению сопротивляемости кладки сейсмическим воздействиям;
- средняя толщина вертикальных швов кладки из кирпича принимается равной 10 мм;
- оптимальную толщину горизонтальных швов кладки из кирпича и камней правильной формы следует принимать в пределах от 10 до 15 мм при средней в 12 мм. При кладке из крупных блоков толщину горизонтальных швов назначать в пределах от 10 до 20 мм;
- стены в местах их взаимного примыкания возводить одновременно;
- тычковые ряды, а также забутовочные, укладывать только из целого камня и кирпича. Независимо от принятой системы перевязки швов укладка тычковых рядов является обязательной в нижнем (первом) и верхнем (последнем) рядах возводимой конструкции (в уровне обрезов стен и столбов, в выступающих рядах кладки карнизов и поясов);
- разрывы кладки при ее возведении оканчивать только наклонной штрабой и располагать их (разрывы) вне мест конструктивного армирования стен;

- отогнутые концы вертикальных связей антисейсмических поясов выпускать для контроля на величину от 2 до 3 мм на одну из внутренних поверхностей возводимой стены;
- перед укладкой поверхность кирпичей, керамических камней и блоков очищать от грязи и пыли. Не допускается применение кирпича и керамических камней с большим содержанием солей, выступающих на их поверхностях.

4.1.2. Кладку из камней с водопоглощением 20% и более рекомендуется вести под «залив» на растворе состава 1 : 3,5 (вяжущее - песок), при этом расход цемента на 1 м³ песка по массе не должен превышать 300 кг. Сухой обожженный кирпич характеризуется водопоглощением от 12 до 14%. Оптимальная влажность кирпича для кладки должна быть в пределах от 4 до 8%, что достигается, в случае необходимости, предварительным погружением последнего в воду.

4.1.3. При выполнении кладки необходимо как можно плотнее прижимать кирпич при его укладке на раствор, что в основном зависит от квалификации каменщика. Результаты испытаний показывают, что кладка, выполненная опытным каменщиком, обладает более высокими значениями величины сцепления кирпича с раствором (примерно в 1,7 раза выше по сравнению с кладкой, выполненной малоопытным каменщиком).

4.1.4. После перерыва в работе в целях обеспечения сцепления камня, кирпича или блока с раствором верхний ряд кладки необходимо очистить от пыли и грязи, тщательно смочить водой.

4.1.5. Не допускается ослабление кирпичной кладки несущих и самонесущих стен отверстиями, бороздами, нишами и монтажными проемами, не предусмотренными проектом.

4.1.6. Не допускается загрязнение раствором и строительным мусором ниш и разрывов в стенах, зазоров между плитами сборных перекрытий и других мест, предназначенных для расположения армирования, железобетонных включений, поясов и обвязок.

4.1.7. Запрещается уменьшать ширину антисейсмических швов, указанную в проекте. Антисейсмические швы необходимо освобождать от опалубки и строительного мусора. Запрещается заполнять антисейсмические швы кирпичом, раствором и пиломатериалами. При необходимости антисейсмические швы можно закрывать фартуками из гибких материалов.

4.1.8. Вертикальность граней и углов кладки из кирпича и камней, горизонтальность ее рядов необходимо проверять в процессе выполнения работ (через 0,5 – 0,6 м по высоте) с устранением обнаруженных отклонений в пределах яруса.

4.1.9. После окончания кладки каждого этажа следует производить ин-

струментальную проверку горизонтальности и отметок верхнего обреза кладки независимо от промежуточных проверок горизонтальности ее рядов.

4.1.10. Разность высот возводимой кладки на смежных захватках, а также при кладке примыканий наружных и внутренних стен, не должна превышать высоты этажа. Разность высот между смежными участками кладки фундаментов не должна превышать 1,2 м.

4.1.11. Возведение кирпичной кладки стен последующего этажа допускается только после выполнения несущих конструкций перекрытия выполненного этажа. При этом в случае выполнения сборных перекрытий швы между плитами должны быть замоноличены.

4.1.12. Высота возведения кирпичной кладки свободностоящих стен (без выполнения конструкций перекрытия или покрытия) не должна превышать значений, указанных в таблице 4.1. При необходимости возведения свободностоящих стен большей высоты следует применять временные крепления.

4.1.13. Кирпичные столбы над чердачным перекрытием (см п. 4.6.23 норм [1]), простенки шириной в 3 кирпича (77 см в табл. 4.6.2 норм [1]) и карнизы необходимо выкладывать только из отборного цельного кирпича. Использование неполномерных кирпичей допускается только для перевязки швов кладки. Марка раствора для кладки указанных выше элементов должна быть не ниже 50.

4.1.14. При выполнении кладки в условиях жаркого климата (с устойчивой температурой 25 °С и более) ее следует поливать водой в течение трех суток по три раза в день. В этих случаях растворы для кладки готовятся в закрытых помещениях или в тени.

Таблица 4.1

Толщина кладки стены в см	Объемный вес кладки в кг/м ³	Допускаемая высота свободностоящих стен (h) в м при скоростном напоре ветра в Н/м ² (при скорости ветра в м/с)			
		до 150 (15)	270 (21)	450 (27)	1000 (40)
25	От 1000 до 1300	2,3	1,6	1,3	-
	От 1300 до 1600	3,0	2,1	1,4	-
	Более 1600	3,8	2,6	1,6	-
38	От 1000 до 1300	4,5	4,0	2,4	1,3
	От 1300 до 1600	4,8	4,3	3,1	1,5
	Более 1600	5,2	4,7	4,0	1,7
51	От 1000 до 1300	6,0	6,0	4,3	2,0
	От 1300 до 1600	6,0	5,7	5,6	2,5
	Более 1600	6,0	6,0	6,0	3,1
64	От 1000 до 1300	6,0	6,0	6,0	2,7
	От 1300 до 1600	6,0	6,0	6,0	3,5
	Более 1600	6,0	6,0	6,0	4,3

Примечание. При скоростных напорах ветра, имеющих промежуточные значения, допускаемые высоты свободностоящих стен определяются интерполяцией.

4.1.15. В сейсмических районах Республики Казахстан широко применяется кирпич, изготовленный из лессовых суглинков. Такой кирпич, а также пористые камни легких пород интенсивно поглощают воду. В связи с этим такой кирпич и пористые камни перед укладкой в стены необходимо погружать в воду не менее чем на одну минуту, а для кладки применять пластичные растворы с добавками извести или глины. Следует заметить, что это требование повсеместно нарушается, в результате чего резко снижается сопротивляемость кладки сейсмическим воздействиям.

4.1.16. При выполнении кладки на полимерцементных растворах кирпич перед укладкой, а также кладку в период набора прочности увлажнять не следует.

4.2. ВЫПОЛНЕНИЕ КЛАДКИ В ЗИМНИХ УСЛОВИЯХ

4.2.1. Выполнение кирпичной и каменной кладок вручную при отрицательной температуре для несущих и самонесущих стен (в том числе усиленных армированием или железобетонными включениями) при сейсмичности строительной площадки 9 и 10 баллов запрещается. При сейсмичности площадок 7 и 8 баллов допускается выполнение зимней кладки вручную с обязательным включением в раствор добавок, обеспечивающих твердение раствора при отрицательных температурах (см. п. 4.6.8 норм [1]). Зимние условия для возведения каменных конструкций определяются среднесуточной температурой окружающего воздуха $+5^{\circ}\text{C}$ и ниже или минимальной суточной температурой 0°C и ниже.

4.2.2. Кладку каменных конструкций в зимнее время необходимо выполнять на цементных, цементно-известковых и цементно-глиняных растворах. Температура известкового и глиняного теста, применяемых в кладочных растворах, должна быть не ниже 10°C . Состав строительного раствора назначается в соответствии с требованиями СН 290-74 «Инструкция по приготовлению и применению строительных растворов» [2]. Вода для растворов должна соответствовать требованиям ГОСТа 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия» [3].

4.2.3. Для зимней кладки необходимо применять растворы с подвижностью в пределах: от 9 до 13 см для кладки из полнотелого кирпича и от 7 до 8 см для кладки из пустотелого кирпича, керамических камней и природного камня. При монтаже крупноблочных конструкций подвижность раствора должна быть в пределах от 7 до 8 см.

4.2.4. При производстве каменных работ в зимнее время (без тепляков) рекомендуется марку раствора для кладки повышать на одну ступень против марки при работе летом (например, М75 зимой вместо М50 летом).

4.2.5. При выполнении каменных конструкций в зимних условиях все материалы необходимо очищать от наледи и загрязнений и применять их неотогретыми. Песок для растворов не должен содержать льда и мерзлых комьев диаметром более 10 мм.

4.2.6. Для предохранения от обледенения и заноса снегом на время перерывов в работе верх кладки следует закрывать.

4.2.7. Возведение стен по периметру здания или в пределах между антисейсмическими (или осадочными) швами необходимо выполнять равномерно. Допускается выполнение разрывов по высоте не более чем наполовину этажа. При кладке глухих участков стен и углов допускаются аналогичные разрывы по высоте, которые необходимо завершать убежной штрабой.

4.3. ВЫПОЛНЕНИЕ КЛАДКИ С ПРОТИВОМОРОЗНЫМИ ДОБАВКАМИ

4.3.1. При возведении кладки с противоморозными добавками в проекте производства работ необходимо указывать: марку раствора, наименование и количество противоморозных добавок с учетом вида возводимых конструкций и условий их последующей эксплуатации; прочность, требуемую к моменту возведения каждого последующего этажа и увязанную со скоростью возведения конструкций (сроками твердения раствора в естественных условиях).

4.3.2. Виды противоморозных добавок и их количество назначаются в зависимости от температуры воздуха и сроков твердения раствора на морозе. Для определения количества противоморозных добавок рекомендуется пользоваться данными таблицы 4.2.

4.3.3. В качестве противоморозных добавок в растворах для кладки зимой рекомендуется использовать соли нитрита натрия (NaNO_2) или поташ (K_2CO_3). Количество добавок зависит от среднесуточной температуры воздуха и составляет от 2 до 15 % от массы цемента в растворе.

4.3.4. Для приготовления растворов для кладки с противоморозными добавками применяется портландцемент марки 300 и выше. Применение шлакопортландцемента и пуццоланового портландцемента марки ниже 300 допускается в случаях, когда не требуется быстрого набора прочности раствором.

4.3.5. Растворы с химическими добавками твердеют и набирают прочность при морозе, но они же обладают повышенной гигроскопичностью и могут вызывать коррозию пористых силикатных материалов. В связи с этим зимнюю кладку на растворах с добавками поташа и нитрита натрия не допускается применять для кладки стен помещений, в которых предусматривается при эксплуатации относительная влажность воздуха более 60%.

4.3.6. Не допускается применение химических добавок в растворы при кладке стен помещений, подвергающихся воздействию температур выше +40°C. Указанное требование распространяется также и на каменные конструкции, находящиеся в непосредственной близости к источникам токов высокого напряжения.

4.4. ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТ НУЛЕВОГО ЦИКЛА

4.4.1. При выполнении работ нулевого цикла необходимо:

- кладку столбчатых фундаментов и сборных конструкций выполнять на растворе марки не ниже 25, а ленточных фундаментов – не ниже 10;
- горизонтальные гидроизоляционные слои в кирпичных стенах выполнять из цементного раствора (см п. 4.1.23 норм [1]);
- при использовании растворов марки 10 металлические связи в кладке защищать от коррозии цементным молоком.

4.4.2. В практике малоэтажного строительства в сейсмических районах нередко используются ленточные фундаменты из бутовой кладки. Камни бутовой кладки укладываются на растворе вручную рядами без опалубки.

При небольшой (до 1,0 м) глубине заложения подошвы фундамента и при наличии вертикальных стенок траншей допускается бутовую кладку выполнять способом «под залив». Этот способ предусматривает укладку ряда бутового камня высотой от 15 до 20 см на дно траншей насухо в распор со стенами. Пустоты между камнями заполняются щебнем, а затем производится трамбование вручную с заливкой цементно-песчаным раствором. Последующие ряды укладываются аналогично, но без трамбования.

Таблица 4.2
Область применения и количество противоморозных добавок
в кладочных растворах

Противоморозная добавка	Среднесуточная температура воздуха, °C	Количество противоморозной добавки, % массы цемента	Ожидаемая прочность раствора, % проектной прочности на морозе в течение		
			1 сут.	28 сут.	90 сут.
Нитрит натрия	0...-2	2...3	15	50	70
	-3...-5	4...5	10	40	55
	-6...-15	8...10	5	30	40
Поташ	До -5	5	25	60	80
	-6...-15	10	20	50	65
	-16...-30	12	10	35	50
Нитрит натрия + поташ	0...-2	1,5+1,5	25	60	80
	-3...-5	2,5+2,5	20	55	75
	-6...-15	5+5	15	40	60
	-16...-30	6+6	5	35	45
НКМ (готовый продукт)	0...-2	2...3	15	50	70
	-3...-5	4...5	10	30	50
	-6...-20	8...10	3	20	30
Хлористый натрий+хлористый кальций	0...-2	1,5+0	35	80	100
	-3...-5	3+0	35	80	100
	-6...-10	3,5+1,5	25	45	70
	-11...-15	3+4,5	15	35	50
ННХКМ (готовый продукт+мочевина)	До -5	5	30	55	85
	-6...-15	10	20	40	50
	-16...-30	12	5	20	30
Примечания.					
1. В таблице приведена ожидаемая прочность для раствора марки 50 и выше, приготовленного на портландцементе. В случае применения шлакопортландцемента или использования как добавки нитрита натрия в виде жидкого продукта ожидаемую прочность растворов принимают с коэффициентом 0,8. Если же раствор готовят на шлакопортландцементе и применяют как добавку нитрит натрия в виде жидкого продукта, ожидаемую прочность принимают с коэффициентом 0,65.					
2. В связи с различной скоростью твердения растворов с противоморозными добавками, приготовленных на цементах с разными минералогическими составами, данные таблицы об ожидаемой прочности раствора должны быть уточнены пробными замесами.					
3. При применении поташа в раствор следует добавлять глиняное тесто в количестве не более 40% массы цемента.					

4.4.3. В траншеях с наклонными стенами бутовую кладку выполняют «под лопатку». При этом способе для каждого ряда кладки подбираются камни с примерно равной высотой. Наружные ряды кладки (версты) необходимо выкладывать на растворе из более крупных постелистых камней.

- Промежутки между верстами (забутка) заполняются более мелким камнем на растворе. При производстве работ по любому из этих двух способов кладка ведется с обязательной перевязкой швов вдоль, поперек и по высоте стены.

4.4.4. Кладку углов и мест примыканий необходимо выполнять из постелистых камней с тщательной перевязкой последних.

4.4.5. В целях уменьшения сил бокового сцепления при замораживании грунтов зимой боковые поверхности фундаментов из бутовой кладки необходимо затирать раствором и обмазывать горячим битумом, что невозможно осуществить при выполнении кладки способом «под залив».

4.4.6. В сейсмических районах, особенно при сейсмичности строительной площадки 9 и 10 баллов, не рекомендуется выполнять стены подвалов из бутовой кладки.

4.4.7. При выполнении бутовой кладки фундаментов в грунтах, представленных лессовыми суглинками, следует применять способ «под лопатку» в целях исключения возможности контакта вертикальных поверхностей бутовой кладки с грунтом.

5. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫЕ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЗДАНИЙ С НЕСУЩИМИ КАМЕННЫМИ СТЕНАМИ

5.1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

5.1.1. В соответствии с п. 4.1.2 норм [1] размеры зданий с несущими каменными (далее - кирпичными) стенами в плане не должны превышать размеров, указанных в табл. 4.1.1 норм [1]. Высота таких зданий ограничивается требованиями табл. 4.1.2 норм [1].

5.1.2. Здания с кирпичными несущими стенами и их отсеки в плане должны иметь правильную (прямоугольную) форму. Наличие выступов стен зданий или их отсеков в плане ограничивается требованиями п.4.1.3 норм [1] в зависимости от сейсмичности площадки строительства.

5.1.3. Перепады по высоте в здании или отсеке необходимо принимать симметричными в плане. Смежные участки здания или отсека по высоте не должны иметь перепады более 5 м, а на площадках с сейсмичностью 10 баллов такие перепады, как правило, не допускаются. Перекрытия смежных участков здания необходимо располагать на одном уровне.

5.1.4. Здания необходимо разделять антисейсмическими швами на отсеки, если они имеют сложную форму в плане. Если объемно-планировочные и конструктивные решения зданий не соответствуют требованиям п.п. 4.1.2, 4.1.3 и 4.1.4 норм [1], то последние необходимо разделять на отсеки антисейсмическими швами.

5.1.5. Антисейсмические швы выполняются путем возведения парных стен или рам. Допускается возведение рамы и стены в месте устройства антисейсмического шва. Ширину антисейсмического шва необходимо назначать с учетом требований п.4.1.6 норм [1].

5.1.6. Антисейсмические швы должны разделять здание по всей высоте.

На строительных площадках с сейсмичностью 7 и 8 баллов, а также 9 баллов (при грунтах I и II категорий по сейсмическим свойствам) допускается не устраивать швов в фундаментах, за исключением случаев, когда антисейсмический шов совпадает с осадочным. На строительных площадках с сейсмичностью 9 баллов при грунтах III категории, а также на площадках с сейсмичностью 10 баллов антисейсмические швы должны разделять здание по всей высоте, включая фундаменты.

5.1.7. В соответствии с п. 4.1.8 норм [1] конструкции антисейсмических швов и их заполнение не должны препятствовать при землетрясениях взаимным перемещениям смежных отсеков. В зданиях, расположенных на строительных площадках с сейсмичностью 8 баллов и более, не допускается обеспечивать возможность взаимных перемещений смежных отсеков за счет подвижки пролетных конструкций, свободно лежащих на конструкциях смежных отсеков.

5.1.8. В зданиях с кирпичными несущими стенами лестничные клетки в плане рекомендуется располагать симметрично. Не рекомендуется располагать лестничные клетки в торцах здания или отсека. В соответствии с п. 4.1.9 норм [1] в зданиях высотой три этажа и более следует принимать, как правило, не менее одной лестничной клетки в пределах каждого отсека. В соответствии с п.4.6.20 норм [1] поперечные несущие стены лестничных клеток должны проходить на всю ширину здания. При проектировании зданий с кирпичными несущими стенами необходимо выполнять требования п.4.1.10 норм [1]. Не рекомендуется располагать лестничные клетки в объемах с выступами стен в плане.

5.1.9. В соответствии с требованиями п.4.1.13 норм [1] вертикальные несущие конструкции должны быть непрерывными по высоте здания.

5.1.10. В соответствии с требованиями п.4.6.20 норм [1] в зданиях с несущими кирпичными стенами, как правило, должно быть не менее одной внутренней продольной стены, связанной с торцевыми наружными и внутренними поперечными стенами. Поперечные стены в плане рекомендуется располагать симметрично. В зданиях с двумя внутренними продольными несущими стенами в местах примыканий к ним поперечных стен с проемами, образующими коридор по всей длине здания, необходимо устраивать поперечные рамы из монолитного железобетона.

5.1.11. Высота этажа в зданиях с несущими кирпичными стенами, со стенами комплексной конструкции и из каменно-монолитной кладки назначается в соответствии с требованиями п.4.6.19 норм [1].

5.1.12. В соответствии с требованиями п.4.6.21 норм [1] расстояние между осями поперечных стен или заменяющих их рам должны проверяться расчетом и быть не более величин, указанных в табл. 4.6.1 норм [1].

5.1.13. Размеры элементов стен (простенки, проемы, карнизы) в зданиях из кирпичной кладки определяются расчетом. При выполнении кирпичной кладки стен из кирпича и керамических камней без усиления и с усилением в виде горизонтального армирования в швах указанные выше элементы должны удовлетворять требованиям табл. 4.6.2 норм [1]. Участки стен и столбы над чердачным перекрытием, имеющие высоту более 400 мм, должны быть армированы или усилены монолитными железобетонными включениями, заанкеренными в антисейсмический пояс (см. п.4.6.23 норм [1]).

5.1.14. Дверные и оконные проемы в кирпичных стенах лестничных клеток при сейсмичности 8 и более баллов должны иметь железобетонное обрамление.

5.1.15. Перемычки должны устраиваться, как правило, на всю толщину стены и заделываться в кладку на глубину не менее 350 мм. При ширине проема до 1,5 м заделка перемычек допускается на 250 мм. В сейсмических районах применение сборных брусковых перемычек не допускается. Рекомендуется перемычки в оконных проемах совмещать с опорными участками антисейсмических поясов.

5.1.16. Перекрытия и покрытия зданий должны быть возможно более жесткими в горизонтальной плоскости, обеспечивая совместность работы вертикальных конструкций при сейсмических воздействиях. Сборные железобетонные перекрытия и покрытия зданий должны быть монолитными и соединенными с вертикальными несущими конструкциями. Изменять направления раскладки железобетонных плит сборных перекрытий (покрытий) в пределах плана здания или отсека не рекомендуется. Боковые грани панелей (плит) перекрытий и покрытий должны иметь шпоночную или рифленую поверхность. Для соединения с антисейсмическим поясом в плитах следует предусматривать арматурные выпуски или закладные детали. Длина участков опирания плит сборных перекрытий и покрытий на несущие кирпичные стены должна быть не менее 120 мм.

5.1.17. Лестничные площадки и балки лестничных площадок необходимо заделывать в кладку на глубину не менее 250 мм и заанкеривать. Необходимо предусматривать крепление ступеней, косоуров, сборных маршей и обеспечивать связь лестничных площадок с перекрытиями. Устройство консольных ступеней, заделанных в кладку стен лестничных клеток, не допускается.

5.1.18. Конструкции балконов и их соединения с перекрытиями должны быть рассчитаны как консольные балки или плиты.

5.1.19. Устройство вентиляционных каналов в теле несущих кирпичных стен не допускается. Рекомендуется такие каналы выполнять в отдельных коробах.

5.1.20. Перегородки в зданиях с несущими кирпичными стенами рекомендуется выполнять из легких материалов крупнопанельной или каркасной конструкции. Перегородки должны соединяться со стенами, а при длине более 3,0 м - и с перекрытиями. Перегородки, как правило, не должны участвовать в восприятии сейсмических нагрузок совместно с несущими конструкциями здания. Перегородки и их крепления к конструкциям здания должны рассчитываться на местные сейсмические нагрузки, действующие из их плоскости, в соответствии с требованиями пункта 3.22 норм [1]. Перегородки из кирпичной кладки следует армировать на всю длину не реже чем через 700 мм по высоте арматурой общей площадью сечения в шве не менее 0,3 см² при сейсмичности площадки 8 и 9 баллов и 0,2 см² - при сейсмичности 7 баллов. На площадках с сейсмичностью 10 баллов применение перегородок из ручной кирпичной или каменной кладки не допускается. В одноэтажных зданиях со стенами комплексной конструкции и каменно-монолитными стенами на площадках с сейсмичностью 10 баллов допускаются перегородки комплексной конструкции с двумя наружными слоями армированной штукатурки.

5.2. АНТИСЕЙСМИЧЕСКИЕ ПОЯСА

5.2.1. В уровне перекрытий и покрытий кирпичных зданий должны устраиваться антисейсмические пояса по всем продольным и поперечным стенам, выполняемые из монолитного железобетона с непрерывным армированием.

5.2.2. В зданиях с монолитными железобетонными перекрытиями, заделанными по контуру в стены, антисейсмические пояса в уровне этих перекрытий допускается не устраивать. При этом длина части монолитных железобетонных перекрытий и покрытий, опирающейся на кирпичные стены, должна быть не менее 250 мм.

5.2.3. Антисейсмические пояса и монолитные железобетонные перекрытия верхнего этажа здания должны связываться с кладкой вертикальными выпусками арматуры или железобетонными связями, принимаемыми по расчету.

5.2.4. Антисейсмический пояс (с опорным участком перекрытия) должен устраиваться на всю ширину стены. В наружных стенах толщиной 510 мм и более ширина пояса может быть меньше на величину до 150 мм. Высота пояса должна быть не менее 150 мм, класс бетона - не ниже В12,5. Антисейсмические пояса армируются пространственными каркасами с продольной арматурой не менее 4Ø10 при расчетной сейсмичности 7 и 8 баллов и не менее 4Ø12 - при 9 и 10 баллах.

5.2.5. Устройство антисейсмических поясов с опорными участками перекрытий, независимо от сейсмичности площадки, обязательно в тех случаях, когда кладка стен выполняется из пустотелого кирпича и керамических камней. Устройство антисейсмических поясов без опорных участков перекрытий допускается в зданиях со стенами из полнотелого кирпича при сейсмичности площадок 7 и 8 баллов.

Варианты конструкций антисейсмических поясов даны на рис. 5.1-5.7.

5.3. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ КИРПИЧНЫХ СТЕН ЗДАНИЙ

5.3.1. В сопряжениях стен в кладку необходимо укладывать арматурные сетки с суммарной площадью сечения продольной арматуры не менее 1 см², длиной не менее 150 см через 700 мм по высоте при сейсмичности строительной площадки 7 и 8 баллов и через 500 мм - при 9 и 10 баллах (см. рис.5.8 -5.10).

5.3.2. Сейсмостойкость кирпичных стен зданий следует повышать:

- горизонтальными сетками из арматуры, укладываемыми в швы кладки;
- вертикальными слоями армированной штукатурки на растворе марки не ниже 100 или торкретбетона (комплексная конструкция);
- вертикальными монолитными железобетонными включениями (сердечниками), связанными с антисейсмическими поясами (комплексная конструкция);
- устройством в кладке внутреннего железобетонного слоя (трехслойная каменно-монолитная кладка).

Для повышения сейсмостойкости кирпичных стен допускается применять и другие, экспериментально обоснованные, методы.

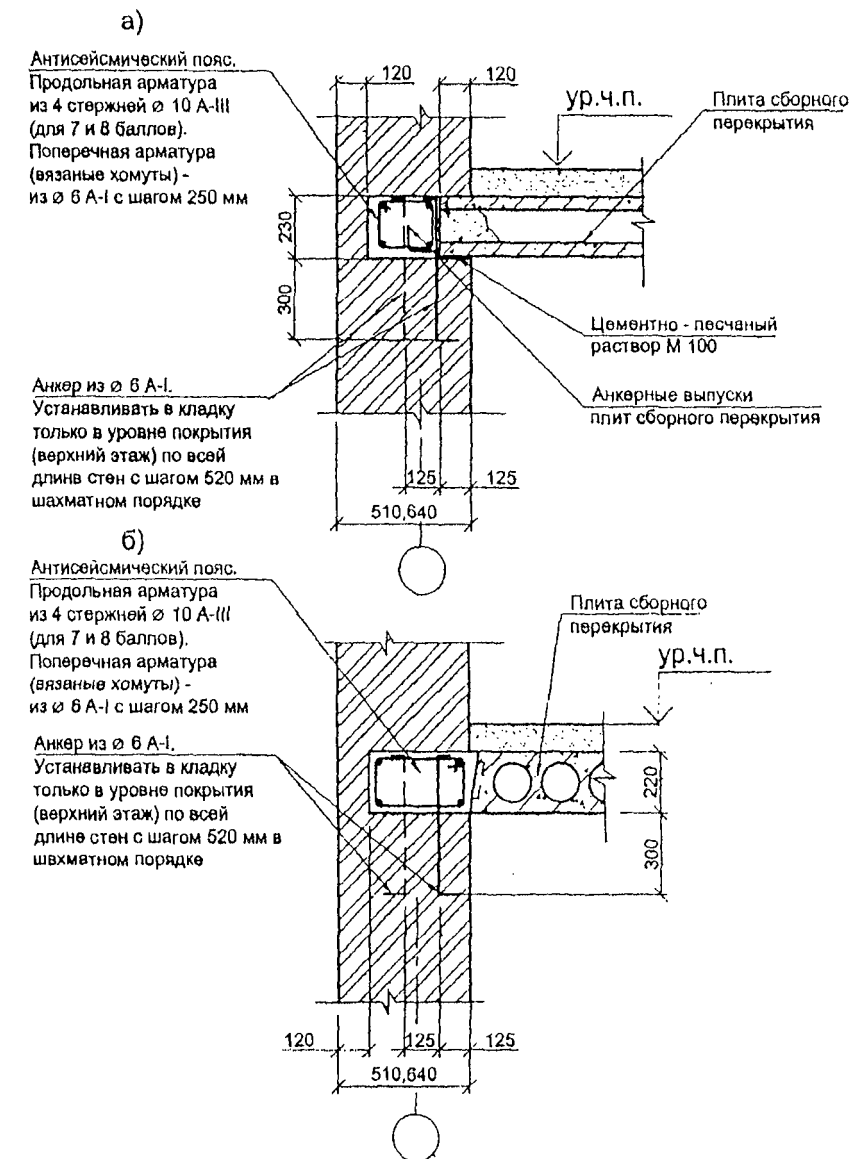


Рис. 5.1. Варианты устройства антисейсмических поясов без опорных участков перекрытий

а – антисейсмический пояс в наружной несущей стене; б – то же в торцевой наружной стене.

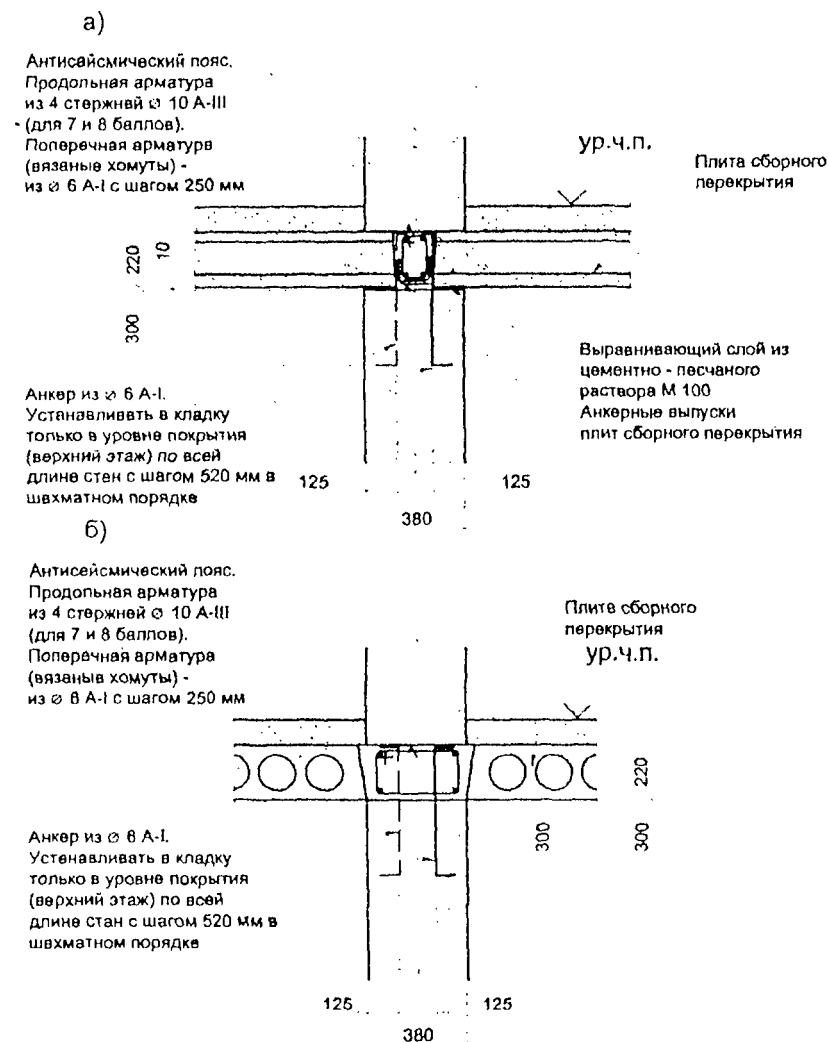


Рис. 5.2. Варианты устройства антисейсмических поясов без опорных участков перекрытий

а – антисейсмический пояс во внутренней несущей стене (продольной или поперечной);
б – то же во внутренних стенах, на которые не опираются плиты сборных покрытий и перекрытий.

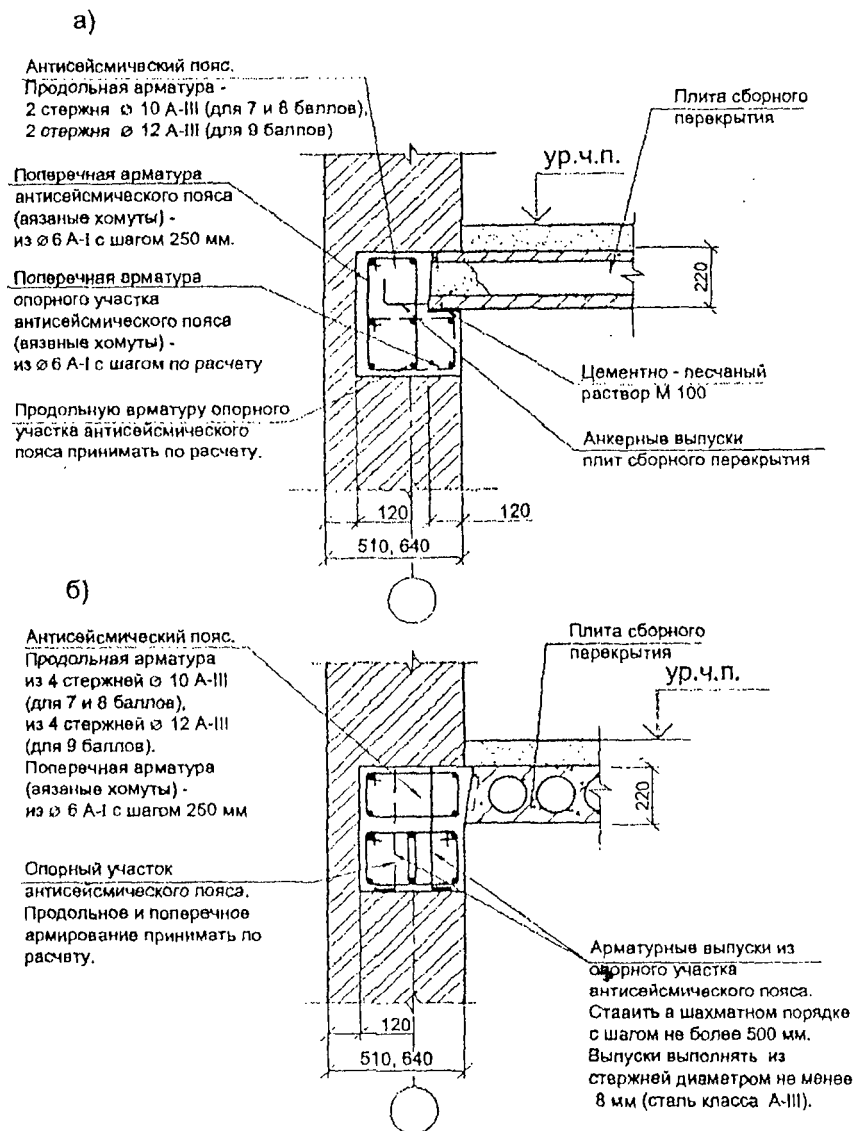


Рис. 5.3. Варианты устройства антисейсмических поясов с опорными участками перекрытий

а – антисейсмический пояс в наружной несущей стене;
б – то же в торцевой наружной стене.

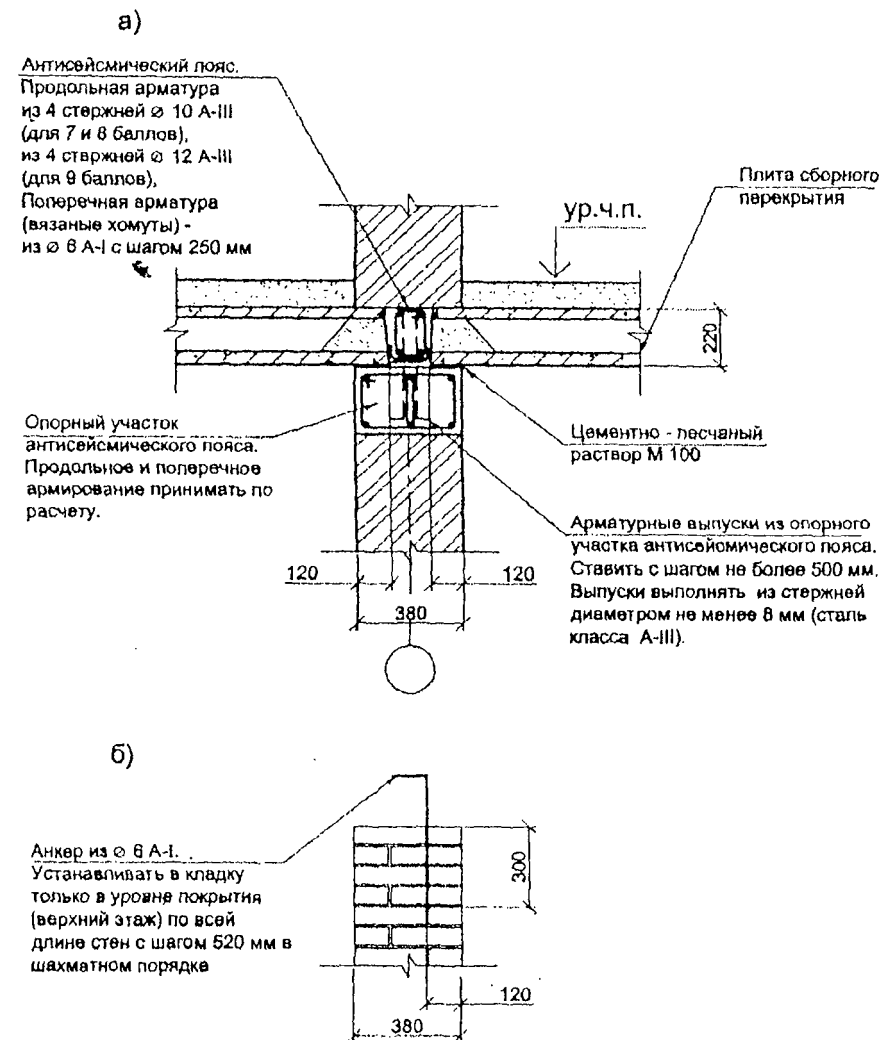


Рис. 5.4. Варианты устройства антисейсмических поясов с опорными участками перекрытий

а – антисейсмический пояс во внутренней несущей стене (продольной или поперечной);
б – схема установки в кирпичную кладку анкеров в уровне покрытия (верхний этаж).

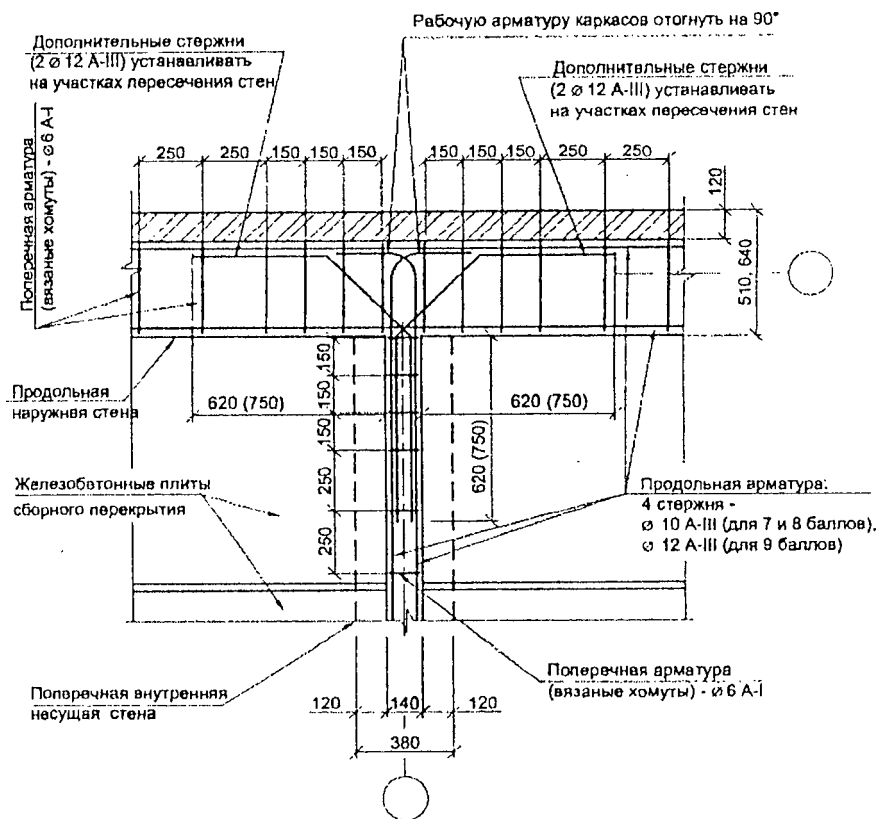


Рис. 5.7. Армирование антисейсмических поясов на участке сопряжения наружной и внутренней несущих стен

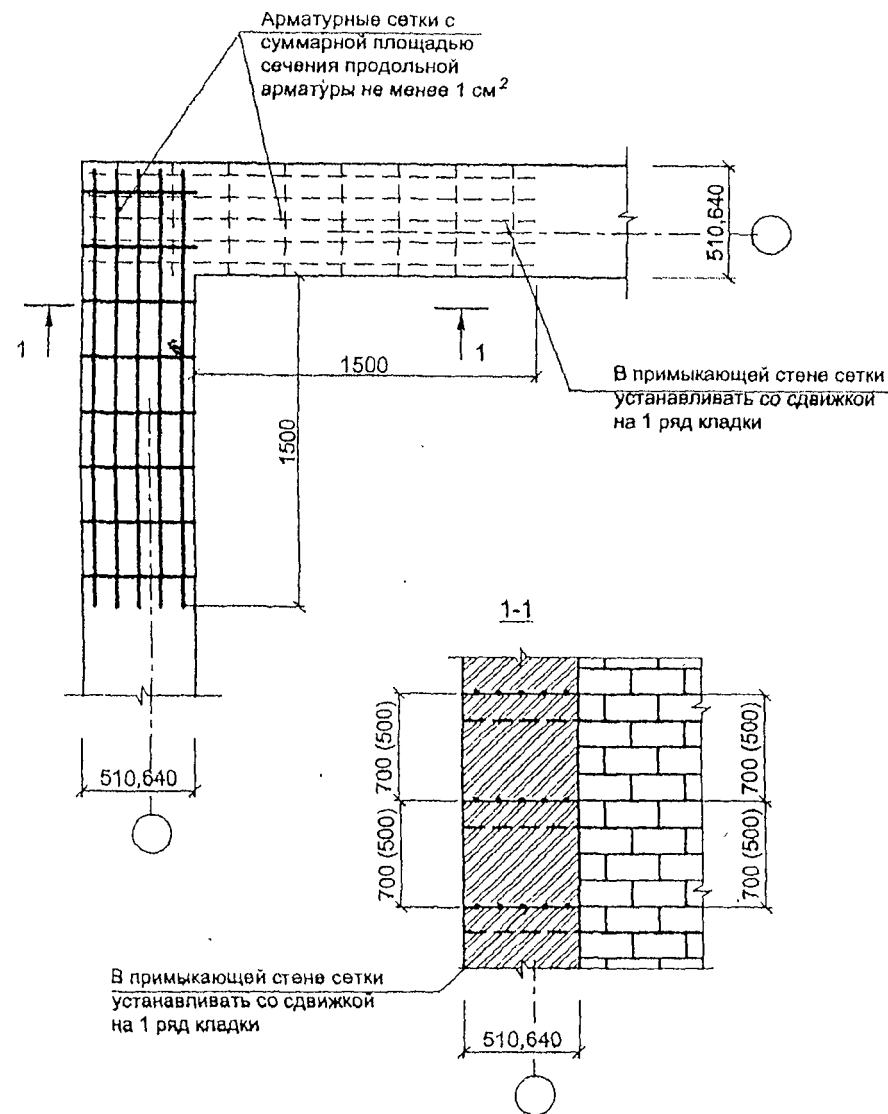


Рис. 5.8. Армирование сетками в горизонтальных швах кладки в углах зданий

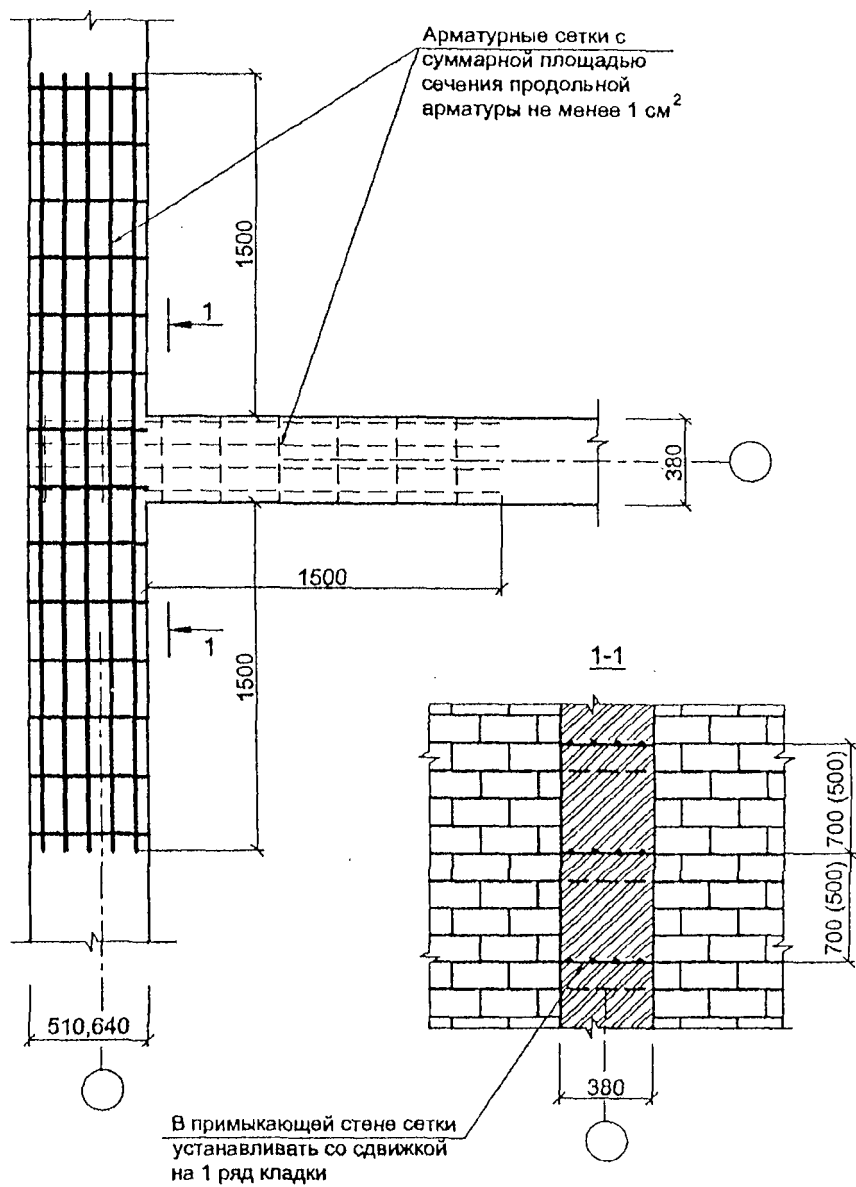


Рис. 5.9. Армирование сетками в горизонтальных швах кладки в местах сопряжений наружных и внутренних стен

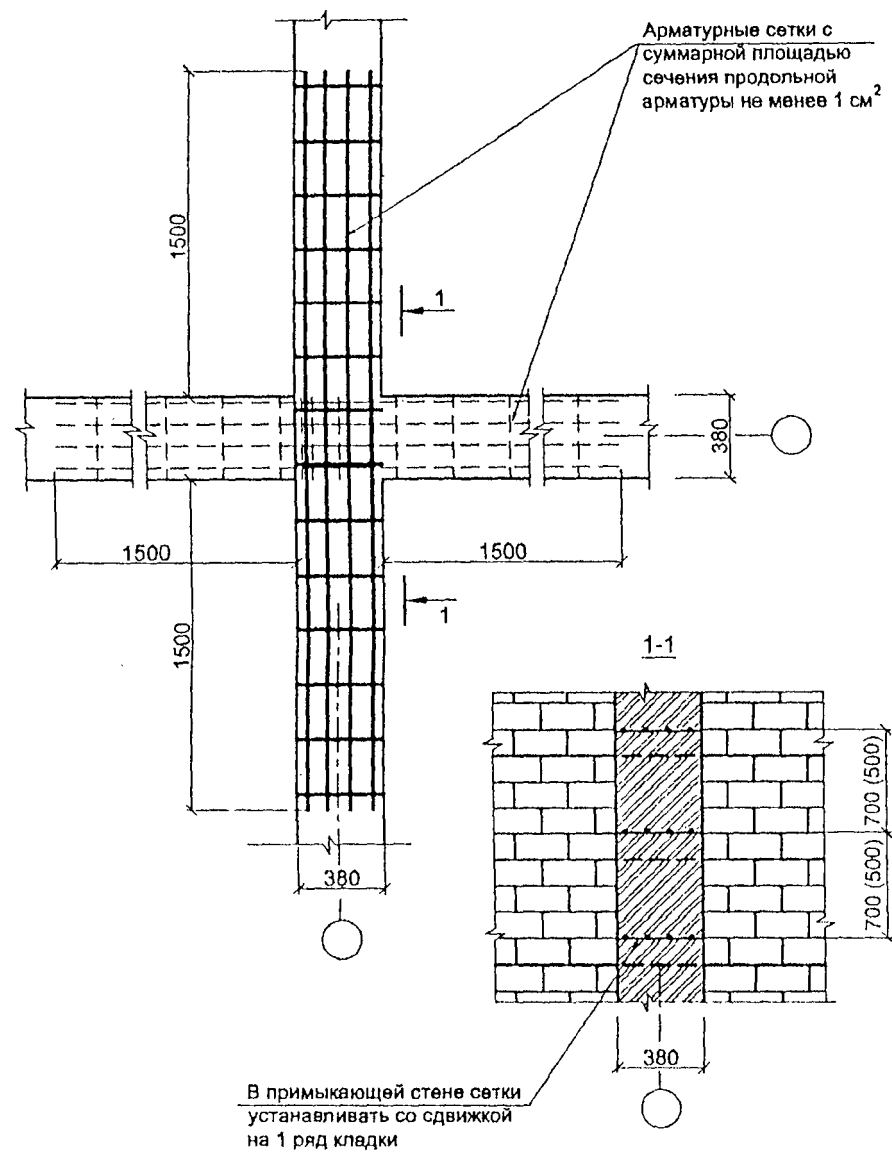


Рис. 5.10. Армирование сетками в горизонтальных швах кладки в местах пересечений внутренних стен

5.3.3. При проектировании комплексных конструкций в виде стен, усиленных вертикальными слоями армированной штукатурки или торкретбетона, армирование последних принимается по расчету. Толщина слоя раствора или торкретбетона должна быть не менее 40 мм с каждой стороны кирпичной стены. Крепление армирования к стенам выполняется анкерами из арматуры диаметром не менее 6 мм, которые устанавливаются в горизонтальные швы кладки в шахматном порядке с шагом не более 600 мм.

5.3.4. При проектировании комплексных конструкций в виде стен с вертикальными монолитными железобетонными включениями (сердечниками) последние должны быть открытыми не менее чем с одной стороны. Бетон сердечников должен быть не ниже класса В15. Горизонтальное армирование стен и антисейсмических поясов следует пропускать сквозь тело сердечников. Вариант схемы размещения сердечников в стенах показан на рис. 5.11. Варианты армирования сердечников показаны на рис. 5.12 и 5.13. При кладке толщиной 51 см и более в местах пересечений стен (см. узлы 1 и 2 на рис. 5.12) сердечники бетонировать участками высотой не более 100 см по мере возведения кладки в пределах этажа. Допускается устройство в кладке «смотровых» окон для контроля качества бетонирования сердечников.

5.3.5. Рекомендации по устройству конструкций трехслойной кладки для каменно-монолитных зданий даны в подразделе 2.2 настоящего Пособия.

5.4. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ФУНДАМЕНТОВ

5.4.1. Фундаменты зданий со стенами комплексной и каменно-монолитной конструкции, возводимых на строительных площадках сейсмичностью 10 баллов с грунтами III категории по сейсмическим свойствам, следует принимать в виде перекрестных лент из монолитного железобетона или сплошных железобетонных плит. На площадках с сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов допускается устройство сборных ленточных фундаментов и стен подвалов из бетонных блоков (см. подраздел 1.2 настоящего Пособия).

5.4.2. По верху сборных ленточных фундаментов следует укладывать слой раствора марки 100 толщиной не менее 40 мм и продольную арматуру диаметром 10 мм в количестве трех, четырех и шести стержней при расчетной сейсмичности 7, 8 и 9 баллов соответственно. Через каждые 300-400 мм продольные стержни должны быть соединены поперечными стержнями

диаметром 6 мм. В фундаментах и стенах подвалов из крупных блоков должна быть обеспечена перевязка кладки в каждом ряду, а также во всех углах и пересечениях на глубину не менее 1/3 высоты блока; фундаментные блоки следует укладывать в виде непрерывной ленты. Для заполнения швов между блоками следует применять раствор марки не ниже 50.

5.4.3. В зданиях, расположенных на площадках сейсмичностью 9 и 10 баллов, должна предусматриваться укладка в горизонтальные швы в углах и пересечениях стен подвалов арматурных сеток длиной 2 м с продольной арматурой общей площадью сечения не менее 1 см².

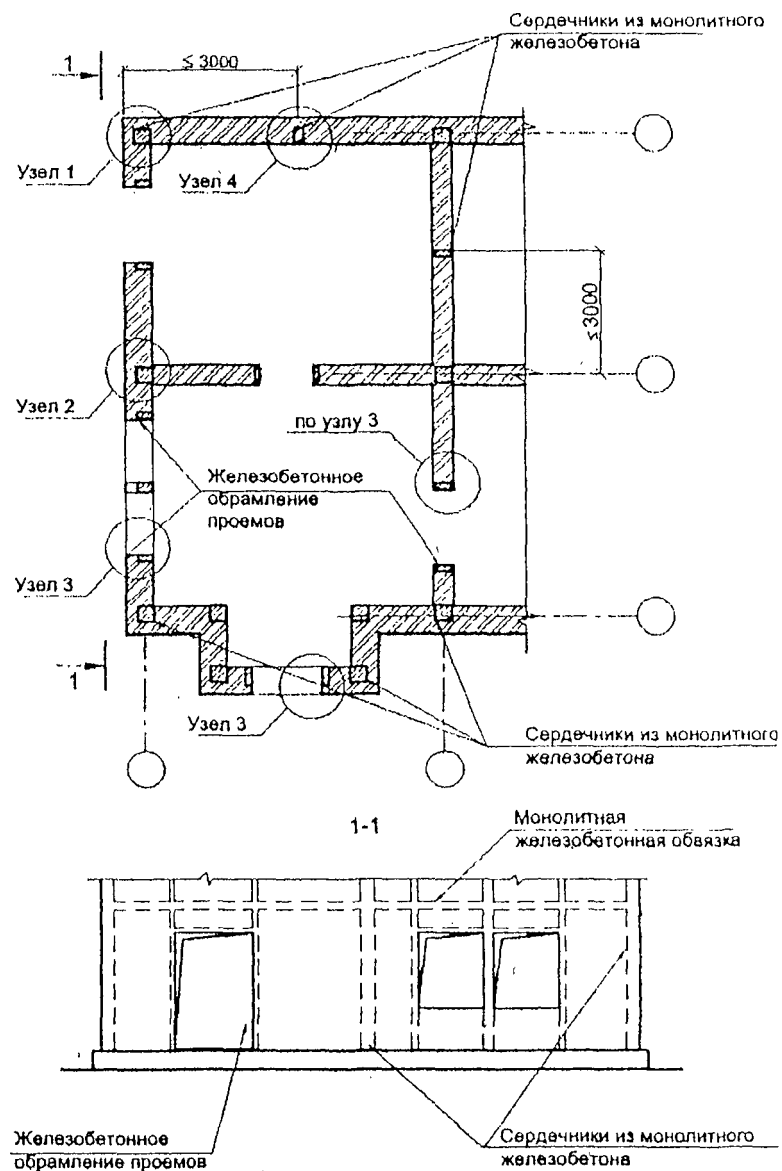


Рис. 5.11. Вариант расстановки сердечников в стенах комплексной конструкции
Узлы 1-4 см. на рис.5.12, 5.13

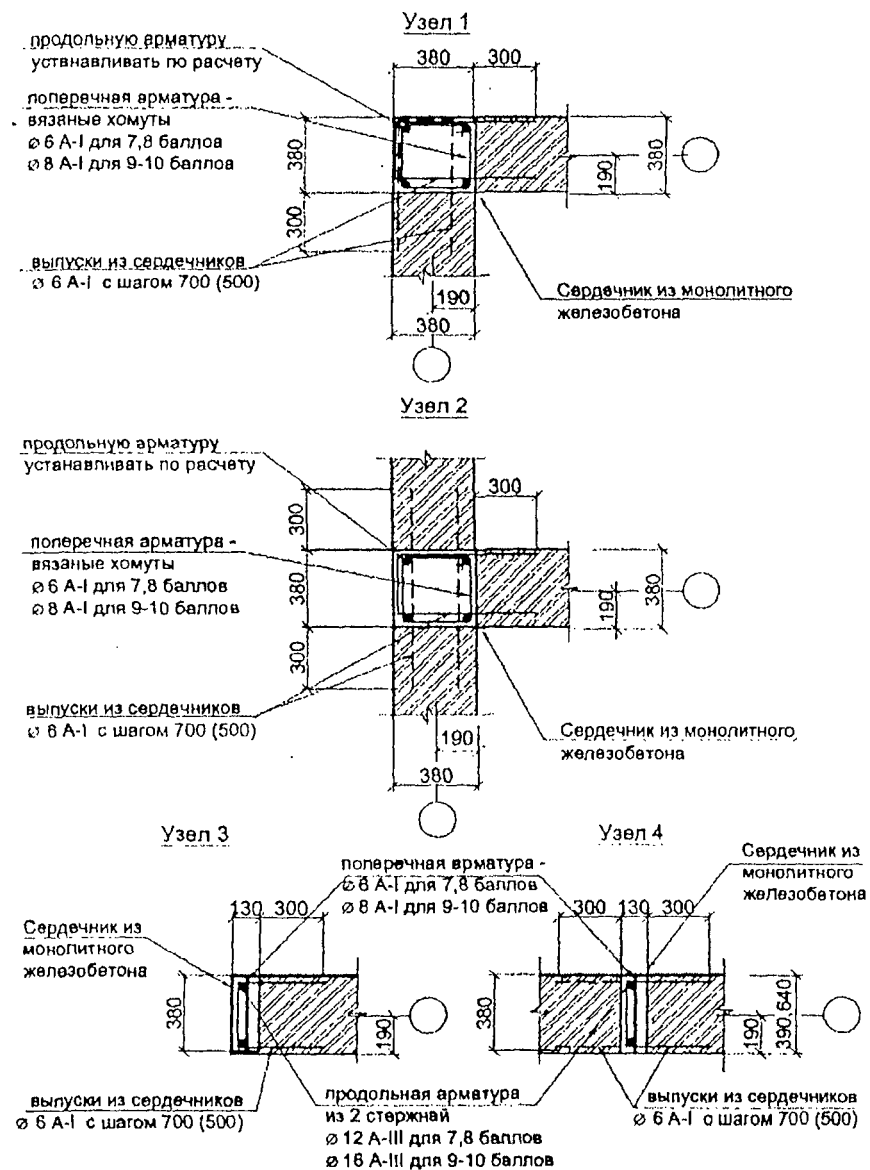


Рис. 5.12. Варианты устройства сердечников (узлы 1-4) в стенах из кирпичной кладки толщиной 51 и 64 см

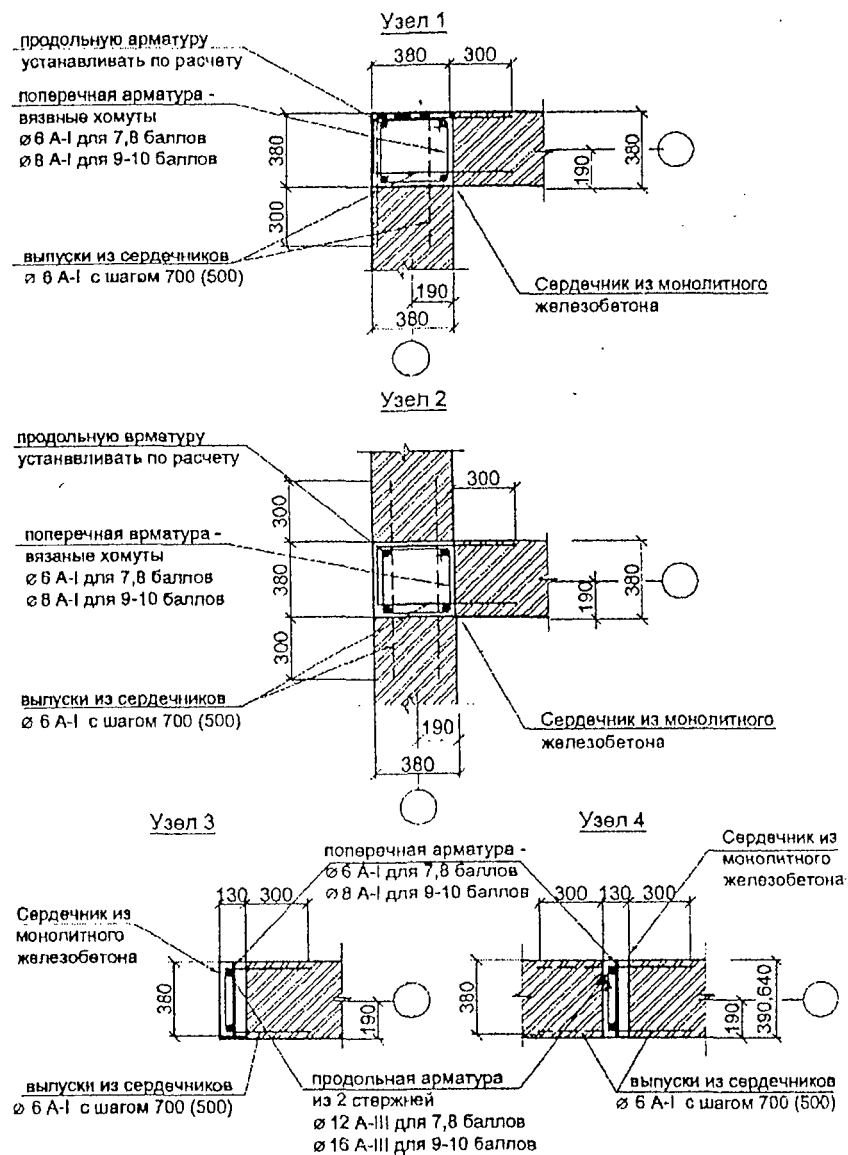


Рис. 5.13. Варианты устройства сердечников (узлы 1-4) в стенах из кирпичной кладки толщиной 38 см

5.4.4. В зданиях высотой до трех этажей включительно, расположенных на площадках сейсмичностью 7 и 8 баллов, допускается применение для кладки стен подвалов блоков пустотностью до 50%.

5.4.5. Горизонтальные гидронизоляционные слои в зданиях с несущими кирпичными стенами следует выполнять из цементного раствора. Применение рулонных материалов для горизонтальной гидронизоляции по верхним обреза м ленточных фундаментов не допускается.

Варианты конструкций сборных ленточных фундаментов даны на рис. 5.14-5.17.

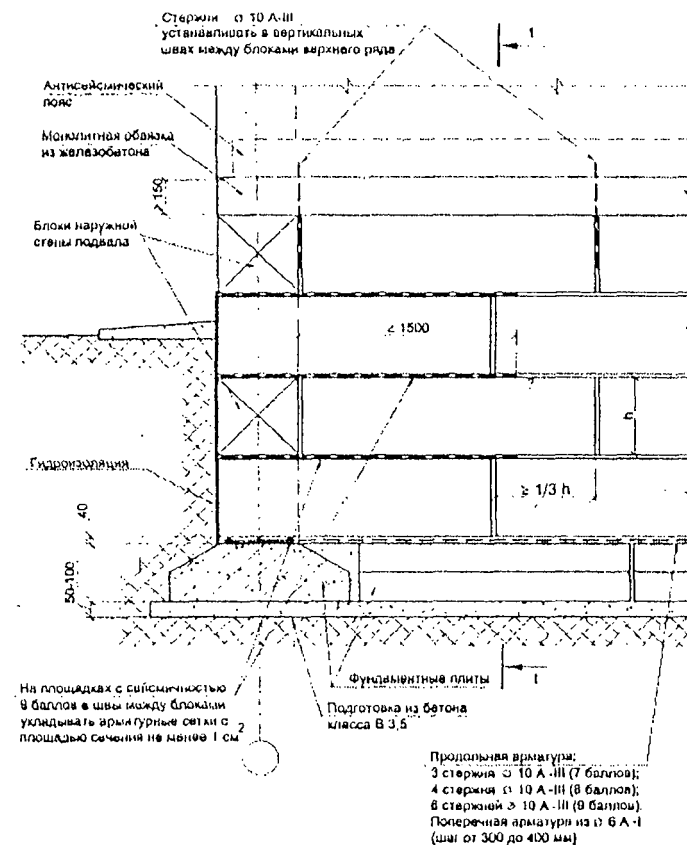


Рис. 5.14. Армирование сетками в горизонтальных швах кладки стен подвала в углах здания со сборным ленточным фундаментом

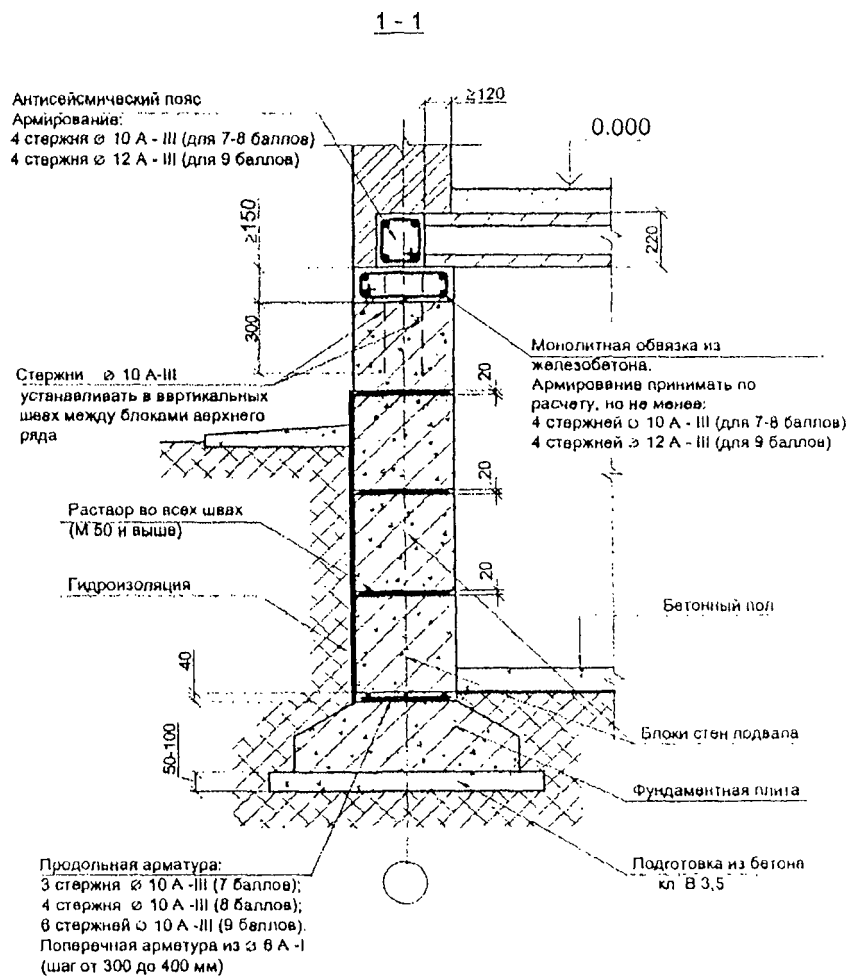


Рис. 5.15. Сборный ленточный фундамент здания с подвалом.
Устройство антисейсмического пояса и монолитной железобетонной обвязки в наружной несущей стене. Местоположение сечения 1-1 см. на рис. 5.14

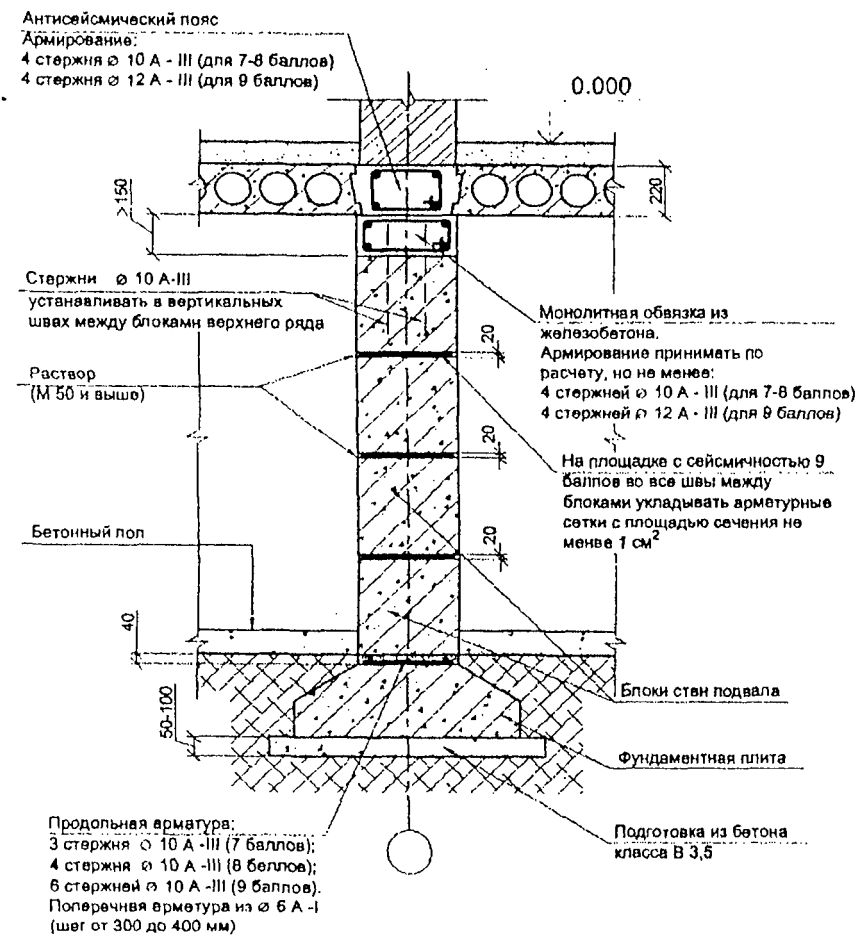


Рис. 5.16. Сборный ленточный фундамент здания с подвалом.
Устройство антисейсмического пояса и монолитной железобетонной обвязки во внутренней стене

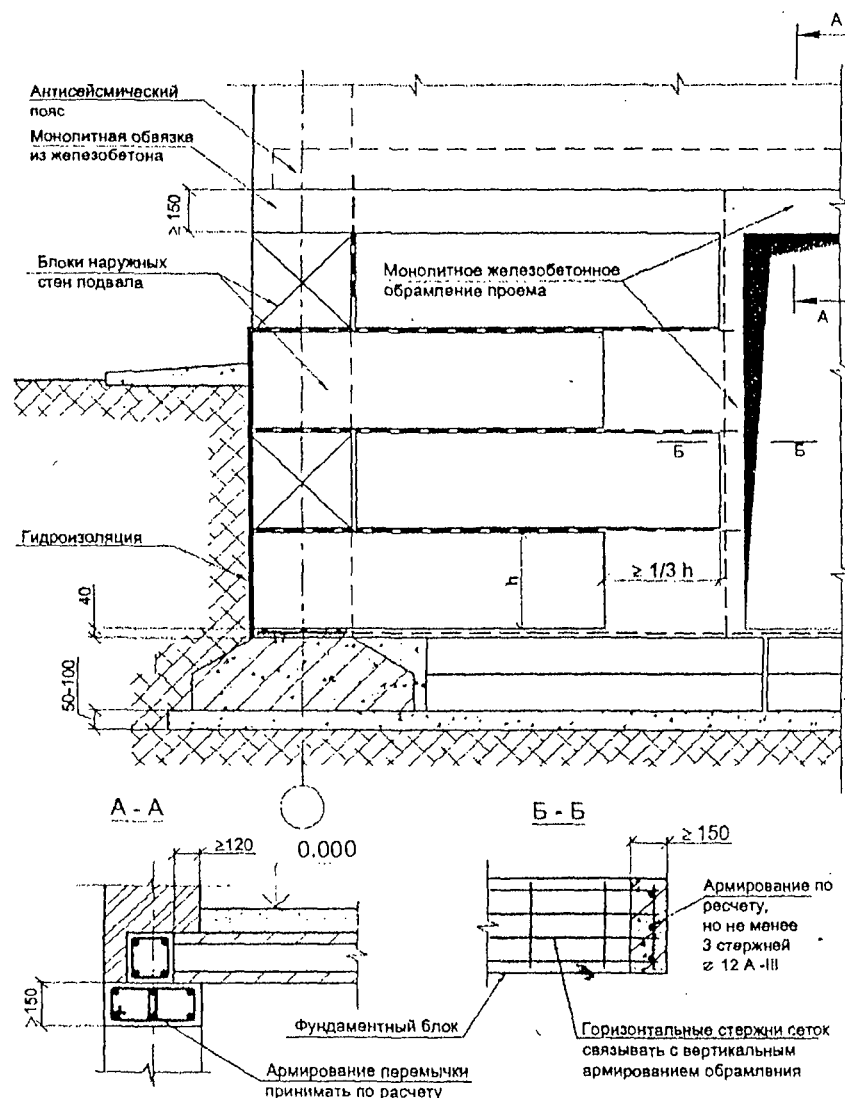


Рис. 5.17. Сборный ленточный фундамент здания с подвалом.
Устройство проема в наружной несущей стене подвала

6. ЖИЛЫЕ ДОМА СО СТЕНАМИ ИЗ САМАННОЙ КЛАДКИ

6.1. СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ ДОМОВ С НЕСУЩИМИ СТЕНАМИ ИЗ САМАННОЙ КЛАДКИ

(по результатам инженерного анализа последствий землетрясений)

Действующие нормы [1] ограничивают строительство в сейсмических районах жилых домов из местных грунтовых материалов (сырцовый кирпич, саман и грунтоблоки). В сельской местности, в зонах с сейсмичностью до 9 баллов включительно, строительство одноэтажных домов из таких материалов допускается (см. табл. 4.1.2 норм [1]), но не рекомендуется. В сейсмических районах Республики Казахстан строительство малоэтажных зданий со стенами из сырцового кирпича и грунтоблоков не нашло широкого распространения и в настоящем Пособии не рассматривается.

В Республике Казахстан строительство одноэтажных домов с несущими стенами из саманной кладки носит массовый характер, в том числе и в сейсмических районах (особенно в сельской местности и не редко в крупных городах).

Опыт инженерного анализа последствий землетрясений на территории бывшего СССР показывает, что при сейсмическом воздействии с интенсивностью проявления от 6 до 7 баллов дома с несущими стенами из саманной кладки сильно повреждаются, а в ряде случаев и разрушаются.

Известны также многочисленные попытки усиления саманных домов с помощью кирпичной кладки, возводимой с внешней стороны стен по их периметру при толщине кладки в полкирпича. Как правило, такое усиление выполняется после того как стены из самана уже возведены. При выполнении кирпичной кладки не обеспечивается ее связь с кладкой из самана. При сейсмическом воздействии наблюдается расслоение двух видов кладки в вертикальной плоскости их контакта с обрушением кирпичной. Такое яв-

ление наблюдалось в зоне Зайсанского землетрясения 1990 г. в Восточном Казахстане.

Несколько больший положительный эффект при таком виде усиления достигается при одновременном возведении кирпичной и саманной кладок без зазора в плоскости контакта по вертикали двух видов кладки. При этом кирпичная кладка возводится на цементно-песчаном растворе. Примеры относительно надежной работы таких домов при сейсмическом воздействии с интенсивностью проявления до 7 баллов включительно отмечались при Карпатском землетрясении 1986 г. на территории Молдавии. В таких домах не было зафиксировано обрушений, но наблюдались многочисленные случаи появления наклонных трещин в собственно кирпичной кладке. Следует отметить также, что во всех этих случаях качество выполнения кирпичной кладки было высоким.

Опыт инженерного анализа последствий сильных землетрясений показывает, что сейсмостойкость домов со стенами из саманной кладки можно обеспечить при сейсмичности площадки строительства не более 7 баллов.

6.2. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ И РЕКОМЕНДАЦИИ

6.2.1. Строительство жилых домов со стенами из саманной кладки допускается на площадках с сейсмичностью не более 7 баллов;

6.2.2. Дома с несущими стенами из саманной кладки должны иметь простую прямоугольную форму в плане (см. рис. 6.1). Выступы стен в плане и перепады по высоте в домах со стенами из саманной кладки не допускаются. Свободная длина стен не должна превышать 6,0 м. Общая длина здания не должна превышать 12,0 м. Высоту здания принимать не более одного этажа. Высота стен (от цоколя до низа балок покрытия) не должна превышать 3,5 м;

6.2.3. Оконные и дверные проемы, ослабляющие стены, не должны занимать более 30 % площади стены;

6.2.4. Ширина рядовых простенков должна быть не менее двукратной толщины стены и не менее 1,0 м, угловых простенков – не менее трехкратной толщины стены и не менее 1,5 м;

6.2.5. Ширина проемов не должна превышать 1,5 м. Высота проемов принимается не более четырехкратной толщины стены;

6.2.6. Сопряжения стен должны быть усилены арматурными сетками (допускается применение колючей проволоки), уложенными в горизонтальные швы через каждые 3 ряда кладки. Длина стержней сеток усиления должна составлять не менее 1,0 м в каждую сторону от вертикальной грани примыкающей стены;

6.2.7. Рекомендуется усиливать кладку стен двусторонними вертикальными сетками из арматуры класса Вр-1 (допускается применение сеток Рабица), связанными между собой поперечными стержнями (анкерами). Поперечные стержни (Z-образные анкера) рекомендуется устанавливать в швы кладки в шахматном порядке с шагом не более 600 мм;

6.2.8. Под балками покрытия по всем стенам необходимо устраивать деревянный антисейсмический пояс, выполняемый из брусков, уложенных по верхнему обрезу стен. Перемычки в проемах рекомендуется выполнять из деревянных брусков и связывать с антисейсмическими поясами с помощью скруток из проволоки диаметром не менее 6 мм. Варианты устройства антисейсмических поясов показаны на рис. 6.2;

6.2.9. Антисейсмические пояса, расположенные вдоль балок покрытия, связываются с ними скрутками из проволоки диаметром 6 мм (сталь класса А-1) с шагом не более 60 см (см. рис. 6.2);

6.2.10. Деревянные балки покрытия, опирающиеся на антисейсмический пояс, следует связывать с ним скрутками из проволоки диаметром 6 мм (сталь класса А-1). Доски щитов деревянного наката покрытия рекомендуется располагать под углом 45° относительно оси балок покрытия;

6.2.11. Несущие конструкции кровли рекомендуется выполнять из деревянных наклонных стропил с обрешеткой из брусков или досок, по которой укладываются асбестоцементные волнистые листы или кровельная сталь. Стропильные ноги с помощью лобовых врубок и металлических скоб необходимо соединять с балками покрытия. На участках опирания на внутренние несущие стены балки покрытия необходимо соединять деревянными накладками с помощью гвоздей или металлических скоб (см. рис. 6.2);

6.2.12. Фундаменты рекомендуется выполнять из бутового камня. Глубину заложения подошвы фундаментов необходимо принимать не менее глубины промерзания грунта основания;

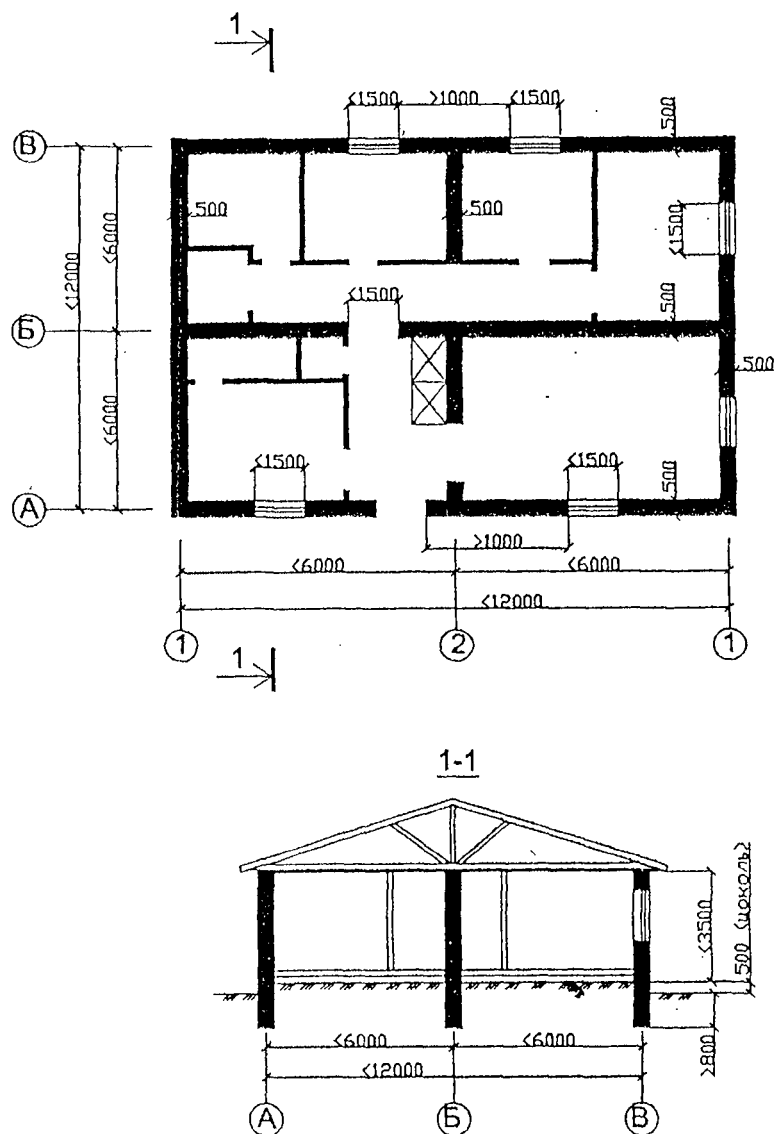


Рис. 6.1. Рекомендуемая схема расположения стен из саманной кладки в плане дома

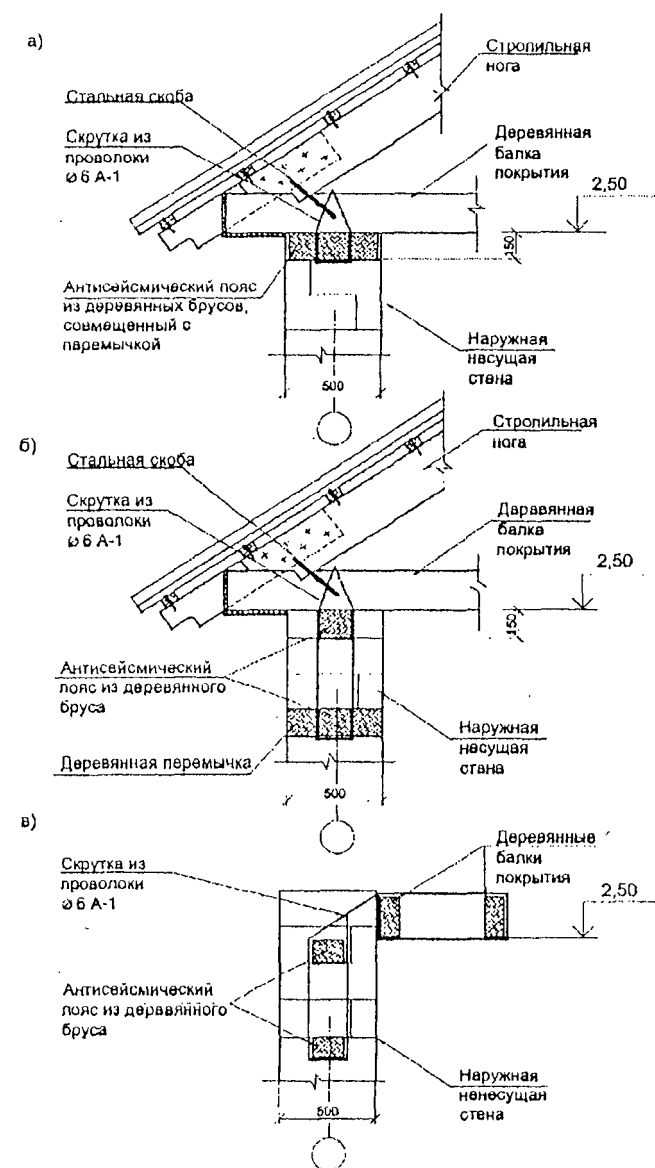


Рис. 6.2. Варианты устройства антисейсмических поясов
а – антисейсмический пояс, совмещенный с перемычкой; б – при устройстве перемычки ниже пояса; в – узел сопряжения пояса с балками покрытия.

6.2.13. Цоколь допускается выполнять из обожженного кирпича или пористого бута на цементно-известковом растворе марки 50. Высоту цоколя принимать не менее 0,5 м. По верхнему обрезу цоколя необходимо устраивать горизонтальную гидроизоляцию из цементного раствора толщиной 2 см;

6.2.14. Кладку стен рекомендуется выполнять из саманных мелкоштучных блоков на глиняно-известковом растворе марки не ниже 10. Рекомендуется толщину всех стен принимать равной 40 см и более (оптимальная толщина стен – 50 см).

6.3. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО УСТРОЙСТВУ ЗАЩИТЫ СТЕН ОТ УВЛАЖНЕНИЯ

6.3.1. Основным условием сохранения прочности стен из саманной кладки является защита ее от увлажнения. При увеличении влажности саманной кладки в пределах от 2 до 4 % прочность блоков на сжатие уменьшается примерно на 20 %, а в пределах от 4 до 10 % - примерно в два раза;

6.3.2. Для предохранения стен от увлажнения рекомендуется выполнять следующие мероприятия:

- при разработке архитектурно-планировочных решений необходимо выносить помещения с мокрыми процессами в отдельные отсеки, отделенные от жилой части антисейсмическими швами;
- стены должны быть надежно защищены от увлажнения с двух сторон штукатуркой из цементно-песчаного раствора. Толщину слоя штукатурки принимать не менее 2 см;

6.3.3. При устройстве стен из саманной кладки следует учитывать, что величина осадки стен от усыхания может достигать 5 % от высоты стен. Рекомендуется после выполнения кладки стен оконные и дверные проемы заложить саманной кладкой до полной просушки стен. По окончании осадки стен производится разборка заполнения оконных и дверных проемов с последующей установкой оконных и дверных блоков.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. СНиП РК В.1.2-4-98. Строительство в сейсмических районах. Алматы. 1998. 41 с.
2. СН 290-74. Инструкция по приготовлению и применению строительных растворов М.: Стройиздат, 1975. 43 с.
3. ГОСТ 23732-79. Вода для бетонов и растворов. Технические условия. М., 1979. 3 с.
4. Курмаев А.М. Сейсмостойкие конструкции зданий. Справочник. Кишинев.: Картэ Молдовеняскэ, 1989. 452 с.
5. Справочник строителя. Каменные конструкции и их возведение. М.: Стройиздат, 1989. 225 с.
6. ГОСТ 24992-81. Конструкции каменные. Метод определения прочности сцепления в каменной кладке. М.: 1981. 12 с.
7. Газлийские землетрясения 1976 г. Инженерный анализ последствий. М.: Наука, 1982. 195 с.
8. Таубаев А.С., Шварц Й. Зайсанские (Восточн.-Казахст. обл.) землетрясения в июне и августе 1990 г. Веймар (ФРГ), EDAC, 1998 г. 102 с.
9. Taubajev A.S., Schwarz J. Zayzan (Eastern Kazakh) Earthquakes of June and August 1990. Engineering Analysis of Earthquake Damage in Catalogue-like Form. EDAC Weimar (Germany), 1996. 86 p.
10. Газлийское землетрясение 1984 г. Инженерный анализ последствий. М.: Наука, 1988. 156 с.
11. Карпатское землетрясение 1986 г. Кишинев.: Штиинца, 1990. 333 с.