



# БЕТ Н.38

## СЕЙСМОСТОЙКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ЧАСТНЫХ ДОМОВ: ЧТО ВАЖНО ЗНАТЬ?

Материал подготовлен ПРООН  
"Укрепление потенциала и управление рисками стихийных бедствий"

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Для обеспечения сейсмостойкости индивидуального дома, в первую очередь, необходимо применять легкие и эффективные строительные материалы и конструкции, снижающие массу дома.

При проектировании и строительстве индивидуального дома требуется соблюдать следующие конструктивные мероприятия:

- необходимо равномерно и симметрично распределять несущие элементы (стены) дома в плане и по высоте;
- строительный материал несущих элементов должен быть одинаковым;
- дом должен иметь простую (прямоугольную, квадратную) форму в плане, исключая возможность возникновения кручения. Если нельзя избежать сложной конфигурации дома в плане, его необходимо разделить антисейсмическими швами на отсеки простой формы (рис. 1.1);
- высота отсеков дома должна быть одинаковой;
- необходимо обеспечить совместную работу стен и перекрытий, позволяющую рассматривать дом как пространственную конструкцию.

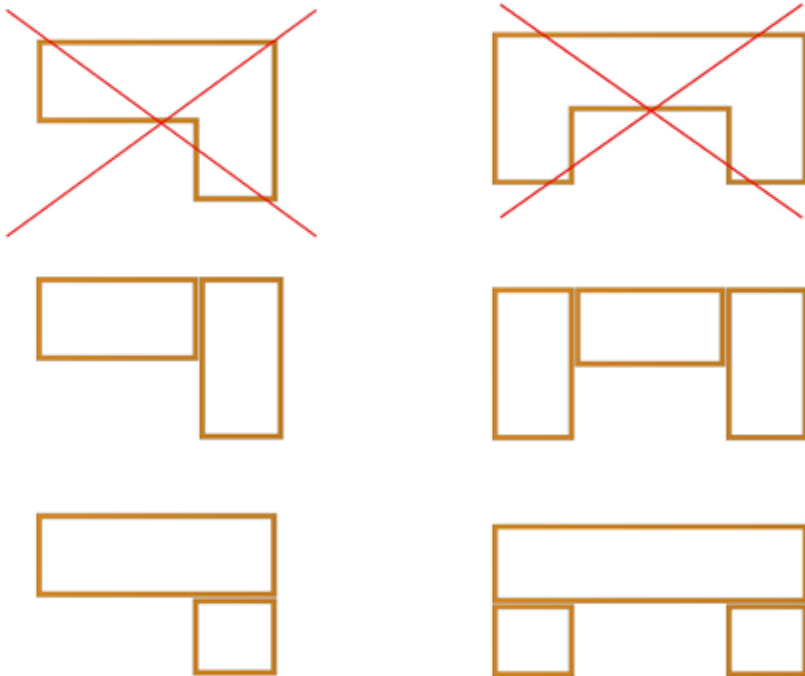


Рис. 1.1. Разделение дома на отдельные (простые) отсеки

## 2. ОСНОВАНИЯ И ФУНДАМЕНТЫ

Дом должен строиться на благоприятных площадках, т.е. на ровном основании (рис. 2.1). При этом площадки строительства с крутизной склонов более  $15^\circ$  (рис. 2.2), близостью плоскостей сбросов (рис. 2.3), сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами, осыпями, обвалами, пывунами, оползнями, карстом, горными выработками, селью являются неблагоприятными в сейсмическом отношении. Основания, сложенные влажными и водонасыщенными песками, супесчаными, суглинистыми, глинистыми илами и насыпными грунтами также являются неблагоприятными в сейсмическом отношении.



Рис. 2.1. Благоприятная площадка (ровное основание) для строительства дома

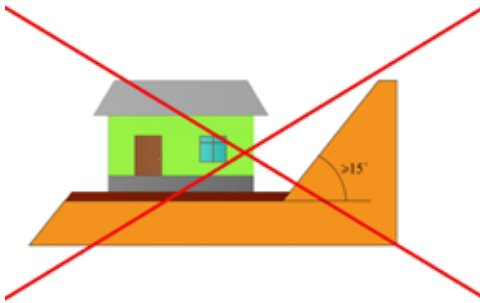


Рис. 2.2. Неблагоприятная площадка для строительства дома (крутые склоны где имеется вероятность селевых потоков и камнепадов)

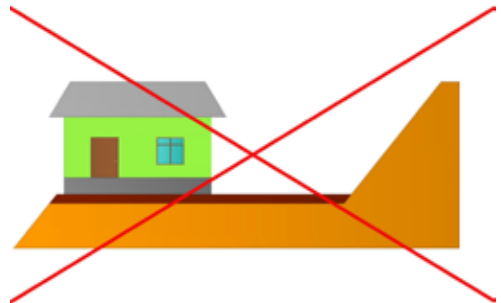


Рис. 2.3. Неблагоприятные площадки для строительства дома (обрывы, в которые дом может обрушиться вниз во время оползня)

Фундаменты домов следует принимать в виде перекрестных лент из монолитного бетона (рис. 2.4).

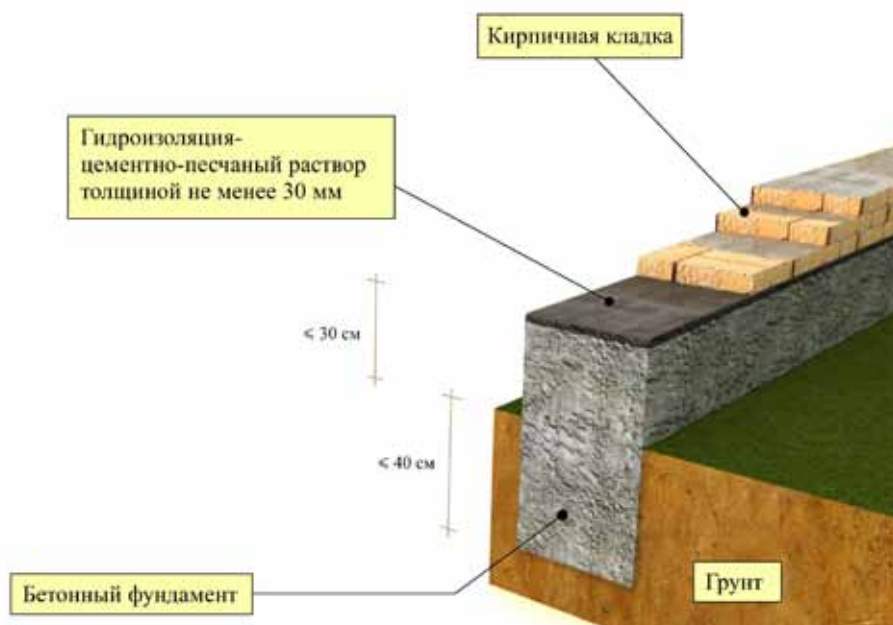


Рис. 2.4. Ленточный бетонный фундамент

Допускается применение сборных ленточных фундаментов с устройством под ними монолитной железобетонной плиты толщиной 100 мм. По верху сборных ленточных фундаментов следует предусмотреть слой цементного раствора марки 100 толщиной не менее 40 мм и продольную арматуру в количестве 3, 4 и 6, диаметром 10 мм при сейсмичности площадки 7, 8 и 9 баллов соответственно.

Цокольная часть монолитных фундаментов должна быть выше поверхности грунта на величину не менее 0,3 м.

Горизонтальные гидроизоляционные слои следует выполнять из цементного раствора толщиной не менее 30 мм. Применение рулонных материалов для горизонтальной гидроизоляции по верхним обреза ленточных фундаментов не допускается.

Глубину заложения фундамента необходимо определять в соответствии с нормативными требованиями для конкретных инженерно-геологических и климатических условий.

При строительстве домов из деревянного каркаса (синч) необходимо заранее заложить в фундамент анкера для прочной связи его со стенами.

В цокольной части фундамента предусмотреть отверстия для вентиляции подпольного пространства.

Отмостку выполнять шириной не менее 0,8 м по щебеночной подготовке.

### 3. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОМ ИЗ ЖЖЕНОГО КИРПИЧА

Строящийся индивидуальный дом из жженого кирпича является сейсмостойким при следующих конструктивных решениях и параметрах:

1. Дом должен быть по возможности простым. При сложной форме дом должен быть разделен на отдельные (простые) отсеки антисейсмическими швами (рис. 1.1);

2. При следующих параметрах (таблица 3.1) дома (рис. 3.1 – 3.3):

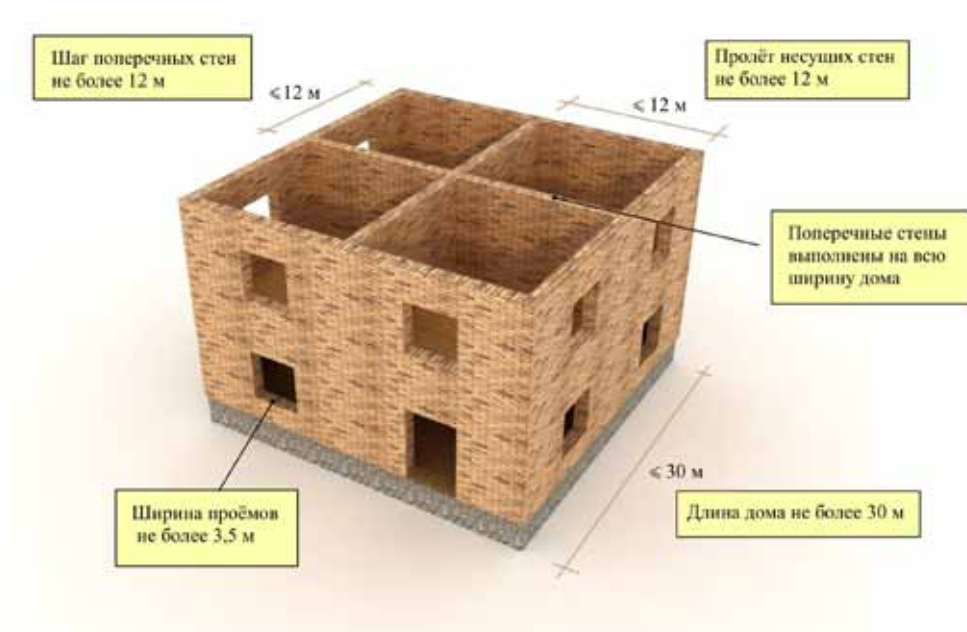


Рис. 3.1. Предельные параметры дома из жженого кирпича при сейсмичности площадки 7 баллов

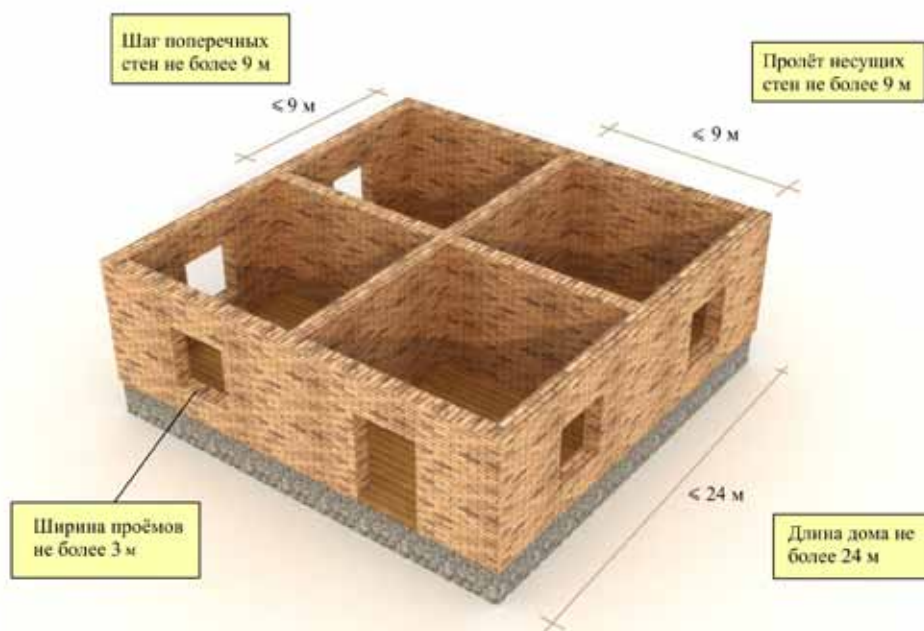


Рис. 3.2. Предельные параметры дома из жженого кирпича при сейсмичности площадки 8 баллов

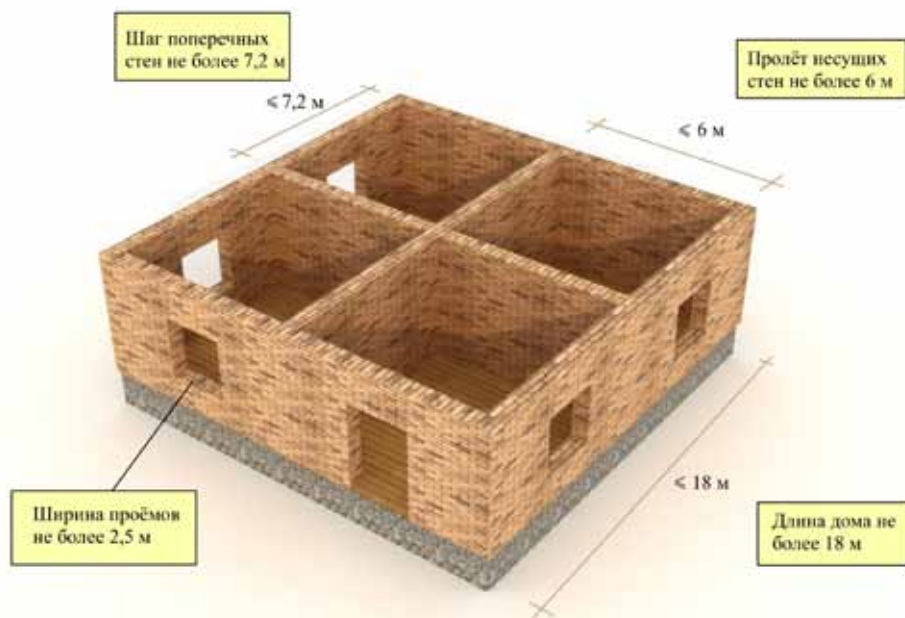


Рис. 3.3. Предельные параметры дома из жженого кирпича при сейсмичности площадки 9 баллов

Таблица 3.1

Сейсмичность площадки / Параметры	7 баллов	8 баллов	9 баллов
Этажность	1-2	1	1
Длина, м, не более	30	24	18
Пролет несущих стен, м, не более	12	9	6
Шаг поперечных стен, м, не более	12	9	7,2
Ширина проемов, м, не более	3,5	3,0	2,5

3. Прочность стен, а следовательно, прочность и сейсмостойкость дома, зависит от качества кирпича и раствора, а также от сцепления кирпича с раствором. Поэтому для кладки стен следует принимать кирпич марки не ниже 75, раствор марки не ниже 25 в летних условиях и не ниже 50 – в зимних.

4. Стены не должны возводиться из разных материалов; например, сначала из жженого кирпича, затем из сырцового кирпича или других материалов. При этом особенно не допускается кладка стен из жженого кирпича на глиняном растворе, так как в этом случае невозможно обеспечить необходимое сцепление. Следовательно, для обеспечения сейсмостойкости дома, стены должны возводиться из одного материала.

5. Наружные кирпичные стены будут тем прочнее, чем меньше они будут ослаблены оконными и дверными проемами. Поэтому угловые простенки должны быть не менее 180 см, рядовые простенки не менее 155 см. Сейсмостойкость дома будет выше, если кроме наружных стен ещё имеется внутренняя стена.

6. Все несущие конструкции должны быть связаны друг с другом, создавая пространственную конструкцию. Для обеспечения пространственной жесткости дома на уровне сборных перекрытий по всем продольным и поперечным стенам должны устраиваться антисейсмические пояса из монолитного железобетона (рис. 3.4 – 3.5).

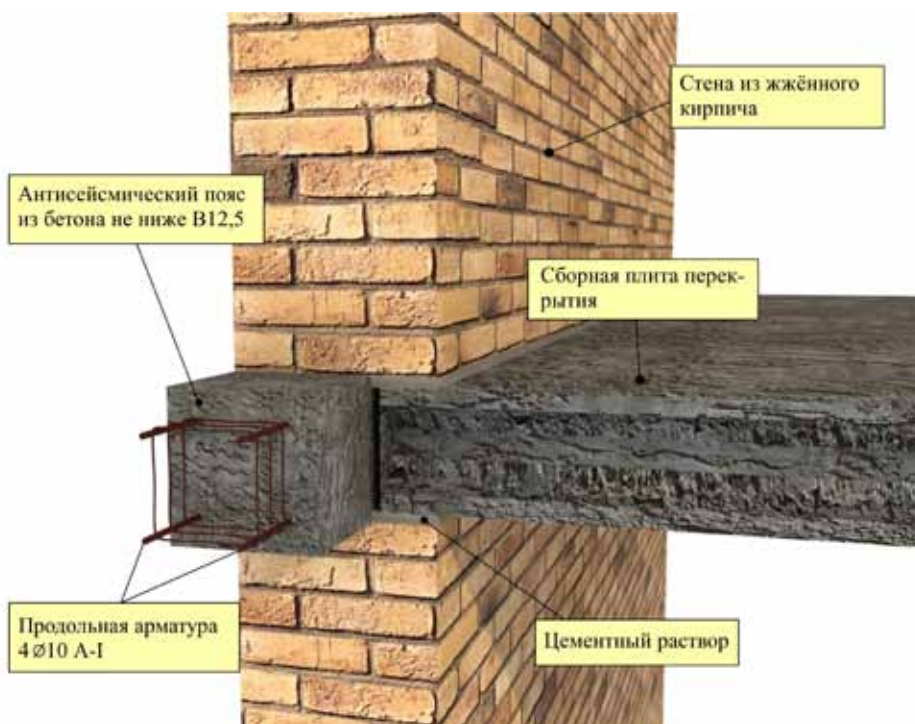


Рис. 3.4. Железобетонный антисейсмический пояс на наружной стене

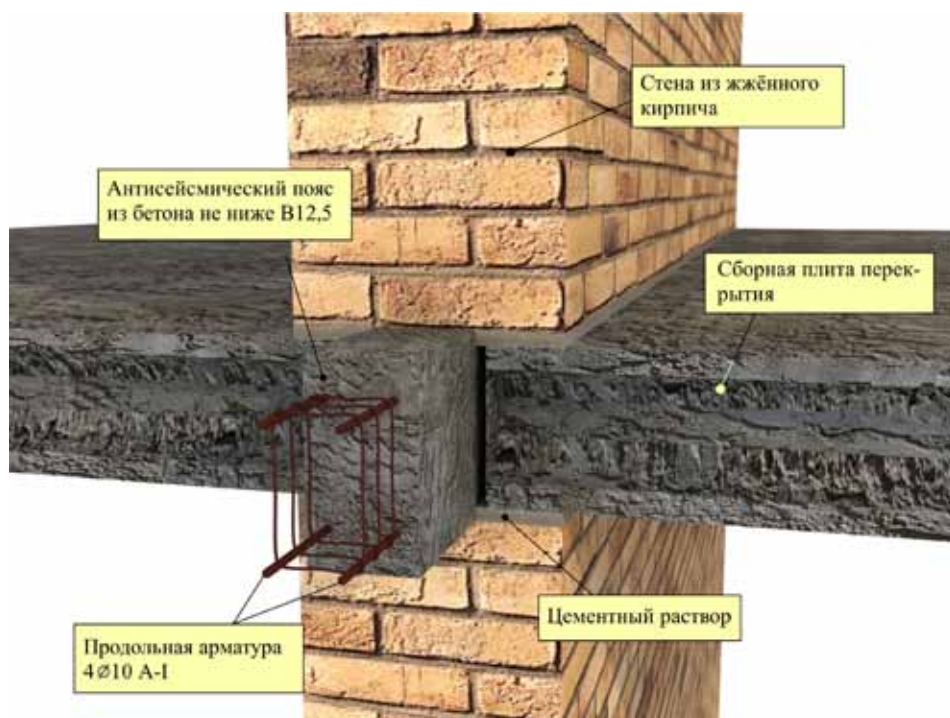


Рис. 3.5. Железобетонный антисейсмический пояс на внутренней стене

7. Для обеспечения совместной работы продольных и поперечных стен в сопряжениях стен в кладку должны укладываться арматурные сетки с общей площадью сечения продольной арматуры не менее  $1 \text{ см}^2$ , длиной 1,5 м через 70 см по высоте, при расчетной сейсмичности 7-8 баллов и через 50 см – при сейсмичности 9 баллов (рис. 3.6 – 3.7).

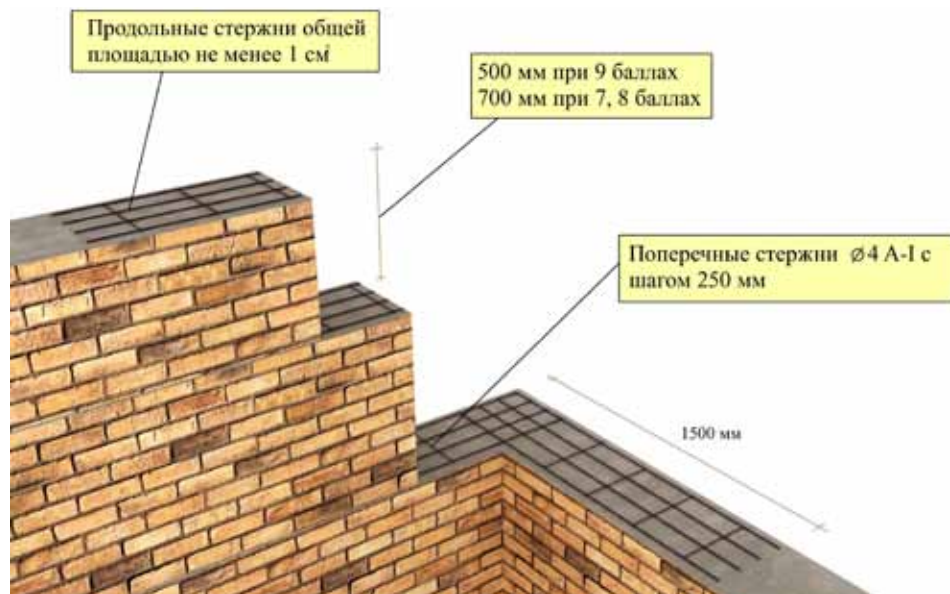


Рис. 3.6. Армирование кирпичной кладки в сопряжениях наружных стен

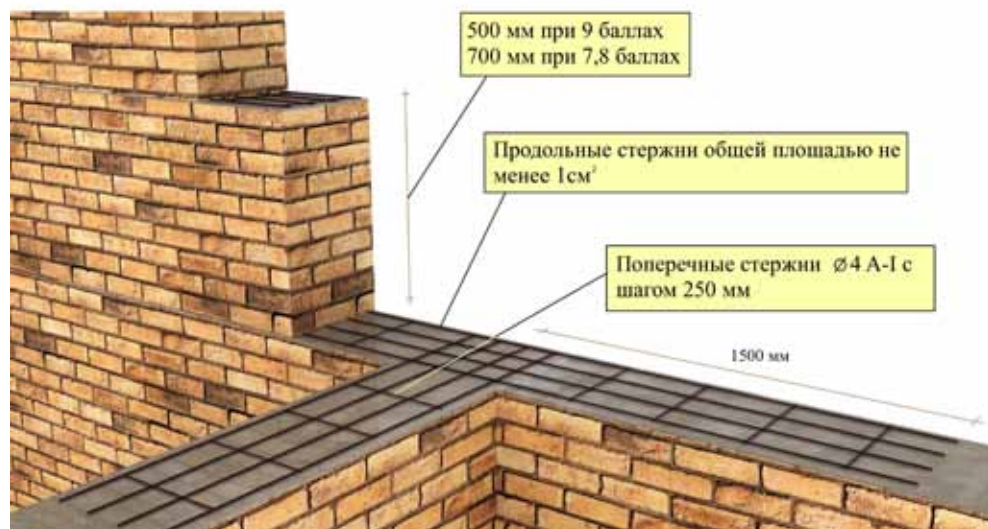


Рис. 3.7. Армирование кирпичной кладки в сопряжениях наружных и внутренних стен

8. Перемычки над оконными и дверными проемами следует выполнять из монолитного железобетона на всю ширину стены и заделываться в кладку на глубину не менее 350 мм, при ширине проема до 1,5 м заделка перемычек допускается на 250 мм (рис. 3.8). Высота перемычки должна быть не менее 250 мм. Арматурную сетку закладывают перед бетонированием в нижнюю часть перемычки. Продольные стержни сетки следует выполнить из арматуры диаметром 12 мм с шагом 12-14 см, поперечные – диаметром 6-8 мм с шагом 40 см.

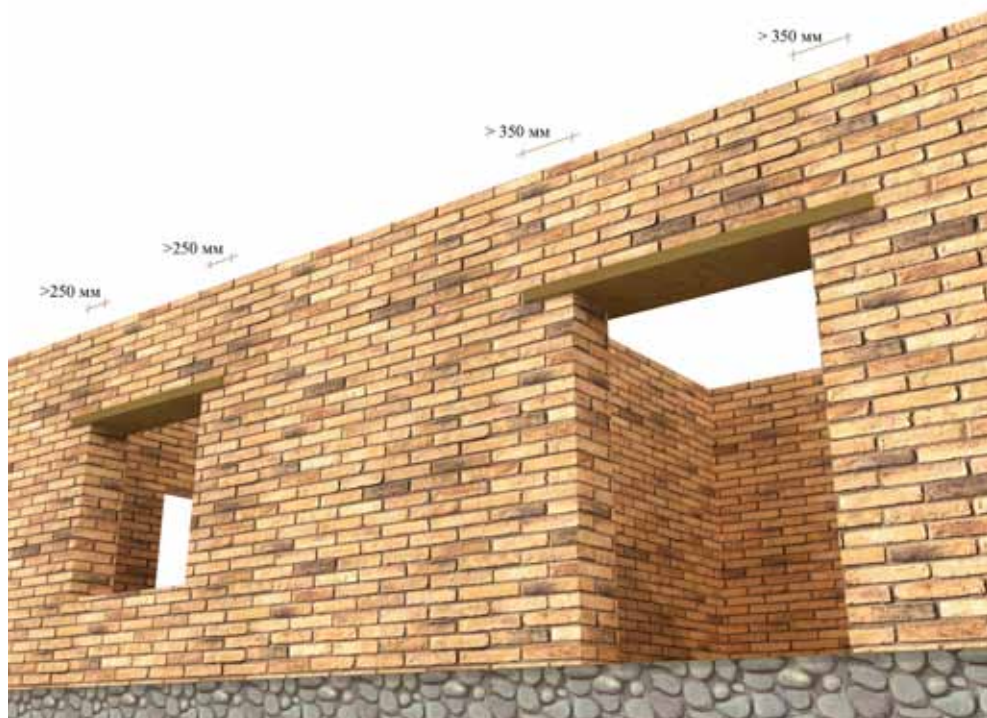


Рис. 3.8. Опираие перемычек над оконными и дверными проемами

9. Для повышения сейсмостойкости дома рекомендуется кладку усиливать железобетонными включениями. Вертикальные железобетонные элементы должны соединяться с антисейсмическими поясами, с выпусками арматуры.

10. Перегородки внутри дома лучше выполнить из легких материалов, например, деревянными, каркасными. Их необходимо крепить к стенам, а при длине свыше 3 м и к перекрытию тоже.

11. Необходимо строго соблюдать технологию возведения стен. В частности, для повышения нормального сцепления при температуре наружного воздуха более 25°C перед кладкой кирпичи должны быть

погружены в воду в течение 1 минуты. Кроме того, в сухую жаркую погоду поверхность укладываемого ряда кладки следует смачивать водой.

12. Необходимо серьезное внимание уделять на размещение балконов, лоджий и террас. Расположение террас по длине дома является наиболее эффективным вариантом. Если терраса должна располагаться в какой-то части дома, то она должна быть расположена симметрично.

13. Необходимо избегать выступающих частей от контура дома, так как, такие элементы получают более значительные повреждения при землетрясении. При наличии выступов они, как правило, не должны превышать в плане 2 м.

#### 4. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОМ ИЗ СЫРЦОВОГО КИРПИЧА И ГЛИНОБИТА (ПАХСЫ)

Строящийся индивидуальный дом из сырцового кирпича и глинобита (пахсы) является сейсмостойким при следующих конструктивных решениях и параметрах:

1. При строительстве дома из сырцового кирпича и глинобита (пахсы) в районе (площадке) сейсмичностью 7 баллов. Строительство таких домов при сейсмичности площадки 8 и 9 баллов не разрешается.

2. В строительстве индивидуальных домов широко применяется сырцовый кирпич, который является наиболее не прочным материалом в среде стеновых материалов. Недостатками домов из сырцового кирпича являются следующие факторы:

- 1) слабо сопротивляется к сейсмическим воздействиям;
- 2) не сопротивляется на сырость.

Поскольку прочность сырцового кирпича и глинобита (пахсы) низкая, поэтому план дома должен быть по возможности компактным. Размеры дома в плане должны быть меньшими, а форма простой, тогда его сейсмостойкость повышается. При сложной форме дом должен быть разделен на отдельные (простые) отсеки антисейсмическими швами (рис. 1.1 – 1.2).

3. При следующих параметрах (таблица 4.1) строящегося дома (рис. 4.1):

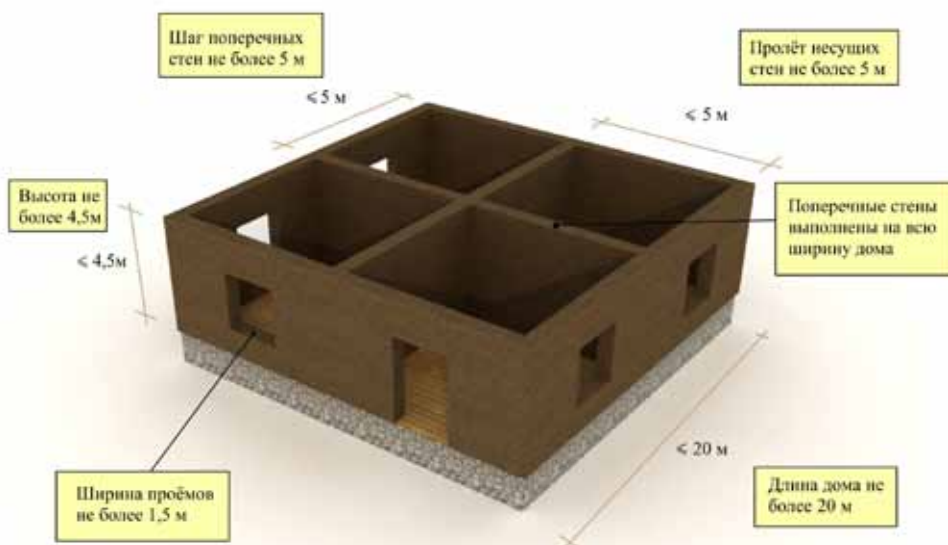


Рис. 4.1. Предельные параметры дома из сырцового кирпича и глинобита (пахсы)

Таблица 4.1

Сейсмичность площадки / Параметры	7 баллов	8 баллов	9 баллов
Этажность	1	Строительство дома НЕ разрешается	Строительство дома НЕ разрешается
Длина, м, не более	20		
Пролет несущих стен, м, не более	5		
Шаг поперечных стен, м, не более	5		
Ширина проемов, м, не более	1,5		

4. Для обеспечения пространственной жесткости по всему периметру продольных и поперечных стен должны устраиваться антисейсмические пояса. Антисейсмические пояса могут быть деревянными или из монолитного железобетона (рис. 4.2 – 4.3). Пояса должны предусматриваться на уровне балок перекрытий и соединяться с ними жестко. Для обеспечения сцепления антисейсмического пояса со стенами, в просверленные в нем отверстия вбивают заостренные деревянные штыри, длиной 15-20 см. Наряду с обычным сейсмопоясом рекомендуется устраивать ещё один – на уровне подоконников.

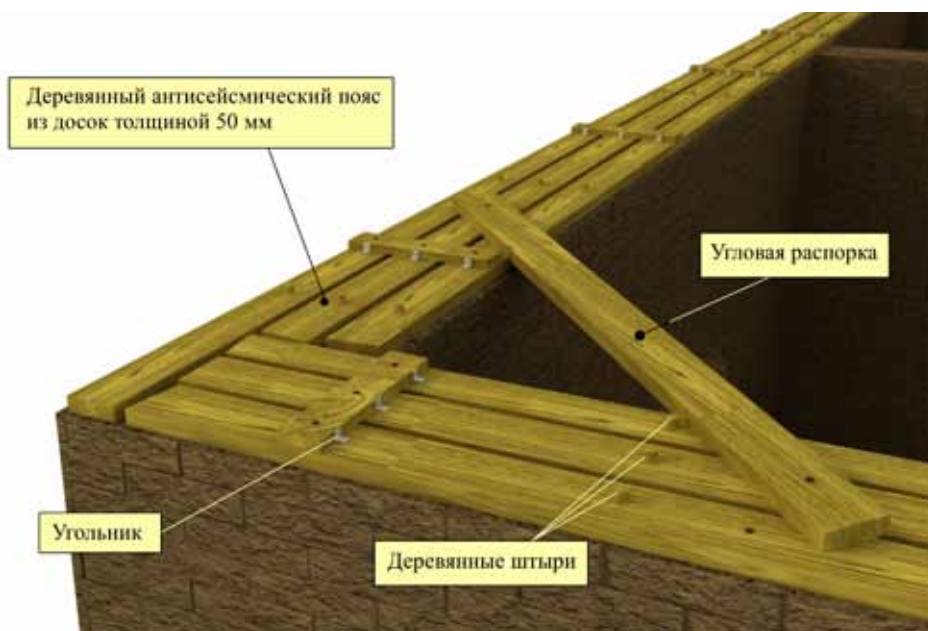


Рис. 4.2. Деревянный антисейсмический пояс

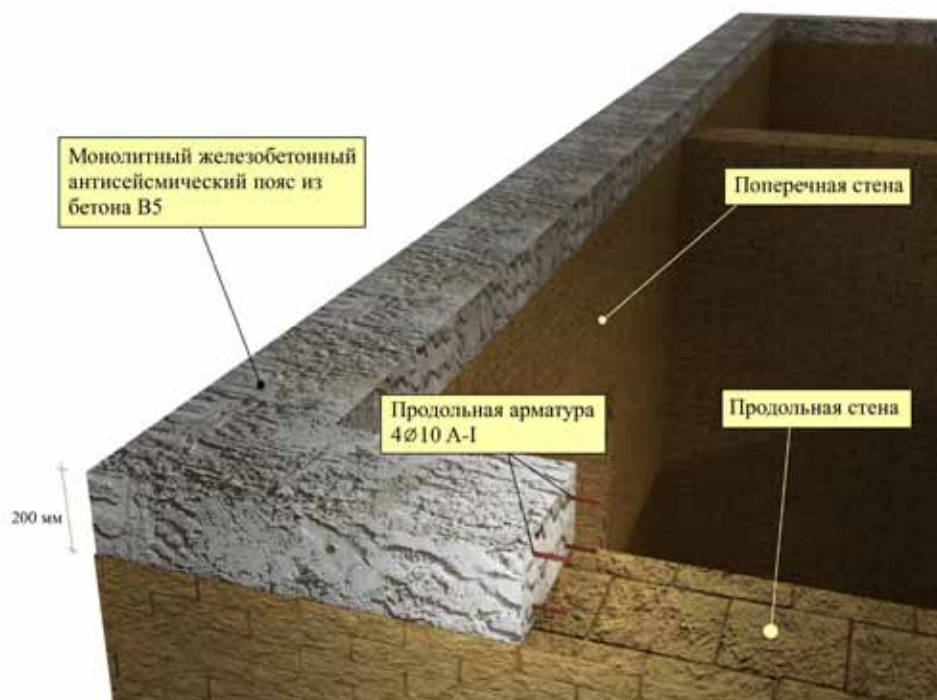


Рис. 4.3. Антисейсмический пояс из монолитного железобетона

5. Поперечные стены должны быть выполнены на всю ширину дома.

6. Наиболее уязвимыми местами дома из сырцового кирпича и глинобита (пахсы), как и из жженного кирпича, являются их углы и места сопряжения продольных стен с поперечными. Усиление таких уязвимых мест повышает общую прочность и сейсмостойкость дома. С этой целью уязвимые места стен рекомендуется усилить камышом. Если камыш располагать по всей стене, то сейсмостойкость дома соответственно повышается. При этом, в первом шве камыш должен располагаться в продольном направлении, а во втором – в поперечном. Камыш, применяемый в качестве арматуры, должен быть зрелым, сухим, чистым и не загнившим. Глиняный раствор, уложенный на камыш, должен полностью закрывать его. Расстояние между камышами должно быть 4-5 см (рис. 4.4 – 4.5). В углах и местах сопряжения продольных и поперечных стен для лучшего сцепления с глиняным раствором камыш раздавливается деревянным молотком, в результате чего обеспечивается связанность стен друг с другом, уменьшая возможность отрыва стен при землетрясении.

7. Необходимо строго соблюдать своеобразную технологию возведения стен из глинобита (пахсы), так как основным фактором

обеспечения сейсмостойкости глинобетонных домов является тщательная подготовка глины, укладываемая послойно. После первого слоя возведения стены следует дождаться его высыхания несколько дней. В течение этого времени происходит усадка стены и появляются трещины. Затем, аналогично возводятся следующие слои стены.

8. Перекрытия сырцовых домов должны быть не только прочными и жесткими, но и легкими. Уменьшение веса перекрытия, а значит и дома, повышает его сейсмостойкость. Поэтому в перекрытиях вместо тяжелых земляных засыпок следует применять легкие материалы: прессованный камышит, глино-камышит, соломит, антисептированные опилки и др.

9. Усилить покрытия с помощью дощатого диагонального настила из досок толщиной не менее 30 мм. Доски настила устанавливать снизу или сверху балок покрытия.

10. Крышу выполнить из легких материалов. Конструкция стропил вместе с балками перекрытия и антисейсмическим поясом должна образовывать единую жесткую пространственную систему.

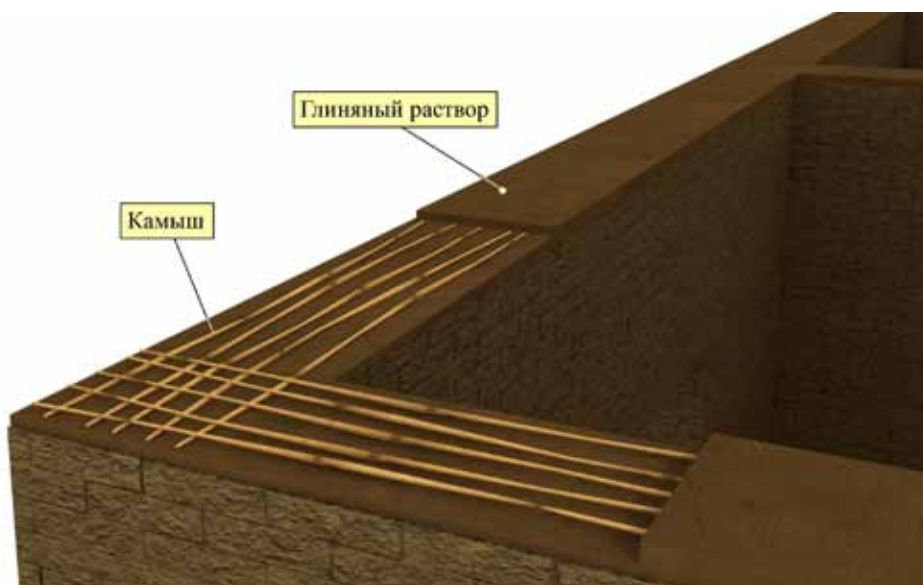


Рис. 4.4. Армирование наружных стен из сырцового кирпича и глинобита камышом

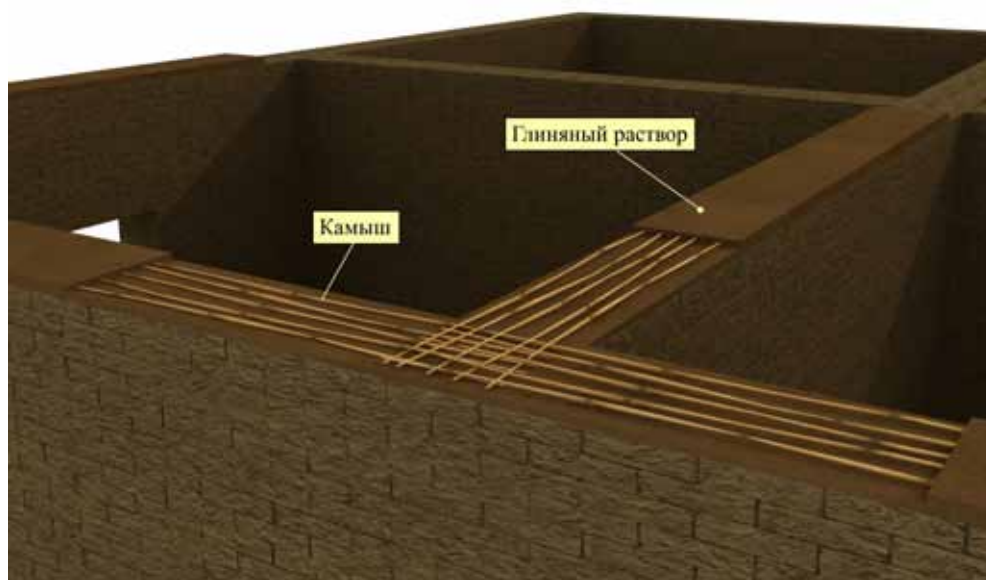


Рис. 4.5. Армирование наружных и внутренних стен из сырцового кирпича и глинобита камышом

## 5. ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ДОМ ИЗ ДЕРЕВЯННОГО КАРКАСА (СИНЧ)

Строящийся индивидуальный дом из деревянного каркаса (синч) является сейсмостойким при следующих конструктивных решениях и параметрах:

1. При строительстве дома из деревянного каркаса (синч) в районе (площадке) сейсмичностью 7 и 8 баллов. Строительство индивидуальных домов из деревянного каркаса при сейсмичности площадки 9 баллов не рекомендуется (запрещается).

2. Дом должен быть по возможности простым. При сложной форме дом должен быть разделен на отдельные (простые) отсеки антисейсмическими швами (рис. 1.1 – 1.2).

3. При следующих параметрах (таблица 5.1) строящегося дома (рис. 5.1 – 5.2):

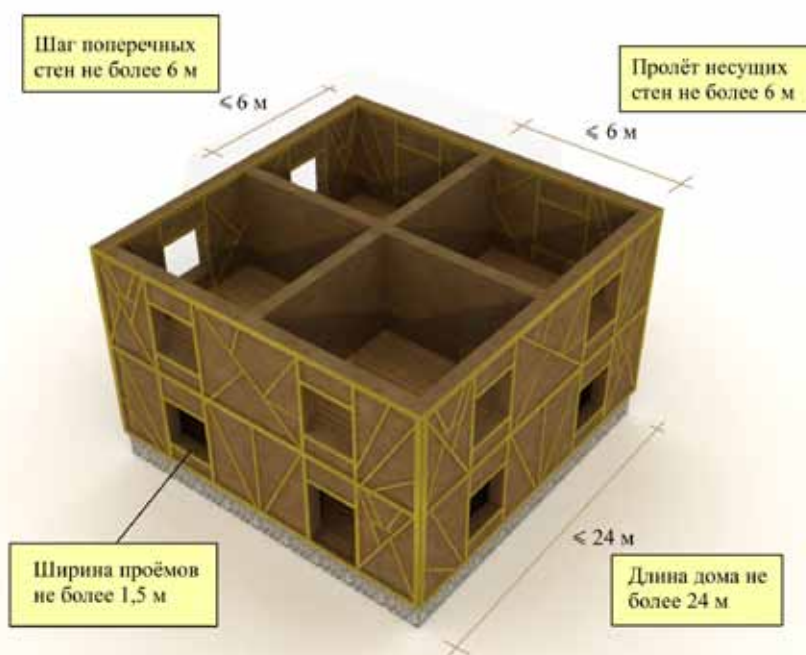


Рис. 5.1. Предельные параметры дома из деревянного каркаса при сейсмичности площадки 7 баллов

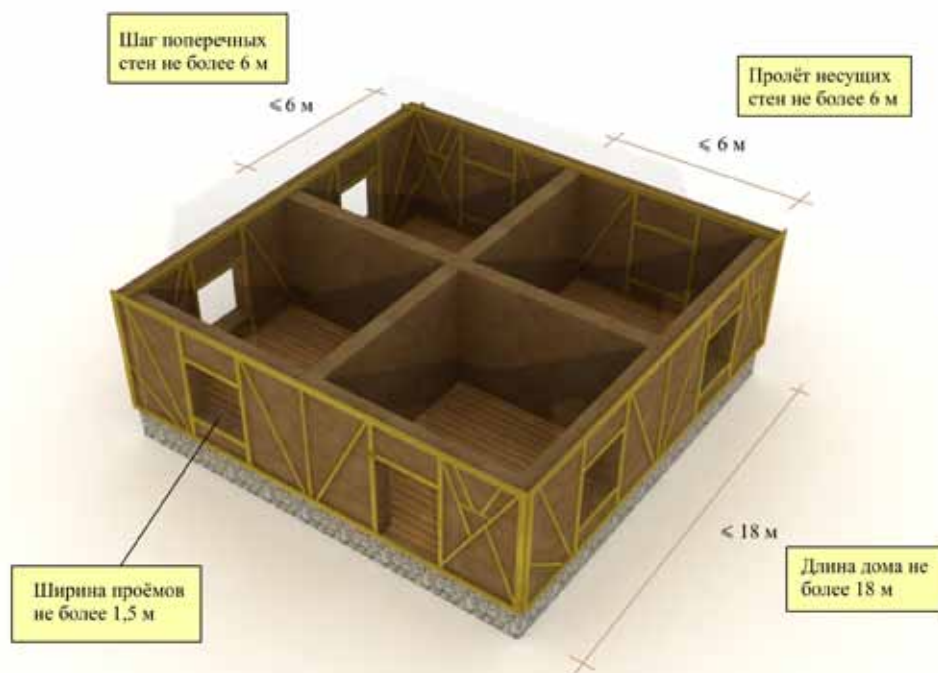


Рис. 5.2. Предельные параметры дома из деревянного каркаса при сейсмичности площадки 8 баллов

Таблица 5.1

Сейсмичность площадки / Параметры	7 баллов	8 баллов	9 баллов
Этажность	1-2	1	Строительство дома НЕ разрешается
Длина, м, не более	24	18	
Пролет несущих стен, м, не более	6	6	
Шаг поперечных стен, м, не более	6	6	
Ширина проемов, м, не более	1,5	1,5	

4. Стены могут быть выполнены из одинарного или двойного деревянного каркаса. Вертикальные элементы каркаса следует объединить нижним и верхним обвязочными поясами, которые одновременно являются антисейсмическим поясом.

5. При строительстве дома из деревянного каркаса (синч) следует обратить особое внимание на обеспечение пространственной жесткости и соединение каркаса с фундаментом. Элементы деревянного каркаса необходимо прочно соединить друг с другом. Пространственная

жесткость дома из деревянного каркаса (синч) обеспечивается следующими конструктивными мероприятиями:

1) продольные и поперечные стены необходимо расположить по возможности на равных расстояниях и симметрично относительно главных осей;

2) следует обеспечить жесткость стен в своей плоскости. Для этого следует использовать раскосы;

3) вертикальные элементы каркаса следует прочно связывать с горизонтальными элементами. Здесь целесообразно опирание балок перекрытия на стойки здания;

4) мауэрлаты, устанавливаемые под стропильными ногами, должны крепиться при помощи раскосов к балкам перекрытия.

6. Для повышения сейсмостойкости дома заполнение каркаса по возможности должно быть легким и надежно соединено с элементами каркаса. Чтобы предотвратить выпадение заполнителей при землетрясении необходимо плотно упирать заполнители к каркасу. Для обеспечения хорошего сцепления штукатурки со стеной, штукатурные работы необходимо начинать сразу же после заполнения каркасов. Если добавить в глиняный раствор саман, то монолитность стены повысится.

7. Перекрытие такого дома также должно быть деревянным. Для обеспечения жесткости перекрытия необходимо прибить к балкам в плоскости покрытия диагональные раскосы.

8. Крышу следует выполнить из легких материалов, обладающих хорошими теплоизоляционными свойствами.

## 6. КОНСТРУКЦИИ ВЕРАНД И ТЕРРАС

Обычно несущие конструкции веранд или террас (айвана) имеют шарнирное соединение с элементами перекрытия и фундамента. Для предотвращения повреждений и разрушений веранд или террас (айван) при землетрясении следует жестко соединить их несущие конструкции с конструкциями дома. В частности, балки перекрытия веранд или террас (айван) должны быть соединены жестко с элементами перекрытия дома с помощью деревянных раскосов или стальных элементов (рис. 6.1).

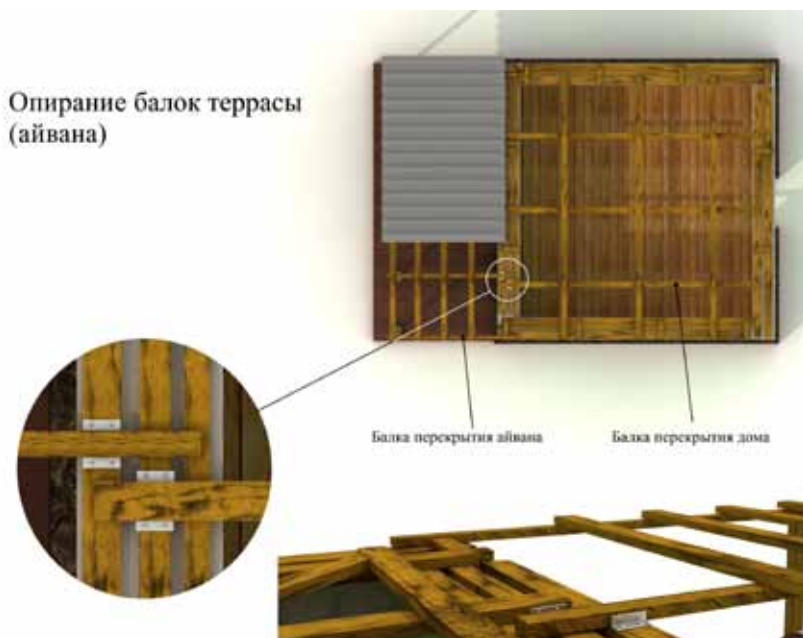


Рис. 6.1. Опираание балок перекрытия веранды (айвана) к элементам перекрытия дома

Нижние части деревянных или металлических стоек веранд или террас (айван) также должны быть соединены жестко с элементами фундамента, исключающих их смещения при землетрясении (рис. 6.2).



Рис. 6.2. Жесткое соединение стойки веранды с фундаментом

## 7. КРЫШИ И КРОВЛИ

Крыша должна быть выполнена из легких материалов. Теплоизоляция должна быть выполнена из камыша, соломы или других легких материалов. Не рекомендуется строить дом с тяжелой земляной крышей, так как при этом увеличивается ее масса, которая может привести к разрушению дома при землетрясении.

Стропила должны крепиться к сейсмопоясу с помощью угольников (рис. 7.1 – 7.2).

Четырехскатная крыша предпочтительнее двухскатной. При двухскатной крыше рекомендуется выполнить ее фронтоны из легких материалов, а не из кирпича. Для того, чтобы конструкции крыши не оказывали распор на стены дома стропила необходимо соединить затяжками, а в продольном направлении должно быть не менее двух противоположно направленных подкосов, обеспечивающих жесткость в этом направлении (рис. 7.3).

Кровля дома также должна быть выполнена из легких материалов, например, шифера или кровельной стали.

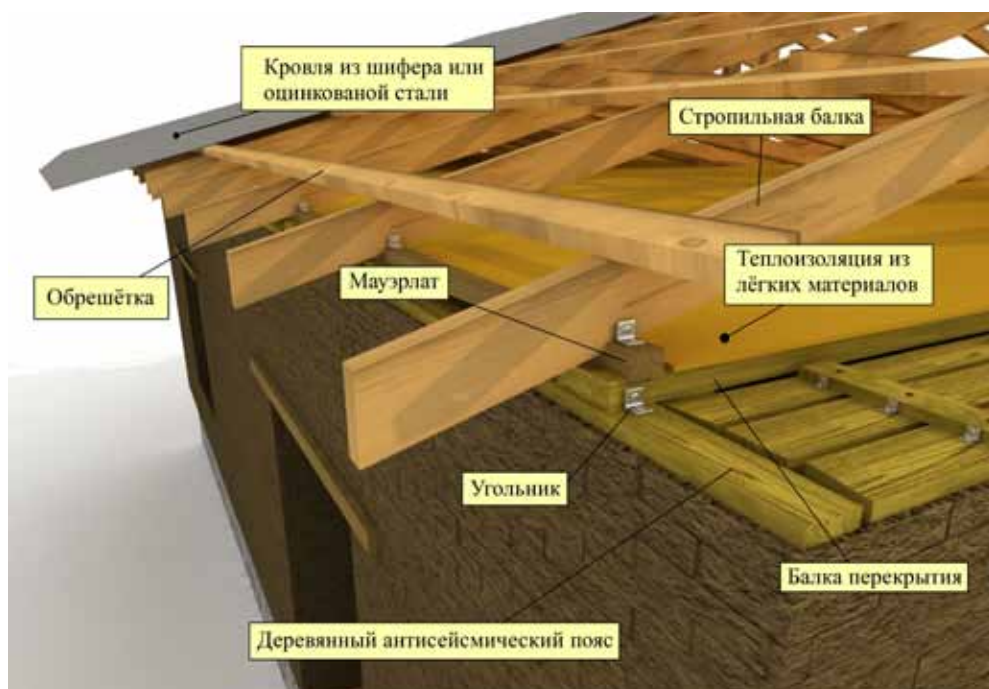


Рис. 7.1. Крепление балок перекрытия и стропильной балки с мауэрлатом к антисейсмическому поясу

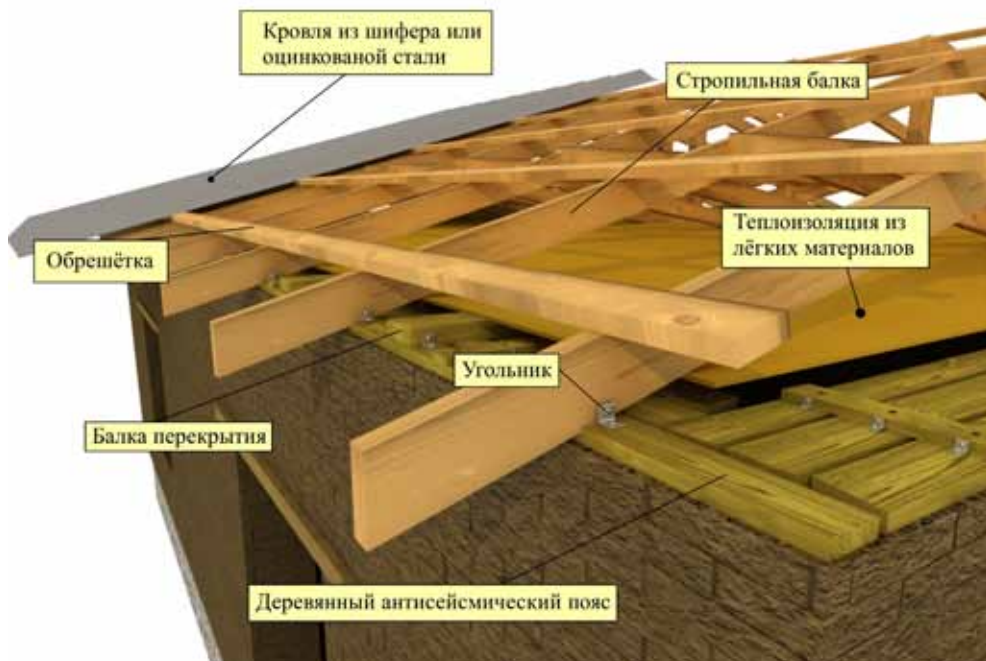


Рис. 7.2. Крепление балок перекрытия и стропильной балки к антисейсмическому поясу

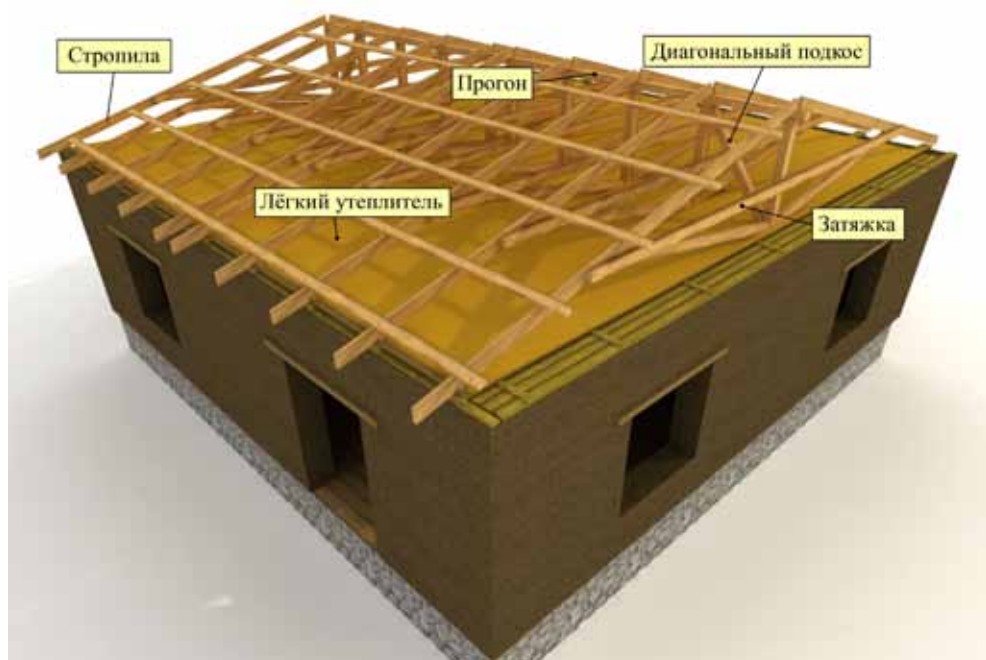


Рис. 7.3. Соединения стропильной балки затяжками, для погашения распора

## 8. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА НОРМАЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОМА

Разрушительные землетрясения во многих странах показывают, что дома получили серьезные повреждения и обрушились из-за несоблюдения элементарных условий их эксплуатации.

Основные правила нормальной эксплуатации дома заключаются в следующем:

- постоянно заботиться о поддержании дома в хорошем функциональном состоянии (нормальном техническом состоянии), т.е. необходимо своевременно выполнять работы, предусмотренные в системе планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания дома;

- не вносить самовольно никаких изменений в конструктивное решение дома, снижающих его сейсмостойкость.

Основными параметрами, подлежащими контролю для поддержания нормального состояния дома, являются: состояние фундаментов, деформации и прочность конструкций, пространственная жесткость дома, коррозия конструкций, состояние опорных частей и величина заделки, состояние кровельных покрытий и водосточных труб, состояние систем инженерного оборудования.

В первую очередь, необходимо обратить особое внимание на нормальное состояние крыши, системы водопровода и канализации, уклона отмостки, а также основания и фундаменты дома, так как, в результате неисправностей элементов крыши, водопровода и канализации и нарушение уклона отмостки приводят к проникновению воды под фундаменты, сильно ослабляя основания дома.

Как известно, основания и фундаменты имеют расчетные допустимые нагрузки для определенной влажности грунтов, поэтому вокруг дома устраивают отмостки, принимают меры, исключая переувлажнение грунтов основания. Также, рядом со стенами не должны находиться деревья, кусты и другие растения, задерживающие влагу. Невыполнение этих мер может привести к потере несущей способности основания или фундамента и, вследствие этого, деформации дома. Основные правила нормальной эксплуатации дома показаны на рис. 8.1.



Рис. 8.1. Основные правила нормальной эксплуатации дома

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прочитав это практическое руководство, Вы ознакомились с основой проектирования и строительства индивидуальных домов в сейсмических районах со стенами из жженого и сырцового кирпича, глинобита (пахсы) и деревянного каркаса (синч), а также основными правилами их нормальной эксплуатации, обеспечивающей их прочность и сейсмостойкость.

Рассмотрено обеспечение сейсмостойкости для индивидуальных жилых домов, строящихся в районах сейсмичностью 7, 8 и 9 баллов.

Даны рекомендации по объемно-планировочному и конструктивному решению индивидуальных жилых домов в зависимости от типа их несущих конструкций и расчетной сейсмичности площадки строительства.

Таким образом, при проектировании и строительстве в сейсмических районах индивидуальных домов со стенами из жженого и сырцового кирпича, глинобита (пахсы) и деревянного каркаса (синч) с соблюдением вышеуказанных принципов, объемно-планировочных и конструктивных решений будет обеспечена их сейсмостойкость. Только в этом случае Ваш дом является сейсмостойким.