Содержание:

Сама́н - - - - - - - - - - 2

Технология изготовления - - - - - - - - 2

Применение - - - - - - - - - - 4

Особенности устройства стен из самана - - - - - - 5

Саман и вода - - - - - - - - - - 6

Повышенная влажность и забрызгивание - - - - - 9

Предотвращение вреда от воды - - - - - - - 10

Саман и землетрясения - - - - - - - - 12

Сперва нужно понять, что из себя представляет материал саман.

Сама́н (тюркск. букв. — солома) или адоб (исп. adobe, от араб. аттуб) — строительный материал из глинистого грунта, высушенного на открытом воздухе. Синонимы: глинобетон, глинофибробетон, глиносырцовый материал. Используется для возведения стен и (в сухом климате) заборов. Во влажном состоянии саман мягкий и легко укладывается в опалубку или внавал в виде глиняных лепёшек, валиков. Часто используется в виде параллелепипедов стандартных размеров, высушенных заранее. С 5—4 тыс. до н. э. широко распространён в безлесных районах. Ныне применяется главным образом в странах Азии для строительства малоэтажных построек. В России саманные дома часто встречаются в сельской местности на Северном Кавказе, на территории Украины — в южных и центральных областях, и в Молдове - в южном регионе.

Технология изготовления

Глинистый грунт разводят водой, разминают в ямах, ящиках или на ровных площадках и тщательно перемешивают с добавками.

увеличивают прочность на растяжение целлюлозные волокна:

резаная солома

древесная стружка

навоз

уменьшают усадку при высыхании:

песок

гравий

щебень

керамзит

ускоряют твердение и повышают водостойкость:

цемент

известь

улучшают укладываемость (пластификаторы):

жидкое стекло

казеин

костный клей

молочная сыворотка

навозная жижа

патока

крахмал и др.

Сырцовая прочность при растяжении глинобетона зависит от жирности глины и времени приготовления смеси. Оптимальное время перемешивания определяют опытным путём на небольших образцах.

Формы для изготовления саманных блоков делают одинарными или двойными в виде ящика без дна, прочно сколоченного из досок толщиной 25—30 мм. Размеры кирпича в зависимости от местных условий могут быть: крупного — 40×19×13 см, среднего — 30×17×13 см, мелкого — 30×14×10 см.

Формировать саманный кирпич лучше весной, чтобы в течение лета стена могла хорошо высохнуть на солнце. Работы проводятся на ровной площадке. Форму смачивают водой, посыпают мякиной, чтобы глина не прилипала к стенкам. Берут ком глины, примерно равный объёму формы, и заполняют им форму, утрамбовывают с помощью ручной трамбовки и заглаживают, или же с силой бросают ком глины в ящик, тем самым достигая её уплотнения. Излишек глины снимают и перемешивают с общей массой. После трамбовки форму снимают и переносят на другое место для следующего заполнения.

Свежесделанные кирпичи выдерживают на формовочной площадке 3 дня. Если площадка правильно устроена, есть хороший сток дождевой воды, то небольшой дождь не опасен, в противном случае саман помещают под навес. После выдержки и сушки плашмя кирпичи ставят на ребро, с зазором между боковыми гранями для свободного прохода воздуха и просушивают ещё 3—7 дней, затем складывают в клетки, где саман окончательно просыхает и твердеет. Хороший кирпич прочен, не разбивается при падении с высоты 2 метров и не размокает в воде в течение 1—2 суток.

Применение

При строительстве зданий саман укладывается вручную.

Плотность глинобетона без лёгких заполнителей — до 1900 кГ/м³. При высоком содержании соломы плотность от 500 кГ/м³, такой материал является хорошим теплоизолятором.

Предел прочности на сжатие высушенного самана и кирпича-сырца колеблется от 10 до 50 кГ/см² и сопоставим с газо- и пенобетонами плотностью 600 кГ/м³(предел прочности 25-40 кГ/см²).

Преимущества:

Стабилизация влажности в помещении благодаря огромной гигроскопичности глины.

Низкая стоимость - не требуется топлива на обжиг. Исходный материал буквально "лежит под ногами".

Большая тепловая инерция и звукоизоляция стен благодаря их массе.

Огнестойкость вариантов с малым количеством целлюлозы.

Недостатки:

Низкая влагостойкость. Часто требуется оштукатуривание внешней поверхности или другая защита от осадков.

В лёгких стенах с целлюлозными наполнителями могут жить грызуны и насекомые.

Неудобно строить в морозную погоду, нужны щелочи или соли в воде затворения.

Долгое высыхание стен (набор прочности) в умеренном климате.

В коммерческом строительстве необходимо достичь гарантированной прочности материала в заданное время независимо от погоды. Тогда применяют те же заполнители - керамзит, гравий, костру (костробетон), солому или древесные отходы (деревобетон), но с цементным вяжущим вместо глины.

Особенности устройства стен из самана

Особо следует обратить внимание на то, что конструкции всякого саманного сооружения должны быть тщательно изолированы от возможного проникновения сырости. Как правило, влага в стены может попасть от косых дождей, действия сил капиллярности, то есть попадания её из почвы, а также по причине плохо выполненной изоляции: неисправности кровли, внутренней конденсации пара, проникающего в стены, брызг падающей, с крыши на землю, воды и т.д.

К числу средств надежной защиты саманных стен от увлажнения можно отнести устройство фундаментов и цоколя из водостойких материалов: бутового камня, кирпича, бетона. При этом должны быть устроены отмостки, чтобы дождевая вода, брызги и снег не попадали на стены. Важно также тщательное устройство гидроизоляцнонного слоя под стенами, разгрузочными поясами, дверными проемами, подоконниками, порогами, мауэрлатами, выполнение карнизов со свесами не менее 50 см.

Для устройства фундаментов под саманные стены рекомендуется использовать бутовый кирпич и камень, монолитный и сборный железобетон. Высота цоколя должна быть не менее 50 см от фундамента. При этом цоколь следует тщательно изолировать толем, рубероидом или пленкой. Толщина цокольной части должна быть не менее толщины наружных и внутренних стен. Для наружных стен толщину определяют в зависимости от расчетной температуры данного климатического района, но не менее 50 см, а внутренних — не менее 30 см.

Стены из самана возводят до наступления осенних заморозков. В летнее время стены из саманных блоков (кирпича) выкладывают на глинопесчаном растворе состава 1:1 или 4:3 в зависимости от жирности глины. Для улучшения качества глиняного раствора, в него добавляют мелкую соломенную резку, мякину и т.п. Весной и осенью кладку ведут на известково-цементном растворе…

Для уменьшения, и во избежание осадки зданий толщина горизонтальных швов, должна быть минимальной (1 — 1,2 см).

В процессе возведения саманных стен по всему периметру ниже оконных проемов и на уровне перемычек укладывают арматуру из досок, хвороста или камыша. Узлы и сопряжения следует армировать этими материалами через каждые 50 см по высоте. Расстояние между осями стеблей камыша принимают 5 см. В угловых сопряжениях стебли обоих направлений надо укладывать толстыми концами в угол стены, предварительно расплющив их легким ударом деревянного молотка для лучшего сцепления с раствором.

Саман и вода

Миф, который легко разоблачить, состоит в том, что любое воздействие влаги приведет к немедленному разрушению земляного здания. Напротив, недавнее испытание английских саманных зданий показывает «нормальное» содержание влажности — около 4-6% по массе, вероятно из-за удерживания воды естественными солями в самане. Было измерено содержание влажности до 26% без очевидных структурных изменений. Древние постройки, включая 600-летние саманные дома в Великобритании и части Великой стены Китая, которым более 2000 лет, свидетельствуют о долговечности земляного здания, даже в очень сыром климате. Тэд Говард, в книге «Грязь и человек» говорит о глиняном доме в Новом Южном Уэльсе, Австралии, пережившем полное наводнение. «Это было, должно быть, исключительно хорошо построенное здание, судя по сообщению старой местной жительницы. Она видела, что вода текла через здание во время наводнения 1945 года, вытекая через двери и окна. Стены, кажется, нимало не затронуты, даже по прошествии сорока лет».

Тем не менее, воду при неправильных условиях нужно считать серьезной угрозой, возможно, самой существенной опасностью для всех саманных и других зданий из необожженной глины. Это приложение описывает условия, при которых вода может быть вредна, и затем показывает некоторые общие стратегии предотвращения ущерба от воды. Некоторые из них рекомендуются, тогда как некоторые — решительно нет.

Случаи ущерба от воды

Есть три различных способа, которыми вода может причинить структурный ущерб саманной стене. Первый это эрозия, физический износ стены водой, который уменьшает поверхность. Второй — разрушение поверхности, когда сильный направленный дождь ночью сопровождается заморозком.

Третий менее очевиден, но более серьезен и коварен, потому что его тяжелее обнаружить. Когда саманные стены полностью промокают, они теряют свою силу и могут разрушиться под своим собственным весом. Это частое и печальное происшествие с историческими саманными зданиями в Англии и Новой Зеландии. Полагаю, что предотвратить его довольно просто. Причиной обычно бывает комбинация ненадлежащего содержания крыш, неадекватных фундаментов или дренажа, и применения не дышащих штукатурок из цемента. Наводнение и прохудившиеся трубы реже являются причиной, но могли бы быть столь же разрушительными.

Эрозия

Один из наиболее часто задаваемых вопросов о самане: «Почему он не смывается дождем? Ответ в большинстве случаев весьма прост: не позволяйте ему становиться очень влажным. В сыром климате мы склоняемся к строительству большой, нависающей крыши, которая защищает стену от воды. Иногда на участках, где часто бывает дождь с ветром, мы защищаем внешнюю сторону стойкой к погоде штукатуркой из песка и извести. Эта стратегия чаще всего используется традиционными строителями самана в Великобритании.

Удивительно, но даже неоштукатуренный саман показывает замечательное сопротивление изнашиванию. Исследование девонской Ассоциации Земляных Строителей показывает, что саманные стены с крышами, но без штукатурки (обычное состояние для сараев и других надворных построек) имеют тенденцию разрушаться со скоростью приблизительно 2,5 см в столетие. Учитывая, что британские саманные стены обычно 60-90 см толщиной, об этом не стоит сильно беспокоиться. Погодное сопротивление неоштукатуренного самана обеспечивается двумя факторами. Сначала, смешивая и уплотняя влажную глину в процессе, названном «коллоидным цементированием», получают относительно непроницаемый саман. Кроме того, нависающая солома и большое ее скопление в неровно отделанном самане, замедляют движение воды по стенам и заставляют ее скорее утекать прочь, нежели самостоятельно собираться в эрозивные ручьи. Сплошной саман, оказывается, задерживает лучше, чем блоки самана, которые имеют более гладкую структуру и вертикальное соединение известковым раствором, которое может собирать и концентрировать сток.

Очевидно, что предмет обсуждения очень чувствителен к климату. В сухих климатах типа Ближнего Востока, Сахель и американского Юго-запада глиняные здания с глиняными крышами обычны. Некоторые крыши — плоские и предназначены для собирания скудной дождевой воды и направления ее в цистерны. Некоторые — куполообразные, обычно не обеспечивающие никакой защиты от дождя для стен внизу. Обычно ни куполообразные, ни плоские крыши не имеют карниза, чтобы защищать стены. Такие здания переживают обильные ливни только с небольшим поверхностным повреждением, но иногда требуют нового покрытия глиняной штукатуркой после каждого сезона дождей. Незащищенные земляные здания найдены только в местах, где воздух достаточно сух, чтобы стены после ливня не оставались долгое время промокшими.

Мы экспериментировали, оставляя маленькие саманные строения, незащищенные от западных Орегонских дождей. После первой зимы мы выяснили, что, хотя эрозия очень небольшая, солома в стене начала гнить. Мы предположили, что это могло быть важной причиной неудачи в саманных строениях в сыром климате (если не обеспечена защита от промокания), потому что без соломы материал теряет как предел прочности при растяжении и на срез, так и защиту от эрозии. Во время последующих зим мы выяснили, что эрозия действительно усиливается, и без защиты стены могут быстро разрушиться.

Замораживание

Незащищенные земляные стены, оказывается, разрушаются намного быстрее в климате, где они испытывают быстрые и значительные температурные воздействия. Например, стены самана в частях Нью-Мексико (где зимой температура воздуха часто изменяется на 40 градусов или более, днем и ночью) могут потерять через двадцать лет до 2 см их вертикальных поверхностей, что приблизительно в пять раз быстрее зрозии самана в Англии. Это происходит из-за явления фрагментации, когда вода, проникшая через стену, замерзает, расширяется и выталкивает фрагменты поверхности. В Англии саманные здания часто оставляли неоштукатуренными только на северных и восточных (подветренных) сторонах, далеко от направленного дождя и где ежедневные температурные колебания были наименьшими. Поэтому ущерб от мороза в результате фрагментации был минимален.

Нецелесообразно (а также неинтересно) строить из влажного самана, если глубокое замораживание ожидается прежде, чем стены смогут достаточно высохнуть. Мы обратили внимание на то, что свежий замороженный саман раздувается подобно распухшему пирожному, а затем разрушается. Это ограничение для северного климата, где сезон без мороза краток. Если ожидается сильный мороз, рекомендуется некоторая защита в течение нескольких дней после строительства.

Насыщенность

Наиболее катастрофическим недостатком в саманном строительстве является обычно уровень насыщенности влагой. Когда достигается определенный уровень влажности, глина в материале становится пластичной и стена теряет устойчивость. Критический уровень влажности изменяется в широком диапазоне в зависимости от типа почвы, соотношения песка и глины, высоты стены, веса, и других факторов. В крайних случаях земляная стена может резко упасть, деформироваться или разрушиться. Насыщение стен влагой может вызываться множеством факторов, включая протекание крыши, повышенную влажность и наводнения.

Барри Ханисетт в своей работе «Обычные структурные дефекты и неудачи в саманном строительстве, их диагностика и ремонт» («Из Земли II», 1995 год) пишет: «Основание саманной стены, прямо над каменным плинтусом, это, вероятно, наиболее опасная область стены. Эти места являются как наиболее нагруженной частью самана, так и более всего подвержены влажности. Сырость, поднимающаяся от земли, может быть дополнена дождем, проникающим через трещины штукатурки, вырастая до уровня, при котором саман теряет силу, что может, в конечном счете, разрушить стену. Наиболее вероятной формой разрушения является резкий обвал основания с шумным выбросом самана наружу».

Протекание крыши

Очевидный путь поступления воды в стену самана это течь в крыше. Через какое- то время даже маленькая течь может сделать вершину стены очень влажной. Это может происходить незаметно в течение многих лет, особенно если окружающая область оштукатурена, под карнизом или в темноте чердака. С большей течью или в особенно дождливую зиму саман может промокнуть глубоко по высоте. Пока в доме живут, течи крыши едва ли затронут структуру самана, потому что стенное покрытие покажет повреждение, и обнаружение приведет к устранению проблемы до разрушения стены.

Необитаемые здания намного опасней. Если они не являются пассивными солнечными зданиями, они нуждаются во внутреннем источнике высокой температуры, чтобы ликвидировать повреждения стены. Первым предупреждением отсутствующему владельцу может быть резкое падение и разрушение части стены. Слишком долго размышляя над ситуацией, владелец может бросить строение, позволяя разрушиться также крыше. В течение нескольких десятилетий саман постепенно смоет.

В северном Уэльсе, где рос Янто, несколько скромных саманных домов все еще существуют на незащищённом от ветра бурном полуострове Лин, выдающемся в Ирландское море. Они были найдены и сфотографированы Маргарет Гриффит в 1970-х годах, в то самое время, когда этот полуостров был наименее обитаем и находился в бедном состоянии. Госпожа Гриффит встретила там Янто и Линду в декабре 1997 года. За двадцать лет большинство крыш разрушилось или у них были разграблены плитки сланца. Некоторые здания были ничем иным, как закрытой травой грудой земли, в других стены все еще существенно не были повреждены, но быстро ухудшались. Грустная ситуация. Уэльс, известный древней литературой и традицией песни, который никогда не ценил свою родную архитектуру, может потерять наследие в виде замечательных и уникальных зданий ради нескольких плиток крыши.

Повышенная влажность и забрызгивание

Испытания старых английских саманных зданий указывают на то, что наибольшая степень влажности чаще бывает у основания стены. Причинами растущей влажности могут быть неадекватный фундамент или брызги дождя с крыши.

Когда глиняные стены построены

с несоответствующим фундаментом влажность может подниматься через основание стены благодаря капиллярному эффекту, потенциально вызывая насыщение и разрушение. Если ваш фундамент сделан из бетона, кирпича или пористого камня, проведите обработку водоотталкивающим цементом, смолой или другим битумным материалом между фундаментом и основанием глиняной стены. Что еще более важно, должен быть хороший дренаж ниже и/или вне периметра фундамента (см. больше о дренаже в главе 10). Даже с хорошими фундаментами земляные здания иногда страдают от повышения влажности, когда влажная почва и строительный мусор лежат достаточно высоко, чтобы соприкасаться с глиняной стеной. Это случается на наклонивших участках гумна, где животные могут сталкивать материал на здание. Проблемы можно избежать улучшением участка так, чтобы все это скатывалось вниз далеко от здания во всех направлениях и периодической уборкой, десятилетиями и столетиями.

Другой причиной чрезмерной влажности у основания стены является крыша с небольшим козырьком и отсутствие эффективного желоба, чтобы дождь, попадающий на крышу, стекал по более низкой части стены. В Новой Зеландии мы видели примеры эрозии, которые полностью повторяли форму крыши над стеной, в одном случае уже приблизительно 20 см из 35 см толщины стены промокло там, где вода, стекающая по стальной рифленой крыше, забрызгивала основание стены. Брызги стекающей с крыши воды могут достигнуть расстояния 45 см, так что фундамент, защищающий стену, должен быть, по крайней мере, с высоким коленом. Более длинный карниз помогает, но брызги могут распространяться в сторону достаточно далеко, особенно если есть ветер. Широкие желоба — самая эффективная профилактическая мера, но проверьте при сезонном осмотре желобов и их нижних отверстий, нет ли течей и мусора.

Наводнение

Хотя в начале этого приложения приводилась история из Австралии, затопление выше уровня фундамента, защищающего стену, это серьезное дело. Здание может выстоять без необратимого повреждения, но может и разрушиться. Лучше всего избегайте такой вероятности, помещая Ваше здание высоко от поймы. Если есть какой-то шанс на поднятие воды поблизости, стройте высокий, водонепроницаемый фундамент.

Несмотря на наши инструкции, один клиент в Буде, штат Техас, настаивал на расположении дома-самана в пойме. Через несколько недель после окончания строительства, близлежащий ручей Онион Крик повысился до своего столетнего уровня наводнения, оставив от коттеджа только несколько сантиметров по вертикали. Следующий сезон муссонов вызвал повышение уровня реки до ее рекордного уровня наводнения в тысячелетии, вода заполнила здание до уровня 1,5м приблизительно за 2 дня. Сила воды оказалась достаточной, чтобы вытолкнуть дверь с рамой. Когда потоки воды отступили, часть здания все еще стояла, хотя была ужасно повреждена. Несмотря на ремонт, дом пришлось уничтожить из соображений безопасности.

Другой потенциальный источник проблем — прохудившиеся водопроводные трубы. Будьте чрезвычайно осторожны, замуровывая трубы в стены самана. Попытайтесь избегать замурованных соединений и в областях с серьезными морозами держите трубы для воды сразу под внутренней поверхностью самана, стены обычно самые холодные намного выше уровня этажа. Даже если трубы не замурованы в самане, оставленная без присмотра взорвавшаяся труба может устроить разгром. За три недели, что Вы ходили на лыжах, замороженная пробка может вылить тысячи галлонов воды, впитывающейся в основание стен. Стройте фундамент, защищающий стену, по крайней мере, на 15 см выше законченного уровня этажа, чтобы предотвратить впитывание от случайного внутреннего наводнения. Делайте наклон пола таким, чтобы этаж освобождался от воды, или отводящий дверной проем, чтобы поток воды из любого источника мог легко покинуть здание.

Предотвращение вреда от воды

Из того, что обсуждалось выше, ясно, что частями глиняной стены, наиболее восприимчивыми к влажности и разрушению, являются верхняя часть и основание. Старая английская пословица гласит: «Дайте саманному дому хорошую шляпу и хорошую пару ботинок, и он будет вечным». Действительно, хорошо сделанная крыша с широким карнизом и добротно сделанными желобами, вместе с высоким, непроницаемым фундаментом и хорошим дренажом по периметру, защитят большинство зданий самана надолго. Уязвимыми дополнительными точками считаются подоконники, места открывания дверей и места соединения земли с другими материалами типа древесины. В этих местах должна использоваться осторожная детализация для предотвращения вторжения воды.

Индустриальные стабилизаторы

Поскольку Дэвид Истон указывает в книге «Трамбованный земляной дом», что самая простая форма «стабилизации» («устранение склонности к изменению») является выбором правильной пропорции глины и песка, чтобы стена не слишком расширялась или сжималась, так как при этом поглощается и освобождается вода. Однако в современной земляной строительной промышленности стало обычным использовать промышленные материалы для создания стойкого к влажности соединения. Эмульсия асфальта и портлендский цемент это стабилизаторы, которые обычно используют в самане и утрамбованной земле, каждый из них уменьшают поглощение воды.

Были длинные и горячие дебаты об относительных затратах и выгодах от индустриальных стабилизаторов. С одной стороны, если их использовать должным образом, они могут очень улучшить сопротивление земли водному разрушению. С другой стороны, они усложняют строительство, увеличивают расход, токсичность, потребляемую энергию и воздействие саманного здания на экологию. Они могут усложнить техническое обслуживание строительства и перестройку, и создать проблему удаления, которых не было прежде. Пол Грехам МакГенри младший пишет в книге «Саманные и утрамбованные земляные здания; Проект и строительство»: «За исключением специальных условий, требующих водонепроницаемости, обычно стабилизация является дорогостоящей процедурой с получением небольшой выгоды».

По нашему мнению, индустриальные стабилизаторы превращают землю во что-то, что уже землей не является. Они преобразовывают глиняное строительство из местной, легко доступной и экологически мягкой технологии в индустриальный процесс, подобный любому другому. До настоящего времени, мы не знаем ни о каких строителях самана ни в Соединенных Штатах, ни в другом месте, кто хотел бы добавлять индустриальные стабилизаторы к своей смеси.

К сожалению, большинство строительных норм и правил в Соединенных Штатах, где признают земляное строительство вообще, требуют дополнения индустриальных стабилизаторов.

Даже в сердце страны самана, где естественные глиняные здания типа Таос Пуэбло сохраняются в хорошем состоянии по сотне лет и больше, кодекс Нью-Мексико требует, чтобы к блокам самана добавлялись эмульсия асфальта или цемент, или чтобы стены были покрыты цементной штукатуркой. Когда строительные нормы и правила саманного строительства будут адаптированы в Соединенных Штатах, мы горячо надеемся, что давление промышленности строительных материалов об обязательном добавлении неестественных стабилизаторов будет отвергнуто.

Штукатурка

Традиционные глиняные здания обычно штукатурят, и по эстетическим причинам и для защиты от воды и трения. Два самых обычных традиционных вида сделаны или из земли, или из гашеной извести с добавлением песка или земли. Иногда добавляются лошадиные или коровьи экскременты. Оба компонента — как земля, так и связанная известь хороши для земляных стен и водопроницаемы для водного пара. Это важно, потому что позволяет любой влажности, поглощенной стенами испаряться безопасно через покрытие. Известь и глиняные штукатурки, как говорят, «дышат».

Кроме того, как Надер Халили указывает в «Керамических зданиях и земляной архитектуре», экспансивная природа глины делает земляные штукатурки самозапечатываемыми: «Земля с глиной поглощают воду очень медленно, становясь влажными, они больше не позволяют воде проходить». Но из-за того, что земляные штукатурки сделаны из тех же основных компонентов, что и земляные стены (глина, солома, песок и зачастую экскременты с различными добавками), они подвержены тем же видам водного разрушения, что описаны выше, особенно эрозии и замораживанию. Одна из техник уменьшения водного разрушения позволяет делать поверхность чрезвычайно гладкой, заставляя дождь стекать быстро и равномерно. По-видимому, противоположный подход состоит в использовании большого количества соломы в штукатурке и нанесении ее таким способом, чтобы солома торчала и вода стекала с него, как с тростника. Ворсистая штукатурка соломенной глины (без добавления песка) на саманном доме, который мы знаем около Таос, штат Нью-Мексико, противостояла семи дождливым сезонам, «муссонам», пока существенно не повредилось покрытие, хотя дом не имеет никакой нависающей крыши для защиты от дождя или ветра. В любом случае, глиняная штукатурка будет нуждаться в периодической замене.

В течение этого столетия обычной практикой «защиты» глиняных зданий, как исторических, так и недавно построенных, стало применение Портлендской цементной штукатурки. Принцип состоит в том, что непроницаемая кожа цемента предотвращает эрозию стены, и требует менее частого обслуживания, чем земля или известь. К сожалению, на практике цементная штукатурка обычно усугубляет проблемы с влагой.

Цемент плохо связывается с землей. Для предотвращения откалывания от земляной стенки его толстого слоя, более трех слоев цементной штукатурки обычно намазывают по сетке из провода, закрепленной на стене через короткие интервалы длинными гвоздями. Цементная штукатурка ломка и склонна откалываться либо в результате усадки здания, либо от разницы в скорости теплового расширения земли, цемента, металлических гвоздей и сетки. Эти трещины позволяют дождю проникать сквозь стену. Есть много других способов, как вода может войти в глиняную стену, включая водяной пар, произведенный в доме и поглощенный стеной. Неспособная испаряться через цементную штукатурку, эта влажность накапливается какое-то время, насыщая и ослабляя стену, особенно в точке, где земля встречается с цементом. Влажная земля превращается в грязь и стекает, оставляя невидимые впадины за штукатуркой.

Есть много драматических примеров

применения цементной штукатурки, причиняющей серьезный ущерб историческим строениям. Церковь Святого Фрэнсиса в Таосе, Нью-Мексико, построенная в 1815 году с массивными стенами из самана и толстыми опорами, была покрыта цементной штукатуркой в 1967 году. В 1978 году вода, скопившаяся за цементом, разъела стену на глубину до 60 см. Большую часть церкви нужно было восстановить, поэтому возобновили традиционное намазывание землей. Подобные истории можно рассказать о столетних саманных зданиях на Британских островах, которые перенесли серьезное повреждение водой, будучи оштукатурены цементом или благодаря использованию непроницаемых для воздуха красок или наклеенным обоям на внутренних поверхностях.

Исторические здания, недавно оштукатуренные цементом, вероятно, рискуют больше, чем новые глиняные строения с современными фундаментами, которые покрыты цементом во время строительства. Тем не менее, воздухонепроницаемый характер цемента представляет потенциальную опасность, которой можно избежать, намазывая землей или известью. Глиняные штукатурки иногда стабилизируют добавлением Портлендского цемента или асфальтовой эмульсии, в результате проницаемость их где-то между чистой землей и чистым цементом.

Естественные стабилизаторы

Сеть земляных строителей, преданных восстановлению традиционных методов покрытия и уменьшения использования индустриальных продуктов, растет. Одна из самых многообещающих линий экспериментирования включает естественные добавки, которые увеличивают сопротивление воде или твердость глиняных штукатурок без угрозы для «способности к дыханию». Этих естественных стабилизаторов слишком много и они различны, чтобы представить здесь полный список. Сюда входят естественные клеи типа казеина, растительные латексы, типа сока колючего кактуса-груши, клейстера из пшеничной муки, сока акации и жареного бананового стебля, белки типа молока и крови животных, масла растений, включая льняное, капока (растительный пух) и конопляного семени. В Африке и в других местах одна из самых обычных добавок к глиняным штукатуркам — свежий навоз коров и лошадей, который смешивают с глиной и оставляют для ферментации несколько дней. Очевидно, ферментация вкупе с микро-волокнами производит превосходную штукатурку. В областях с морозными зимами к глиняной штукатурке добавляют соль, что понижает точку замораживания для предотвращения фрагментации. Нужно проводить больше исследований в этой захватывающей области для определения правильных методов использования и пропорций для этих добавок.

Саман и землетрясения

Наши жизни подчинены драматическим событиям, освещаемым в печати, поэтому наше внимание иногда сосредотачивается на редких бедствиях, а не на ежедневных проблемах. Разрушение землетрясением кирпичных зданий драматично и фотогенично. Мы все видели фотографии в газетах опустошенных зданий в зонах землетрясений, балок, направленных в небо из разрушенных стен, несчастных, оставшихся в живых, стоящих в тряпках перед руинами.

Наши опасения были преувеличены, особенно за прошлое десятилетие. Или таким образом защищают интересы тех, кто стремится увеличивать продажу строительных материалов, увеличивая общественные здания, и теперь предоставляют жилье, напичканное дополнительной сталью, бетоном и древесиной, все во имя безопасности от землетрясений. Гильдия инженеров имеет прибыль от сейсмических проблем, а инженеры имеют тенденцию искоса смотреть на неисчисляемые материалы типа земли. Но мы должны помнить, что те же автострады в Сан-Франциско, которые разрушились в 1989 году во время землетрясения Лома Приета, принадлежали к «утяжеленным» проектам, как многие высотные здания в Мехико Сити и Кобэ, которые упали во время недавних землетрясений. Глиняные здания не единственные, которые страдают от землетрясений, а иногда они успешно остаются целыми.

Какова эффективность земляных зданий в условиях землетрясений? К сожалению, ответить очень сложно. Землетрясения непредсказуемы, поскольку их действие на уровне земли это результат комплекса волн, толчков и колебаний, которые обычно рождаются глубоко-глубоко внизу. На улице из идентичных зданий одно может разрушиться полностью, в то время как другие останутся неповрежденными. Поэтому трудно сделать выводы из ограниченных данных. Тем не менее, ниже представлены некоторые истории, которые рассматривают вопрос с двух сторон.

В 1976 году Гватемала перенесла ряд землетрясений, которые оставили бездомными одну треть населения. Тридцать тысяч человек погибло, многие из них в разрушающихся зданиях самана. Янто присутствовал в Гватемала Сити в то время и был призван на службу правительством для изучения причин разрушения и предложения методов предотвращению будущих катастроф. Он, в частности, отметил, что саманные, кирпичные и бетонные здания рушились почти в равной мере и что саманные постройки пережили землетрясения лучше, а бетонные хуже.

Другое важное заключение состояло в том, что строения из самана были ослаблены слабым соединением известкового раствора. Стены из саманных кирпичей строят путем складывания высушенных солнцем кирпичей из грязи, обычно на сантиметр, помещая в 2х сантиметровый слой влажной грязи горизонтально между каждым слоем и вертикально между смежными кирпичами. Поскольку слой известкового раствора сохнет, он сокращается и немного отделяется от саманных кирпичей, оставляя много микроскопических трещин в стене. Когда происходит землетрясение, стены, разделенные по этим трещинам на отдельные саманные кирпичи или целые секции, освобождаются. Самой общей причиной смерти в разрушающихся структурах самана было удушье. Слои саманных блоков оседают друг против друга, превращая в пыль известковый раствор между ними и образуя облака глиняной пыли, которой большинство людей не смогло избежать. Другие люди были раздавлены падающими блоками самана или крышей.

Если действительно главной причиной разрушения самана от землетрясения было слабое соединение известковым раствором, монолитные саманные строения должны выдерживать землетрясения лучше. Янто и Линда в частности также для проверки этой гипотезы отправились в Новую Зеландию в 1995 году. Новая Зеландия, имеющая массу старых саманных зданий в сейсмически активных зонах, это превосходное место для оценки эффектов землетрясений на самане.

Новая Зеландия была колонизирована европейцами в ХIХ веке, по большей части бедными фермерами из деревенских районов Ирландии, Шотландии и Уэльса, где был местный саман. Когда они достигли противоположного конца земли, транспортные системы были развиты минимально. Везти строительные материалы с другого конца света были дорого, даже если они были доступны. В области, где древесины было недостаточно, поселенцы имели только землю на своем участке, также было доступно любое волокно, первоначально местная трава, названная тассок (в переводе «кочка»), а позднее зерновая солома. К 1867 году было зарегистрировано 7.470 саманных зданий на Южном острове, что составляло каждое пятое жилище.

В Англии большинство существующих саманных зданий построено хорошо с прочными стенами в 60-90 см толщиной на высоких каменных фундаментах. Наиболее видные из них — это удобные здания, в которых непрерывно жили и прогревали их с того момента, когда они были построены. В противоположность этому, новозеландские саманные здания были собраны главным образом наспех, со стенами обычно не больше 40 см толщиной, а некоторые только 27 см толщиной. Фундаменты минимальны, в некоторых случаях полностью отсутствуют, и большинство зданий находятся во влажном, ветреном климате.

Для многих новозеландских иммигрантов саманный дом из блоков был, должно быть, напоминанием о бедности, от которой они бежали, так как росло благосостояние, дети переселенцев заменяли саманные постройки зданиями из древесины или кирпича. К 1901 году лишь 1.500 из первоначальных саманных зданий были все еще жилыми. Остальные стали убежищем для животных, навесами для инструмента и мастерскими, постепенно распадаясь и разрушаясь. Теперь, спустя 150 лет после того, как они были построены, многие из этих зданий-пионеров разрушены. Но поразительное количество все еще существует, несколько сотен, по крайней мере, особенно большие и более сложные экземпляры.

Самыми очевидными причинами разрушения были: цементная штукатурка, обычно с средины ХХ столетия, разрушение крыши, и брызги, повреждающие основания стен. Янто и Линда не смогли обнаружить отдельных случаев разрушения по причине землетрясения, хотя это не обязательно является доказательством способности самана сопротивляться землетрясениям. Местные жители сказали, что после Второй мировой войны не было никаких серьезных землетрясений и что до недавнего времени интерес к саманным зданиям был небольшой, так что даже достаточно старые люди, которые помнят большие землетрясения в 1930-е годы, имеют более важные дела, чем забота о судьбе старых необитаемых глиняных надворных построек. Даже в этом случае разрушение, вызванное землетрясением, отличается в диагональном Х-образце и должно быть принято во внимание для рассмотрения причин существования зданий. Любопытно, что этого не произошло. В семнадцати зданиях, осмотренных нами весьма тщательно, мы были не в состоянии найти отдельную трещину, которую могли бы приписать землетрясению. С другой стороны, было несколько историй подобных следующему.

Броадгрин — это значительное по размерам, двухэтажное здание середины викторианской эпохи, построенное в 1855-56 годах полностью из структурного самана. Оно располагается около Нельсона, в северном конце Южного Острова. Область Нельсона перенесла два серьезных землетрясения, которые опустошили город, одно в 1870-х годах, другое в 1931. Много зданий разрушилось во время обоих землетрясениях, включая престижный Колледж для мальчиков, построенный из кирпича, в котором распалось несколько блоков. Так как теперь Броадгрин является общественным музеем, мы смогли проводить большую часть утра, тщательно его осматривая. Дом, в терминах сейсмической теории проектирования, является сложным комплексом почти всего, что строители могли сделать для гарантированного несчастья при землетрясении, все же он в превосходном состоянии.

Что делали строители, чтобы пригласить неудачу? Они выбрали участок на аллювиальной почве. Они строили из илистого, бедного материала, без большого количества глины или грубого песка. Они добавили в смесь много свободных камней, размером с кулак, ослабляющих монолитность самана. Фундамент был минимален, очевидно, из таких же камней размером с кулак, на месте их трудно было локализировать. Источником материала для самана служила яма непосредственно под домом, которая все еще служит как бы неровным основанием. Стены не сужаются, не изгибаются и не подпираются. Они поднимаются приблизительно до 7,5 м во фронтонах при постоянной толщине 50 и 40 см (для сравнения, нормы и правила для саманного строительства для Нью-Мексико определяют соотношение ширины к высоте 1 к 10, стены Броадгрина должны бы быть 75 см толщиной). Фасад перфорирован множеством открытых элементов, некоторые из них очень большие, и все они, конечно, ослабляют здание. Вместо того, чтобы быть ультра-легкого веса (по рекомендации для сейсмической зоны), крыша покрыта хорошим уэльсским сланцем. Вероятно, наиболее тяжелая крыша, которую могли выбрать. И Броадгрин стоит 140 лет, красивый как когда-то, без единой серьезной трещины. Интересный материал для размышления. Но, у нас нет твердых ответов, почему он сохранился.

В Новозеландских саманных зданиях мы наблюдали, что любые структурные трещины почти всегда концентрировались в углах здания и над окнами и дверями. Эти трещины были вызваны не землетрясениями, а усадкой, наклоном стен и влажным фундаментом. Ассоциация земляных строителей Новой Зеландии объявляет гордо: «Во всей Новой Зеландии и во всех сейсмических зонах этой страны земляные здания успешно противостояли землетрясениям. Известно, что Уэллингтон, Нельсон и Мальборо расположены в худшей сейсмической зоне нашей страны, и все же они имеют много экземпляров давнишних земляных зданий».

Ясно, что понимание нашим обществом земляного строительства в контексте сейсмической активности неполно. Срочно должно быть проведено исследование результатов серьезных землетрясений для земляных строений различного типа. Мы, конечно, знаем, что много людей погибло, когда здания из саманного кирпича рухнули, все же заметные уцелевшие здания при серьезных землетрясениях в Калифорнии были миссиями, почти все из них являются саманом. Фотографии сразу после землетрясения 1906 года показывают Миссию Долорес, одиноко стоящую в опустошенном Сан-Франциско. Ситуация с утрамбованной землей и саманом еще менее ясна.

Общее предубеждение против земли как строительного материала проникает в сообщения, производимые правительственными агентствами, отраслями производства материалов, инженерами и архитекторами. Мы нуждаемся в непредубежденных наблюдателях со значительным опытом глиняной архитектуры, способных быстро передвигаться в районах, подвергшихся недавно большим землетрясениям, чтобы сделать систематический анализ того, что разрушается и почему.

Тем временем есть множество общепринятых предосторожностей, которые можно применять в сейсмических районах. Хотя невозможно уберечь от землетрясений любое здание, можно уменьшить возможное разрушение осторожным расположением, проектом и строительством.

При расположении избегайте строительства на «не объединенных отложениях», что означает то, что Вы обнаружите при раскапывании лопатой. Лучшие участки находятся на твердой основе, вторые по качеству — гравийные и тяжелые глинистые почвы, которые не растекутся при встряске. Избегайте крутых, не засаженных деревьями склонов, особенно где есть свидетельства прошлых сдвигов.

Антисейсмический проект для саманных зданий может включать толстые, но сужающиеся стены, изогнутые в плане. Должны быть частые поддерживающие опоры, особенно для прямых стен и несвязанных концов. Очень помогает пересечение стен, обеспечивая дополнительную боковую поддержку.

Возможно, хорошо бы поддержать полную высоту одним или двумя этажами. Всемирно известные самые высокие глиняные строения находятся на самом южном кончике Аравии, близко к сейсмической зоне. Йемен имеет много саманов и саманных башен до десяти этажей в высоту.

Они настолько экстравагантны, свыше всех ожиданий, что указывает, что с высотой в 4,5-6 м не должно быть вообще никаких проблем. Вероятно, отношение стенной ширины в основании к высоте важнее полной высоты, чтобы быть консервативным, выдержите соотношение 1:10.

Сведите размер и количество открывающихся дверей и окон к минимуму, с наиболее возможным количеством самана между ними. Особенно избегайте узких угловых колонок с дверью или окном с обеих сторон. Над открывающимся окном и дверью используйте крепкие перемычки вместо арки. Позвольте перемычкам опираться, по крайней мере, на саманную опору с обеих сторон.

Легкая крыша желательна по двум причинам. Во-первых, любой груз на вершине стены вносит вклад в инерционную силу землетрясения. Поэтому, тяжелые конструкции крыши могут дополнительно колебать здание. Во-вторых, тяжелые падающие части крыши, более вероятно травмируют людей. Лучший проект крыши для землетрясений — стропильные фермы, сделанные из бамбука, стали или легких древесных пород.

Желательно использовать столбы в качестве дополнительной системы поддержки крыши, с достаточными поперечными распорками между столбами и конструкцией крыши для предотвращения травм. В маловероятном случае разрушения самана, столбы будут держать крышу, по крайней мере, достаточно долго, чтобы можно было убежать. Остерегайтесь замуровывать такие столбы в массе саманной стены или дополнительно усильте саман деревянным изгибом.

Непрерывная связующая или кольцевая балки помогают все скреплять. Заливайте непрерывно, усильте кольцевой железобетонной балкой на вершине траншеи фундамента и стройте вашу несущую стену внутри. Весь фундамент должен быть настолько силен, насколько возможно, с большим количеством растяжимого укрепления. На вершине саманных стен, используйте связующую балку, также из железобетона или особых древесных пород, вмурованную намертво в самане.

Предел сжатия и на срез намного меньше, если стены влажные, так что при любых особенностях проекта, держите стены сухими в качестве дополнительной предосторожности.

Литература:

http://ru.wikipedia.org/wiki/Саман

Янто Эванс, Майкл Дж. Смит, Линда Смайли

Дом из самана. Философия и практика