

## **СЕЙСМОБЕЗОПАСНЫЕ И ЭКОЛОГИЧНЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА ИЗ СОЛОМЕННЫХ БЛОКОВ**

*Бул макалада пресстелген саман блоктордон курулган, экологияга абдан жакшы жана сейсмотуруктуу жеке үйлөр, аларды куруу технологиялары тууралуу баяндалат.*

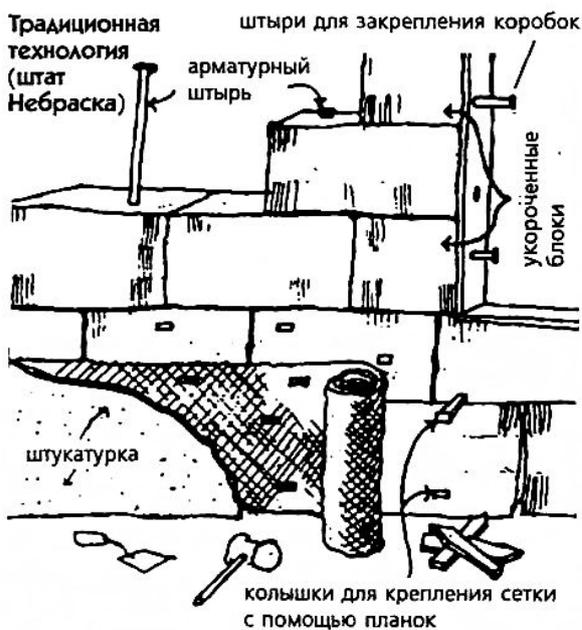
*В статье описываются очень экологичные и сейсмостойкие индивидуальные жилые дома из соломенных блоков и технологии их строительства.*

*In this article are described very ecological and seismic steadfast individual dwellings from straw block and technologies their construction.*

*История строительства жилых домов из блоков прессованного сена или соломы началась в США в XIXв. после изобретения прессов. В 1872г. появились тюкователь и пресс-подборщик на гужевом приводе, в 1884г. начался выпуск паровых пресс-подборщиков /1,2/.*

*Первое соломенное строение - это однокомнатное школьное здание, построенное в США в штате Небраска в 1896г., простояло долго и использовалось затем как корм. Дом семьи Берк в этом же штате, построенный из соломы в 1903 г., сохранился до наших дней. Первые здания из-за дефицита древесины строились без каркаса. Стены делали из соломенных блоков как из кирпичей. Особенно важным является отсутствие каких-либо вертикальных столбов, поддерживающих легкую, обычно шатровую, крышу (рисунок 1).*

*Данная технология /1/ широко использовалась в Небраске в 1915-1930гг. В 1940г. с развитием индустриальных технологий соломенное строительство прекратилось. За 15 лет из соломы было построено св. 70 объектов - жилые дома, магазины, школы, сараи, овощехранилища, коровники, и даже дома дворцового типа. Из них в 1993г. существовало 13 жилых домов, один из них (построен в 1938г.) в штате Алабама сегодня используется как музей.*



**Рисунок 1 - Технология строительства из соломы в США (XIX в.)**

в Минске.

Эти работы начал и ныне в СНГ руководит председатель Белорусского отделения Международной академии экологии (БО МАЭ) Евгений Широков.

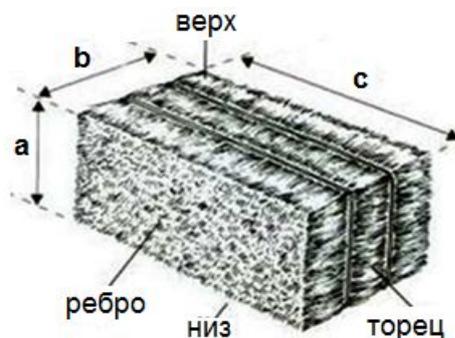
Основой данного вида строительства является *соломенный блок* - параллелепипед из прессованной соломы (рисунок 2), прошитый (обвязанный) шнуром [3]. В Северной Америке блоки бывают разнообразных размеров и форм, но для строительства наиболее часто используются небольшие прямоугольные блоки. Они бывают с двумя или тремя *обвязками*.

Обвязки могут быть из проволоки, из полипропилена, капрона или натурального волокна. Строители, в основном, *предпочитают полипропиленовый шнур*; проволока используется реже, поскольку она ржавеет. Веревка из натурального волокна используется крайне редко из-за низкого предела прочности и подверженности гниению. В каркасных моделях строители обычно используют дважды и трижды обвязанные блоки, *укладывая их и плашмя, и на торец*. Для проектов с несущими стенами предпочитают более плотные, более широкие, с тремя обвязками, блоки, уложенные плашмя. Существуют, успешные примеры использования несущих, дважды обвязанных блоков, уложенных плашмя, и несущих, трижды обвязанных блоков, уложенных на торец.

В строительстве используются блоки с размерами 50x40x120 см (a, b, c), длина коротких блоков может быть c = 50 см. В практике стран СНГ обычно блоки имеют размер 40 x 60 x 100 см, или близкий к этому, с двумя обвязками, весом 16-28 кг, в зависимости от усилия прессовки и влажности. Блоки изготавливают механизированными или ручными киповальными машинами (рисунок 3), либо *пресс-подборщиками*. Соломенные блоки уплотняют и при кладке стены домов с помощью винтовых прессов или др. приспособлений (рисунок 4).

Спустя 40 лет, в 1980-е годы, на юго-западе США *соломенное строительство*, т.е. «*strawbale-house*» возобновилось. Сейчас оно развивается в Австралии, Канаде, Чили, Финляндии, Франции, Мексике, Новой Зеландии, Монголии и др. странах. В Китае в 1998-2004гг. было построено 606 соломенных домов и 3 школы. Строят такие школы и в США. В СНГ соломенное строительство начали развивать в Белоруссии и России.

В Белоруссии малоэтажное соломенное жилье начали возводить в 1996г. *Первый дом* из соломенных блоков построен в деревне Занарочь Мядельского района, затем такие дома появились в деревне Михедовичи и Куритичи Гомельской области [3]. В 1999г. после официальной проверки Минархстрой Беларуси рекомендовало проекты этих домов к применению. Сейчас в Беларуси есть несколько десятков соломенных домов, в т.ч.



**Рисунок 2 – соломенный блок**



**Рисунок 3 – Киповальная машина**



**Рис. 4 – Винтовой пресс**

Для изготовления блоков отбирают солому пшеницы, риса, овса, ячменя, ржи. Солома хлебных злаков по структуре близка мягким древесинам –

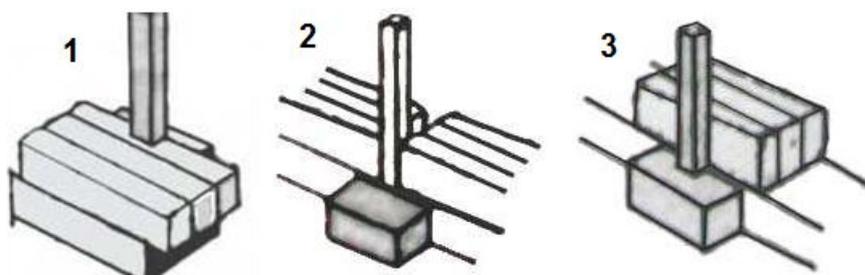
состоят из целлюлозы, полуцеллюлозы и лигнина. *Лучшей является ржаная солома*, ее не любят мыши. В США применяли также и прессованное сено. Поэтому наиболее важны сухость и плотность блока, чем их состав. Вес блока для строительства, в зависимости от влажности, размеров и плотности, колеблется от 16 до 30 кг.

При строительстве с помощью винтового пресса можно быстро и легко сжать блок (тюк) в несколько раз, чтобы затем отпустить его уже в конструкции стены, облегчая тем самым процесс укладки. При этом, тюк с плотностью  $90 \text{ кг/м}^3$ , можно уплотнить до  $150 \text{ кг/м}^3$ , затем без проблем уложить его между стойками. После того, как тюк ляжет на свое место, его немного ослабляют, после чего он будет иметь плотность  $120 \text{ кг/м}^3$ . Таким образом, обеспечивается горизонтальное давление.

Существует 3 типа зданий из соломенных блоков: с несущими стенами, где нагрузку от крыши и перекрытий полностью несут стены из блоков; с не несущими стенами, где применяется каркасная система из дерева, стали или железобетона; гибридная, где нагрузка крыши и перекрытий делится между несущими стенами и элементами каркаса или центральных опор.

Технология строительства дома или здания из соломенных блоков вкратце такова. Используются фундаменты упрощенной конструкции: под наружные стены – ленточные из керамзитобетона (объемный вес  $1300\text{-}1400 \text{ кг/м}^3$ ); под перегородки – ленточные из монолитного бетона из щебня (толщина 400 мм) /4/. На фундамент устанавливается деревянный каркас из бруса сечением 100x100 мм (рисунок 5). После устройства каркаса возводится крыша и выполняется кровля. Деревянный каркас держит кровлю стены и передает нагрузку на фундамент, для монтажа вертикальных элементов конструкций используют деревянный брус. Древесину обрабатывают, чтобы защитить от бактерий, насекомых и других вредителей. Колонны каркаса для соломенного дома могут быть установлены по одной из 3 схем (рисунок 5): 1) колонна входит в зубчатый паз в соломенный блок; 2) колонны между двумя блоками, а щель между блоками заполняют соломой; 3) колонну устанавливают с внешней или внутренней стороны соломенного блока.



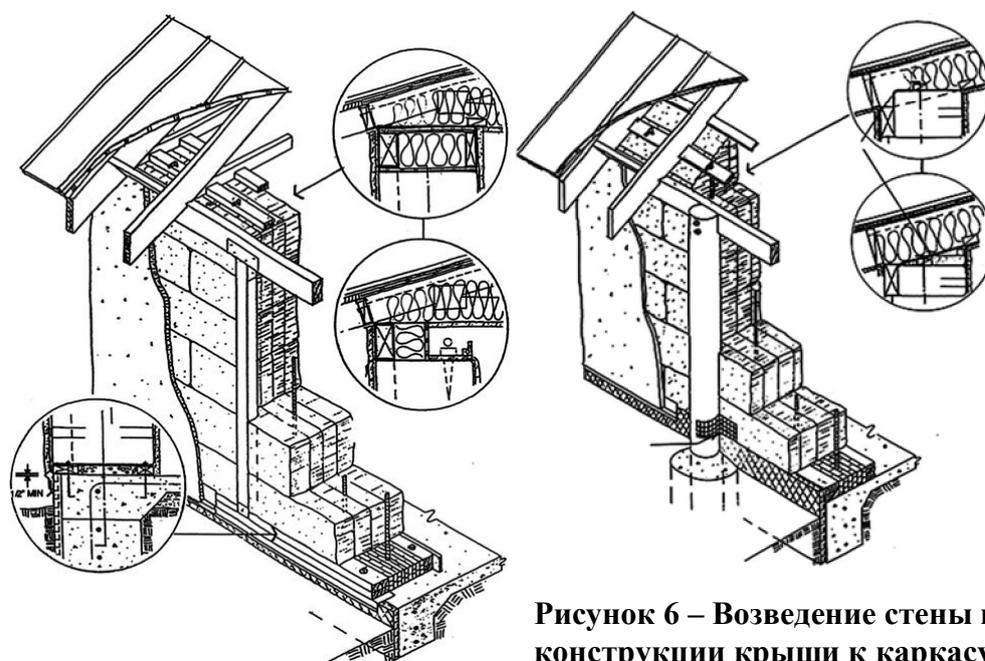


**Рисунок 5 – Конструкция нижней части и колонн здания из соломенных блоков**

Технология возведения стен напоминает обычную кладку внутри каркаса только не кирпича, а спрессованных соломенных блоков (на народной практике их называют и тюками), которые крепятся глиняным раствором, блоки также могут быть нанизаны на штыри, вмурованные в фундамент (см. рис. 6). При возведении стен из соломенных блоков, предусматривают прокладку коммуникаций на этапе монтажа ограждающих конструкций. Между блоками прокладываются патрубки для электрических проводов, кабелей и водяных труб, закладываются также деревянные коробки для окон и дверей, пластиковые трубы для коммуникаций. В процессе возведения стен блоки нестандартных размеров могут быть получены из стандартных, в результате обрезания лишней части и выполнения вручную новой обвязки тюка. Но эта операция может и не потребоваться, т.к. специально для обеспечения связки кладки, изготавливаются короткие блоки, как при строительстве из кирпича.

Тип крыши соломенного дома зависит от технологии возведения несущих стен. По возможности избегают от применения тяжелых кровельных материалов, как черепицы. Крыша такая же, как в традиционном доме. Конструкции кровли надежно прикрепляют к каркасу здания (см.рис.6), особенно в районах долгих и сильных ветров. Металлические и дополнительные крепления из прочной проволоки дадут большую надежность. Кровлю выпускают на максимально дальний вылет от стены. Такая конструкция обеспечивает более качественную защиту стен от намокания дождями и украшает дом.

Оштукатуривание стен. Когда стены вместе с оконными проемами готовы, дом по каркасу стягивают пластиковыми лентами, чтобы солома дала усадку, прежде чем штукатурить стены. При соблюдении этого условия дом не будет оседать. Наружные стены штукатурят цементно-известковым раствором М50 по металлической сетке (рис.7) и окрашивают краской. Внутренние стены облицовываются гипсокартонными плитами, газосиликатными блоками или также штукатурят. Используют обычные цементные, цементно-известковые растворы. Применяют армирование, особенно в углах дома и вокруг окон. Для армирования можно использовать камышовые сетки или тонкие деревянные полоски (дранка) – 1- 3 см. Чаще применяется металлическая сетка «рабица», можно использовать пластиковые, стекловолоконные, тростниковые и др. сетки.



Нанизывание  
соломенных  
блоков на штыри

**Рисунок 6 – Возведение стены и крепление конструкции крыши к каркасу соломенного дома**

Раствор можно наносить непосредственно на соломенные блоки, в этом случае необходимость в армировании штукатурки отпадает. Прессованная солома хорошо удерживает и усиливает штукатурку. Ручное оштукатуривание производится глиняными, цементными, цементно-глиняными растворами. Машинное оштукатуривание производится при больших площадях стен штукатурными машинами.



ручное оштукатуривание



машинное оштукатуривание

**Рисунок 7 – Оштукатуривание стены дома**



**Рисунок 8 – Особняк из соломенных блоков**

Исследования показали, что при по-вышении влажности в помещении до 80% 1 м<sup>2</sup> штукатурки из глиноминеральной смеси толщиной в 1,5 см за 48 часов поглощает до 300 г водяных паров. Деревянная стена впитывает в 3 раза меньше, а бетонная, покрытая цементно-песчаной штукатуркой, в 50 раз меньше. При этом соломенные стены легко "дышат", не выделяют вредных веществ, абсорбируют запахи, обладают

превосходной шумоизоляцией и создают хороший микроклимат. Воздух в помещении приобретает антисептические свойства, снижает риск возникновения простудных вирусных, аллергических заболеваний. Раствор состоит из глины, кварцевого песка и известкового теста. В качестве добавок применяется тонкий соломенный лом, коровий волос, а также молоко и творог. Такая штукатурка может быть тонкослойной, подходит для внутренней штукатурки. Структура глиняной штукатурки может быть как гладкой, так и затертой или структурированной. Толщина штукатурки должна быть минимум 6 мм. При нанесении на глину ее нужно слегка увлажнить, чтобы известковая штукатурка медленнее схватывалась. Если нижний слой впитает воду из известки, то штукатурка «сгорит», т.е. из-за того, что у нее не было достаточно времени для твердения, она никогда не будет стабильной. Для известняковой штукатурки нужна вода, чтобы она схватывалась как можно медленнее.

Наиболее важными показателями соломенных зданий являются *прочность, долговечность, пожарная безопасность и сейсмостойкость*. По данным зарубежных исследований соломенные дома имеют достаточно высокие, конкурентоспособные показатели. Лучшим доказательством *надежности и долговечности* их являются существующие постройки прошлого века в штате Небраска (США), которым около ста лет, а они все еще находятся в отличном состоянии. Для подтверждения этого приводим результаты экспериментов. Канадская Финансово-Строительная Корпорация специально провела серию тестов на соломенных домах. Экспериментальный дом из соломенных блоков имел стену высотой 2,44 м и длиной 3,66 м, покрытую штукатуркой. Эта стена выдержала без видимых признаков разрушения вертикальное давление в 8000 кг и боковое в 325 кг. Эксперты оценили, что эти данные полностью удовлетворяют всем строительным требованиям, т.к. соответствуют следующим нагрузкам: полезная нагрузка - 220 кг/м<sup>2</sup>; снеговые нагрузки - 293 кг/м<sup>2</sup>; ветровые нагрузки - 78 кг/м<sup>2</sup>; постоянные нагрузки - 234 кг/м<sup>2</sup>.

Канадский Национальный Исследовательский Совет провел специальные тесты *по противопожарным характеристикам* соломенных блоков. Результаты экспериментов показали, что они превосходят другие общепринятые стройматериалы. Покрытый штукатуркой соломенный блок подвергся нагреву в течение 4 часов. За это время его температура лишь дважды поднималась до 43°C, что полностью отвечает всем требованиям. Оштукатуренная поверхность выдерживала нагрев до 100°C в течение 2 часов без всяких следов трещин.

В штате Невада (США) в 2009 году было проведено *испытание на сейсмостойкость модели бескаркасного дома из соломенных блоков*. Испытали домик размером 14x14x10 футов (4,3x4,3x3,1 м) с глиняным оштукатуриванием стен. На виброплатформе университета симулировали различные по силе землетрясения, с регулированием разрушительного влияния даже в 2 раза сильнее существующих. Дом претерпел серию испытаний на стенде силой в 7 баллов по Рихтеру, заключительное из которых было экстремально разрушительным для любого здания. Но, соломенный домик

устоял. Результаты экспериментов показывают, что соломенные дома могут служить в сейсмически активных регионах.

*Стоимость 1 м<sup>2</sup> каркасного соломенного дома (см. рис.8) на 30-40% меньше, чем у кирпичных и деревянных домов, а затраты на отопление в 3-5 раз ниже. Стандартный стеновой блок из соломы в России стоит ок. 100 рублей. Продажная цена соломенного дома за 1 м<sup>2</sup> ок. 12 тыс. руб., включая чистовую отделку и инженерные системы. Дом в 200 кв. м стоит ок. 1,2 млн. руб., т.е. в 2 раза дешевле других вариантов.*

Таким образом, строительство из соломенных блоков показывает свою актуальность и высокую перспективность для застройки индивидуальных жилых массивов.

### Список литературы

1. **Матс Мирман, Стефен Макдонал.** Дом из соломенных блоков [Электронный ресурс] / Русское издание книги «Build it with bales». Подготовлен и выпущен авт. колл.: Луи Салетан, Кендалл Виллямс, Инст. солнеч. энергии; Евгений Широков, Белорусское отдел. Межд. академии экологии и др. – Минск. – 64 стр.

2. **Соломенные прессованные блоки:** Реферат [Электронный ресурс] / ФГОУ ВПО «Сара-товский гос. аграрный унив.» им. Н.И.Вавилова, Фак. природообустр. и лес. хоз. - 14 стр.

3. **Широков Е.И.** Экотехнология ограждающих конструкций из соломенных блоков в Беларуси. В 2-х частях. Часть II. Экодома из соломы: конструкции, узлы, детали [Электронный ресурс]. – Минск: БО МАЭ, 2006. – 75 стр.