

ТЕПЛО  
ДОМ

из соломенных блоков

oekofacta GmbH

# ТЕПЛОДОМ ИЗ СОЛОМЕННЫХ БЛОКОВ

Книга для создания стимула  
к строительству домов  
из соломенных блоков

**oekofacta** GmbH

Швейцария  
Руэди Кунц

# ВЫРАЖЕНИЕ БЛАГОДАРНОСТИ

Эта книга появилась по поручению специализированного высшего учебного заведения Северо-западной Швейцарии (FHNW) и Института энергосбережения в строительстве (ife), которые вот уже в течении 5 лет словом и делом поддерживают меня в моей работе в Центральной Азии в рамках сотрудничества по развитию. Особенную благодарность заслуживает мой руководитель, профессор Армин Бинц, который несколько раз был в Центральной Азии и по возможности помогал мне своими профессиональными знаниями, поддерживая мою мотивацию. Выражаю сердечную благодарность за поддержку, благодаря которой появилась эта книга.

Приятно было сотрудничать с дизайнером Натальей Андриановой, Бишкек, Кыргызстан ([asol333@mail.ru](mailto:asol333@mail.ru)), которая является автором схем и рисунков этой книги. Выражаю ей сердечную благодарность.

Дизайн русскоязычного издания был разработан Максимом Неродой ([www.cat-group.info](http://www.cat-group.info)).

Перевод книги с немецкого на русский язык осуществлен Сайкал Жунушевой, архитектор-дизайнер, Бишкек, Кыргызстан. Также ей выражаю огромную благодарность.

Авторское право на текст, фотографии, графику, а также на переведенный текст принадлежит ОсОО ОЕКОФАКТА (OEKOFAKTA GmbH), Швейцария. Запрещается всякое распространение книги посредством СМИ, фотокопий, звуковых копий, оцифровка и последующая печать издания без разрешения обладателя авторского права. Фотографии, которые были предоставлены в распоряжение автора, снабжены соответствующими интернет-адресами.

## АВТОРСКИЕ ПРАВА

# ЦЕЛЬ КНИГИ

## ТЕПЛОДОМ

Научить людей строить дома новым методом, из материалов, которые имеются в избытке, а именно, из соломенных тюков. Основная цель состоит в том, чтобы рассказать о преимуществах этого метода строительства. Во-первых, при таком методе дом будет более тёплым и потребует меньше затрат на отопление. Во-вторых, строить такой дом очень дёшево, и это очень важный аспект в России и странах Средней Азии, где заработка плата ещё не столь высока.

Выбирая название для этого проекта, мы долго не могли выбрать подходящее, которое полностью даст представление о данном методе строительства. Из всех названий, которые были бы наиболее понятны, мы выбрали «Теплодом». Именно это словосочетание наиболее правильно описывает новый метод строительства.

Издание осуществлено при поддержке проекта WISIONS Института климатологии, развития и энергии в Вуппертале (см. [www.wisions.net](http://www.wisions.net))



# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	6
Солома в качестве строительного материала .....	8
Сам себе строитель (самостоятельное строительство) .....	9
Энергия .....	10
Почему именно солома? .....	12
Список приоритетов для энергосбережения в доме .....	13
Проектирование .....	14
Пассивное применение солнечной энергии в строительстве .....	15
Изоляционные материалы .....	18
Измерение теплопроводности. Немного физики .....	18
Расчет коэффициента теплопроводности (величина k) .....	19
Строительная физика .....	21
■ Тепловые мосты .....	22
■ Восходящая влажность .....	23
■ Защита от брызгов воды .....	24
■ Ветроизоляция .....	24
■ Защита от атмосферных явлений .....	24
Сейсмостойкость .....	26
Противопожарные мероприятия .....	28
Защита от вредителей .....	30
Образование плесени .....	32
Требования к соломенным тюкам .....	36
Конструктивные возможности для домов из соломенных тюков .....	38
Дома из соломенных тюков с несущим каркасом .....	40
Фундамент .....	41
Стоечные подмости .....	44
Элементное строительство из соломенных тюков .....	46
■ Статика .....	47
■ Конструкция .....	47

Соединение плит и балок .....	50
Блочное строительство .....	51
Укладка тюков .....	52
Штукатурка соломенных стен и перекрытий .....	56
Оштукатуривание перекрытия .....	58
■ Штукатурка перекрытий известкой .....	58
Побелка .....	60
Устройство чердака .....	62
Кровельное покрытие .....	62
Устройство пола .....	63
Накопитель энергии в половом настиле .....	65
Окна .....	66
Двери .....	69
Внутренние стены .....	70
Коммуникационные системы .....	70
Отопление .....	72
Расчеты размеров печи .....	74
Экологические аспекты при строительстве печей .....	75
Расходы на строительство, затрата времени .....	76
Работы, выполняемые собственными усилиями .....	78
Получение разрешения .....	78
Расходы на содержание здания .....	79
Примеры домов, построенных из соломенных блоков .....	81
Адреса в Интернете .....	100
Об авторе .....	102

# ВВЕДЕНИЕ

Солома с давних пор используется в качестве строительного материала. В мире существует множество строительных конструкций, где она находит себе применение. В Европе и в России, вплоть до 19 века, солома широко применялась в качестве кровельного покрытия. Кроме того, в российских деревнях, а также в странах, прилегающих к России, очень часто применяли саманное строительство, когда глину смешивали с соломой и из полученной смеси изготавливали кирпичи. Затем полученные кирпичи сушили на солнце и применяли для строительства домов. Мы же хотим рассказать о новом методе.

Современное строительство из соломы берет свое начало с конца 19 века, когда в США начали появляться паровые прессовочные машины. При помощи относительно простого рабочего процесса из соломы прессовались тюки. Эти тюки затем укладывались друг на друга по аналогии с огромными камнями. Затем стены из тюков оштукатуривали изнутри и снаружи (например глиной) или обшивали деревом.

То, что этот метод строительства не только дешев, но и долговечен, доказывают примеры из страны, где он впервые зародился — США. Вначале сельские жители использовали эту технологию, чтобы построить себе дома без больших затрат, а позже таким методом строились школы и крупные здания, некоторые из которых сохранились и до настоящего времени.

Тысячи домов в США за последние 100 лет были построены из соломы. За это же время в Европе было построено более 400 таких домов. Практически на всех континентах возникла тенденция к строительству домов из соломенных тюков. Аргументами в пользу этого метода являются низкие затраты, хорошие изоляционные свойства и возможность самостоятельного строительства.

За последнее время интерес к такому виду строительства снова возрос. Построено много домов в США, Канаде, Австралии и Европе. В русскоязычных странах строились лишь отдельные здания, причем, в большинстве случаев, при международной поддержке. Были построены

дома на основе соломенных тюков в Душанбе (Таджикистан), Баткене и Кара-Балте (Кыргызстан). Целью этой работы и является поддержка экологически ориентированного строительства из соломы в этом регионе. В последние годы было проведено множество опытов и исследовательских работ, а также построены здания различного образца. Данная работа должна способствовать развитию строительства из самана в странах СНГ и привлечению международной помощи этой сфере.



# СОЛОМА В КАЧЕСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОГО МАТЕРИАЛА

Солома — это воспроизводимое природное сырье, которое имеется во многих уголках Земли и который после использования снова возвращается в естественный круговорот. Соломенный дом с глинянной штукатуркой после истечения срока эксплуатации можно без проблем убрать, не нанеся вреда окружающей природе. Солома не выделяет вредных веществ, которые могут влиять на здоровье и не вызывает аллергии.



## САМ СЕБЕ СТРОИТЕЛЬ



Солома в качестве строительного материала пригодна для самостоятельного строительства, т. к. применяемые материалы не вредны для здоровья, а сам строительный процесс не требует сложных инструментов и приспособлений. Постройки из соломы могут быть возведены совместными усилиями специалистов и новичков в этом деле, при этом происходит процесс социального обучения, в котором наряду с профессиональными навыками учитываются и социальные аспекты. Самостоятельное строительство имеет инновационный характер, и ему можно обучить население во время семинаров. Для того, чтобы найти оптимальные ответы на вопросы, можно опробовать новую технику строительства. Во время семинаров каждый имеет возможность приобрести навыки строительства из соломы.

При снижении расходов на строительство дома важную роль играет самостоятельное строительство. Оно дает возможность приобщиться к ноу-хау, которое заключается в самостоятельном производстве строительных материалов и строительстве собственного дома. Самостоятельное строительство в значительной степени способствует возникновению чувства собственного пространства.

# ЭНЕРГИЯ

## Общая часть



В России и прилегающих к ней странах энергетическая проблема стоит очень остро. Это связано с огромными территориями, суровым климатом и труднодоступностью многих районов. А после раз渲ла Советского Союза, энергетическая проблема встала еще острее, особенно для тех отковавшихся стран, которые не имеют своих энергетических ресурсов. И от всего этого страдает простой народ, которому приходится тратить значительную часть своих средств на отопление своего дома. Сегодня идет много разговоров об альтернативных источниках энергии: мини ГЭС, электростанции на солнечной энергии, ветряные электростанции или геотермальные. Но очень мало кто говорит об энергосбережении, и о том, как сделать так, чтобы снизить потребление энергии, т.е. утеплить дом. Именно энергосбережение таит в себе процветание – вы будете тратить во много раз меньше денег на отопление дома.

Без изоляции тепло практически беспрепятственно выходит наружу. Такие дома поглощают огромное количество тепловой энергии и вы тратите слишком много средств на отопление, а теплота иуют в доме всё равно не появляются.

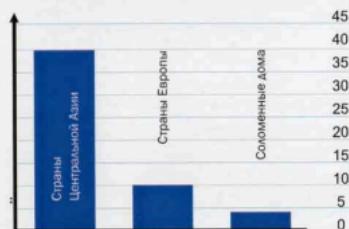
С помощью этой книги мы хотим попытаться рассказать Вам, как стать независимым от поставщиков энергии и способствовать развитию бережного отношения к ней. Таким образом, должны быть снижены ваши затраты на энергию и нагрузка на окружающую среду вследствие чрезмерного энергопотребления.

Мы хотим показать, что поставка энергии не всегда означает теплоту в доме, а тем более улучшение качества жизни. Без теплоизоляции в Вашем распоряжении может быть сколько угодно энергии, но при суро-вом климате и низких температурах Вы будете мерзнуть, если тепловая энергия беспрепятственно улетучивается.

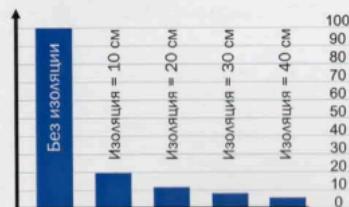
Дома в Центральной Азии, как и в других странах СНГ, в среднем, потребляют в 4 – 5 раз больше энергии, чем среднестатистический дом в Западной Европе, и более чем в 9 раз, чем дом, построенный по технологиям, описанным в этой книге. При этом, решение этой проблемы очень простое. Построить дом, который будет потреблять энергии в 9 раз меньше – реально, и это можно сделать без особых затрат, с использованием имеющихся в наличии недорогих материалов.

Теплоизоляция домов – самое недорогое и эффективное мероприятие для энергосбережения, а также для улучшения качества жизни и комфорта в домах.

Потребление нефти, литр/м<sup>2</sup>



Энергопотребление, %



На графиках – наружная кирпичная стена толщиной 38 см с теплоизоляцией и без нее.

# ПОЧЕМУ ИМЕННО СОЛОМА?



Природа предоставляет в наше распоряжение много замечательных строительных материалов, таких как глина, камни, древесину, солому, кору, листья, камыш и т. д. Чем больше материал подвергается переработке, тем больше он влияет на наше здоровье. Чем больше энергии вкладывается в материал, тем он вреднее. Существует возможность уменьшить вредное воздействие, если продукт будет производится с наименьшим на него воздействием. Не секрет, что деревянные дома в деревне намного лучше блочных квартир в городе. Там и намного приятнее жить, он и теплее.

В процессе строительства из соломы, при взаимодействии со строительными материалами, не выделяются вредные газы и вещества. Этот материал можно беспрепятственно вернуть в природу — солома просто сгинет и всё. В значительной части земного шара солома доступна и недорога. Расходы на перевозку также в большинстве случаев минимальны. Техника строительства хотя и требует больше мастерства, но доступна также и для новичков, потому что она проста и логична.

С помощью хорошего энергосбережения можно добиться большего уюта и комфорта, а также и уменьшения денежных затрат. Однако, наибольший потенциал энергосбережения заключается в желании тех, кто строит. Если люди поймут, что вместо большого дома лучше построить меньший, но лучшего качества, то мы внесем значительный вклад в повышение качества жизни. Список приоритетов при проектировании и строительстве, выведенный из всей полученной информации, выглядит следующим образом:

**Последовательность производства соломенных блоков и применение их для изоляции**

# СПИСОК ПРИОРИТЕТОВ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ В ДОМЕ

- Выделить самое главное и действительно необходимое для себя. При этом нужно обратить внимание на эффективность проекта.
- Очень хорошо изолировать дом.
- Ориентировать дом по сторонам света в зависимости от положения солнца (см. главу «Пассивное применение солнечной энергии в строительстве»)
- Спроектировать и построить по возможностям компактное здание (см. главу «Проектирование»)
- Обеспечить герметичность здания, закрыв сквозняковые отверстия (на дверях, окнах и т. д.)
- Эффективное отопление (например, с помощью хорошей печи)
- Правильная эксплуатация здания
- Оптимизация накопления тепла в здании
- Альтернативное энергоснабжение

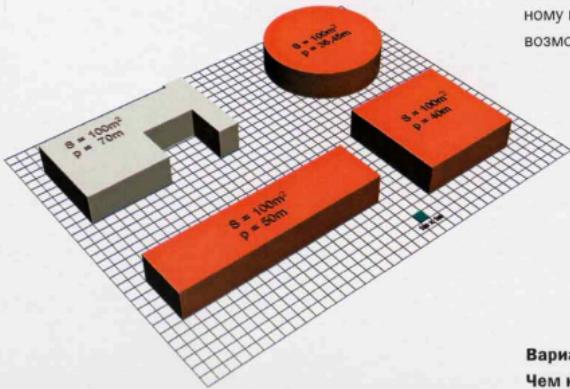
Из этого списка приоритетов становится ясным, какое положение занимают альтернативные источники энергии. Самый большой энергосберегающий потенциал заключается в разумном подходе к размерам строительства. Отсюда вытекает вопрос: «Сколько отапливаемых помещений нам нужно в действительности?» Это один из самых главных вопросов, на который следует ответить при проектировании дома.

Вторым пунктом в списке стоит теплоизоляция здания. Чем лучше изолирован дом, тем он уютнее, и тем легче в нем жить. С этой точки зрения существуют действительно хорошие аргументы в пользу строительства из соломы.

# ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Главным правилом проектирования является планирование такого количества отапливаемой площади, которое действительно необходимо. В Центральной Азии очень популярно строить большие дома, это является признаком достатка и социального положения. Но такие большие дома невозможно обогреть зимой, потому что расходы на отопление выходят за рамки семейного бюджета. И чтобы сэкономить, люди живут всю зиму скученно в одном маленьком помещении. Так стоит ли строить такие большие дома? Форма здания также влияет на энергопотребление. Нужно строить компактно, насколько это возможно. Простые проекты обходятся дешевле не только при строительстве, но также при содержании и эксплуатации.

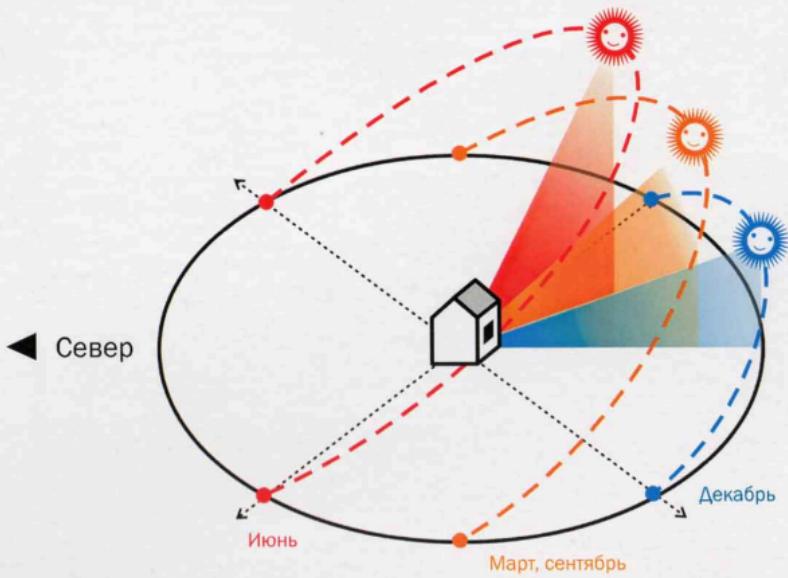
Из вышестоящей таблицы следует, что квадратный план на 100 м<sup>2</sup> имеет 40 м в периметре, в то время как некомпактная форма строительства может достигать до 70 м в периметре. Это означает, что должны быть затрачены дополнительные средства и построены не только дополнительные 30 м фундамента, но и 90 м<sup>2</sup> стен. К тому же это означает на 90 м<sup>2</sup> больше площади энергопотерь и то, что эти 90 м<sup>2</sup> также должны обогреваться. Этот принцип относится не только к плану, но и к форме кровли. Нужно стремиться к компактному изолированному периметру, общая наружная площадь которого должна быть по возможности меньшей.

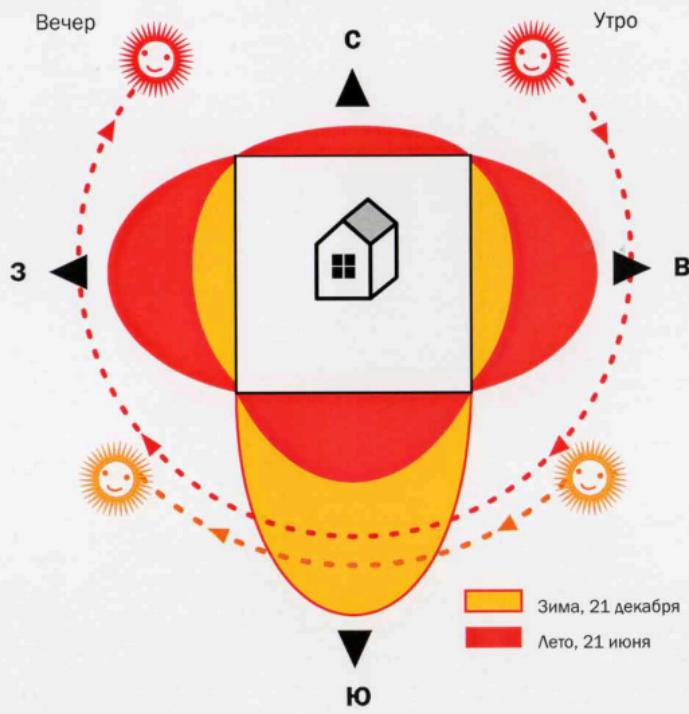


Варианты плана для дома площадью 100 м<sup>2</sup>.  
Чем компактнее дом, тем он экономичнее.

# ПАССИВНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Один из важнейших критерий при проектировании энергосберегающего дома — это его ориентация по направлению солнечных лучей. При этом, по возможности больше окон должны смотреть на юг. Благодаря тому, что зимой солнце находится намного ниже над горизонтом чем летом, лучи попадают на окна под более благоприятным углом. Это означает, что через окна будет проникать много света, который будет нагревать дом. А ночью, это тепло будет выделяться и согревать жильцов. В хорошо изолированном доме эта энергия составляет значительную часть энергии, расходуемой на обогрев, т. е. топить печку придется меньше.





## ЗИМА

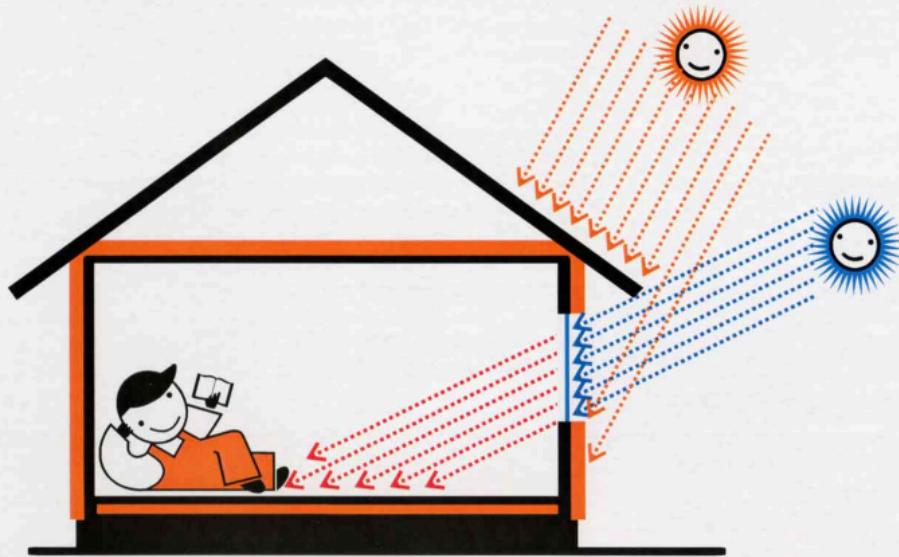
В это время больше лучей попадает на поверхности, которые обращены на юг, поэтому, больше окон должно быть обращено на юг.

## ЛЕТО

Поверхности, обращенные на юг, как и на север, получают лишь незначительную часть солнечного излучения. Напротив, восточная и западная сторона подвергаются намного более значительному излучению.

Окна, обращенные на запад или восток, служат причиной перенагрева помещений летом, зимой же наоборот — охлаждению вследствие малого количества попадаемой солнечной энергии.

При окнах, выходящих на юг, очень важно наличие козырька крыши, чтобы летнее солнце не попадало на окна. При хорошем проектировании возможно рассчитать козырек крыши так, чтобы солнце не попадало на окна, начиная с определенного дня. Точные данные по высоте солнца и углу падения лучей для Ваших регионов Вы можете узнать в Национальных институтах метеорологии. У них имеется также информация по интенсивности солнечной радиации в Вашем регионе.



# ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ

В качестве изоляционных материалов годятся исключительно легкие материалы. Только легкие материалы, которые характеризуются большим количеством воздушного включения, или, в особых случаях даже вакуумом, идеально сохраняют тепло. Это означает, что чем тяжелее материал, тем легче он выпускает тепло из дома и впускает холод во внутрь. Чем меньше вес материала, тем лучше он изолирует. Чем меньше теплопроводность, тем большими способностями к теплоизоляции обладает строительный материал.

Объемная плотность — это тоже не самое главное, т. к. дополнительную роль играет структура пор, содержание влаги и температура.

Солома превосходно подходит для теплоизоляции. Коэффициент теплоизоляции определяется удельным весом (объемным весом), направлением укладки соломинок (по росту или поперек роста), влажностью и видом соломинок.

## ИЗМЕРЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ. НЕМНОГО ФИЗИКИ

Существуют различные единицы измерения, которые можно применять при работе с соломенными тюками. Так называемый коэффициент лямбда  $\lambda$  (Вт/мК), который на сегодняшний день признан повсюду, по нормам ЕС для природных изоляционных материалов рассчитывается для тюков из пшеничных стеблей с удельным весом 90 – 110 кг, обладающих равновесной влажностью и 20% коэффициентом безопасности следующим образом:

**Поперек волокна:  $\lambda = 0.045 \text{ Вт/мК}$**

**Вдоль волокна:  $\lambda = 0.060 \text{ Вт/мК}$**

Коэффициент теплопроводности  $\lambda$ , т. е. характеризующая величина, которая показывает, какой объем тепла проходит за 1 секунду между двумя параллельными поверхностями площадью 1 м<sup>2</sup> и на расстоянии 1 м друг от друга при разнице температуры в 1 градус по Кельвину или по Цельсию, определяется при измерениях на однородных образцах.

# РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ (ВЕЛИЧИНА К)

Из нижестоящей таблицы коэффициент теплопередачи для однородной соломенной стены с поперечными соломинками или волокнами равен 0,1355 Ватт/м<sup>2</sup> на градус по Кельвину или Цельсию. Для сравнения: коэффициент теплопередачи кирпичной стены с двухсторонним слоем штукатурки толщиной 38 см, рассчитанный на швах, заполненных раствором, имеет значение 1,05 Ватт/м<sup>2</sup> на градус по Кельвину или Цельсию, что означает в 9 раз большее потребление энергии.

Эти показатели для кирпичных стен из хороших материалов. Для материалов, из которых строятся дома в данном регионе они ещё хуже.

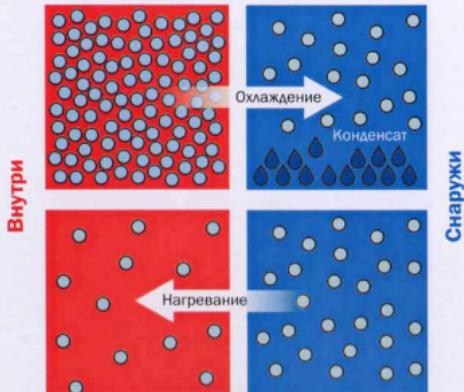
Название конструктивного элемента				$R = 1/\alpha$ , $R = d/\lambda$ (м2К/Вт)
№ слоя	Строительный материал	d (м)	$\lambda$ (Вт/м <sup>2</sup> К)	
...	Внутренний переходный слой ( $\alpha$ )	...	...	0.13
1	Внутренняя глиняная штукатурка	0.04	0.9	0.0444
2	Соломенные тюки	0.32	0.045	7.1111
3	Наружная грунтовка	0.04	0.9	0.0444
4	Наружная известковая штукатурка с армированием	0.008	0.87	0.0091
...	Наружный переходный слой ( $\alpha$ а)	...	...	0.04
<b>Величина k = 1/R<sub>полный</sub> = 0.1355 Вт/м2К</b>				
				<b>R<sub>полный</sub> = 7.379</b>

## ПРИМЕР РАСЧЕТА

Рассмотрим в качестве примера кирпичный дом в Караколе (Кыргызстан) площадью 70 м<sup>2</sup>, общей площадью стен по периметру примерно 230 м<sup>2</sup>, с средним коэффициентом теплопроводности в 1.2 Ватт/м<sup>2</sup>. За весь зимний период отопления, чтобы температура в доме была 18 градусов составляет около 100.000 часов, что требует 27.600 Вт·ч или 3.2 тонны угля. 1 тонна угля стоит 38\$ и за весь зимний период 121\$. Отопление электричеством на весь период стоило бы 435\$. Цены на электроэнергию неоднократно растут. С месячной заработной платой в 20\$ невозможно отопить дом. На отопление соломенного дома потребуется в 9 раз меньше затрат!



# СТРОИТЕЛЬНАЯ ФИЗИКА



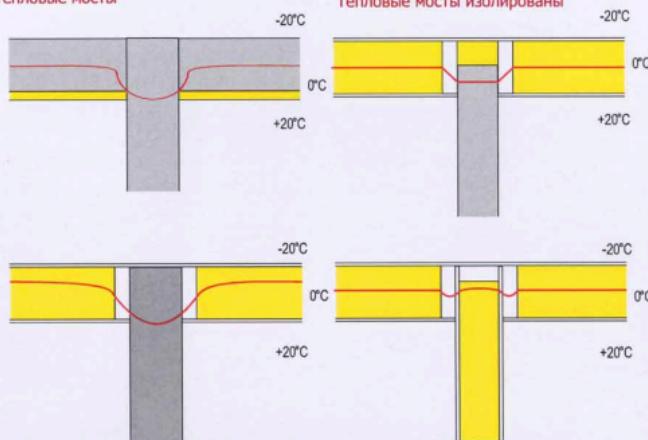
При охлаждении теплого комнатного воздуха образуется конденсат (трубы с холодной водой, в помещении, часто покрываются влагой). Если же нагревается холодный наружный воздух, то он получается относительно «сухим». Это означает, что при охлаждении воздуха в изоляционном слое в конструкции может появится конденсат. И тогда, солома начинает просто гнить. Из-за повышенного содержания влаги существенно снижается эффективность теплоизоляции.

Так как теплый воздух расширяется больше холодного, в отапливаемых помещениях у нас всегда повышенное давление, таким образом существует разница в давлении между внутренним помещением и наружной средой. И конечно же, оно стремится выровняться. Для предотвращения подобного эффекта необходим пароизоляционный слой между внутренним помещением и теплоизоляционным слоем. Это можно сделать при помощи паронепроницаемой пленки, а также при помощи штукатурки, деревянных или же гипсовых пластин. Важно при этом, чтобы все было сделано очень качественно, без микро шелей. Например, если пароизоляционный слой сделан из штукатурки, и электрик установил розетку, просверлив сквозные дырки в штукатурке, тогда, именно через эту розетку происходит выравнивание давления, что приводит к значительному движению потоков воздуха через нее. Этот воздух охлаждается в теплоизоляционном слое, где остается довольно много влаги, и соломенная изоляция разлагается и гниет. Основное правило — это то, что внутренний слой должен быть герметичнее наружной штукатурки. Это значит, что внутренняя штукатурка должна препятствовать диффузии пара, а наружный слой соответственно иметь больше открытых пор.

## Тепловые мости

Тепловыми мостами называются места по изоляционному периметру, которые имеют намного низший коэффициент изоляции, чем приграничные области. Это означает, что в этих местах происходит значительно большая утечка тепла наружу, чем в местах с высоким сопротивлением в пропускном направлении. Они не только способствуют повышенной потере тепла, но могут стать причиной сырости вследствие образования застоялой влаги. В этих сырых местах происходит дополнительная потеря тепла, т. к. сырой изоляционный слой обладает лучшей теплопроводимостью. В органических изоляционных материалах это приводит опять же к разложению и образованию плесени. Изоляция выступов и переходов балконов должна быть выполнена особенно тщательно. В Европе балконы устанавливаются отдельно, чтобы избежать образования тепловых мостов.

Тепловые мости

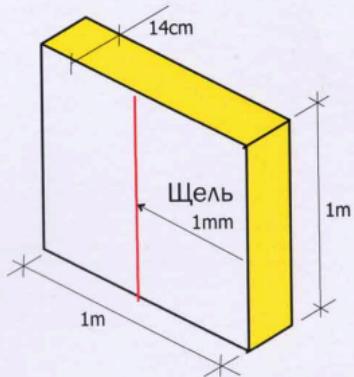


Типичные тепловые мости. Избегание тепловых мостов при помощи соединений стены и балкона. Последовательная теплоизоляция.

## Воздухонепроницаемость



На поверхности площадью 1 м<sup>2</sup> с толщиной изоляционного слоя 14 см при наличии щели шириной 1 мм потери тепла будут в 4,8 раза больше чем по всей поверхности. Т.е из-за одной маленькой дырочки идёт на смарку вся теплоизоляция, её как-будто бы и не стало. Поэтому, всё должно быть выверено до мелочей. Одна такая щель сводит на нет все работы по теплоизоляции стены.



## Восходящая влажность

Восходящая по фундаменту или стене влажность также ведет к разложению органических материалов. Необходимо предотвратить дальнейшее прохождение этой влаги. Лучше всего для этого подходит защитный слой между фундаментом и стенами из кровельного картона, рубероида или просто толстого слоя битума.

## Защита от водяных брызг

Деревянные постройки, в особенности с соломенной теплоизоляцией, а также другие сооружения, нуждаются в так называемом козырьке для защиты от водяных брызг, который должен выступать на 30, а лучше на 50 см над грунтом. Если поверхность земли перед фундаментом покрыта гравием, щебнем или низкой травой, то брызги дождевой воды будут значительно ниже, чем при твердом покрытии.

## Ветроизоляция

Непозволительно допускать наличие отверстий и щелей в хорошо изолированном доме, т. к. порывы ветра будут проникать внутрь и охлаждать строение.

## Защита от атмосферных явлений

Стена, возведенная из соломенных тюков, также как и любая другая, нуждается в защите от ливней, града и ветра. Это делается при помощи толстого слоя штукатурки или продуваемой обшивки. Однако самой эффективной защитой является козырек крыши, чтобы при обычном дожде вода не попадала на фасад.

## Общие замечания

У хорошего дома должна быть соответствующая «обувь», т. е. хороший фундамент с защитой от восходящей влаги и хороший «головной убор», т. е. надежная крыша с козырьком, который будет защищать всю конструкцию от влияния непогоды.

# ФУНДАМЕНТ

Глубина фундамента для обычных строений, в зависимости от расположения местности, должна закладываться следующим образом:

Точные данные нужно выяснить в соответствующих региональных ведомствах. В любом случае, фундамент должен закладываться глубже того уровня, до которого промерзает почва при самых низких температурах зимой. Эта часть фундамента может быть сделана из местного камня, который не впитывает влагу, например, из гранита. Такие камни, как песчаник или известняк не подходят для этих целей, т. к. они могут полностью пропитаться водой, промерзнуть зимой и тем самым разрушиться. Начиная с глубины 10 см от поверхности почвы фундамент должен быть сделан из бетона хорошего качества, через каждые 100 см армирован как минимум четырьмя арматурами диаметром 12 мм, снабженными крепежными скобами. Качество бетона зависит от поставляемого цемента. Цемент должен быть марки хотя бы РС 400, в смесь его следует добавлять из расчета 250 кг на 1 м<sup>3</sup>. Щебень должен быть не слишком крупным, т. е. не следует использовать камни диаметром больше 5 см, а также содержать достаточное количество песка. Так как в селах нет вибраторов, очень важно, чтобы масса была хорошо уложена и утрамбована. Для этого лучше наносить смесь послойно, постепенно утрамбовывая и прессуя, но при этом следует проследить, чтобы слои были нанесены друг на друга в еще мокром состоянии.

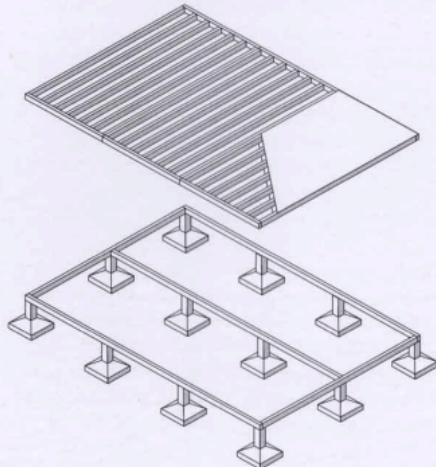
Высота над уровнем моря	Глубина фундамента
до 1000 м	70 см
до 1250 м	90 см
до 1500 м	100 см
до 2000 м	120 см
до 2500 м	150 см
до 3000 м	180 см
выше	200 см



Фундамент должен также выступать над поверхностью земли по крайней мере на 40 см, чтобы брызги воды меньше попадали за его пределы. Почву вокруг фундамента обычно цементируют с уклоном примерно в 5%. Такое цементное покрытие вредит стене, так как вода с крыши, попадая на него, брызгает намного выше, чем например при гравийных покрытиях. Поэтому стена над фундаментом становится мокрой.

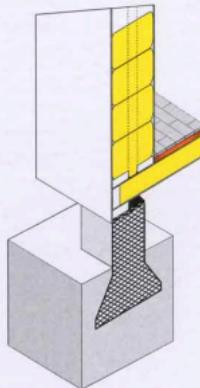
Выступ фундамента очень практичен для обшивки стены, но в данном методе строительства не рекомендуется делать такой выступ.

**Каменное наполнение до 10 см ниже поверхности почвы экономит затраты на бетон**



При элементном строительстве ТЕПЛОДОМа возможна вентиляция с пола и отказ от обычного ленточного фундамента. Цельный конструктивный элемент полового настила можно установить на отдельных пунктах, поэтому этот вид фундамента и называют точечным. В советское время многие промышленные цеха возводились на заранее изготовленных точечных фундаментах. Эти элементы также хорошо подходят и для домов из соломенных тюков. Пространство между точечными фундаментами может быть заполнено камнями или оставлено открытым для лучшей вентиляции.

Точечный фундамент должен закладываться также глубоко, как это описано при ленточном фундаменте. Опорная плита должна быть рассчитана на давление переносимого веса. Она должна быть около  $0,25\text{ м}^2$  и 25 см высотой. Верхний край фундамента должен быть выровнен с помощью нивелира. Между фундаментом и деревянной шпалой следует уложить двойной слой кровельного картона.



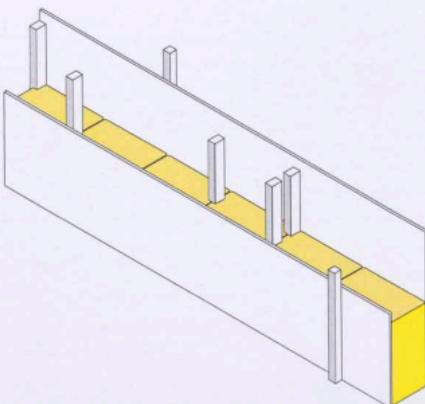
Точечный фундамент со шпалой, на который укладывается элемент пола. На них теперь могут укладываться соломенные тюки.

# СТОЕЧНЫЕ ПОДМОСТИ

Еще при проектировании стоечной конструкции следует обратить внимание на положение стоек. Если стойки установлены в стене, то длина тюков должна быть такова, чтобы они в хорошо спрессованном состоянии помещались между этими стойками. Если стойки располагаются с внутренней или внешней стороны, то длина тюков играет роль только в местах соединения с окнами, дверьми и в углах. Это экономит время при строительстве. Производный модуль стоек должен наряду с условиями статики соответствовать длине тюков. При этом неважно, будут ли тюки уложены горизонтально или вертикально.

В энергетическом отношении неважно, будут ли тюки уложены поперек направления стеблей или вдоль. Поперек направления стеблей тюк имеет ширину 32 – 34 см и обладает коэффициентом теплоизоляции 0.1355 ватт/м<sup>2</sup>К. Вдоль направления волокон ширина тюка равна 42 см, а коэффициент теплоизоляции – 0.1376 ватт/м<sup>2</sup>К. В одном из вариантов стена или перекрытие будут на примерно 10 см толще при том же, очень хорошем, коэффициенте теплопроводности.

Размеры ширины тюков определенное, чем длина. По этой причине я рекомендую приблизить производный модуль стоек к размеру 2 или 3 тюков подряд. Это означает, что тюки должны устанавливаться в вертикальном положении (самая длинная сторона тюка на ребре). Если установить 3 тюка рядом друг с другом поперек направления стеблей, т. е. только стена без штукатурки, то производный модуль равен 2 разам по 42 см, плюс стойка и сжатие. При ширине стоек в 5 см получается всего 86 см теплоизоляционного слоя из соломы. 2 раза по 42 см дают 84 см. По 1 см с обеих сторон убирается при сжатии по направлению расположения стеблей. Тем самым стена получается на 10 см тоньше при том же коэффициенте теплопроводности, а также обеспечивается дополнительное закрепление стеблей друг с другом.



Положение стоек в стенах из соломенных тюков может быть разным. Этот чертеж представляет их возможное расположение.



Если тюки укладываются по направлению стеблей изнутри наружу, то рекомендуется установить производный модуль размером 1 м (3 тюка по 32 см плюс балки  $\frac{1}{2}$  5 см). Здесь возникает дополнительное давление поперек направления стеблей. При этом толщина стены вместе со штукатуркой будет равняться примерно 50 см при том же коэффициенте теплопроводности, как и вышеописанном случае.

Стойки должны быть закреплены против горизонтального усиления.

Диагональная опалубка внутри и снаружи служит для придания горизонтальной жесткости

В сейсмически активных зонах для большей безопасности мы рекомендуем вместо гвоздей использовать в этой диагональной опалубке болты. К тому же, преимуществом такой опалубки является то, что первый слой штукатурки может быть выровнен по ней, таким образом, получается ровная поверхность как изнутри, так и снаружи.

# ЭЛЕМЕНТНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ СОЛОМЕННЫХ ТЮКОВ

Деревянно-рамочной конструкцией называется самостоятельный метод строительства, который в некоторых отношениях существенно отличается от традиционного деревянного строительства. Большие по размерам элементы пола, стен и перекрытий изготавливаются, в большинстве своем, в специальных цехах и затем доставляются на строительные площадки, чтобы там за короткий монтажный период их установили и скрепили с фундаментом.

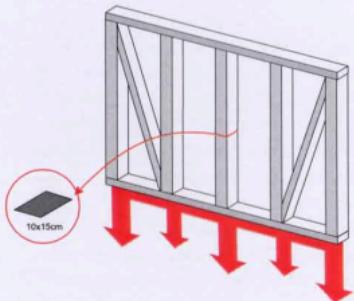
Деревянно-рамочное строительство возникло в Америке, широко распространено в Скандинавии и за последние 15 лет нашло много последователей по всей Европе. Свой вклад в это внесло усиление предписаний по энергосбережению.

Раньше строились преимущественно кирпичные дома. Из-за необходимости теплоизоляции домов расходы на статику и, отдельно, изоляцию, стали слишком большими, таким образом появились благоприятные условия для внедрения дешевого метода строительства с применением деревянных рам, где статика и изоляция осуществляются одновременно.

За последние 15 лет доля домов из деревянно-рамочных элементов на рынке частных домов поднялась с нуля до 24%, а спрос на изготовленные заранее дома растет дальше.

Некоторые, очень интересные, примеры деревянно-рамочных конструкций уже заполнились целыми соломенными тюками.

## Статика

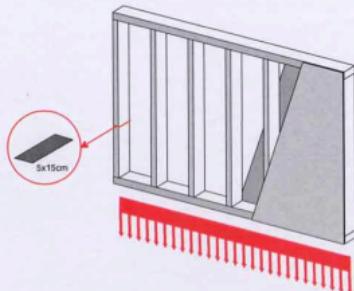


В традиционных деревянных конструкциях вес на фундамент переносится через отдельные балки (финский дом).

Благодаря такой передаче веса, когда балки могут быть меньше по размеру, они привинчиваются или приклеиваются к древесно-стружечной или гипсовой плите, что обеспечивает их надежное скрепление с балками. По законам статики, при этом образуется как бы единый элемент или щит, поэтому деревянно-рамочное строительство часто называют щитовым или элементным строительством.

Статическое укрепление против критической нагрузки при продольном изгибе происходит при помощи обшивки конструктивных элементов ДСП, диагональными досками или рейками, которые, в свою очередь, закреплены от прогибания стойками. Таким образом, образуется взаимно стабилизирующая статичная система.

## Конструкция



При этом минимизируется расход древесины, а вес переносится по всей поверхности. Это означает, что здесь нет точечных нагрузок, как в традиционном деревянном строении, а нагрузка распространяется равномерно по всей поверхности. Через эту поверхность вес также равномерно распределяется по всему фундаменту (см. рисунок ???). Шаг конструкции отличается в зависимости от региона и зависит от размеров применяемых плит. В Центральной Европе укоренился размер элемента 62,5 см x 250 см, т. к. плиты в большинстве своем выпускаются размером 125 x 250 см. В Центральной Азии и в странах СНГ широко распространены доски размером 5 x 15 см, поэтому предлагается использовать их. В США чаще всего используются доски размером 2 x 4 дюйма.

В то время как в деревянно-рамочных конструкциях вес распределяется по всей поверхности элемента, и, тем самым, обеспечивается более равномерная передача веса на фундамент (блочное строительство).

ОСП — это обработанные крупностружечные плиты, которые очень хорошо подходят в качестве закрепляющих плит.

Все чаще для закрепления используются гипсово-стружечные плиты. При использовании с внутренней стороны она подходит, однако снаружи, при контакте с кислородом, гипс быстрее превратится в известь, таким образом, не может быть обеспечена стабильность в течении десятилетий. В качестве закрепляющих плит могут использоваться также древесно-стружечные плиты, фанера, клённая фанера или простые, закрепленные по диагонали, доски или рейки.

С точки зрения статики, по крайней мере с одной стороны нужно сделать такое укрепление. На практике однако больше оправдало себя элементное строительство с двусторонней обшивкой.

Возникающие свободные пространства можно заполнить, по выбору, всевозможными изоляционными материалами. Для этого годится стекловата, полистироль, а также органические изоляционные материалы — солома, камыш и материалы животного происхождения, например, овечья шерсть. Также можно отдельно выделить заполнение целыми соломенными тюками. При этом следует учитывать, что размер шага элемента должен быть приспособлен к размеру соломенных тюков.

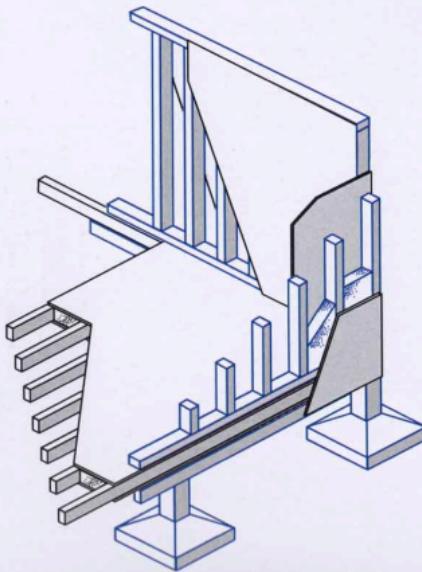


# СОЕДИНЕНИЕ ПЛИТ И БАЛОК

Одна из важнейших проблем в таких сейсмоопасных зонах, как Центральная Азия — это надежное соединение между деревянной рамой и плитой для придания жесткости. Есть различные способы соединения плит и балок деревянной рамы: от простого крепления гвоздями и винтового крепления до склеивания или сочетания клея с винтовым креплением.

Центральная Азия входит в сейсмоопасную зону, и при сейсмической нагрузке до 9 баллов по шкале Рихтера, для надежности креплений, недостаточно простых соединений гвоздями. Здесь следует использовать по крайней мере винтовые соединения, а еще лучше сочетание склеивания и винтового закрепления. Для получения точных данных, какие соединения между деревянной рамой и плитой для придания жесткости требуются в Вашем регионе, обратитесь в органы по строительному надзору.

Изготовленные таким образом элементы из дерева и соломенных тюков могут использоваться в качестве пола, стен или перекрытий.



## БЛОЧНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО



Еще достаточно давно, в промышленном изготовлении зданий, прошли первые эксперименты в так называемом методе строительства из объемных элементов. При этом, в цехе изготавливаются не только стены и перекрытия, но и целые ячейки. Например, изготавливаются и доставляются на строительную площадку целые комнаты с полом, стенами, перекрытием и внутренними устройствами. На заводе можно изготовить модули кухни со стенами, полом, перекрытием, а также со всей аппаратурой и оборудованием. Таким образом, на строительную площадку прибывают контейнеры, готовые к проживанию, там они устанавливаются на фундамент, после чего остается лишь установить крышу.

## УКЛАДКА ТЮКОВ

Тюки должны быть уплотнены по крайней мере до 100 кг, и мы рекомендуем дополнительно уплотнить тюки непосредственно перед укладкой. Поскольку, по сторонам тюков находится каркас из стоек, довольно-таки просто спрессовать тюки при укладке между этими стоечными конструкциями. Для этого нам необходимо специальное устройство. Это плоская лента, снабженная специальным устройством для стягивания и ослабления.

Более дорогой способ — это дополнительное прессование тюков на строительной площадке.

Перекрытия должны быть уплотнены так же, как и стены, а также оштукатурены с обеих сторон глиной толщиной в 4 см, чтобы обеспечить огнеустойчивость. Альтернативой глине может стать гипсовая плита, которая крепится к перекрытию и обеспечивает пожарную безопасность.

**Стоечные подмости заполняются соломенными тюками. В этом доме на юге Кыргызстана мы использовали тюки из рисовой соломы, которая превосходно подходит для строительства из тюков.**



При помощи этого простого и недорогого механизма можно прессовать тюки требуемого размера и плотности.



С помощью этой ленты можно быстро и легко сжать тюк в несколько раз, чтобы затем отпустить его уже в конструкции. Тем самым облегчается и сам процесс укладки. Благодаря этому дополнительному стягиванию, тюк, имеющий лишь 90 кг/м<sup>3</sup>, можно уплотнить до 150 кг/м<sup>3</sup>, чтобы затем без особых проблем уложить его между стойками. После того, как тюк ляжет на свое место, его немного ослабляют, так что тюк имеет удельный вес 120 кг/м<sup>3</sup>. Таким образом обеспечивается горизонтальное давление.





При помощи этого простого подъемного механизма можно осуществить дополнительное вертикальное прессование стен. Для этого необходима еще одна балка, которая устанавливается через каждый метр на высоте фасада, затем при помощи этого подъемного механизма, еще раз прессуются несколько сантиметров. После этого балка прибивается или привинчивается к стойкам. Уплотнить можно при помощи обычного домкрата.

# ШТУКАТУРКА СОЛОМЕННЫХ СТЕН И ПЕРЕКРЫТИЙ

Проще и дешевле всего оштукатурить стены из соломенных тюков глиной. Твердые виды штукатурки, как например, цемент, меньше подходят для мягких и эластичных нижних слоев.

В первую очередь наносится действительно жидкий слой глины, а затем заполняется пространство между диагональной опалубкой и соломой. Эта глина уже может быть гуще. Это означает, что глина должна содержать меньше песка. Т. е. после высыхания на этой штукатурке должны появиться трещины. Эти трещины даже желательны, т. к. тем самым новый слой штукатурки лучше соединится с нижними слоями.

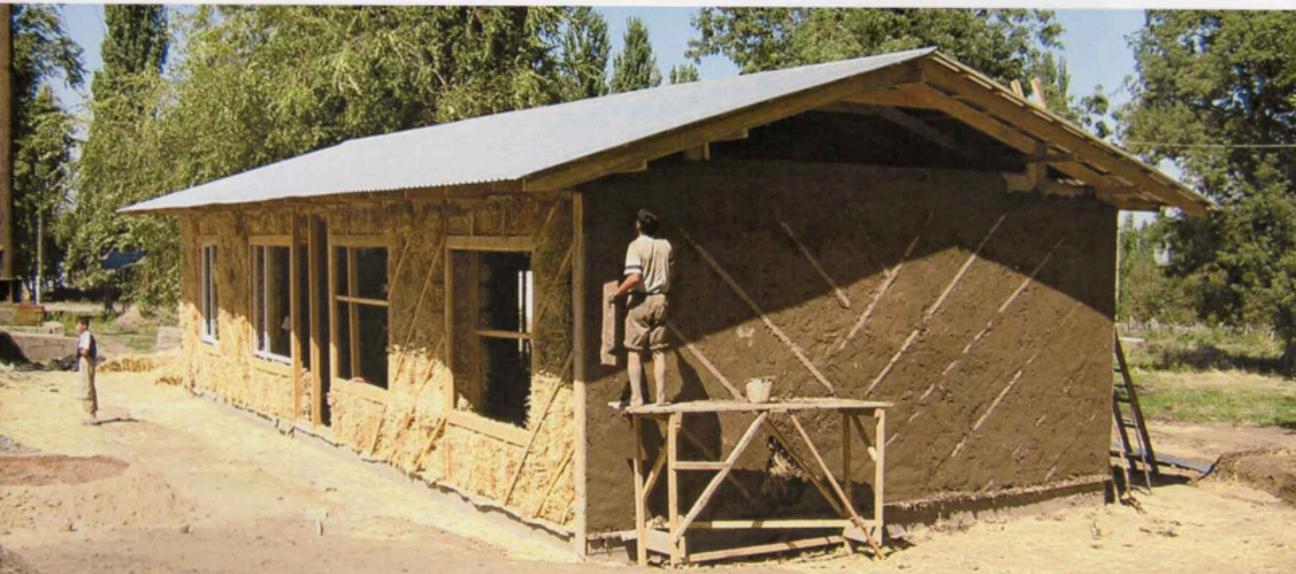
Глиняная грунтовка также годится в качестве первого слоя штукатурки, ее можно нанести в один или два слоя.



**В этом доме на севере  
Кыргызстана для придания  
жесткости мы нанесли  
однослойную грунтовку  
толщиной в 3 см прямо на  
опалубки. Дом построен из  
тюков ячменной соломы.**

Глиняная грунтовка была сделана до уровня диагональной опалубки. Этот слой штукатурки должен полностью высохнуть, прежде чем будет нанесен следующий слой. Светлые пятна на восточной стене указывают на то, что штукатурка высыпает.

У глины, из всех природных строительных материалов, самый низкий показатель равновесной влажности. Имея только 6% влажности, глина обеспечивает защиту окружающих материалов от влаги. Например, процент содержания влажности древесины равен 12, а соломы 14%. Если солому или дерево обложить глиной, то она постепенно заберет влагу у этих материалов и выведет ее наружу, так что солома и дерево останутся сухими. При этой сухости у плесени нет никаких шансов для размножения.



# ОШТУКАТУРИВАНИЕ ПЕРЕКРЫТИЯ

Армирование из металлической сетки или стеклоткани в последнем слое штукатурки, который мы обычно как внутри, так и снаружи, делаем из чистой извести.

В первых соломенных домах в Центральной Азии мы применяли в качестве закрепления штукатурки марлю, но она проявила себя хуже, чем металлическая сетка или стеклоткань. С одной стороны недостатком была слишком мелкая структура ткани, т. к. она действовала скорее разделяющее, чем соединяющее, а с другой стороны в местности на юге было очень много крыс. С металлической или стеклянной армировочной сеткой крысы держались в стороне от соломенного дома. Известь действует на мышей и крыс как яд, так что они уже по этой причине не должны селиться в соломенных стенах, однако осторожность еще никому не помешала.

## Штукатурка перекрытия известкой

Известь необходимо заранее погасить водой. Прежде чем делать смесь для штукатурки, нужно, чтобы жидкость успела остыть. Для штукатурки требуется очень хорошо погашенная известь. Нельзя, чтобы были сгустки чистой извести, т. к. это может привести к отслаиванию. Если из-за плохого качества извести невозможно полностью погасить известь, тогда нужно просеять замазку. Песок следует тщательно смешать с этой пастой.

Лошадиный навоз обеспечивает дополнительное армирование штукатурки. Тончайшие волокна, содержащиеся в нем, необходимо тщательно смешать со штукатуркой. Вместо лошадиного навоза подойдет и коровий. Хотя коровий навоз и проще в использовании, но намного неприятнее, и запах у него не очень хороший.

## Рецепт штукатурки из извести:

- 12 частей мелкого песка
- 4 части гашеной извести
- 1 часть лошадиного или коровьего навоза

Толщина штукатурки должна равняться минимум 6 мм. При нанесении на глину ее нужно слегка увлажнить, чтобы известковая штукатурка медленнее схватывалась. Если нижний слой впитает воду из извести, то штукатурка «сгорит», что означает, что у нее не было достаточно времени для твердения и она никогда не будет стабильной. Для известняковой штукатурки нужна вода, чтобы схватываться как можно медленнее.



Также нельзя допускать попадания солнца на штукатурку. По этой причине летом нужно сделать искусственное затенение. Иначе солнце заберет слишком много влаги из штукатурки. Если штукатурка не подпитывается ежедневно побелкой, то она должна увлажняться, пока не затвердеет окончательно. В зависимости от погоды, штукатурка должна увлажняться в течении 4 – 5 дней малярной кисточкой или опрыскиваться из тонкого шприца.

Так как глина и известь не вступают в химическое соединение, очень важно, чтобы нижний слой штукатурки был удобным для механического соединения с известью. Проще это сделать, если грунтовка будет густой и на ней будет много трещин. Если грунтовка слишком гладкая, то поверхность нужно сделать шероховатой. Также грунтовку можно покрыть уксусокислым глиноzemом, а первый слой извести с гравием до 6 мм в диаметре будет с силой втираться в глину.

Цементную штукатурку мы не рекомендуем использовать в домах из соломенных тюков, т. к. она слишком жесткая и препятствует рассеиванию водяного пара. Она также обладает свойством намного быстрее трескаться при землетрясениях.

Проще и дешевле всего каждый день, по 1-2раза, белить свежий, еще влажный, слой штукатурки жидким известняковым раствором. Этот раствор должен быть действительно жидким как вода. На влажную штукатурку необходимо нанести 4 слоя известки. Слишком толстый слой краски образует так называемое кремниевое покрытие Sinterhaut. Оно проявляется в том, что по краям появляются маленькие пятна, так как на поверхности образуется пленка натяжения слой растяжения Spannungsschicht. Таким образом больше не обеспечивается связь с нижним слоем. Побелка известняковым раствором обеспечивает более медленное высыхание штукатурки, а значит лучшее схватывание. Известь должна быть погашена безупречно. Лучше всего подходит для этих целей известь, которая минимум один год гасилась. Нанесенная на влажную штукатурку известь лучше всего окремнивается в мокром состоянии. В известковый раствор можно добавить немного поваренной соли, это замедляет процесс схватывания еще больше.



## Меры безопасности при гашении извести

Жженная известь очень ядовитая. При гашении извести следует соблюдать меры предосторожности. Необходимо надевать резиновые сапоги, плотную одежду, резиновые перчатки, а также защитные очки. Поражение глаз известью может привести к слепоте. Поражение известью кожи ведет к ожогам и заражению крови.

По желанию, в известку можно добавить красящие пигменты. Хорошая побелка известью возможна только на штукатурке с щелочной средой. Т. е. штукатурка должна быть сделана недавно (максимум несколько дней назад). Для хорошей карбонизации необходима достаточная влажность. Вода связывается с углекислым газом из окружающего воздуха и вступает в реакцию с щелочной средой грунтовки. Если во время этого процесса будет ощущаться нехватка воды, то краска не связывается со штукатуркой и после высыхания будет отслаиваться.

Также, при побелке внутренних стен можно добавить небольшое количество льняного масла, чтобы добиться более толстого слоя штукатурки по сравнению с наружной стороной. Однако добавление масла осложняет переработку краски.

## Известково-казеиновый раствор

Описанный выше известковый раствор станет значительно устойчивее и будет дольше держаться, если в раствор добавить обезжиренный творог или порошок казеина. При этом известь вступает в химическую реакцию с казеином, и творог растворяется. На 4 части извести следует добавлять 1 часть обезжиренного творога. В этот известково-казеиновый раствор можно добавлять стойкие красящие пигменты.



# УСТРОЙСТВО ЧЕРДАКА

## КРОВЕЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ



Уплотненные соломенные туки перекрытия можно просто покрыть 5-6-сантиметровым слоем глины. После высыхания глины на ней обычно появляется очень много трещин. Теперь нам нужно приготовить суспензию, состоящую из 10 частей мелкозернистого песка, одной части глины с добавлением воды. Эту состоящую главным образом из песка смесь мы наносим на поверхность и тщательно растираем. В результате должна получиться поверхность, по которой можно ходить, которую можно использовать, и она не будет давать трещины.

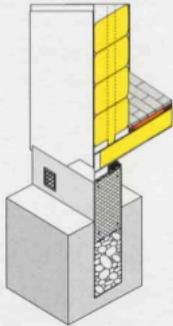
У хорошего дома должна быть хорошая обувь (фундамент) и надежный головной убор (крыша). В Европе много домов, которым по 400 и больше лет. Так долго существуют лишь дома с хорошим фундаментом и крышей.

По всей Центральной Азии широко распространено так называемое шиферное покрытие. Однако, качество шифера очень плохое. Листы слишком тонкие, плохо армированные, а качество цемента часто оставляет желать лучшего. Такие крыши должны заменяться каждые несколько лет, т. к. шифер ломается. Крыши из оцинкованного железа держатся в 4 раза дольше, чем шифер, однако дороже его менее чем в два раза. С экономической точки зрения покупать шифер невыгодно. При проломе листов, когда вода проникает прямо в здание, портятся балки и сама конструкция, а многократная замена шифера влечет большие расходы, чем одноразовое вложение больших средств.

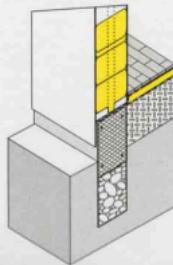
Если козырёк крыши слишком мал, то вода попадает на стену, зимой она замерзает, что ведет к ее разрушению.

Идеальная крыша — с выступающей балкой

# УСТРОЙСТВО ПОЛА



**Половой настил с нижней вентиляцией**



**Прилегающие к земле полы**

При устройстве пола мы различаем два варианта: пол, прилегающий к земле и пол с нижней вентиляцией.

**Половой настил с нижней вентиляцией** можно легко и с небольшими затратами изготовить в виде элемента большого размера, наполненного соломенными тюками, и установить его на точечном фундаменте. Подобная конструкция с точечным фундаментом строится намного быстрее и дешевле обходится, чем ленточный фундамент. Возможно двусторонняя обшивка плитами ОСБ, если с теплой стороны будет настелена пленка или кровельный картон. Затем можно настелить слой песка или камня.

**Прилегающие к земле полы**, в специальной литературе, также изолируются соломенными тюками, однако такие конструкции относятся скорее к области экспериментов и не рекомендуются автором книги. К стабильным теплоизоляционным материалам для пола относится экспанзионный полистирол, экструдированный (литой) полистирол, полиуретан, пеностекло и пенобетон. Органические изоляционные материалы в прилегающем к земле половому настиле не сильно облегчают строительство и не помогут избежать некоторых проблем.

Искусственные теплоизоляционные материалы можно использовать без особых проблем, если снизу и сверху выложить поверхность пленкой или кровельным картоном. Поверх можно сделать бесшовный пол или выложить такой же слой из песка или камней, как было описано выше. Пеностекло очень трудно найти на рынке. При использовании пенобетона есть две возможности. Первая — уложить готовые плиты, которые довольно дорого стоят, на пленку, поверх постелить еще одну пленку и затем уже использовать один из вышеописанных вариантов устройства пола. Вторая возможность состоит в изготовлении пористого бетона на местах.

Алюминиевый порошок следует брать марки РАК 2 или РАК 3. РАК 1 не дает хороших результатов. Цемент, песок, алюминиевый порошок и вода тщательно смешиваются, в последнюю очередь добавляется

**Для производства одного кубического метра пенобетона нужны следующие ингредиенты:**

**290 кг цемента**

**28 кг извести**

**80 кг мелкозернистого песка**

**1.2 кг алюминиевого порошка**

**180 – 200 кг воды**

Смесь еще раз тщательно смешивается и заливается в приготовленную заранее ванну из кровельного картона. Как только смесь заполняет ванну, ее нужно оставить в покое. Через примерно четверть часа (в зависимости от наружной температуры) начинается процесс расширения. Через час масса должна увеличиться в 3 раза. Это означает, что на 5 см жидкой смеси получается 15 см пористого бетона. Этот теплоизоляционный слой должен сохнуть минимум 3 недели до состояния, когда цемент твердеет так, что по нему можно ступать. По этому рецепту уже были утеплены тысячи квадратных метров полов. Однако, этот метод требует природного чутья, и всегда возможны неудачные попытки. С точки зрения общей экологической оценки предпочтение будет отдано конечно же полистиролу. Цемент и алюминиевый порошок являются очень энергоемкими материалами, а коэффициент теплоизоляции намного хуже, чем у полистирола. 15 см пенобетона имеют такую же изоляционную ценность как 5 см полистирола.



# НАКОПИТЕЛЬ ЭНЕРГИИ В ПОЛОВОМ НАСТИЛЕ

В главе о пассивном применении солнечной энергии в строительстве подробно описывается польза устройства окон с южной стороны. Эти значительные поступления солнечной энергии принесут мало пользы, если она не будет накапливаться и удерживаться в доме. Это означает, что солнце, которое светит только днем, должно согревать своим теплом и ночью. Дневное тепло должно передаваться и в ночное время. Если при помощи теплоизоляции мы сможем сделать накопитель энергии, толщиной 8 — 9 см и удельным весом 2400 кг/м<sup>3</sup>, то мы получим так называемый фазовый сдвиг, равный примерно 18 — 20 часам. Т. е. поступаемое в дневное время солнечное тепло накапливается и отдаётся обратно в течении 18 часов, т.е согревает ночью.

## Пример

Солнце нагревает 8-сантиметровый пол за 5 — 6 часов излучения до 24 — 25 градусов по Цельсию. После четырех часов полудни на нагретый пол практически не поступает больше энергии. В течении 18 последующих часов пол разряжается, так что на следующее утро к 10 часам он охлаждается до 18 — 19 градусов, а потеряянная энергия выделяется в помещение. В 10 часов следующего дня солнце начинает светить и нагревать пол заново.

Как уже было описано в главе «Пассивное применение солнечной энергии в строительстве», окна должны смотреть на юг. Выходящие на юг окна получают больше солнечной энергии и меньше ее теряют, в то время как окна, выходящие восток и запад ведут к перегреву в летнее время, а в зимнее время к значительным потерям тепла. Окна, выходящие на север, ведут только к огромным потерям тепла.

В домах с пассивным применением солнечной энергии соотношение площади окон по отношению к площади пола равно 15 к 25%, что означает, что площадь окон в доме, общей площадью 100 м<sup>2</sup>, должна равняться 15 – 25 м<sup>2</sup>.

В новых домах по периметру изоляции не должны использоваться окна с одинарными стеклами. В настоящее время все чаще используются окна с изолированным застеклением.

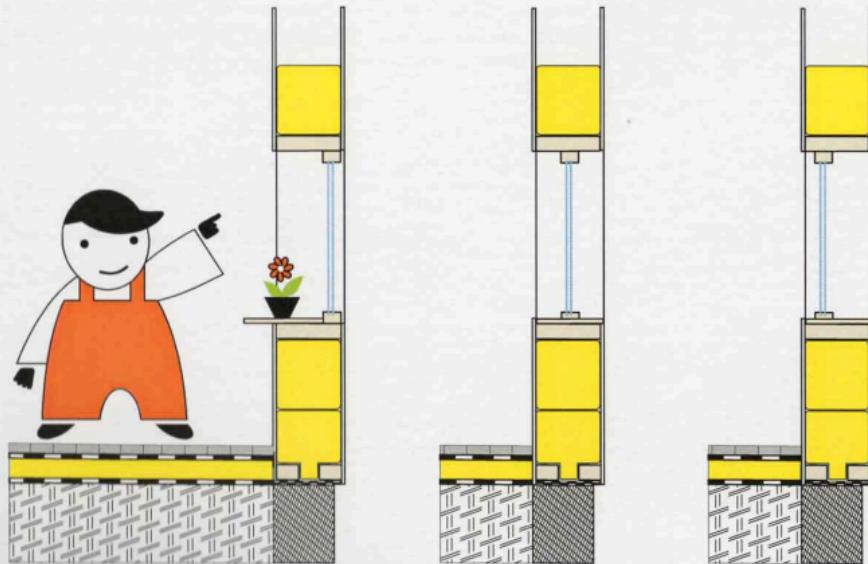
В каком положении монтируются окна? Здесь есть различные варианты. Они могут быть установлены ближе к внутреннему краю, в середине или с внешней стороны. Преимуществом установки окон с внутренней или внешней стороны является то, что достаточно дорогие детали оконных проемов могут быть установлены только с одной стороны.<sup>1</sup>

Потери тепла и накопление солнечной энергии через окна		Коэффициент теплопроводности, [Вт/м <sup>2</sup> К]	Энергопроницаемость в %
EF	Одинарное застекление	4	85
WF	Двойное застекление, расстояние > 4 см	3.2	80
DV	Двойное застекление, расстояние < 4 см	2.7	80
2-IV	Изоляционное застекление, расстояние >1 см	2.8	75
2-IVG	Изоляционное застекление с аргонным наполнением	2.6	75
2-IVR	Изолированное застекление с отражающим покрытием	1.8-1.3	62

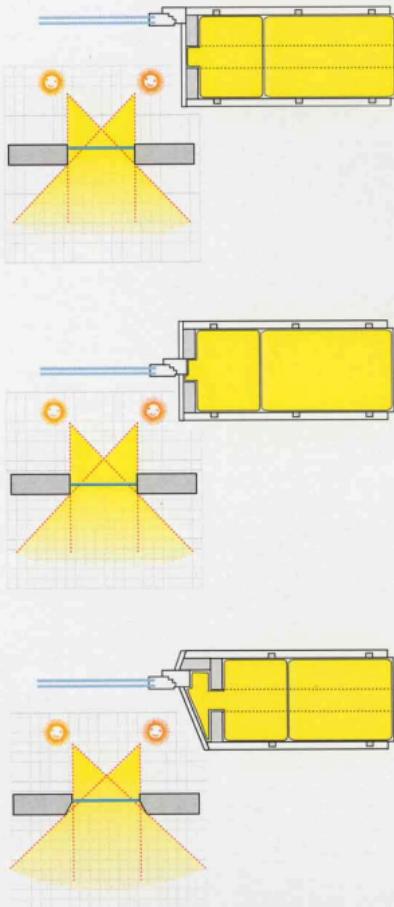
**Изоляционные окна с тройным застеклением** сложно найти, и стоят они, соответственно, дороже, в то время как окна с двойным застеклением легко найти на рынке. Окна с газовым наполнением или отражающим покрытием также трудно найти, и стоят они, соответственно, также дороже.

Это экономит средства еще и потому, что установка оконных проемов требует больших трудовых затрат. Если эти соединения могут быть выполнены только с одной стороны, то тем самым можно сэкономить и немало времени.

В новых домах рекомендуется использовать хорошие окна с изоляционным застеклением, имеющим коэффициент теплопроводности не более 2,8 ватт.



Фальц оконной рамы с наружной стороны, в середине и с внутренней стороны



На центральноазиатском рынке все еще отсутствуют окна хорошего качества. Например, здесь нельзя найти окна с газовым наполнением или отражающим покрытием. К сожалению окна, которые соответствуют немецкому стандарту домов с пассивным применением солнечной энергии или швейцарскому стандарту минимального энергопотребления, которые имеют высокий показатель энергосбережения и минимальный — энергопотеря, все еще недоступны. Совершенно очевидно, что одинарное застекление не подходит для зимы в континентальном климате.

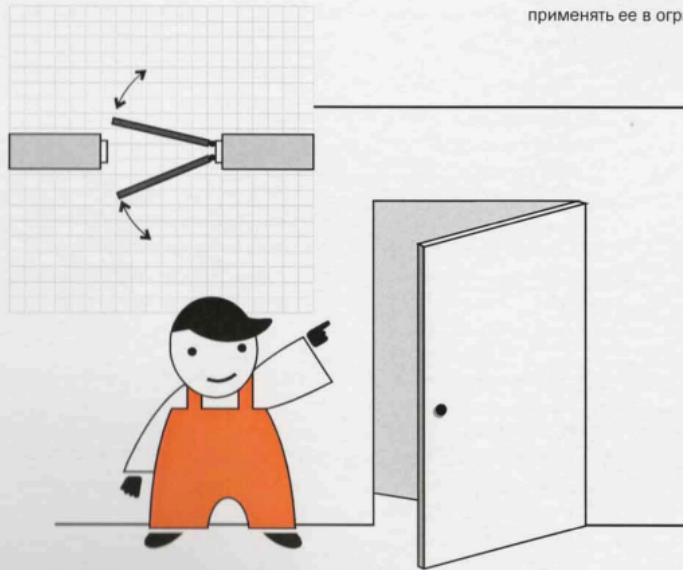
Закругленные или сужающиеся окна или оконные пролеты дают большее падение света и более приятный переход от света к темноте.

Оконные подоконники должны располагаться довольно низко, чтобы по возможности большая часть пола освещалась солнцем. Непрозрачные части образуют тень. Поэтому размеры рам и подоконника должны быть как можно меньше.

# ДВЕРИ

Так как на рынке Центральной Азии, как, наверное, и всех стран СНГ нет энергосберегающей модели двери, в этой сфере приходится идти на компромиссы. Стандартные двери обладают коэффициентом теплопроводности около 5 ватт/ $\text{м}^2\text{К}$ , этот показатель можно улучшить, если сделать двойные двери. Кроме того, двери должны быть утеплены и уплотнены. Большая разница температур снаружи и внутри ведет к напряжению тонких дверей. При помощи двойных дверей это напряжение можно уменьшить вдвое.

Важно, чтобы стыки двери со стеной как и на окнах были выполнены герметично. Это можно сделать при помощи шерсти, ваты или же монтажной пены. По экологическим причинам следует избегать монтажной пены, однако, при правильном использовании вполне допустимо применять ее в ограниченных количествах.



Двойные двери с изоляцией и уплотнением

## ВНУТРЕННИЕ СТЕНЫ

Внутренние стены должны быть выполнены в соответствии с требованиями. Так как в большинстве случаев разница в температуре между помещениями небольшая, не имеет смысла делать внутренние стены из соломенных тюков, они и так слишком хорошо изолируют тепло и занимают слишком много места. Внутренние стены из таких тяжелых материалов, как глина или жженый кирпич, имеют то преимущество, что дольше сохраняется тепло в доме. Особенно это имеет смысл в зданиях, используемых на протяжении всего зимнего периода, в то время как в дачах не имеет смысла делать такие массивные накопители тепла. Для того, чтобы получить приятную температуру в помещении, должна прогреться вся внутренняя масса. При слишком большом объеме массивных элементов в доме может пройти до 3 дней, прежде чем они начнут излучать желаемую температуру. В дачах и других редко используемых строениях рекомендуется делать внутренние стены как можно легче.

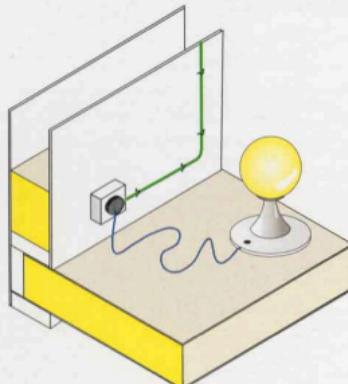
## ВНУТРЕННИЕ КОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

Для того, чтобы установить такие тяжелые предметы как бойлер и т.п. на стене, необходимо предварительно прикрепить вспомогательные брусы, т. к. соломенные стены не годятся для этих целей.

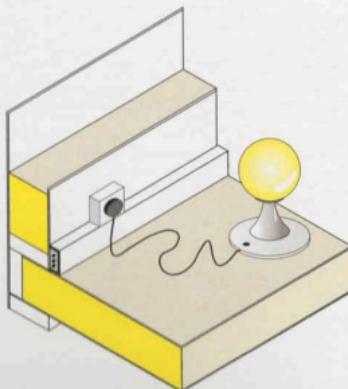
Различают два основных вида проводок: те, которые монтируются на стене поверх штукатурки, и те, которые монтируются в самой стене под штукатуркой.

Расходы, которые осуществляются на то, чтобы спрятать проводки, часто неоправданы. Намного проще установить проводки на поверхности стен. К тому же, проводки, особенно электрические, требуют частого ремонта и изменений, что при проводке под штукатуркой ведет к большим расходам.

В доме из соломенных тюков ситуация осложняется тем, что внутренняя штукатурка также выполняет роль паронепроницаемого слоя. Поэтому каждое отверстие в слое штукатурки должно быть заново уплотнено. Многие проблемы можно избежать, если все проводки делать поверх штукатурки. Все чаще используются так называемые плинтуса для проводок. При помощи такого плинтуса в любое время можно без особых затрат провести новый кабель или проводку по всему дому.



Для домов из соломенных тюков больше подходят проводки поверх штукатурки , чем под штукатуркой.



Опасно проводить кабель или провод через солому. Если нельзя поступить иначе, то все кабеля и провода должны быть в огнеустойчивых защитных трубах. Розетки, выключатели и т.п. также должны устанавливаться в огнеустойчивых коробках.

В этих трубах или плинтусах можно проложить всевозможные проводки. Вышеприведенный пример одновременно может служить для вентиляции. Электросоединения могут быть сделаны поверх этих труб или же в самих трубах. Водопровод также может быть проведен через трубу по шлангам.

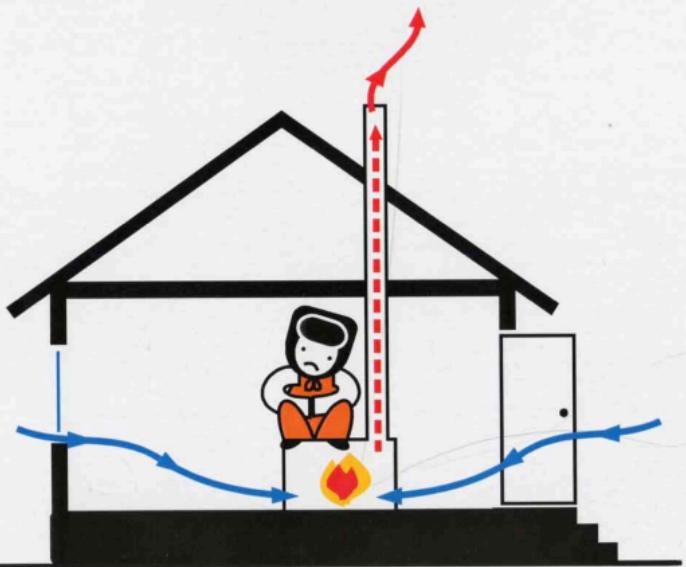
При прокладке в соломенных стенах, проводки следует незамедлительно изолировать. Водопровод нужно изолировать отдельно, а кабеля прокладывать в огнеустойчивых защитных трубах.

Вбивание шпонок в соломенные стены для установки розеток и т.п. не оправдало себя на практике. Лучше эти коммуникации установить на стойках, или на диагональной опалубке, находящейся под штукатуркой.

Плинтуса намного удобнее в использовании, а коммуникации могут быть приспособлены к изменившимся требованиям в любое время.

# ОТОПЛЕНИЕ

Отопление — очень сложная тема, и в рамках этой книги нет возможности рассмотреть ее подробно. Поэтому мы ограничимся несколькими основными принципами для печей, потребляющих твердое топливо. Неизолированный дом потребляет очень много отопительной энергии. А качество жизни в таких домах очень низкое. Из-за высоких цен на энергию постоянно растет нагрузка на домохозяйства, расходы зачастую превышают семейный бюджет.

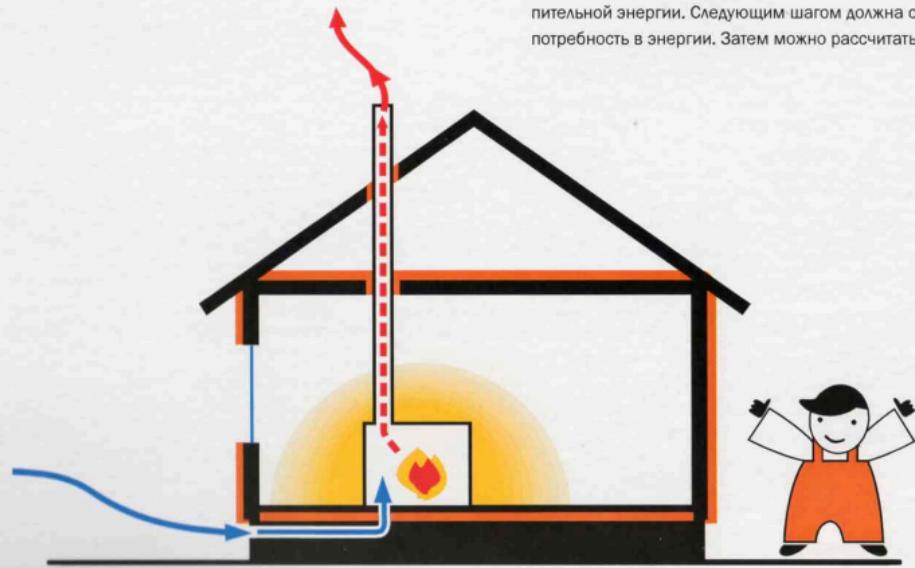


Хорошо изолированный дом при оптимальном проектировании потребляет очень мало энергии или практически не нуждается в ней.

Для горения пламени необходимо 200 м<sup>3</sup> кислорода в час. Воздух идет по пути наименьшего сопротивления. Это означает, что большая часть нагретого воздуха в помещении притягивается огнем и в результате сгорания выходит наружу через дымоходную трубу. Этот процесс постоянно охлаждает помещение, кроме того возникает эффект втягивания, т. к. из всех щелей втягивается воздух.

Отдельное подведение воздуха к печи, а еще лучше с клапаном, чтобы исключить подачу воздуха после сгорания для охлаждения термики печи, намного улучшит эффективность отопления.

Отопление должно быть приспособлено к потребности дома в энергии. Т. е. в первую очередь, необходимо выяснить потребность дома в отопительной энергии. Следующим шагом должна стать попытка сократить потребность в энергии. Затем можно рассчитать размеры печи.



# РАССЧЕТЫ РАЗМЕРОВ ПЕЧИ

Основой для вычислений являются 624 градуса в день и эффективность в 80%. Эти данные подходят, например, для Каракола, Кыргызстан. В качестве основы для наших вычислений, мы берем желаемую температуры комнаты в 18 градусов по Цельсию при наружной температуре минус 8 градусов по Цельсию. Площадь дома равна 50 м<sup>2</sup>.

Из таблицы следует большая разница в потреблении: 98 кг древесины в день или только 6 кг. Соответственно этим данным следует определить размеры печи и просчитать расходы. Печь для хорошего нового дома может быть рассчитана по вышеприведенной таблице примерно в 10 раз меньше, что сильно сокращает расходы на ее строительство.

Тип дома	кВтч/д	Дрова кг/д	Уголь кг/д	кВтч/г
Неизолированный дом	276	98	40	85
Частично изолированный дом: перекрытие и пол	129	46	19	80
Полностью изолированный дом: перекрытие, пол, стены	64	23	10	80
Новый дом из конструктивных элементов с 15-см изоляцией	28	10	4	75
Новый дом из соломенных тюков	16	6	2.4	75
Дом с пассивным применением солнечной энергии	0	0	0	0

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПЕЧЕЙ



Во многих регионах СНГ наблюдается рост вырубки леса и кустарника. Много расходов влечет за собой предотвращение последствий таких действий, как, например, защита биоразнообразия, деградация почвы и опустынивание. Однако слишком мало предпринимается действий в направлении устранения мотивов для подобных действий. Теплоизоляции домов уделяется слишком мало внимания. Хотя, следуя логике вещей, это повлекло бы за собой сокращение энергопотребления и соответственно, меньшее сжигание топливного материала. Дома из соломенных тюков потребляют на 90% меньше топливного материала, чем обычные дома.

# СТОИМОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА, ЗАТРАТА ВРЕМЕНИ

Очень тяжело выяснить стоимость строительства для всех стран СНГ. Поэтому мы будем считать материал и время, чтобы читатель сам смог выяснить цены на материал и работу в своем регионе.

Общая стоимость дома из соломенных тюков примерно такая же, как и у обычного дома. Но более качественным будет дом из соломенных тюков. Улучшение качества также происходит за счет двойных дверей, окон с изоляционным застеклением и крышей из оцинкованного железа. Все эти улучшения возможны по той же цене, что и обычный дом того же размера. Но, самое главное в том, что последующие затраты во много раз меньше, т. к. дом из соломенных тюков, как показывает вышеприведенная таблица, экономит около 90% энергии.

## Планирование материала

На один квадратный метр соломенных стен мы расчитываем по 3 -4 тюка, в зависимости от его длины. 4 тюка в Центральной Азии стоят 2 евро и плюс транспортировка. Цены отличаются в зависимости от времени года. Стоит запланировать строительство дома из соломенных тюков на то время года, когда солома имеется в больших количествах, т. е. на июль – август. Так можно проконтролировать прессование тюков, а также качество соломы. Сроки строительства очень быстрые. Слаженная команда из 4 человек за 2 – 3 дня может полностью закончить строительство дома площадью в 100 м<sup>2</sup>. Штукатурочные работы занимают больше времени, от недели до 10 дней.



# СОБСТВЕННЫЙ ВКЛАД

Многие работы при возведении дома и соломенных тюков могут быть выполнены новичками. Однако рекомендуется привлечь хотя бы одного специалиста, имеющего опыт строительства домов из соломенных тюков. Так можно избежать множества ошибок. Поэтому вопрос, выгоднее ли строить самим или привлечь компетентных специалистов, остается открытым. Опыт показывает, что зачастую добровольная работа неспециалистов обходится во много раз дороже, чем если бы эту работу выполняли профессиональные мастера.

## ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ РАЗРЕШЕНИЯ

Получить разрешение на новую строительную конструкцию довольно тяжело. При строительстве частного дома не нужно особых разрешений. Однако, для общественных зданий необходимо получение разрешения. Так как строительство из соломенных тюков в странах СНГ относительно новая методика, есть возможность согласовать с соответствующими учреждениями, нужно ли специальное разрешение. Только когда будут построены образцы, этот метод строительства, благодаря множеству преимуществ, может быть внесен в строительные нормы. Изменения, в соответствии со строительными нормами, требуют большой затраты времени, и, при определенных обстоятельствах процесс получения разрешения может длиться годами. Я надеюсь, что читателей это не остановит и не помешает им выбрать этот метод строительства, потому что, только при помощи построенных образцов он может получить распространение в будущем. Аргументов в пользу этого метода очень много, и было бы очень жаль, если бы бюрократия мешала его распространению. В Центральной Азии за 2004 – 2006 гг. мы построили 5 общественных зданий из соломенных тюков, для каждого из которых получали специальное разрешение в соответствующих инстанциях.

# СОДЕРЖАНИЕ ЗДАНИЯ

Каждое здание подлежит износу. Содержание и ремонт приобретают при этом особую ценность и охватывают: уборку, ремонтные работы и санацию. Регулярный контроль недвижимости позволяет своевременно выявить повреждения и решить их с минимальными затратами. Если же причину запустить, то маленькое повреждение может оказаться большое влияние вплоть, до полной непригодности здания. Здания из соломенных тюков следуют проверять особенно тщательно.

Вода и огонь — враги каждого дома, особенно для домов из соломенных тюков. Регулярный контроль позволит вовремя выявить повреждения. В сейсмически активных зонах, где круглый год происходят мелкие землетрясения, необходимо регулярно проверять внутреннюю штукатурку на наличие трещин, т. к. она одновременно выполняет роль паронепроницаемого слоя. Трещины на штукатурке могут привести к повреждению всего здания. Также необходимо проверять штукатурку на наличие вредителей, таких как мыши и крысы. Здесь тоже действует принцип своевременного обнаружения и устранения повреждений.

Еще раз хотел бы обратить Ваше внимание на необходимость регулярного проветривания помещений. Здание по несколько раз в день должно хорошо проветриваться, т. е. весь внутренний воздух должен меняться несколько раз в день. При этом лучше на 5 минут открыть все окна и двери и затем снова их закрыть, чем оставить открытым на целый день одно окно.

ПРИМЕРЫ ДОМОВ,  
ПОСТРОЕННЫХ  
ИЗ СОЛОМЕННЫХ  
БЛОКОВ

# ЖИЛОЙ ДОМ

Жилой дом архитектора Хервига ван Соома в Бландене, Бельгия.

С трех сторон стены из соломенных блоков, а с южной стороны деревянный фасад с большим остеклением и большим навесом, точно по принципу пассивного использования солнечной энергии. Необычным решением является разделение крыши от дома. Посредством этого появляется дополнительная площадка на крыше для проведения досуга.





# ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

[www.shouse.at](http://www.shouse.at)

S-HOUSE, Раштадт, Австрия

Здание было построено в 2006 году. Стоит на точечных фундаментах и крыша, поддерживаемая балками, является самонесущей. Очень мало остекления с северной стороны, южная сторона полностью остекленна защищается большим навесом. Дом защищен от неподы деревянной опалубкой.





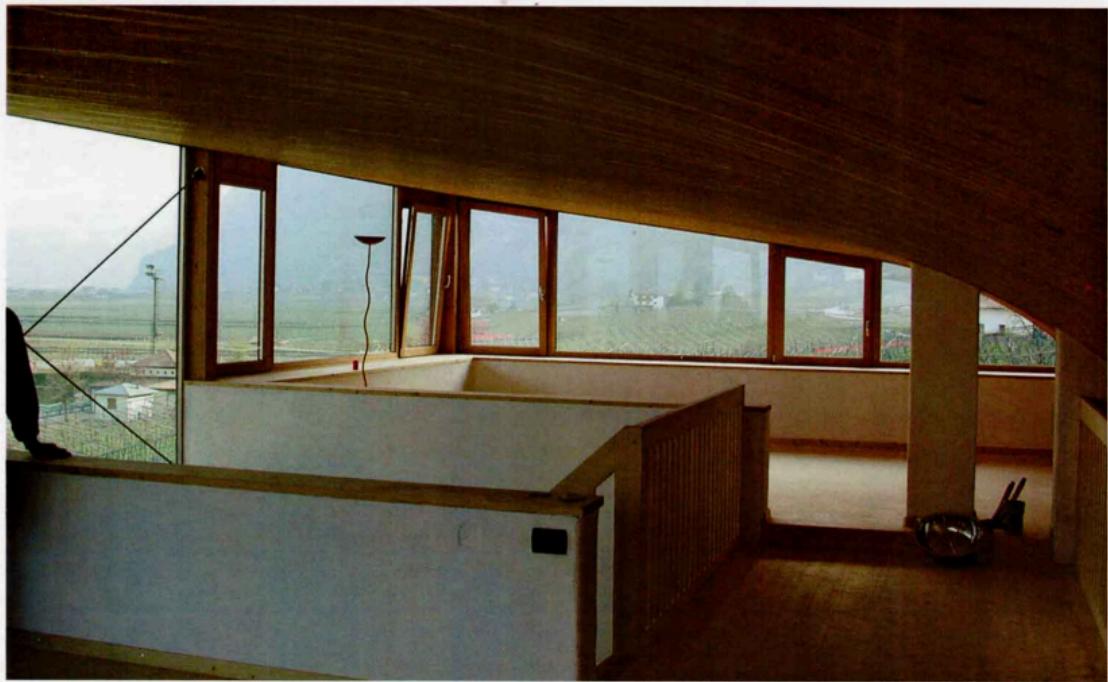


# ЖИЛОЙ ДОМ

[www.atelierwernerschmidt.ch](http://www.atelierwernerschmidt.ch)  
[www.archschwarz.com](http://www.archschwarz.com)

Куртак, Италия.

В доме Далсант стены были выполнены самонесущими стенами из соломенных блоков. Также и волнообразная крыша утеплена соломой.



# ЭЗОТЕРИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

[www.shaktihaus.de](http://www.shaktihaus.de)

Эзотерический центр на юге Германии.

Шакти-Дом используется как дом для проведения занятий по йоге и медитации. На этом примере видна способность строительства из соломы придавать необычную форму объекту. Каркас сооружения выполнен бамбуковыми стеблями и заполнен соломенными блоками.





# ЖИЛОЙ ДОМ

[www.bauatelier.at](http://www.bauatelier.at)

Винерхерберг, Австрия.

Дом на одну семью, построенный согласно критериям пассивного солнечного строительства. Большой застекленный южный фасад затеняется летом выступающей крышей. Дом поднят над уровнем земли.



# ЖИЛОЙ ДОМ

[www.atelierwernerschmidt.ch](http://www.atelierwernerschmidt.ch)

Жилой дом архитектора Шмидта в Трине, Швейцария

Поставлен на точечные фундаменты и большое остекление на юг определяет дом на пассивное применение солнечной энергии. Маленький камин для отопления во время пасмурных дней является лишь дополнением, так как он в состоянии отапливаться солнечной энергией. Стены этого дома являются несущими.





# ДЕТСКИЙ САД

[www.baubioologie.at](http://www.baubioologie.at)

Цирсдорф, Австрия

Экологично построенный детский сад  
состоит из готовых элементов (блоков).  
Окна были спроектированы согласно  
потребностям детей.







# СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ КОНСУЛЬТАЦИОННАЯ СЛУЖБА

[www.oekofacta.com](http://www.oekofacta.com)

Баткенская область, Кыргызстан.

Круглый дом, который своей формой ссылается на кыргызскую юрту. В здании располагается офис «Сельскохозяйственной консультационной службы». Практика показала, что одного маленького обогревателя 2000 Ватт хватает для отопления целого дома площадью 140 м<sup>2</sup> в течение всей зимы.



# ОБЩЕСТВЕННЫЙ ЦЕНТР

[www.oekofacta.com](http://www.oekofacta.com)

Шарди Суу, Кыргызстан.

По результатам мониторинга





# АДРЕСА В ИНТЕРНЕТЕ

Интернет — средство коммуникации, имеющее краткий век. Наша книга должна жить дольше. Поиск в Интернете мы начали поэтому с поисковой системы, охватывающей весь мир:

[www.google.com](http://www.google.com)

в которой есть множество вариантов для поиска. Больше всего мы рекомендуем поиск в картинках (по-английски: *images*, по-немецки: *bilder*). Ключевые слова звучат следующим образом:

по-русски: саманное строительство/ саманный дом / Саманные хаты / домов из самана / саманного дома / Дом из самана

по-английски: strawbale / strawbale-building / strawhomes

по-немецки: strohballenbau / strohballenhaus

Страниц на русском языке еще очень мало, так как метод строительства все еще неизвестен в этом регионе.

[www.oekofacta.com](http://www.oekofacta.com) Автор книги, Руди Кунц (русский, английский, немецкий)

Заключительные отчеты работы в Центральной Азии в рамках сотрудничества по развитию

[www.fasba.de](http://www.fasba.de) Ассоциация саманного строительства Германии (немецкий)  
Множество специализированной информации на примере Германии

[www.baubioologie.at/asbn](http://www.baubioologie.at/asbn) Австрийская сеть саманного строительства asbn (немецкий)  
Очень красивая серия фотографий со множеством информации, отчеты по экспериментам и информацией для специалистов

[www.amper.ped.muni.cz/mailman/listinfo/strawbale](http://www.amper.ped.muni.cz/mailman/listinfo/strawbale) Европейская сеть саманного строительства ESBN (английский)

[www.uni-kassel.de/fb6/minke](http://www.uni-kassel.de/fb6/minke) Экспериментальное строительство из соломы и глины (английский, немецкий)

<a href="http://www.mha-net.org/html/sblinks.htm">www.mha-net.org/html/sblinks.htm</a>	Ссылки на саманные дома в США, мало фотографий (английский)
<a href="http://www.strawbuilding.org">www.strawbuilding.org</a>	Информация Ассоциации саманного строительства Калифорнии (английский)
<a href="http://www.builderswithoutborders.org">www.builderswithoutborders.org</a>	Всемирная организация в развивающихся регионах (английский)
<a href="http://www.szalmahaz.hu">www.szalmahaz.hu</a>	Сайт по строительству из самана в Венгрии, много фотографий и примеров (английский, венгерский)
<a href="http://www.un.minsk.by/iae/mae/adaption.html">www.un.minsk.by/iae/mae/adaption.html</a>	Дома из самана в Белоруссии (английский, русский)
<a href="http://www.tuwien.ac.at/forschung/nachrichten/a-strohhaus.htm">www.tuwien.ac.at/forschung/nachrichten/a-strohhaus.htm</a>	Исследовательские отчеты: огонь/ строительная физика (немецкий)
<a href="http://www.diorama.ru/library/ww2-museum/su-country/001">www.diorama.ru/library/ww2-museum/su-country/001</a>	Строительство саманных домов в разных городах России (русский)
<a href="http://www.anastasia.ru/forums/topic_4701_0.html">www.anastasia.ru/forums/topic_4701_0.html</a>	Единственный проверенный способ научиться строительству из самана — это попробовать строить! (русский)
<a href="http://www.glinadom.ru/article/cam">www.glinadom.ru/article/cam</a>	Использование глины в строительстве (русский)
<a href="http://www.vedrussia.ru/info/dom/saman.php">www.vedrussia.ru/info/dom/saman.php</a>	Что такое саман? (русский)

## ОТЧЕТЫ ДЛЯ СКАЧИВАНИЯ

<a href="http://www.baubioologie.at/download/zertifikate/">www.baubioologie.at/download/zertifikate/</a>	Lamda, F90, b2, hausderzukunft/report/cmhc (немецкий)
<a href="http://www.strawbalefutures.org.uk">www.strawbalefutures.org.uk</a>	Интересное руководство по строительству (немецкий)



Автор: Руди Кунц, 1958 г.р., с 2002 г. живет и работает в Центральной Азии в качестве независимого консультанта для различных международных организаций в сфере энергосберегающего строительства.  
Дипломы об образовании:

- Инженер-энергетик NDS FH
- Строительная биология SIB NDS FH
- Архитектор ASST
- Менеджмент/ маркетинг BKS/VSH
- Управленческий учет BKS/VSH
- Сертификат управляющего BKS/VSH
- Торгово-экономическая школа RISHIK/VSH
- Электромонтер BIGA

## **oekofacta GmbH**

Руди Кунц

Ранкхофштрассе 26  
6006 Люцерна  
Швейцария  
[www.oekofacta.com](http://www.oekofacta.com)  
[info@oekofacta.com](mailto:info@oekofacta.com)

До того, как он посвятил себя работе по развитию в Центральной Азии, 17 лет руководил собственной архитектурной фирмой в Швейцарии, за это время было построено свыше 70 зданий по законам строительной биологии и энергетики. В новом регионе за это время также было построено 7 энергосберегающих зданий и осуществлена санация имеющихся домов, а также проведено множество обучающих курсов и семинаров. Читал доклады и лекции во многих институтах и университетах Европы и Центральной Азии.

Руководство по планированию и конструированию

Руди Кунц  
**ТЕПЛОДОМ® из соломенных блоков**

Редакторы: Руди Кунц

Перевод с немецкого: Сайкал Жунушова

Художественное оформление: Наталья Андрианова

Компьютерная вестка: Максим Нерода

Корректор: Антон Дряничкин

Подписано в печать: 19.01.2008

Формат 255 x 210 мм. Гарнитура «Franklin Gothic»

Тираж 15 экз.

Адрес электронной почты: [www.oekofacta.com](http://www.oekofacta.com)

Сайт в интернете: [info@oekofacta.com](mailto:info@oekofacta.com)

Все права на данную публикацию принадлежат GmbH ОЕКОФАСТА.

Перепечатка материалов книги «ТЕПЛОДОМ из соломенных блоков» невозможна без разрешения автора.

При цитировании ссылка на книгу «ТЕПЛОДОМ из соломенных блоков» обязательна

## СТРОИТЕЛЬСТВО ИЗ СОЛОМЫ

Книга написана с целью создания стимула к строительству из самана. В ней сделана попытка привести разумные аргументы в пользу саманного и тем самым в пользу энергосберегающего строительства в общем. Книга должна внести свой посильный вклад в развитие и распространение в русскоязычных странах строительства из местного органического строительного материала. В этих странах не очень распространена теплоизоляция домов, а качество строительства, особенно в сельской местности, оставляет желать лучшего. Данная работа должна способствовать улучшению качества строительства не только саманных домов, но и в общем повышению качества жизни.