



СТРОИТЕЛСТВО С ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ

ТРАДИЦИОННИ И СЪВРЕМЕННИ ПРАКТИКИ

СЪДЪРЖАНИЕ

I. ВЪВЕДЕНИЕ

- 1. ИСТОРИЯ 1
- 2. ПРЕИМУЩЕСТВА В СРАВНЕНИЕ С ОБИКНОВЕНО ИЗПОЛЗВАНИТЕ
ИНДУСТРИАЛНИ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ 1
- 3. НЕДОСТАТЪЦИ 3

II. СВОЙСТВА НА ЗЕМЯТА КАТО СТРОИТЕЛЕН МАТЕРИАЛ

- 1. СЪСТАВ НА ГЛИНЕСТИТЕ ПОЧВИ 4
- 2. ТЕСТОВЕ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА АНАЛИЗ НА СЪСТАВА И СВОЙСТВАТА НА
ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА. 5
- 3. ПОДОБРЯВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА ЧРЕЗ
СПЕЦИАЛНА ОБРАБОТКА ИЛИ ДОБАВКИ 7
- 4. СТАНДАРТИ И НОРМАТИВИ 8
- 5. ТОПЛОТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НЯКОИ ЕСТЕСТВЕНИ
СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ 9

III. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ В СГРАДИТЕ

- 1. ОСНОВИ 10
- 2. КАМЕННИ ЗИДОВЕ 10
- 3. СТЕНИ ОТ КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ БЛОКОВЕ 12
- 4. ПАЯНТОВИ СТЕНИ С ПЪЛНЕЖ 15
- 5. СТЕНИ, ФОРМОВАНИ ДИРЕКТНО С ВЛАЖНА ГЛИНЕСТА СМЕС 19
- 6. СТЕНИ ОТ ТРАМБОВАНА ГЛИНЕСТА ПОЧВА 22
- 7. СТЕНИ ОТ ЕДРИ БЛОКОВЕ И ПАНЕЛИ 23
- 8. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЛИНЕНИ СМЕСИ В ПОДОВИ КОНСТРУКЦИИ 23
- 9. ДОВЪРШИТЕЛНИ РАБОТИ 24
- 10. ПОКРИВИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ 26
- 11. АРКИ, СВОДОВЕ И КУПОЛИ 29
- 12. РЕСТАВРАЦИЯ НА СТАРИ СГРАДИ 33

I. ВЪВЕДЕНИЕ

1. ИСТОРИЯ

Земята е била използвана като строителен материали от всички древни култури, както за домове и укрепления, така и за религиозни сгради. Глинени строителни техники са известни повече от 9000 години. Кирпичени къщи, датиращи от 8000 до 6000 пр. н. е. са били открити в руски Туркестан (Pumpelly 1908). В Асирия са открити сгради от трамбована глина, датиращи от около. 5000 г. пр. н.е.



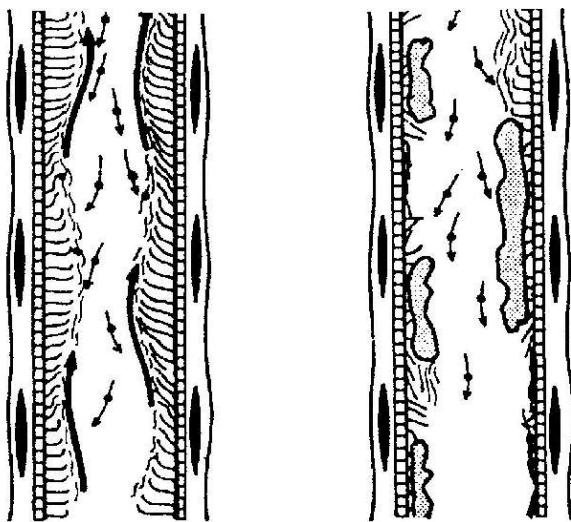
Пазарът Сирджан в Иран.

2. ПРЕИМУЩЕСТВА В СРАВНЕНИЕ С ОБИКНОВЕНО ИЗПОЛЗВАНИТЕ ИНДУСТРИАЛНИ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ:

- **Подобряване на вътрешния климат в помещенията.**

Непечената глина има способност да балансира относителната въздушна влажност, каквато не притежава никой друг строителен материал. В страните с умерен и хладен климат хората обикновено прекарват приблизително 90 % от времето си в затворени пространства. Прекалено високата или ниска температура веднага се усеща от обитателите, но отрицателното влияние на високата или ниска влажност не винаги е общоизвестно. Въздушната влажност в помещенията оказва съществено влияние върху здравето.

От изследванията на Grandjean (1972) и Becker (1986) става известно, че относителна влажност под 40 % през дълъг период време може да изсуши слизестата мембрана на трахеята. Обикновено слизестата мембрана на епителната тъкан в трахеята поглъща прах, бактерии, вируси и т.н. и ги връща към гърлото с вълнообразни движения на епителните влакна. Ако това поглъщане и системата на транспортиране са нарушени поради изсушаване, тези външни тела могат да достигнат до белите дробове и да доведе до намаляване на съпротивлението на организма към студ и свързаните с това заболявания.



Относителна влажност в диапазона от 40 % до 70 % има много положителни влияния: това намалява съдържанието на фин прах от въздуха, активизира механизмите на защита на кожата против микроби, намалява живота на много бактерии и вируси.

Относителна влажност над 70 % обикновено се усеща неприятно вероятно поради намаляването на потреблението на кислород от кръвта в топли и влажни условия. Увеличението на ревматичните заболявания се наблюдава в хладен и

влажен въздух. Гъбичните формирания значително се увеличават в закрити помещения, когато влажността се повиши над 70 % - 80 %. Гъбичните спори в големи количества могат да доведат до алергии и/или други заболявания. От тези факти следва, че нивото на относителната влажност в помещенията следва да бъде минимум 40 % и не повече от 70 %.

Глината е способна да поглъща и изпуска въздушната влага по-бързо и в по-голяма степен от всеки друг материал (например 30 пъти по-вече от печените тухли). Това качество балансира вътрешния климат в помещенията. В течение на 8 години в жилище с глинени стени в Касел (Германия) са отчетени постоянни стойности на относителна влажност от 50 % (Minke 1995).

- **Непечената глина съхранява топлината.**

Подобно на всички тежки материали глината съхранява топлината. Голямата топлинна инерция прави този материал особено подходящ в климатични зони със значително различие между дневната и нощна температура. Жилищата с дебели около 50 см стени са прохладни през лятото и топли през зимата.

- **Непечената глина икономисва енергия и намалява замърсяването на околната среда.**

Строителството с непечена глина консумира приблизително 1-2 % от енергията, необходима за производството и транспорта на печени тухли или стоманобетон.

- **Непечената глина се рециклира многократно.**

Тя може да бъде преработена по всяко време без вредни емисии и с минимален разход на енергия.

- **Използването на непечената глина икономисва транспортни разходи.**

Често глинестата почва се намира до мястото на строителство. Земните маси от изкопни работи могат да се използват непосредствено. Ако почвата не съдържа достатъчно глина, то може да се добави. Ако глината е в по-голямо количество, може да се добави пясък. Дори когато необходимата глинеста почва се транспортира от други находища, разходите са по-ниски в сравнение с доставянето на индустриални строителни материали.

- **Непечената глина е идеална за самостроителство.**

Обикновено методите за строителство с непечена глина са нискотехнологични и могат да се изпълняват от непрофесионалисти без да са необходими скъпи инструменти и машини. Достатъчен е само един човек с опит, който може да управлява процеса. Способът е трудоемък, но когато се използва собствен труд, този факт не е от първостепенно значение.

- **Непечената глина съхранява дървесината и други органични строителни материали.**

Непечената глина съхранява дървените елементи, които се намират в контакт с нея. Това е следствие от ниската влажност от 0,4 % до 6 % и високата капилярност на

материала. Обикновено никакви гъбички и насекоми не унищожават такава дървесина. За да живеят, насекомите се нуждаят от 14 % до 18 % влажност, а гъбичките - над 20 %. (Muhler 1978). Така непечената глина може да съхранява и малки количества слама, смесени с нея. Това е познат от древността начин за дисперсно армиране.

- **Защита от високочестотни електромагнитни излъчвания**

Измерванията направени в Университета на Федералните въоръжените сили в Мюнхен показват, че стена от глинеста почва с дебелина 24 см намалява с 24 db (децибела) излъчването на честоти от 2 гигахерца (на която работят мобилните телефони). Стена със същата дебелина от варовик поглъща само 7 db.

3. НЕДОСТАТЪЦИ

- **Глинестата почва е много труден за стандартизиране материал.**

Това се дължи на многото възможни комбинации на различни видове глина и пясък в отделните находища.

- **Глинестите почви се свиват при сушене.**

Поради изпаряване на водата, използвана за подготовка на сместа, се появяват пукнатини. Влагата е необходима за активиране на свързващата сила и постигане на пластичност. Коефициентът на линейно свиване е обикновено между 3% и 12% при мокри смеси (използвани за кирпич, мазилки и разтвор за зидане), и между 0,4% и 2% при сухи смеси (използвани за трамбована земя и пресовани блокове). Свиването може да бъде сведено до минимум при намаляване съдържанието на глина и вода, чрез оптимизиране на разпределението на размерите на зърната, както и с помощта на добавки.

- **Глинестата почва не е водоустойчива.**

Глинеста почва трябва да бъде защитена от дъжд и замръзване, особено в мокро състояние. Стените от кал могат да бъдат защитени от големи стрехи или подходящи повърхностни покрития.

II. СВОЙСТВА НА ЗЕМЯТА КАТО СТРОИТЕЛЕН МАТЕРИАЛ

Терминът “глинено строителство” е неточен. Глината е основната съставка на строителната смес, която съдържа още и пясък, чакъл, тиня и други добавки. В световната практика се е наложил терминът *Earth* (земя). Предлагам в нашата практика тази строителна смес да наричаме *глинеста почва*. Подобно на цимент в бетона, глина действа като свързващо вещество за всички по-големи частици. Тинята, пясъка и чакъла представляват пълнители в глинестата почва. В зависимост от това коя от трите компоненти преобладава, говорим за глинеста, тинеста или глинесто-песъчлива почви.

Подходящи за строителство са глинести почви, в които отделните съставки варират в следните граници:

Глина (с диаметър по-малък от 0.002 мм) -	10-25 %
Тиня (с диаметър между 0,002 и 0,06 мм) –	15-30 %
Пясък (между 0,06 и 2 мм) и чакъл (между 2 и 6 мм) –	45-75 %

1. СЪСТАВ НА ГЛИНЕСТИТЕ ПОЧВИ

Глина

Глината е вторичен продукт, образувал се в резултат на скална ерозия, в чийто състав влизат основно дребно смляни алуминиеви силикати. В сухо състояние е прахообразна и добива консистенция подобна на пластелин при овлажняване.

Има различни класификации на видовете глина, но за целите на строителството приемам следните групи:

- Каолини- каолинит и халоизит. Стабилни глини. Каолинитът е най-често срещан.
- Сметити- Нестабилни глини. Най-често стещани са монтморилонита и бентонита. Силно набъбващи при мокрене и са водонепропускливи. С тях могат да се посигнат високи якости, но не са преспочитани от строителите заради голямото свиване при съхнене.
- Илити- огнеупорни глини, които се срещат рядко.

Обикновено глината представлява смес от различни видове, както и примеси от други минерали. Това обуславя и различните цветове. Например примесите на желязните съединения придават червен или жълт цвят. Мангановите съединения придават кафяв цвят, варовик и магнезий – бял цвят, докато органичните вещества дават наситено кафяв или черен цвят.

Тиня, пясък и чакъл

Свойствата на тинята, пясъка и чакъла са напълно различни от тези на глината. Те са просто агрегати, които нямат свързващо действие. Пясъкът с остри ръбове е за предпочитане. Той създава по-здрави връзки от този със заоблени ръбове. Точното разпределението на размера на частиците в глинестата почва може да се извърши в лабораторни условия чрез пресяване през сита. Този тест се нарича зърнометричен анализ.

Вода

Водата активира свързващите сили на глинестата почва. Освен свободна вода, има три различни вида вода в глинестата почва: кристализирана вода (структурна вода), абсорбирана вода, и капилярна вода. Кристализираната вода е химически обвързана и може да се открие само ако глинестата почва е загрята до температура между 400 ° C и 900°C. Абсорбирана вода е електрически обвързана с глинестите минерали.

Капилярната вода прониква в порите на материала по капилярен път. Абсорбираната и капилярната вода се освобождава, когато сместа се нагрява до 105°C. Ако суха глина се намокри, тя се подува, защото водата се промъква между ламелната структура и обвива ламелите с тънък воден филм. Когато тази вода се изпарява, разстоянието между ламелите се намалява. Самите ламели се организират в паралелна структура, поради силите на електрическото привличане. По този начин глината придобива свързващо действие без да се променя химическия състав.

Плътност

Прясно разкопана почва е с плътност от 1000 до 1500 kg/m³. Ако тази земя се уплътни чрез трамбоване или пресоване, нейната плътност варира от 1700 до 2200 kg/m³ (или повече, ако тя съдържа значителни количества чакъл или по-големи агрегати).

Якост

В таблицата са дадени тестове и норми за основните якостни показатели в различни страни:

показател	НИСИ-София	Ню Мексико	Laboratoire GéoMatériaux Франция	Германия standard DIN 18954	Перу
Якост на натиск кг/кв.см	20 при 1600кг/м ³	21,1	20	20 при 1600кг/м ³ 30 при 1900кг/м ³ 40 при 2200кг/м ³	12
Якост на опън при огъване кг/кв.см	5	3,5	1,7	4-6	

2. ТЕСТОВЕ, ИЗПОЛЗВАНИ ЗА АНАЛИЗ НА СЪСТАВА И СВОЙСТВАТА НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА.

Ще се ограничим само с прости полеви тестове, които не са много точни, но могат да дадат достатъчно добра първоначална оценка за изследвания материал.

Тест за мирис. Чистата глинеста почва е без мирис, но тя придобива миризма на мухъл, ако съдържа хумус или органична материя.

Тест за измиване. Влажна почвена проба се втрива между ръце. Ако зърната могат да се усещат отчетливо, това показва пясъчливост на почвата. Ако пробата е лепкава, но ръцете остават чисти в сухо състояние, това показва тинестата почва. Ако пробата е лепкава и е необходима вода за почистване на ръцете, това показва глинестата почва.

Седиментен тест. Стъклен буркан се пълни 2/3 с почва, долива се до горе с вода и се разбърква. Може да се добави една чаена лъжичка готварска сол. След разкисване на почвата (около 30 минути) съдът се разклаща и се оставя за утаяване за 4-8 часа. Най-едрите частици се утаяват най-бързо на дъното, най-фините последни остават на повърхността. Глината е най-горе. По средата е тинята. Пясъкът и чакъла са на дъното. Тази стратификация позволява да бъде направена оценка за съотношението на съставките. На снимката се наблюдава следния състав.



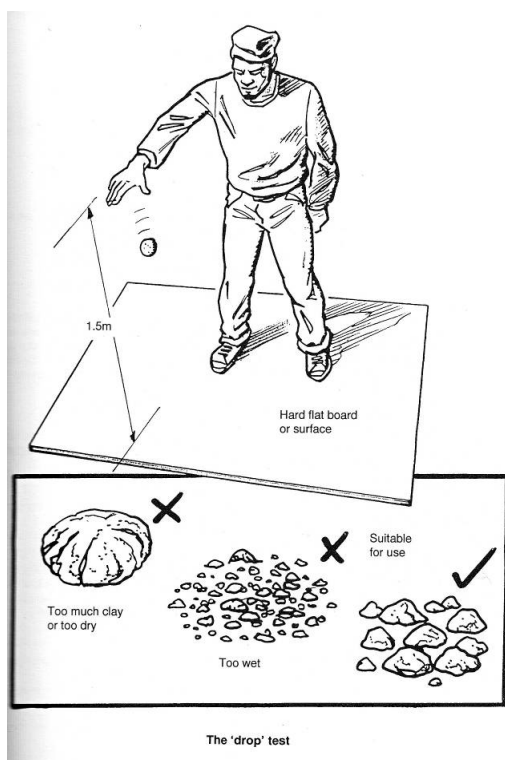
ГЛИНА 15%

ТИНЯ 35%

ПЯСЪК И ЧАКЪЛ 50%

Въпреки, че този тест се препоръчва от всички автори, не бива да му се доверяваме напълно. Проби, направени в Университета в Касел, Германия, показват понякога големи отклонения и грешки до 1750%.

Полеви тест за определяне на оптималното водно съдържание при трамбоване или пресоване на глинестата почва.



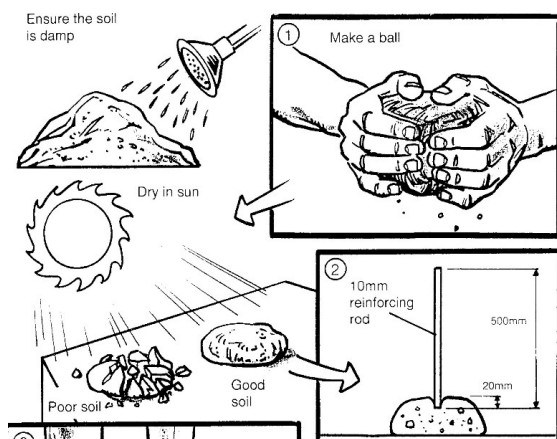
Топка с диаметър 4 см и с много ниско водно съдържание се пуска от 1,5 м върху равна чиста повърхност.

- Ако топката остава цяла – съдържа много глина (над 25%) или е суха.
- Ако топката се разпръсква на много малки части – голямо водно съдържание или е пясъклива
- Ако топката се рачупи на няколко части – подходяща е за употреба

Забележка: При стабилизиране с цимент е необходимо 10% повече вода.

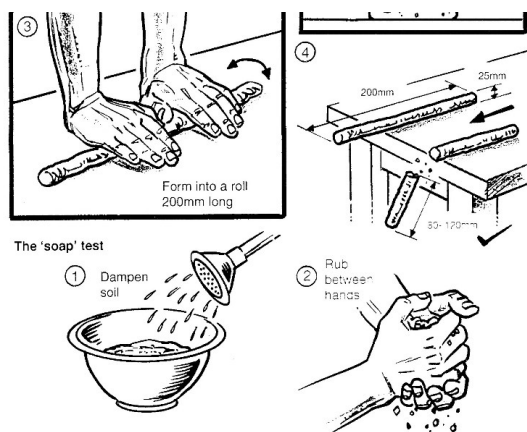


Полеви тест за определяне на оптималното водно съдържание при направа на кирпич.



Чрез бавно добавяне на вода се приготвя топка от глинестата смес с диаметър около 10 см. Топката се поставя върху твърда равна повърхност. Върху нея без натиск се поставя пръчка от арматурно желязо с диаметър 10 мм и дължина 50 см. Ако пръчката потъне 20 мм, то водното съдържание е подходящо за направа на кирпич.

Полеви тест за оценка състава на почвата.



Върху гладка повърхност с ръце се приготвя руло с диаметър 2,5 см и дължина около 20 см. Рулото се поставя върху маса и внимателно се избутва извън ръба до неговото прекъсване. Ако отчупеното парче е с дължина под 8 см, то глинестата смес е много постна и следва да се добави глина. Ако дължината е над 12 см, то съдържанието на глина е високо и следва да се добави пясък. (ЖК)

3. ПОДОБРЯВАНЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИТЕ НА ГЛИНЕСТАТА ПОЧВА ЧРЕЗ СПЕЦИАЛНА ОБРАБОТКА ИЛИ ДОБАВКИ

Добавяне на пясък или по-големи агрегати.

Ако съдържанието на глина в почвата е над 20-25% , то свиването при съхнене ще е голямо и ще доведе до напукване. Относителното съдържание на глина може да се намали чрез добавяне на пясък. Често това се налага при направа на мазилки или подови замазки. При глинестата почва с добавен до 80% пясък (с диаметър от 0,25 до 1 мм) свиването може да се намали до 0,1%. При тинестата почва следва да се добавя по-едър пясък (1-2 мм в диаметър). (ГМ) При някои строителни техники като коб или трамбивана глина може да се добавя и чакъл.

Добавки за намаляване на водното съдържание. В керамичната промишленост за постигане на пластичност с минимално количество вода се добавят водно стъкло $9\text{Na}_2\text{O} \cdot 3-4 \text{SiO}_2$ и сода (Na_2CO_3). Опитът на Университета в Касел показва, че за строителни цели тези добавки дават малък ефект. Добавянето на суроватка е успешно. (ГМ)

Добавяне на влакна. Влакната от растителен и животински произход служат за дисперсно армиране на материала. У нас традиционно се използва смяна слама. Възможно е използването на сено, паздер (отпадък от производството на лен), борови иглички, коноп, памук, животински чоп и др. Чрез добавяне на влакна се намалява

свиването на глинестата почва. Освен че служат за армиране, те намаляват и относителното съдържание на глина и вода, защото определено количество влага се абсорбира в порите на влакната. Видът на добавените влакна влияе по различен начин на якостните показатели. Тези показатели намаляват при използване на слама и коноп. Опити, направени в Университета Саитама, Япония, са дали най-добри резултати при използване на юта. Тестове, с добавяне на ленени влакна (пуздер), проведени в НИСИ София, показаха двойно повишаване на якостите на натиск и опън при огъване.

Стабилизиране от водна ерозия и мръзнене. Като цяло, ако стените са защитени с подходящи стрехи или обшивки, не е необходимо тяхното стабилизиране. Ако обаче те частично са изложени на дъжд или остават незащитени по време на строителството, то може да се наложи добавяне на стабилизатори. От минералните стабилизатори се използват цимент и вар. Циментът действа като стабилизатор против вода, особено при почви с ниско съдържание на глина. При каолиновите глинени може да се използва от 4-8% цимент. Колкото по-високо е съдържанието на глина толкова повече цимент ще е необходим. Монтмориленитовите глинени се стабилизират по-добре с вар. Стабилизаторът с вар е трудно, защото трябва да се създадат условия за бавно съхнене (до 4 седмици). При каолиновите глинени вярта има обратен ефект и следва да се избягва.

От органичните стабилизатори най-използван е битумът. Във Вавилон е бил използван за стабилизиране на кирпичени тухли. Днес в Ню Мексико, САЩ масово се използва 3-6% емулгиран воден разтвор на битум.

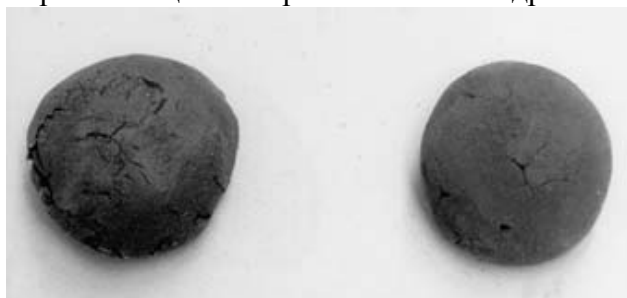
В миналото за стабилизиране са използвани продукти от животински произход като кръв, урина, оборски тор, суроватка и казеин. У нас оборският тор има доказан ефект. Торът предварително се смесва с вода и се оставя да ферментира за 1-4 дни. “Джет” тест (с водна струя) на глинени мазилки, проведен в Германия, показва че обикновена глинена мазилка ерозира след четири минути, докато мазилка с 3,6% кравешка тор- след 4 часа. (GM)

Стените могат да се боядисат с вар. Приготвя се разрежено варово мляко, което се нанася с четка (баданарка). За вътрешни стени са необходими минимум 3 нанасяния, а за външни – 5. Вярта попива и при калцирането си образува тънка кора, която предпазва стената.

За повърхностна обработка на мазилка и глинени под успешно се прилага вакса от пчелен восък, разтворен в боров терпентин.

В някои страни се използват и стабилизатори от растителен произход, като растителни сокове, съдържащи мазна и латекс, извлечени от растения като сезал, агаве, банани и др. Много добър стабилизатор е двойно превареното ленено масло. Използват се също така нишесте и меласа с добавяне на малко вар.

Смесване и втвърдяване. Тези процеси са от особена важност. В зависимост от начина на приготвяне една и съща смес може да има различни свойства и здравина. Оптималното време за разбъркване може да се определи по емпиричен път. Тестът показва две топки с диаметър 5 см, смесени с миксер от една и съща глинеста почва и пуснати от 2 м височина. Лявата топка е бъкана в продължение на 2 минути, а дясната – 10 минути и показва по-малко деформации. Това не означава, че колкото по-голямо е времето за приготвяне, толкова резултатът се подобрява. Обратно, след 20 минути бъркане същия материал е намалил здравината си с 11%. (GM)



За получаване на добра смес е необходимо слой 25-40 см от изкопаната почва да се положи в контейнер или трап и да се накисне добре с вода за 2-4 дни. Отлежаването, наричано още “втасване” значително подобрява качеството. Този феномен вероятно се дължи на електрохимичното привличане между различните глинести минерали, в резултат на което частиците оформят по-компактен и подреден модел. Получената мека маса след това може лесно да се разбърка и смеси с необходимите добавки. Ако се добавят груби агрегати като пясък и чакъл, те се мокрят предварително.

Погрешно се счита, че съхненето трябва да става на слънце. Бързото съхнене води до повърхностен стрес на материала и появата на пукнатини и шупли. Добре е през първите дни съхненето да става на сенчесто и тихо място.

Подобряване на топлоизолационните свойства. За подобряване на топлоизолационните качества могат да се добавят слама, тръстика, перлит, керамзит, пемза, миди, дървени стърготини, корк и дуги леки и порьозни материали.

4. СТАНДАРТИ И НОРМАТИВИ

Интересът към строителство с глинести почви се възражда от преди около 30 години. През последните десет години се отбелязва съществен ръст, породен от нарастващия интерес за устойчиво развитие. В световен мащаб все още съществува дефицит на стандарти и норми, които да регламентират този вид строителство. Малко страни могат да се похвалят с постижения в тази област. Сега съществуват общо 25 стандарта в 14 страни. Национални стандарти са приети в: САЩ (Ню Мексико и Калифорния), Нова Зеландия, Франция, Перу, Индия, Нигерия, Шри Ланка, Чили и Германия. Според мен, най-задълбочено към проблема се подхожда в Германия, където през 1999 бе разработен стандартът “Lehmbau Regeln”. През 2012 предстои приемането на DIN стандарти за индустриално производство на глинести блокове, разтвори и мазилки.

Липсата на стандарти в много страни (между които и България) пречи за комерсиалното приложение на глинестите почви в строителството, въпреки съществуващите богати традиции. Малкото направено у нас се дължи на група ентузиаста, които през последното десетилетие успяха да реализират няколко сгради. За радост обаче, макар и ограничено по обем, това строителство у нас е на много високо световно ниво. Единствения легален подход за “глинено” строителство на сгради в България е използването на паянтова конструкция, в която глинестата почва да няма носеща функция.

5. ТОПЛОТЕХНИЧЕСКИ ХАРАКТЕРИСТИКИ НА НЯКОИ ЕСТЕСТВЕНИ СТРОИТЕЛНИ МАТЕРИАЛИ

Материали за стени

материал	Кг/м ³	λ W/m	m
Строителна глина	1 900	1.02	10
Варосване с гасена вар	1 800	0,87	15/35
Смес от глина и слама	1 600	0,73	8
Глинена мазилка	1 500	0,66	8
Лека мазилка	1 000	0,35	5
Лек кирпич	1 200	0,47	6
Лек кирпич	700 (750)	0,21 (0,23)	4 (4)
Валци от глина с дълга слама	800	0,25	4
Пана от стърготини	360	0,090	2/5
Пана от стърготини	200	0,048	5
Рогозки от тръстика 5 см.	225	0,056	2

Материали за подове

материал	Кг/м3	λ W/m	m
Строителна глина	1 900	1.02	10
Пясъчно-глинена посипка	1 900	1.02	10
Посипка от глина и пемза	1 400	0,59	7
Посипка от лека глина и пемза	900	0,30	5
Дървени стърготини и лека глина	600	0,17	3

Материали за покриви

материал	Кг/м3	λ W/m	m
Тръстика	130	0,072	2

30 см тръстика – от 0.20 до 0.29 W/m²K

30 см дълга слама – 0.23 W/m²K

[Source: Based on conductivities from CIBSE Guide A3]

III. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ В СГРАДИТЕ

1. ОСНОВИ.

Традиционно в миналото основите на сградите са изпълнявани от каменна зидария. Сухата каменна зидария е използвана най-често. Действащите сега строителни норми изискват използване на свързващ разтвор.

Естествените камъни имат относителна плътностот 2000 до 3200 кг/куб.м. Якостта им на натиск е различна в зависимост от вида - от 150 до 2000 кг/кв.см. Якостта им на опън е малка и затова те не трябва да се натоварват на опън и огъване.

Общи правила

- Камъните да се поставят на своето естествено легло, като лежащите фуги да бъдат по възможност перпендикулярни на действащите сили, най-често хоризонтални.

- Дължината на отделните камъни да е не по-малка от височината и да не я надвишава повече от 4 -5 пъти.

- Превръзката да се осъществява през цялата дебелина на зида.

- Допирните фуги, най-често вертикални да не съвпадат една с друга.

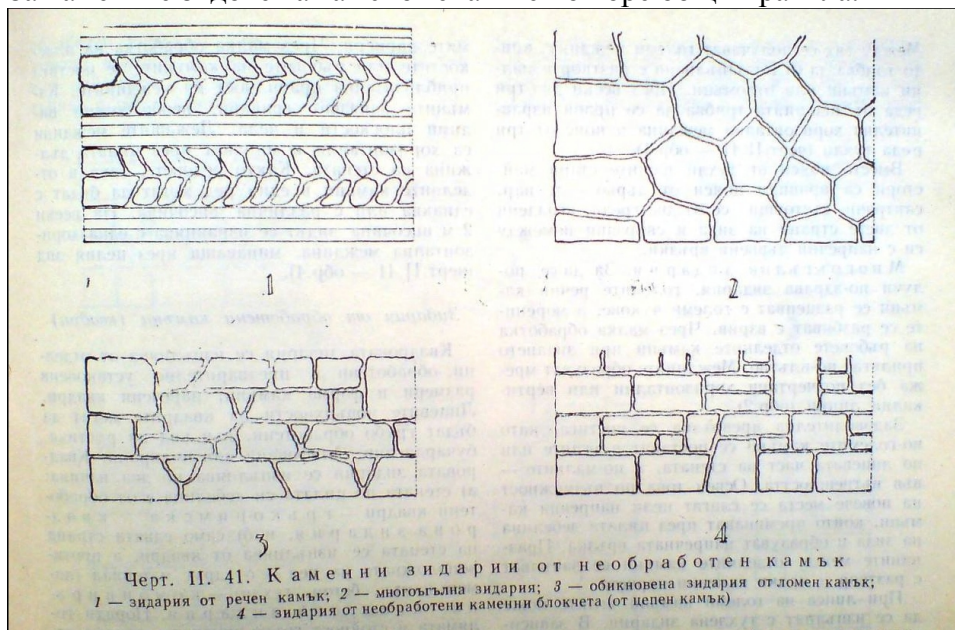
- При зидането надлъжните и напречните редове да се редуват или в един ред след два надлъжни да следва един напречно поставен камък .

- Вътрешните празнини, когато не могат да се избегнат, да се запълват с малки камъни и разтвор.

- Фугите по видимите плоскости се фугират с разтвор

2. КАМЕННИ ЗИДОВЕ

За камените зидове важат споменатите по-горе общи правила.



Видове зидарии

- **Зидария от речни камъни.** Речните камъни и изобщо заоблените камъни не са подходящи за здрава зидария. Между тях се получават големи междини. Препоръчва се през всеки два три реда да се прави изравнителни пояси от три реда тухли и ли пояси от дърво (сантрачи).

- **Многоъгълна зидария.** Големите речни камъни се разцепват с чук и при малка обработка на ръбовете те прилагат по-плътно. Фугите образуват мрежа без подчертани хоризонтални и вертикални фуги. По-големите камъни се поставят в ъглите. При липса на големи камъни ъглите може да се изпълнят от тухлена зидария.

- **Зидария от необработени ломени камъни.** Те имат по-големи плоскости с тях може да се постигне по-добра превръзка. Хоризонталните фуги минават по цялата дължина на стената.

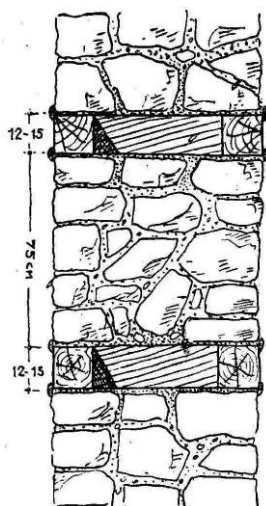
- **Зидария от частично обработени камъни.** Такава зидария се прави от блокчета, добити чрез цепене или груба обработка на ломени камъни в приблизително правилна форма.

- **Комбинирана зидария** . Едновременно от външната страна се зида с камък а от вътре с тухла.

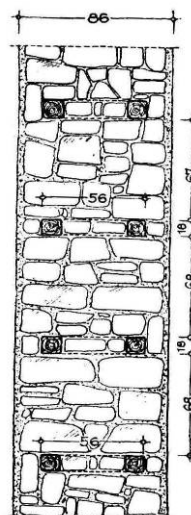
- **Квадрова зидария**

- **Смесена зидария (опус микстум) (ЧА)**

Каменната зидария има слаба устойчивост на земетръс. Използването на пояси от бетон, тухла или дърво е задължително. Качеството на превръзките и обработване на фугите в зидарията е от първостепенна важност. При реконструкция на стари съществуващи сгради да се потърси помощ от специалист за противоземетръсно укрепване.



Видими дървени пояси (*кушащи* или *сантрачи*), в каменна зидария, обшити отвън с дъсчени первази.



Скрити дървени пояси (къщата на х. Иванчоолу от 1854 в Пловдив разрушена)



3. СТЕНИ ОТ КИРПИЧ И ПРЕСОВАНИ БЛОКОВЕ

Строителството на къщи с носещи зидове от кирпич се среща почти навсякъде у нас. Най-разпространено е в Добруджа, Дунавската равнина, Подбалканските полета, Източните Родопи и др. Не е много известен фактът, че в някои райони има много добре запазени кирпичени къщи, при които основните носещи зидове с дебелина около 50 см са направени от непечени тухли (смес от пясъчна глина и смляна слама). Около Казанлък и Карлово такива къщи се строят до преди 50 години. Отвън те са измазани с хоросан и на практика не могат да бъдат различени от останалото масивно строителство.



В село Тъжа, Казанлъшко, например, такива “нови” кирпичени къщи изглеждат в по-добро състояние и показват по-добри топлоизолационни качества от масивните си съседи, изградени от бетон и тухли.



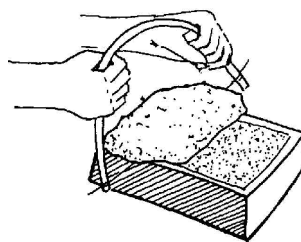
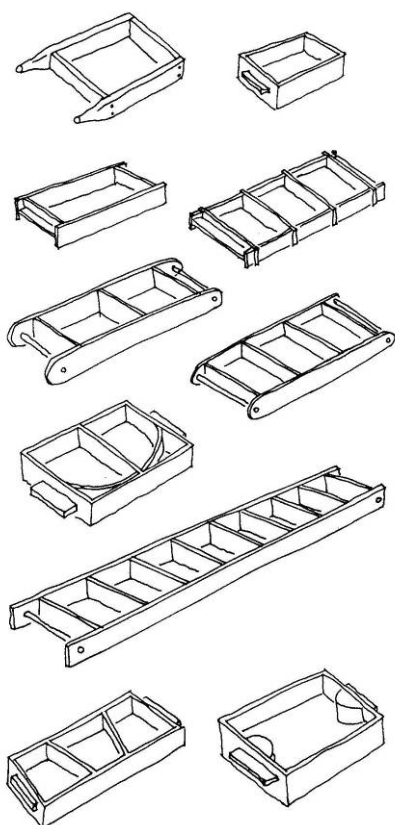
Макар и рядко, кирпичената къща достига до два етажа. В района на Ивайловград, в селата Одринци и Мандрица, този тип къща се оказва най-добра за местния поминък – бубарството. Дебелите кирпичени стени осигуряват оптимален микроклимат за копринените буби. За укрепване им се използват кушаци, както при каменна зидария.

“Кирпич” наричаме непечени тухли от глинеста почва, ръчно формовани в калъпи. Размерите най-често са като на печените тухли. Кирпич с големи размери (20/40/15) наричан “чамур” е използван в Добруджа.



Чамурена къща в с. Йовково, Добруджа.

Калъпите обикновено са дървени, за една или няколко тухли. Съществуват два основни начина за формоване.



При първия се използва калъп с дъно, който се пълни на работна маса, след което се занася и обръща на мястото за съхнене.



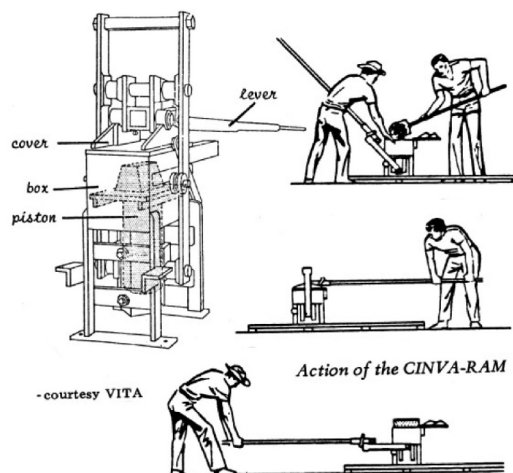
Във втория случай калъпи без дъно се пълнят на земята, след което се повдигат веднага. Ако калъпите се вдигнат на следващия ден, може да се използва попластична смес и да се получи кирпич с по-правилна форма и ръбове.

Призводителността на един човек достига до 300 броя за един ден.



Кирпич се произвежда и индустриално. Най-голямата фабрика в Ню Мексико, САЩ, произвежда на ден по 24 000 блока, достатъчни за построяването на 4 къщи. В зависимост от формата и начина на стабилизиране, цената на един брой е от \$1,0 до \$1,50.

Пресованите блокове се произвеждат с ръчни или механизирани преси. Формоването под налягане позволява използване на глинеста смес с по-малка влажност (15%) и дава идеално правилна форма и гладки повърхности.



Производителността на ръчната преса е ниска – до 150 блока на ден за човек.

Обикновено екипът се състои от 3 до 5 човека.

На снимката е показана най-известната в света преса CINVA Ram, разработена в Колумбия от чилийския инженер Рамирес.

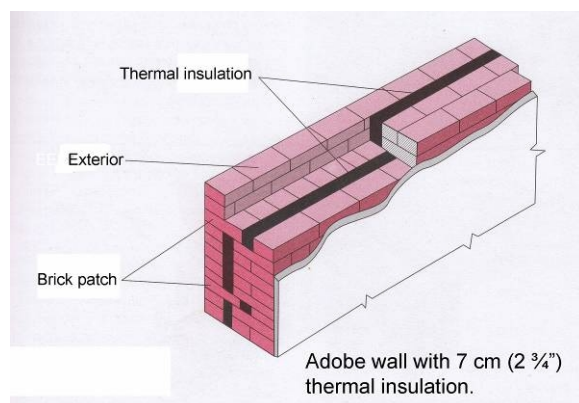
<http://www.youtube.com/watch?v=RRtn0xsa3CM&NR=1&feature=endscreen>



Механичните преси имат производителност около 960 блока на час.
http://www.aectceb.com/5000series_video.html

При процеса на съхнене, който продължава до 2 седмици, кирпичът и пресованите блокове се подреждат странично и се предпазват от слънце и дъжд. Кирпичът се обръща странично на втория ден и ако е необходимо, страната на която е лежал се почиства със шпакла от полепнал пясък.

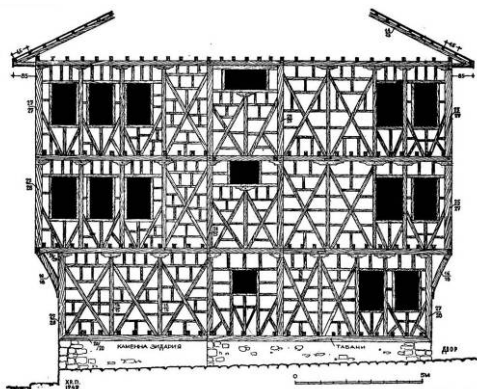
Зидането се извършва с разтвор от същия материал. Най-често се прилагат тухлените превръзки, използвани при зидарии с печени тухли.



За подобряване на топлоизолационните характеристики на зида, може да се остави кухина, запълнена с перлит или друг материал.

4. ПАЯНТОВИ СТЕНИ С ПЪЛНЕЖ

Паянтовият градеж е съставна конструкция, образувана от три елемента – дървен скелет, пълнеж и мазилка. Той се оказал достатъчно здрав и устойчив на атмосферните влияния и чести земетръси. Достъпните материали давали възможност за бърз и сравнително евтин строеж. Поради това, че паянтовият градеж е лек, той се оказал извънредно подходящ за направа на издатини, еркери, балкони, стрехи, висящи конструкции и др. Благодарение на тези си качества и преимущества паянтовата къща добива широко разпространение на Балканите, които тогава са твърде богати с гори.



Дървеният скелет образува гръбнака на паянтовата стена и се сглобява по определен шаблон. Състои се от два вида греди: главни (носеци) и второстепенни (разпределителни). Главните греди са конструктивни. Те имат носеща функция и се състоят от хоризонтални греди (*табани*), вертикални греди (*диреци*, *мертеци*) и наклонени греди (*паянти*).

По арх. Хр. Пеев – Судии върху българската възрожденска архиекура.

Свързването на съставните елементи на дървения скелет може да стане с метални планки или сглобки. Направата на сглобки е за предпочитане, макар че е трудоемък процес, за който са необходими специални познания и умения. Днес в някой страни конструкцията се произвежда и прогонва в заводски условия. Сглобяването на отделните стени може да стане както в цеха, така и на мястото на строителство. В Германия са особено ценени нови къщи, за направата на които е използван дървен материал от стари сгради.



Видове пълнежи за паянтовата конструкция:

плетарка, чат, уплет, плетак, чатмен (в Югозападна България), когато полетата между гредите се изпълват с плет и омазват от двете страни с глина, размесена със слама. При плетенето на хоризонталните пръти е необходимо между тях да се остави разстояние 1-2 см, за да може пълнежът да проникне добре. Консистенцията на сместа може да се провери, като топка с диаметър 10 см се пусне от 1 м върху равна повърхност. Ако образувалят се диск е с диаметър 13-14 см, сместа е добра.

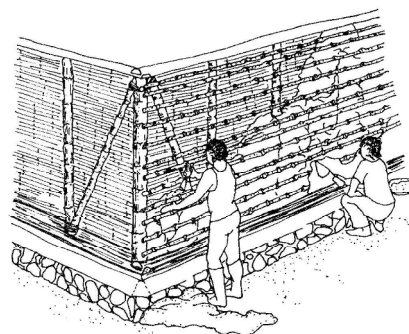
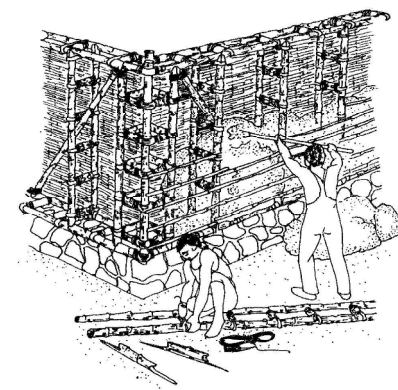
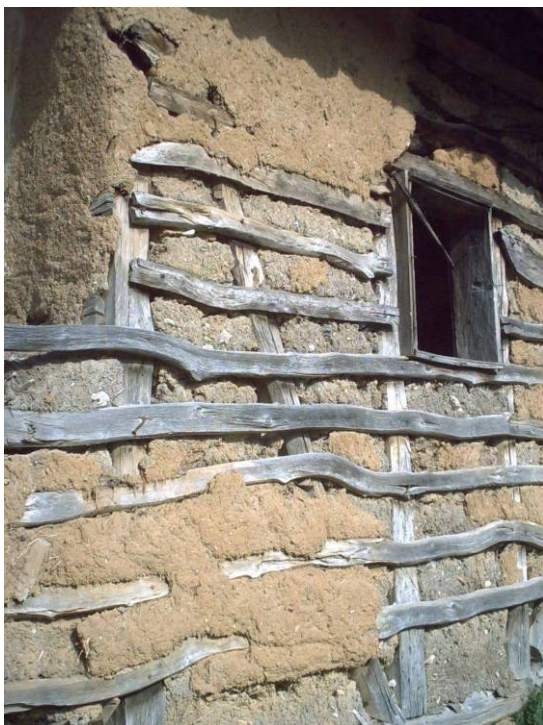


Снимки Стефан Шишков

“долма”, когато полета се изпълват с глинени кирпичи. У нас долмата започва да измества плетарката през втората четвърт на 19ти век. Използвани са тънки кирпичи с дебелина 2,5-3,5 см , дължина 22-26 см и ширина 11-15 см. Зидани са на глинен разтвор и рядко на варопясъчен. (ЧА).



“баскии”, чит (в Родопите), когато скелетът на сградата се обкове от двете страни с дървени пръти, след което се измазва с глина и плява. В някои области на Родопите вместо мазилка се прави хоризонтална или вертикална обшивка с дъски (ЧА).



Черноморска къща Пълнеж от камъни

Пълнеж с лека глинена смес. Чрез добавяне на слама или минерални порести и леки агрегати (перлит, пемза и др.) може да се получи глинеста смес с обемно тегло до 1200 кг/м³. Има световен дебат кой вид слама е най-подходящ. Ечемичената слама е по-мека и се препоръчва за мазилки. За пълнеж е подходяща слама с твърди стъбла,

които не се деформират лесно и запазват въздуха в себе си. Предимствата на пълнеж с лека глинеста смес са подобряване на топлоизолацията и олекотяване на конструкцията. Използването на слама има някои съществени недостатъци: поява на мухъл и гъбички по времето на съхненето, което продължава няколко месеца; отваряне на фуги между пълнежа и конструкцията; четири пъти по-ниска производителност в сравнение с тухлената зидария (при 30 см дебела стена е около 6 часа / м² или 20 ч / м³). (GM)



За приготвяне на сместа се използва почва с по-високо съдържание на глина. Не бива да се допуска обемно тегло под 600 кг/м³. Сместа се полага чрез набиване в кофраж или нанаяне на ръка на слоеве с височина 10-20 см. Поради склонност към утаяване могат да се появят неуплътнени части, които трябва да се запълнят допълнително.

Рецепта за приготвяне на смес с тегло 1300 кг/м³, коефициент на топлопроводимост 0.53 W/mK: 10 части слама, 2 части суха глинеста почва и 1 част вода. (GM)

“чорапи”. Тази атрактивна техника е разработена от проф. Арх. Г. Минке през 1992 г.



Еластични памучни “чорапи” се пълнят с лека минерална глинеста смес. Като правило на ден се полагат 3-5 реда. Преди полагане формите се загладят с ръка, за да

може част от сместа да проникне през тъкът и послужи за залепване. След частично изсъхване повърхността може да се обработи с мокра четка.(GM)

“ Глинести самуни Дюне”. Тази техника е пренесена от Северна Африка в Германия от немския мисионер Густав фон Боделшвинг. За пръв път е приложена в малкия град Дюне, от където идва името и. Мокри самуни от глинестата почва се полагат без свързващ разтвор. За по-добро свързване на мазилката се формират конични дупки.



На ден се полагат 3-5 реда. След изсъхване се нанасят няколко слоя варова мазилка. Между 1925 и 1930 година са реализирани 300 социални жилища, в строежа на които са участвали целите семейства. (GM)

“Валци”. У нас тази техника е използвана при направа на подове от гредоред. В Германия и Франция обаче валци от дълга слама и глинестата почва се прилагани като пълнеж за паянтови градеж.



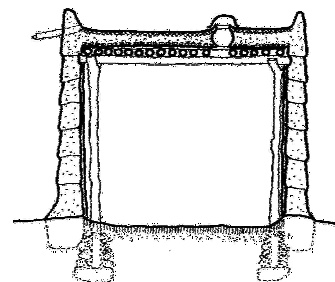
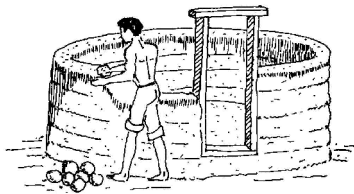
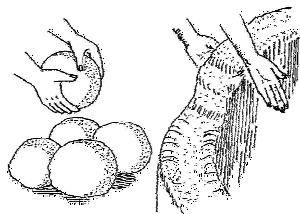
При правоъгълни полета тази техника е помалко трудоемка в сравнение с плетарката.

5. СТЕНИ, ФОРМОВАНИ ДИРЕКТНО С ВЛАЖНА ГЛИНЕСТА СМЕС

За разлика от други строителни материали, глинестата почва във влажно състояние може да се формира във всякакви форми. Тази строителна техника е широко разпространена в Африка и Азия, известна е също в Европа и Америка. Тъй като почти не са необходими инструменти, това е най-простата и най-примитивна техника. Подготвената смес е използва директно (без междинни продукти или междинни процеси). Недостатъкът е, че дори постно-глинестата почва със само 10% до 15% глина показва линейно свиване при сушене от 3% до 6%. Дебела глинеста почва с високо съдържание на глина дори може да има коефициента на линейно свиване над 10%.

В Индия и до днес се използва проста техника, при която почвата се разкопава с мотика и се омесва с вода. Сместа се нанася с ръка на тънки слоеве 2-4 см. Поради бързото съхнене на силното слънце, стената се изгражда непрекъснато.

В Гана се използва друга техника, при която глинестата почва се омесва на топки, които чрез натискане и мачкане формират стени с кръгъл план. След изсъхване, стената се измазва.



Тази техника е известна на други места. В Германия е наричана Wellerbau. В Йемен, където се прилага при многоетажни сгради, се добавя слама и се нарича *забур*. В Англия се използва названието *коб*, което се наложило като световен термин. Описана е по следния начин:



Един мъж стои с тризъба вила на цокъла на стената, вторият човек оформя буци по-голями от два юмука. Вторият човек след това хвърля буците на първия, който ги улавя с вилата и ходейки назад, ги хвърля върху стената. Когато е необходимо, той също така уплътнява стената с нозете си. По този начин се изграждат слоеве с височина от 50 до 60 см. За да се придаде завършена форма, повърхността на стената се обрязва. Дебелината на стените обикновено е от 45 до 60 см (McCann, 1983).

В Англия в миналото са строени много коб сгради, най-вече от кооперативи от фермери или бедни работници. Екип от няколко човека, работейки един ден седмично, може да завърши сградата за един строителен сезон. Обикновено обитателите изчаквали до следващата година, за да измажат къщата отвън с хоросан, така че стените да могат достатъчно да изсъхнат. Стопанските постройки често оставали неизмазани.

Този начин на строителство е бил прилаган не само в селските райони. До навлизането на печените тухли, много градски жилища и имения се изграждат от коб. Само в областта Девон (Югозападна Англия) са запазени около 20 000 жилищни и множество стопански сгради, често без ремонт от векове.

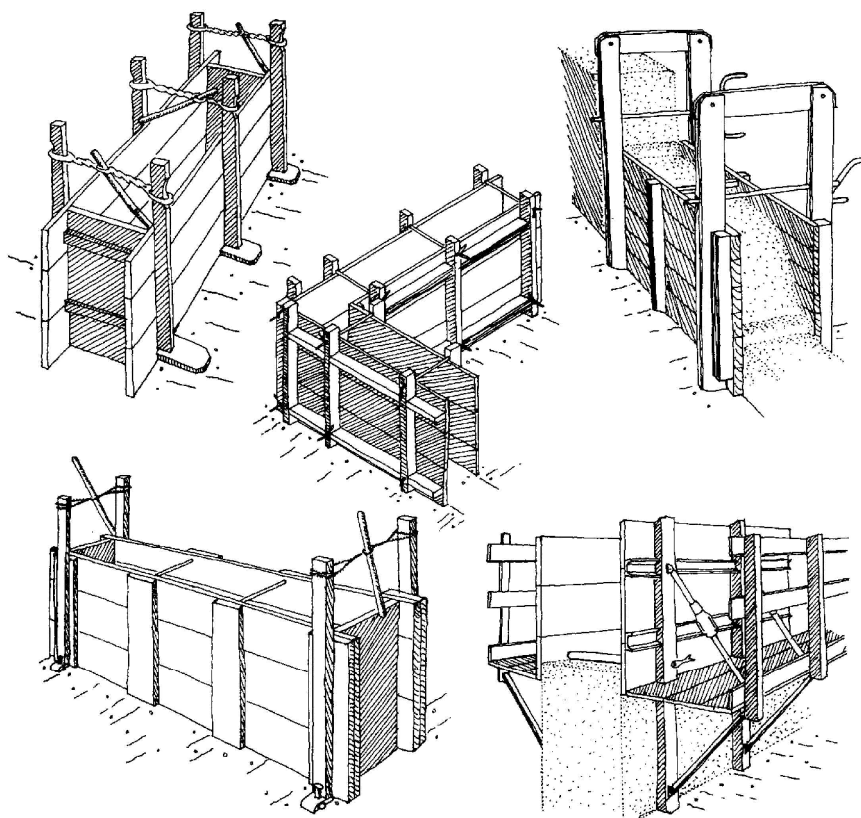
У нас тази техника се среща рядко. Известна е под името *купа*. Данни съществуват в селата Петровене, Луковитско и Бръшлян в Странджа. Използвана е за плевни и други второстепенни сгради.

Производителността е около 15 часа за един кубически метър стена.

6. СТЕНИ ОТ ТРАМБОВАНА ГЛИНЕСТА ПОЧВА

Много археологически паметници по целия свят свидетелстват за тази древна технология - Чатал Хюйюк в Турция, Харапа в Пакистан, Аклет-Атон в Египет, Чан-Чан в Перу, Духерос близо до Кордова в Испания и много други. Тази техника се нарича *pise de terre* във Франция, *barro apisonado* или *tapial* в Испания и *Stampflehm* в Германия. В България има ограничено разпространение. Информация за използването на трамбовна глинеста почва има в Свищовско под името *бит дувар*. Тази техника е използвана в Белене за строителство на жилища. През 1660 г. Беленските павликяни построяват католическа църква от *бит дувар* и покрита с *тръст*. (ТГГ)

При строителството с трамбована глинеста почва се използва подвижен кофраж от успоредни платна. Земновлажна почва се изсипва в кофража на слоеве около 15 см и се трамбова с ръчни или механизирани трамбовки.



Предимства:

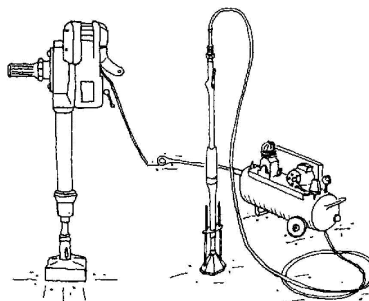
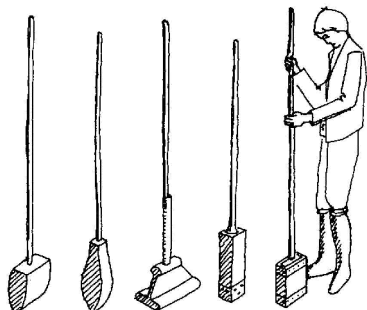
- По-малък коефициент на свиване и по-бързо съхнене в сравнение с коб. Това се дължи на използването на по-малко вода (около 15%).
- По-висока якост и дълготрайност в сравнение с кирпичената зидария поради монолитната структура на стената.

Използват се различни специализирани видове кофраж от дърво и метал. Възможно е употребата на кофражи от бетонното строителство, но обикновено те са тежки за работа и скъпи. Изборът на подходящ кофраж е от първостепенна важност. Ако кофражът не е оптимизиран, може над 30% от разходите за труд да се вложат в неговият монтаж, демонтаж и преместване. Следва да се имат предвид някои правила:

- Кофражните платна да са достатъчно твърди, за да не се огъват навън по време на трамбоването.
- Частите да бъдат достатъчно леки за монтаж от двама работници.

- Кофражът лесно да се премества и фиксира вертикално и хоризонтално
- Да позволява контрол за промяна в дебелината на стената
- За предпочитане е краищата на стената да не се нуждаят от специален кофраж и да е възможно изпълнението на стени с различни дължини.

Използват се различни видове въчни и механични инструменти, наричани трамбовки.



Трамбовките имат различни форми- конична, клиновидна и плоска. С коничните и клиновидни трамбовки се получава по-добро свързване на отделните слоеве и по-висока якост и устойчивост на хоризонтално натоварване, но процесът е по-трудоемък.

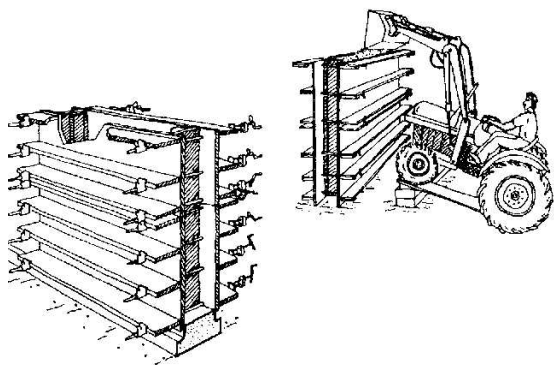
Препоръчват се трамбовки с основа от 60 до 200 кв. см и тегло 5-9 кг.

Удобно е използване на трамбовка с две глави - кръгла и правоъгълна. Кръглата част се използва за обща работа, а правоъгълната- за трамбоване на краищата към кофража. (GM)

При топло време и достатъчно движение на въздуха свиването на стената спира след няколко дни. След 3 седмици стената е суха, въпреки че във вътрешността влажността още не е достигнала равновесие.

Производителността при традиционно ръчно изпълнение е 20-30 часа/куб.м. При използване на механизирани трамбовки времето може да се намали до 10 часа/куб.м.

Съществуват и високомеханизирани техники с използване на трактор и тежки пневматични бутала, при които се достига производителност 2 часа/куб.м., която е по-добра дори и от тухлена зидария. (GM)



7. СТЕНИ ОТ ЕДРИ БЛОКОВЕ И ПАНЕЛИ

През последните години бяха експериментирани някои нови идеи за използване на предварително изработени елементи.



В няколко свои проекта немският архитект Силвесър Дуфтер използва леки блокове от слама и глина с размер 50/60/30 см и тегло 26 кг. Използването на такива блокове за стена с дебелина 50 см дава U-стойност от 0,3 W/m²K. В един от случаите семейство собственици са произвели необходимите за тяхната къща 1500 блока за пет седмици. (GM)

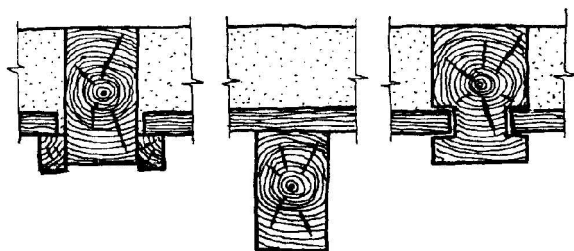
Произвеждат се панели от тръстика и глинеста смес.

За строителството на пасивна къща, реализирана близо до Виена, са използвани панели с голям размер. Конструкцията на панелите включва дървена рамка, обкована от двете страни с груби дъски. Пълнежът по средата е от слама. Външната страна на панела представлява 8 см слой от трамбована глина. От вътре са измазани със глина и слама. (арх. Томас Димоф)

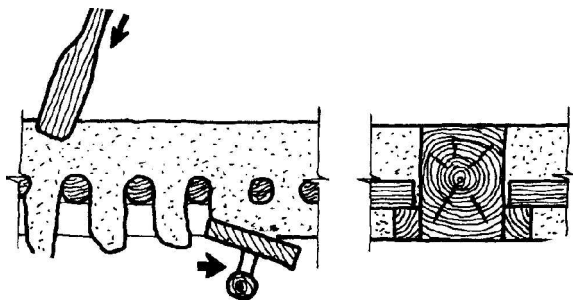
The EarthCo Megablock е система, разработена в Тексас, САЩ. Използват се екструдирани с високо налягане блокове със сечение 30/46 см и дължина до 3,0 м. (Лари Уилямсън).

8. ПРИЛОЖЕНИЕ НА ГЛИНЕНИ СМЕСИ В ПОДОВИ КОНСТРУКЦИИ

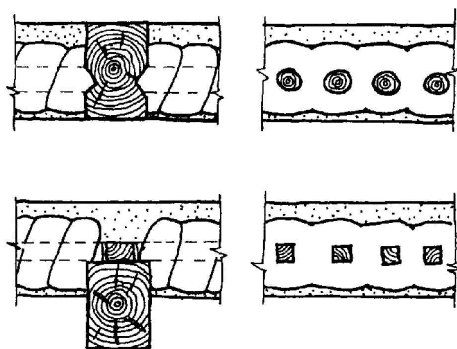
Дървен гредоред.



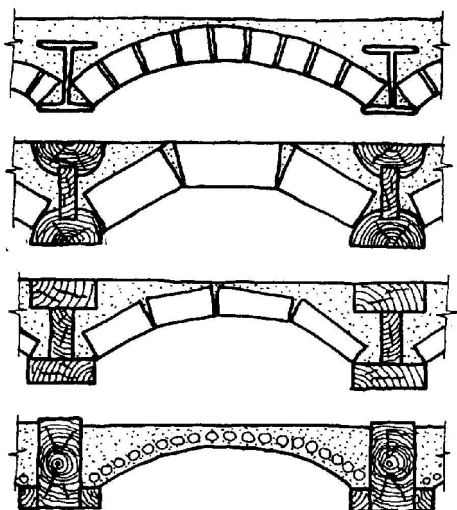
За да се увеличи звуковата и топлинната изолация на дървената подова конструкция, пространството между гредите се запълва с т. нар. междинен под (каратаван). В нашата традиционна практика най-често прилаганият междинен под се състои от нерендосани дъски или капаци, които лежат върху заковани към гредите летви или се вмъкват към предварително изработен глъб. Фугите между отделните дъски се запълват с глина, примесена със слама или върху дъските се нанася пласт от глинеста смес. След това до горния край на гредите се прави пълнеж от суха земя, пясък или сгурия.



Ако вмест дъски се използват пръти на разстояние 3-6 см, глинестата смес се натиска до образуване на висящи надолу “езици”, които по-късно се замазват.



Използването на валци (описани на стр.19) е традиционна практика. Познати са два начина за изработване на валците. При първия начин дълга слама и глинестата смес се увиват като руло около прът или летва. При втория начин китка от дълга слама се потапя в глина и се увива спираловидно около пръта.



Сводова конструкция между гредите, позната като *пруски свод*, може да се изпълни от кирпич. Най-долу е показан вариант, при който сводът е монолитен и се оформя от глинестата смес, изсипана върху тръстикова рогозка.

9. ДОВЪРШИТЕЛНИ РАБОТИ

Глинен под. Тази настилка, която е била широко използвана в миналото е вече изоставена, поради поради познатите и недостатъци – липса на водоустойчивост, поява на пукнатини, неиздържливост на натиск и абразия. Тези недостатъци трудно могат да се избегнат, но при внимателно изпълнение това не е невъзможно. В съвременната практика се прилага следния начин на изпълнение на глинен под. Първият слой, който служи за спиране на капилярната влага, се прави от добре трамбован чакъл. Вторият слой от глинестата смес се изпълнява като замазка с дебелина до 10 см (с мастар и “майки”). В сместа могат да се добавят слама за намаляване на пукнатините, както и перлит или други леки агрегати за подобряване на топлоизолацията. Съхненето е бавен процес и затова е най-добре глиненият под да се прави през лятото. След изсъхването (коло 14 дни) неизбежно се появяват пукнатини. Запълването на пукнатините и други неравности се прави с глинестата смес (с пресят пясък и слама). За търсене на декоративен ефект някои предпочитат друг различен цвят за запълването на пукнатините. За запечатване на повърхността в миналото са използвани кравешка тор или говежда кръв. В днешно време най-предпочитаният естествен материал е ленено масло разредено с боров терпентин в съотношение 1:1. Нанася се на три пъти през два дена, като за третото нанасяне съотношението е 3:1. Важно е накрая да не остават

локвички. За финално запечатване се използва вакса от разтворен в терпентин пчелен восък.

Глинена мазилка. Мазилката от глина е позната от древни времена. Днес глинени мазилки се използват както за реставрация на стари къщи, така и в ново строителство с висок комфорт. В Германия и Холандия се произвеждат готови смеси.

Предимства:

- огнеупорност
- позволява на измазаните повърхности да дишат
- може да бъде поправена или преработена по всяко време
- повърхностите са хладни през лятото и топли през зимата
- абсорбират водни пари и миризми
- безопасни за работа
- ниска цена и артистична експресивност

Глинените мазилки се състоят главно от пясък, тиня и обикновено между 5% до 12% глина. Трудно е да посочи какви са идеалните пропорции. Те зависят от много променливи фактори: зърнометричния състав на материала, водното съдържание, вида на глината, начина на приготвяне и добавки. Затова обикновено се тестват няколко проби до постигане на желания резултат. Глинените мазилки се свързват много добре не само с глинени стени, но и с тухла, бетон и камък, ако повърхността е достатъчно груба. Опитите с тънки 3-5 мм мазилки върху гипсова шпактловка и гипсокартон също се оказаха успешни.

Глинената мазилка не реагира химически. Затова повърхността на основата трябва да бъде достатъчно груба с цел развиване на добра физическа връзка. Стената се мокри предварително. Ако повърхността не е достатъчно груба е добре да се надраска допълнително. За да се гарантира добро сцепление е възможно да се използват рабицова, пластмасова или конопена мрежа, тръстикова рогозка. Върху каменна зидария се прави шприц от рядка глина или вар (при плътен камък).

За да се получи глинена мазилка без пукнатини трябва да се има предвид:

- В сместа трябва да има достатъчно едър пясък.
- Добавяне на влакна за дисперсно армиране- чоп, накълцана слама, конопени или кокосови влакна, сено и др. За вътрешна мазилка - дървени стърготини, целулозни влакна, плява от зърнени култури или други подобни частици могат да се използват като добавки.
- Може да се приеме за добър вискозитет, когато сместа се задържа върху вертикална мистрия.

Пробите се правят с дебелина до 2 см върху вертикална стена. Съхненето може да отнеме от два до четири дни. Ако мазилката се отлепи и падне, то съдържанието на глина е голямо и следва да се добави фин пясък. Ако пада на части при почукване – то глината е малко и няма достатъчно свързващо действие. Появата на много пукнатини показва високо съдържание на глина.

Когато мазилката се нанася на два слоя, то първият слой съдържа повече глина и пукнатините са допустими, дори и желателни. Вторият слой с дебелина до 5 мм (с повече пясък) ги покрива и не се напуква. За подобряване на устойчивостта на износване и влага могат да се добавят: ръжено брашно, казеин и настърган вестник. За предпочитане е първо да се смесят казеина и настъргания вестник заедно с водата, а след един час да се добавят глината и пясъка. Малките капилярни пукнатини се изглаждат с мокра дунапренова гъба след няколко часа, дори и дни. Ако мазилката трябва да е с дебелина по-голяма от 10-15 мм, тя се нанася на два или три слоя, за да се избегнат свивания и пукнати ни. Повърхностно обработване на мазилката с кравешка тор или разтворен в терпентин восък намалява изтриването.

В района на Царево към сместа за мазилка са добавяли сол. Солта се използва като добавка за замазване на плоски глинени покриви в Анатолия, Турция. Поради

високата хигроскопичност на солта, замазката задържа влага за по-дълъг период и не позволява проникването на вода. (Dalokay 1969 г.). Солта също така предпазва мазилката от мръзнене.

Глината не е агресивна и може да се формува и обработва с ръце, дори действа благоприятно на кожата. С различни естествени цветове може да се оформят декоративни елементи.

10. ПОКРИВИ ОТ ЕСТЕСТВЕНИ МАТЕРИАЛИ

Малко известно е, че керемидите навлизат масово по нашите земи в края на 19 век. До тогава за покриване на сградите са използвани каменни плочи, дъски, слама и тръстика. Уземните къщи (землянките) са покривани слой от 30 см пръст.

Каменни плочи, тикли. Тиклите се добиват чрез цепене на камък.



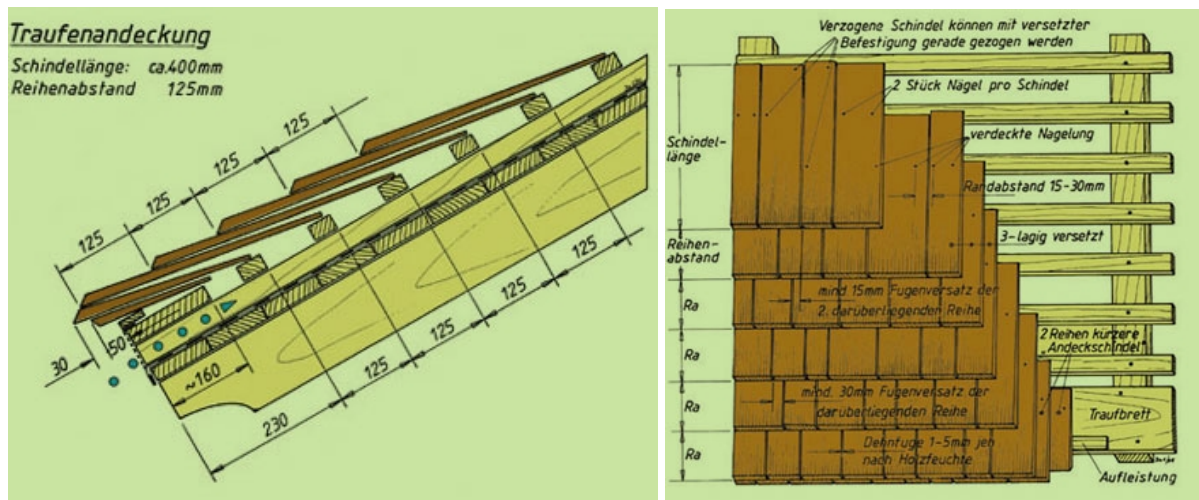
Дори, когато се появяват керемидите, строителите са предпочитали да покриват покривите с тикли. Причините за това според родопчани са няколко: евтини са макар добиването им да е трудоемко; лесно и бързо се покриват големи площи; не се чупят при град и от лоши атмосферни условия; ако се наредят добре не се налага да ги пренареждаш отново. Издържат много.

Реденето на тиклите започвало, винаги от най-долният край на покрива върху ребрата на стрехата. Плочите се нареждат по края на стрехата така, че да се подават малко извън нея (да може да се оттича водата). От края на стрехата плочата се подавала на една трета, а останалите две трети лежат на ребрата, за да се застъпят от следващия ред. Когато се нареди първия ред по дължината на стрехата (майката), без значение е от коя страна се започва, втория ред се полага така, че да застъпва долната плоча и тази която е до полаганата. По този начин се дава наклон за оттичане на валежната вода. Всеки следващ ред натиска този, който е под него и едновременно с това съседния и така до билото на покрива. Това се повтаря многократно по всички скатове и накрая покрива придобива красив и завършен вид (нареден). (СтШ)

Дебелината и размерът на тиклите варират според находището им. Понякога размерът достига до 2,0 м. Тогава монтажът се е правил с въжета, прехвърлени през билото и теглени от кон. Тикли с по-малък размер са използвани за покриване на църковни куполи.

Дървени шиндли. от немски Schindel, на английски Shake (shingle)

Дървените шиндли са с клинообразни дъсчици с дължина 40-60 см, ширина 7-20 см, дебелина в долния край 1,5 см и 2-3 мм в горния край.



Изработват се чрез цепене от кедър, лиственица, ела, бор, трепетлика и др. Приковават се двупластно или трипластно върху летви или дъсчена обшивка. Минималният наклон на покрива е 30 градуса. Издържливостта им е до 30 и повече години.

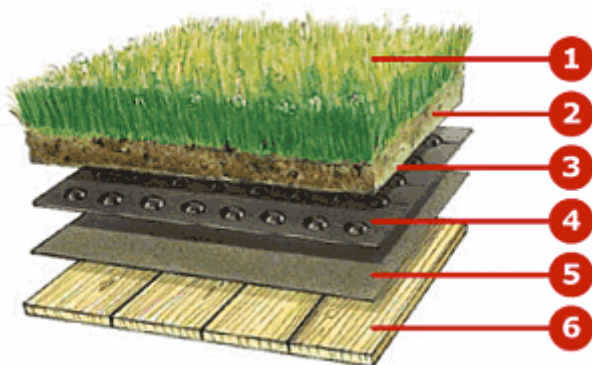
Зелени (затревени) покриви. Растенията са били използвани за покриви в продължение на хиляди години, от покриви с чимове или торф в Европа до висящите градини на Вавилон. Торфеният покрив с хидроизолация от няколко слоя брезава кора издържа 30 години и е традиционен за страните от Скандинавския полуостров. През последните 50 години тази практика се разви в това, което сега наричаме „зелени покриви“, „живи“ покриви, или еко-покриви. Те са едно ново развитие на екологичното строителство и набират популярност в целия свят.

Въпреки че няма стандартна класификация за зелени покриви, те могат да бъдат разделени на два основни типа:

- **Покриви с интензивен живот** – с растения от 30 см до 4,5 метра високи, включително и храсти и дървета. Изискват дълбок почвен слой и издържащи голямо натоварване покривни конструкции. Те поддържат високо ниво на растително разнообразие, но изискват текуща поддръжка и напояване. Те не са подходящи за повечето жилищни сгради.
- **Покриви с екстензивен живот** - включва ниски растения от 5 до 30 см. Те изискват тънък почвен слой. Лесни за поддръжка и могат да бъдат използвани за всякакъв вид покриви, включително и навеси, гаражи, къщи, тераси, разширения и стопански сгради, както и търговски сгради.

И двата вида зелени покрития могат да бъдат използвани за плосък или скатен покрив. Плоските покриви са най-често срещаните и най-лесно се създават и поддържат, но зелените покриви могат да имат и наклон до 45 градуса. При скатните покриви е необходимо внимателно да се решат въпросите с дренажа и предотвратяване свличането на почвата.

Зеления покрив се състои от слоеве, които имитират естествените процеси и защитават сградата и покрива.



Основните компоненти са:

1. *семена и растения*- Растения, подходящи за обширни зелени покриви са бързоразпространяващи се нискорастящи видове, устойчиви на суша, с влакната коренова система (за защита на покривната мембрана), с ниски изисквания за напояване, подхранване и поддръжка, предимно местни видове без алергени. За съкращаване на времето за засаждане могат а се използват чимове или рола с импрегнирани семена.
2. *почвен субстрат*-Почвата е хранителната среда и трябва да бъде лека и пропусклива, но и да задържа достатъчно влага за растенията.
3. *филтър от геотекстил* - позволява оттичане на водата и предотвратява проникване на почва в дренажа.
4. *дренажна система* - за оттичане на излишната вода.
5. *противокоренова мембрана и водоустойчив слой (хидроизолация)*
6. *конструкция*

Предимства на зелените покриви

- Повишават енергийната ефективност на сградата - охлаждане през лятото и топлоизолация през зимата
- Филтриране и почистване на токсини от въздуха и водата
- Намаляване на емисиите на въглероден диоксид
- Задържане на дъждовна вода и намаляване на вероятността от наводнения
- Намаляване на градските температури и смог
- Изолация срещу звук и шум
- Опазване и увеличаване на биоразнообразието
- Осигуряване на естетични "зелени пространства" и възможности за отдих

Зелените покриви са сравнително нов отрасъл в строителния сектор, но вече са широко разпространени в цяла Европа. Те са най-популярни в Германия, където над 20% от къщите вече са със зелени покриви, и индустрията нараства с 10-15% всяка година. Поради ползите за околната среда, те са включени в строителните норми, предоставят се субсидии и стимули за насърчаване на тяхното развитие и поддръжка. В Токио се насърчават зелени покриви за търговските сгради над 1000 кв.м. В Детройт, САЩ е реализиран 40 000 m² зелен покрив за производствения завод на Ford Motor Company.

Покривите от тръстика съчетават едновременно хидроизолационни и топлоизолационни качества. Изработват се от предварително изсушена тръстика, която се привързва към хоризонтални летви през около 28 см. Дебелината на слоя е около 30 см, а минималният наклон – 45 градуса. Дълготрайността на покрива е 50-70 години, в зависимост от наклона и качеството на изпълнение.

Теглото на тръстиката е около 130 кг/ куб. м, така че покрив с дебелина 30 см. тежи около 39 кг на квадратен метър. Това го прави много по-лек от керемидите и натоварването на конструкцията е малко. Коефициентът на топлопроводимост е 0,20 - 0,29 W/m²K, което показва много добри топлоизолационни свойства.



Изработването им е трудоемко и изисква специални умения. Рисковете от пожар водят до увеличаване на застрахователните вноски.



11. АРКИ, СВОДОВЕ И КУПОЛИ

Арките се използват за покриване на отвори и могат да имат различни форми. Изпълняват се с различни техники – зидани от кирпич, формовани от трамбована глина или коб. Изпълняват се с помощта на кофражни форми, наричани *кръжила*.

Зайданите арки се правят от блокове с клиновидна форма и еднакви фуги или от правоъгълни блокове и клиновидни фуги.

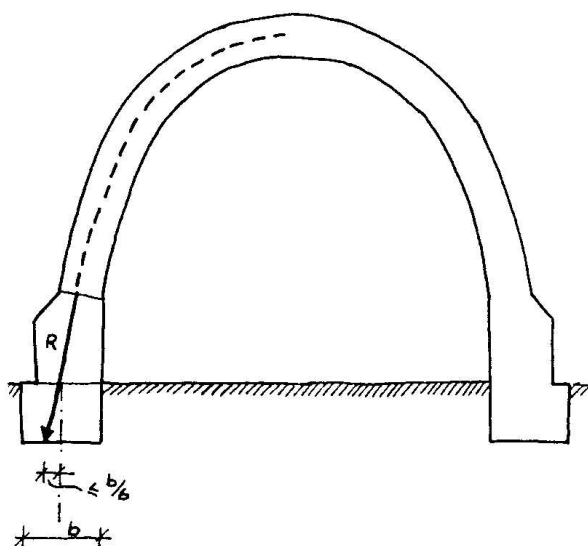
Кръжилата се подпират с двийни клинове, които след завършване на арката се разместват. Така кръжилата се снишават и дават възможност за наместване на арката.



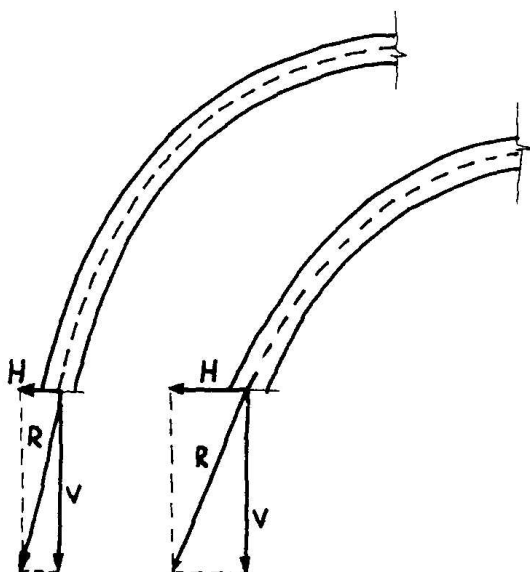
Свалянето им става след достатъчно втвърдяване на разтвора (5-21 дни). Важно е преди сваляне на кръжилата, арките да се подзидат странично. Зидането започва едновременно от двете страни и завършва с ключов камък в средта. Направлението на фугите се дава с помощта на летва или канап, закрепени в центъра (или центровете) на арката.

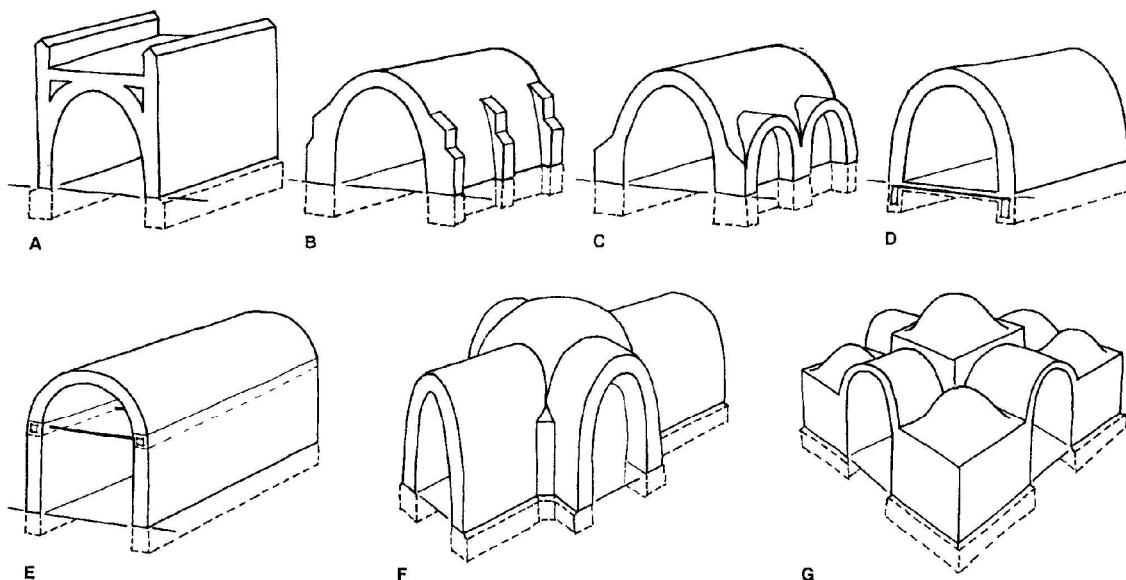
Сводовете и куполите са познати от древността. Изгубеното за тях познание сега се възражда от любителите на екологичното строителство. Малко известен факт на днешните строителни специалисти е, че сводове и куполи се правят без кофраж. Напоследък се реализираха експерименти, които използват различни строителни техники- зидани от кирпич, от трамбовна глина, коб и дори от сламени бали.

В конструктивно отношение сводовете и куполите са извити повърхнини, в които се предават предимно натискови сили.

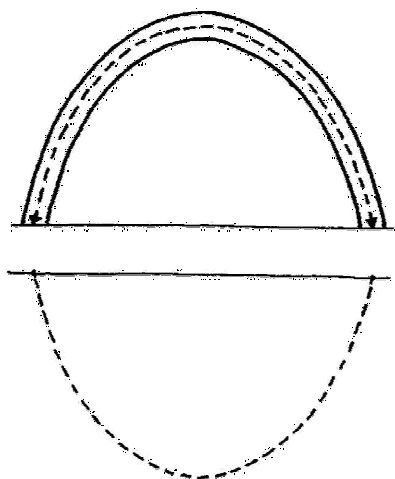


Основният проблем при изграждане на сводове и куполи е хоризонталното усилие, което се появява в базата. Колкото е по-стръмна формата, толкова по-малка е хоризонталната компонента на силата. Съществува основно правило, според което натисковата сила на свода трябва да попадне в средната третина на фундамента, т.е. ексцентриситетът да не надвишава $1/6$ ширината на основата.





Когато за база служат стени, хоризонталната компонента се поема с големи дебелини на зидовете, с контрафорси или обтегачи.

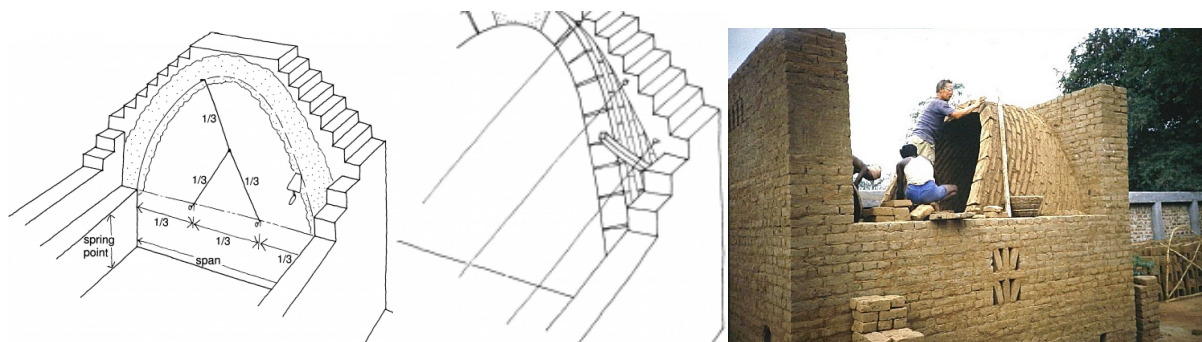


Сводове от глинеста почва могат да поемат много малки опънни напрежения. Съществуват форми, при които хоризонталните сили се свеждат до минимум. За тяхното проектиране се използва така наречената “верижна линия”. Тази линия се получава от окачена в двата си края и свободно провиснала верига. Антонио Гауди използва този прост принцип. Той изработвал макети от окачена на тавана тъкан, пропита с гипс. След втвърдяване, обръщал обратно получените форми, които служели за прототип на много негови произведения.

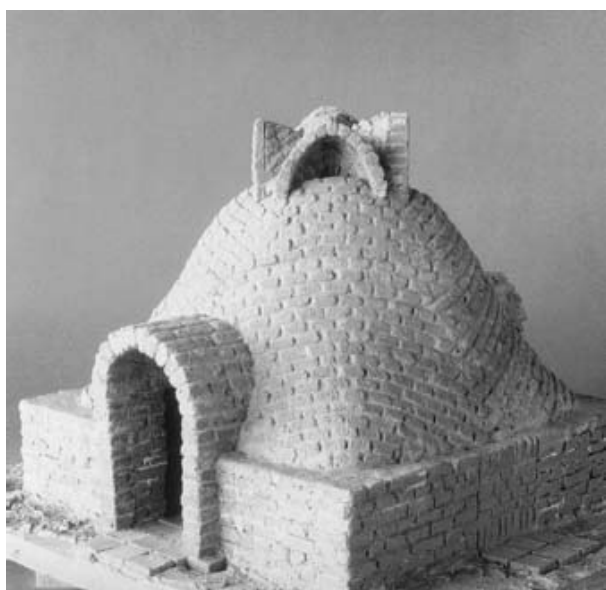
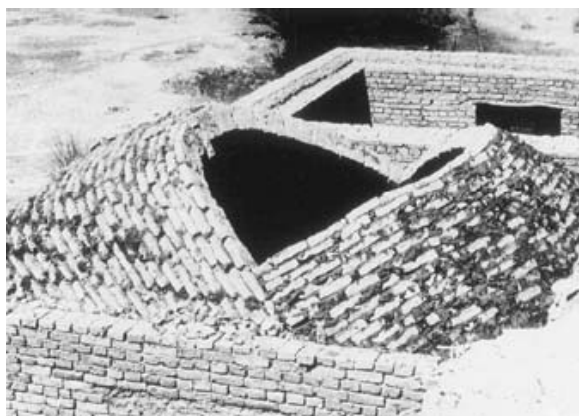
Куполите се зидат на хоризонтални редове (пръстени) без кофраж. Използва се подвижен водач от дърво или метал, закрепен шарнирно в центъра на купола. След завършването си всеки ред се самозаклучва и не може да падне. Ако е необходимо, последните редове се предпазват от приплъзване по време на зидане чрез тежести, завързани с канап.



Нубиският свод е известен от 6000 години. Зид се без кофраж с наклонени от 65 до 70 градуса редове.



Авгански купол. Използва се за покриване на помещения с павоъгълна форма. Състои се от арки, наклонени под 30 градуса. Зидането започва едновременно от всички ъгли докато арките се заключат в центъра на купола. Стая с размери 4/4 м се покрива за половин ден от пет човека. По време на зидането в широката част на фугите се поставят камъчета, които заклиняват реда. Това позволява на работниците да се движат от външната страна на купола преди втвърдяване на свързващия разтвор. Така се избягва напрана на работно скеле от вътрешната страна.



Персииският купол представлява вариант на афганския купол, използван в Персия.



Днес тази строителна техника се използва с голямо майсторство в САЩ и Латинска Америка. На снимката: Купол с размери 7,32/13,42 м, построен от Джо Файт в къща близо до Феникс, Аризона.

12. РЕСТАВРАЦИЯ НА СТАРИ СГРАДИ

Причините за засиления интерес към старите къщи през последните няколко години са добре известни: селски туризъм, вилен отдых или постоянно обитаване. В много села тези къщи масово се изкупуват и преустройват за новите си функции. Изобилието от проекти в тази насока, финансирани по програми с Европейско финансиране е радващ. Тревожен факт е обаче, че са редки случаите, в които ремонтът и реставрацията на старите къщи е направен с нужното умение и уважение към труда на старите майстори. Неудачното използване на съвременни строителни материали и технологии (бетон, стомана, гипсокартон, пенополистирол и др.) неизбежно води до унищожаването на най-ценното в старата къща - нейният дух. Безсмислено е да се търсят виновници. Днешните инвеститори, проектантите и строители правят това, което могат. Тях никой не ги е учил да строят с кирпич, да мажат с кал и слама или да покриват с каменни плочи. Времето почти е заличило прединдустриалните строителни технологии на нашите предци. Сега в много западноевропейски страни търпеливо се работи за възраждане на старите умения и занаяти. Това се превърна в нова индустрия, която се развива с много бързи темпове.

За архитектурата на старите къщи има издадени много книги и учебници, но строителните им конструкции и рецептите на старите майстори все още не са добре проучени. Целта на една реставрация е да запази старият дух на сградата, придържайки се максимално към оригиналните материали и строителни техники. Това е трудоемък, бавен и често скъп процес. Малко са строителите с квалификация в тази област.

Трудностите започват още с **набавянето на материали** за строителството. Добре е да се търсят местни ресурси с минимални транспортни разходи. Добри резултати дава рециклирането на материали от стари къщи (камък, тикли, греди, дограми). За набавяне на подходяща глинеста почва е добре да се събере информация от старите хора в района. Традиционно има различни находища за кирпич, мазилки, огнеупорна пръст и др. Специалистите по добив на дървен материал знаят, че зимата е най-доброто време за тази дейност. Тогава дървото "спи", соковете са слезли долу и след отсичането му то е по-плътнo и "работи" по-малко. В старите къщи на Банско, например, още могат да се срещнат дървени греди от мура на над 100 години, които не гният и не са нападнати от дървояди. Гредите на ловният дворец в Ситняково, строен през 1905 г. са обработени с 24 часово изваряване в безир и са в отлично състояние днес. Любопитни са правилата за сечене на дървета, останали от стари времена в Тирол и запазени в един препис от 1912 г. Те се свързват с фазите на луната и зодиака. Ето някой от тях: *Ако ще се сече дърво, тъй че да не гние, това да бъде в двата последни*

дни на март при намаляващи риби. Ако ще се сече дърво тъй че да не гори, има само един ден и той е в месец март, още по-добре след залез слънце – 1 март. Дърво за разбичване да се сече в нарастваща Луна в Риби, така гредите не червясват. (2)

Каменните зидове са най-пощадени от времето. В повечето случаи зидарията се изпълнява от ломен или речен камък, свързан с глина. Днес майсторите предпочитат хоросан или цименто-пясъчен разтвор, но това не винаги е целесъобразно при реставрирането на старата къща.

Дървено-паянтовия градеж има и известни недостатъци. Те се дължат преди всичко на материала (дървото), както и на изпълнението на дървения скелет. Дървото като строителен материал има специфични дефекти, които не могат да бъдат предвидени и отстранени. Докато в общата композиция на сградите, в декоративните детайли и резбарската украса възрожденските майстори достигнали голямо съвършенство и създали прекрасни образци, то по отношение на конструкцията, и особено при оразмеряването и сглобяването на дървените елементи, те проявявали в някои случаи наивност. Често сглобявали дървените греди без да образуват статически носещи възли, обикновено без връзване или издълбаване. Най-често само допирали и приковавали гредите.(3) В такива случаи следва при обновяване на дървената конструкция да се изпълнят качествени сглобки без сляпо придържане към оригинала.

Старите пълнежи са тънки за външни стени и не могат да отговорят на съвременните изисквания за **топлотехнически характеристики** на сградите. Затова в Западна Европа се използват допълнителни методи за топлоизолация, базирани на естествени строителни материали. Такива са например: кирпичи от лека глина ($0,21 \lambda W/m$), тюфлечи от тръстика с дебелина 5-8 см ($0,056 \lambda W/m$), пана от стърготини ($0,048 \lambda W/m$) и др.

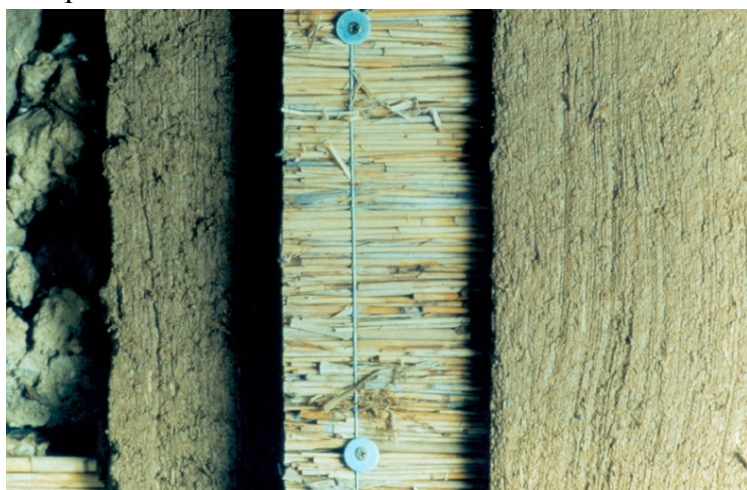
Старите майстори различавали няколко вида хоросанов разтвор: за зидария, който се правел от по-груб хоросан, съставен от топло-угасена вар с примес от малко пясък и едро счукани керемиди или печени тухли (той се полагал в дебел слой); за лепеж (мазане) се правели два вида хоросан: за долния слой – по-едър, а за горния – по-фин, съставен от по-ситно счукана и пресята керемиди. Количеството на варта е било по-малко в разтвора за зидария (1:4) и по-вече в разтвора за лепеж; най-много вар слагали във фината мазилка (до 1:1). За измазване на цистерните за вода в дворовете на градските къщи, майсторите употребявали водонепропускаема мазилка, наречена „лъок“, в състав: суха, ситно пресята негасена вар и разчепкан памук, смесени със зехтин или шарлан. Тази смес се бърка, докато се образува гъста каша, и се полага в два до три слоя. Същата мазилка била употребявана и за измазване на стените на някои стари църкви, тъй като е особено подходяща за полагане на стенописи. (3)

Поправките на пукнатини и повреди по глинени стени е бавен и трудоемък процес. Преди запълване пукнатините се разширяват до 1 см, почистват се и се мокрят до леко размекване. Препоръчва се пукнатините да се запълват с повече от необходимия материал, така че след свиването при сушене пълнителят да може допълнително да бъде уплътнен преди окончателното му изсъхване. По-големите ерозирали повърхности се изстъргват до здрава основа. Мазилката се нанася на слоеве до 1,5 см. Ако трябва са се запълнят повреди с дълбочина 4-6 см, то първо се попълва с парчета от натрошен кирпич, залепени с постен разтвор. (GM) При полагане на глинена мазилка върху каменна зидария основата предварително се грундира с варово мляко.

Възстановяването на старата къща изисква познания и умения. В Пловдив от 2001 г. съществува Реставрационен център „Данчовата къща“, създаден със съвместен проект между Община Пловдив и Занаятчийската камара от Коблинц, Германия.



Самата Данчова къща бе реставрирана по стари строителни технологии – паянтов градеж с пълнеж от кирпич или плет. От Германия бяха доставени глинени мазилки и тюфлеци от тръстика, защото такива продукти не се предлагат на нашия пазар.



В Западна Европа тези материали намират все по-широко приложение в жилищни и обществени сгради. Предлагат се от немската фирма Claytec (www.claytec.com) и холандската Tierrafino (www.tierrafino.nl).

Радостно е че през последните години млади специалисти с необходимата подготовка възстановиха няколко стари къщи по автентичен начин и с уважение към старите майстори.

ИЗТОЧНИЦИ:

1. **Георги Данчев** - “Къща и жилище на родопските българи”, В: Сб. Народност и битова общност на родопските българи. С., Изд. БАН, 1969, с. 13-57.
 2. **Йохана Паунгер, Томас Поне** - “Точното време”. С., изд. Кибеа, 2000.
 3. **арх. Христо Пеев** - “Студии върху българската възрожденска архитектура”. С., Изд. Наука и изкуство, 1956.
- (ТГГ) Тодор Георгиев Господинов**- “Из миналото на Белене”. Акад. Изд. “Ценов” Свищов, 1996
- (ЧА) Чавдар Ангелов**- “Сградостроителството в България” том1, Акад. Изд. “Проф. Марин Дринов”, София 2011
- (СтШ) Стефан Шишков** “Изследване и проучване на традиционни строителни конструкции и техники на градеж на територията на Родопите и Стара планина”
- (GM) Gernot Minke** “Building with Earth”, Birkhauser – Publishers for Architecture Basel · Berlin · Boston, 2006
- (JK) Julian Keable** – “Rammed Earth Structures. A Code of Practice” – Intermediate Technology Publications, 1996
- (DB) D. Baggs** -“Thermal Mass & its Role in Building Comfort and Energy Efficiency” <http://www.ecospecifier.com.au/knowledge-green/technical-guides/technical-guide-4-thermal-mass-its-role-in-building-comfort-and-energy-efficiency.aspx>