

УДК 662.613.13

## НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ САМАНА

*д.т.н., проф., Савицкий Н.В., д.т.н., проф., Сторожук Н.А.,  
соискатель Новиченко Н.В.\* , д.т.н., проф., Приходько А.П.*

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры  
\*Днепропетровский горисполком*

**Постановка проблемы.** Исследованиями и продолжительным опытом эксплуатации саманных зданий установлено, что при одинаковой толщине кирпичной и саманной стены, при этом плотность кирпичной и саманной кладки одинаковы, одинаковы коэффициенты теплопроводности этих материалов, но в доме саманном значительно теплее в зимний период, суше, намного свободнее дышится и вообще, человек в таком доме чувствует себя намного здоровее. Это можно объяснить большим средством химических элементов, которые входят в организм человека и элементов в составе глины. Учеными давно доказано, что все химические элементы, имеющиеся в теле человека, имеются также и в глине. И не случайно люди очень часто используют глину для лечения многих болезней. Учитывая это, а также в связи с интенсивным загрязнением окружающей среды, нам необходимо вернуться к саманному строительству. Понятно, что такой возврат должен быть осуществлен на качественно новом техническом уровне. Это современные технологии производства самана, строительство не только коттеджей за пределами города, но и строительство школ, детсадов, больниц не только в сельской местности, но и в городах. В этом случае одновременно с экологической решается и экономическая проблема. Ведь давно известно, что саманное строительство является самым дешевым видом строительства.

**Анализ публикаций.** Применение глины для строительства зданий и сооружений известно из незапамятных времен. Такие здания и сооружения строились в большом количестве еще в древнем Египте, а в настоящее время очень много саманных зданий построено в Средней Азии и Болгарии. Широко применялось строительство из глины на Украине и в центральной России [1].

Особо следует отметить большой и продолжительный опыт строительства из глины в Германии. Так в городе Вейльбурге на Лоне в 1836 году было построено 36 двухэтажных зданий, 3-х этажный фабричный корпус и одно здание на косогоре, имеющее с одной стороны 5 этажей.

После первой мировой войны в Германии возникла проблема быстрого восстановления городов и селений. Обобщение уже имеющегося опыта строительства из самана, положительные результаты продолжительной эксплуатации ранее построенных зданий, позволили строителям принять решение о восстановлении зданий путем саманного строительства. Для Германии 1919 год называют годом возрождения строительства из самана. В этот период из этого материала возведено очень большое количество одно- и двухэтажных зданий различного назначения [2, 3].

В двадцатых годах прошлого столетия доктор технических наук Илькевич И. К. провел обширные обследования зданий и других сооружений,

построенных из самана. Представленное им заключение сводится к следующему.

У зданий из самана достаточная долговечность. Так, например, Приоратский дворец (здание городской думы) в Гатчине, построенный 125 лет тому назад, эксплуатируется по настоящее время.

Убедительно доказано, что при надлежащем выполнении строительных работ, в жилых помещениях совершенно сухо. Особо отмечена хорошая естественная вентиляция – обмен воздуха через поры стен. Опыт показал, что она для саманных стен в несколько раз лучше, чем для кирпичных, и в 80 раз лучше, чем для стен из бетонных пустотелых камней. Коэффициент теплопроводности саманных стен намного ниже, чем для обычных кирпичных или бетонных стен. Температура поверхности саманных стен внутри помещения отличается от температуры воздуха этого помещения не более, чем на 2°С, тогда как для кирпичных стен эта разница составляет более 3...4°С. Отмечена высокая экономичность саманных построек [1].

Одновременно с саманным строительством в тот период широко применялось монолитное домостроение из глино-соломенных смесей. Опыт такого строительства показал, что монолитные стены из глино-соломенных смесей очень медленно сохнут, иногда за сезон не высыхают. Поэтому удобнее использовать саман. Кроме того, монолитные стены при высыхании дают очень большую усадку, что существенно влияет на качество самой конструкции [4, 5].

**Цель работы.** Разработать рациональный состав глино-соломенной смеси для формования самана и технологию его производства с использованием современного оборудования.

**Результаты исследований.** Ранее выполненными нами исследованиями доказано, что метод прессования является самым эффективным способом формования самана – как по производительности формовочного оборудования и продолжительности сушки, так и по качеству самана, его товарному виду. При этом установлена рациональная величина прессующего давления – 2,2...2,5 МПа [6, 7]. Поэтому, в настоящей работе при выполнении всех исследований из глино-соломенных смесей формовали образцы 15×15×14 см с прессующим давлением 2,2 МПа. Все отформованные образцы проходили сушку в естественных условиях до постоянной массы.

Для приготовления глино-соломенных смесей использовали следующие материалы:

- глина из залежей с. Новоалександровка (Днепропетровщина);
- пшеничная солома (соломенная резка длиной 4...5 см);
- вода водопроводная.

Для приготовления глино-соломенной смеси использовали смеситель принудительного действия СБ-80 (роторный смеситель). Формовали образцы на гидравлическом прессе П-125.

Результаты исследований по определению рационального расхода соломы (соломенной резки) для приготовления самана приведены в табл. 1.

Исследованиями установлено, что при применении предлагаемой технологии расход соломы до 47 кг/м<sup>3</sup> практически не влияет как на

плотность сухого самана, так и на его прочность. Дальнейшее увеличение расхода соломенной резки приводит к некоторому снижению как плотности, так и прочности сухого самана. Но это с практической точки зрения для строительства является вполне приемлемым. Однако, по нашему мнению, создаются благоприятные условия в стенах из такого самана для проживания грызунов. Поэтому, в дальнейшем, при выполнении исследований использовали глиносоломенную смесь с расходом соломы 47 кг/м<sup>3</sup>. В табл. 2 приведена сравнительная оценка составов глиносоломенных смесей, которые использовались при применении существующей (традиционной) технологии и по предлагаемой технологии.

*Таблица 1*

*Влияние расхода соломы на плотность и прочность самана*

Показатели самана	Расход соломы (кг/м <sup>3</sup> )					
	0	8	23	38	47	58
Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	1620	1590	1582	1576	1570	1556
Прочность (МПа)	2,3	2,2	2,1	1,9	1,8	1,6

*Таблица 2*

*Составы глино-соломенных смесей*

Материалы	Единица измерения	Расход материалов	
		по существующей (традиционной) технологии	по предлагаемой технологии
Глина	кг/м <sup>3</sup>	1480	1540
Солома	кг/м <sup>3</sup>	24	47
Вода	л/м <sup>3</sup>	800	630

Следует отметить, что предлагаемый состав глино-соломенной смеси характеризуется не только значительно большим расходом соломы (соломенной резки), но и значительно меньшим расходом воды, что принципиально сказывается на сроках сушки.

Исследованы плотность и прочность самана в зависимости от длины соломенной резки. В опытах для приготовления глино-соломенной смеси использовали соломенную резку длиной 2...3, 4...5, 6...8, 8...10, 10...12 см. Исследуемый состав глино-соломенной смеси приведен в табл. 2, а результаты исследований – в табл.3.

Анализ приведенных данных показывает, что с увеличением длины соломенной резки наблюдается некоторое уменьшение плотности самана (с

1640 до 1570 кг/м<sup>3</sup>). Вместе с тем наблюдаются другие закономерности по прочностным показателям. С увеличением длины соломенной резки с 2...3 см до 8...10 см прочность увеличивается с 1,8 МПа до 2,6 МПа, т.е. практически в 1,5 раза. При длине соломенной резки 10...12 см происходит некоторое уменьшение прочности. Особо следует отметить, что с увеличением длины соломенной резки усложняется процесс приготовления глино-соломенной смеси, значительно увеличивается продолжительность перемешивания соломы с глиной, что может существенно сказаться на производительности технологической линии.

Таблица 3

*Плотность и прочность самана в зависимости от длины соломенной резки*

Длина соломенной резки, см	Показатели	
	плотность, кг/м <sup>3</sup>	прочность, МПа
2...3	1640	1,8
4...5	1620	2,2
6...8	1580	2,6
8...10	1585	2,6
10...12	1570	2,4

Таблица 4

*Плотность и прочность самана в зависимости от способа испытаний*

Длина соломенной резки (см)	Плотность (кг/м <sup>3</sup> )	Прочность самана (МПа) в зависимости от способа испытания	
		по направлению прессования	перпендикулярно направлению прессования
2...3	1660	2,1	0,9
4...5	1635	2,3	1,1
6...8	1610	2,7	1,2
8...10	1595	2,6	1,1
10...12	1580	2,5	1,1

При выполнении дальнейших исследований определена прочность самана в различных направлениях. Так же как и в предыдущих исследованиях применяли состав глино-соломенной смеси, приведенный в табл. 2. При этом использовали соломенную резку различной длины. Как и в предыдущих опытах, формовали образцы размером 15×15×14 см методом прессования под давлением 2,2 МПа. Все отформованные образцы проходили сушку в

естественных условиях до постоянной массы. Результаты определения плотности и прочности образцов приведены в табл. 4.

При испытании образцов по направлению приложения усилия формования во всех случаях получена достаточно высокая прочность – 2,1...2,7 МПа. При испытании образцов по направлению перпендикулярному приложению усилия формования прочность меньше чем в 2 раза (0,9...1,2 МПа). Эти результаты исследований необходимо учитывать при сооружении конструкций из самана.

Выполнены исследования по дальнейшему усовершенствованию способа изготовления самана, в которой особенности выполнения основной технологической операции обеспечивают уменьшение затрат времени на приготовление глино-соломенной смеси, улучшение качества уплотнения, получения самана с меньшей плотностью и повышенной его прочностью [8].

Задача решается тем, что в этом способе изготовления самана, который включает приготовление глино-соломенной смеси, укладку ее в форму, уплотнение прессованием с последующей сушкой отформованных изделий, перед приготовлением глино-соломенной смеси солому (соломенную резку) выдерживают в воде на протяжении 7...13 суток и этой же водой замешивают глино-соломенную смесь.

Ниже приведены результаты наших исследований.

Составы глино-соломенных смесей, которые использовались при испытании предлагаемого способа, приведены в табл. 5.

Таблица 5

Составы глино-соломенных смесей

Материалы	Единица измерения	Расходы материалов	
		обычный способ	усовершенствованный способ
Глина	кг/м <sup>3</sup>	1480	1480
Соломенная резка	кг/м <sup>3</sup>	47	47
Вода	л/м <sup>3</sup>	630	570

При испытании предложенного способа перед формованием образцов самана отдельные навески соломенной резки предварительно выдерживали в воде продолжительностью 5, 7, 9, 11, 13, 15 и 17 суток для определения рационального времени выдержки соломы в воде.

Потом, используя каждую навеску соломы (соломенной резки) и соответствующий водный настой, готовили глино-соломенную смесь в смесителе, отмечая время получения однородной смеси.

Для формования образцов самана по обычному способу использовали соломенную резку естественной влажности и обычную воду.

Как и ранее все образцы размером 15×15×14 см формовали путем прессования под давлением 2,2 МПа. Отформованные образцы подвергались

сушке в естественных условиях до постоянной массы. Результаты исследований и испытаний образцов приведены в табл. 6.

Приведенные данные показывают преимущества усовершенствованного способа изготовления самана из глино-соломенных смесей по продолжительности приготовления глино-соломенной смеси, плотности и прочности самана. Предложенный способ позволяет сократить сроки приготовления глино-соломенной смеси на 40%, снизить плотность самана на 100...120 кг, при этом повысить его прочность.

*Таблица 6*

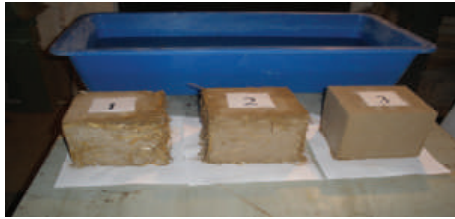
*Показатели образцов из глино-соломенных смесей  
в зависимости от технологии изготовления самана*

Показатели	Единица измерения	Показатели образцов в зависимости от способа изготовления							
		Обычный способ	Усовершенствованный способ при длительности выдержки соломы в воде (сутки)						
			5	7	9	11	13	15	17
Продолжительность приготовления однородной смеси	мин.	7	5	4	4	4	4	4	4
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	1680	1640	1585	1560	1560	1577	1580	1590
Прочность	МПа	2,2	2,4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4

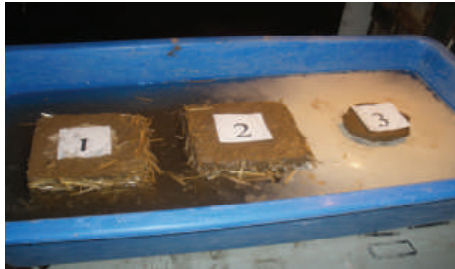


*Рис. 1. Макроструктура самана (разрезанный саман)*

а)



б)



в)



*Рис. 2. Вид образцов самана и глины при испытании в воде  
а) – образцы перед испытанием; б) – вид образцов через сутки испытаний;  
в) – то же через трое суток.*

*1 – образец самана с соломенной резкой длиной 8...10 см;  
2 – то же с длиной 4...5 см; 3 – образец из глины*

При выполнении исследований установлено, что настой соломы проявляет себя как известные широко распространенные воздухововлекающие добавки, увеличивая пластичность глино-соломенной смеси и уменьшая плотность самана. Это подтверждено нами и при испытании этой добавки (настоя соломы) в бетонах и строительных растворах.

Исследована макроструктура самана. При введении в глину соломы отформованные изделия (саман) приобретают значительную прочность за счет того, что частицы соломы, переплетаясь в глине, создают монолитное строение, что способствует хорошему распределению нагрузок и препятствует выкрашиванию глины, повышает водостойкость самана [9]. На

рис. 1 показана макроструктура самана. В нашем случае по структуре саман имеет монолитное (слитное) строение, характеризуется микропористой структурой. Не смотря на большое насыщение самана соломой (табл. 5), последняя в разрезе сухого образца практически не просматривается.

Наличие большого количества соломы (соломенной резки) в самане видно из следующих рисунков, на которых приведены результаты испытания образцов самана и образцов из глиняного теста в водной среде (рис. 2). Образец из глины уже через один-два часа испытаний в воде начал разрушаться, а через трое суток – произошло разрушение образца полностью. За указанный период испытаний образцы самана сохранили форму, произошло только поверхностное разрушение на глубину 0,5...1,0 см.

**Выводы.** Обобщен продолжительный опыт эксплуатации саманных зданий, показана их достаточная долговечность. В жилых помещениях сухо, хорошая естественная вентиляция. Саманные здания намного теплее, чем кирпичные. Это дает все основания для возврата к саманному строительству, который должен быть осуществлен на качественно новом уровне с использованием современных технологий и всех возможностей самана как строительного материала.

Разработанная новая технология обеспечивает получение самана высокого качества, как по товарному виду, так и по физико-механическим свойствам. Предоставляется возможность сократить время сушки на 30...40% в сравнении с традиционными технологиями, значительно уменьшить плотность самана при существенном повышении его прочности.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Удешевленное строительство. Сб. научн. тр. [Текст] / Под общей редакцией Мейснера А. Ф. – М.: Из-во Мособлисполкома, 1925. – 129 с.
2. Скачков, А.И. Сельское огнестойкое строительство [Текст] / А.И. Скачков – М.: Госсельиздат, 1929. – 168 с.
3. Мейснер, А.Ф. Землебитное строительство [Текст] / А.Ф. Мейснер. – М.: Из-во Мособлисполкома, 1932. – 111 с.
4. Оманин, П.В. Глинистые материалы в сельскохозяйственном строительстве [Текст] / П.В. Оманин. – М.-Л.: Госсельиздат, 1931. – 142 с.
5. Мейснер, А.Ф. Экономические постройки из самана [Текст] / А.Ф. Мейснер. – М.: Из-во Мособлисполкома, 1932. – 52 с.
6. Савицкий Н.В. Время вернуться к строительству из самана [Текст] // Н.В. Савицкий // Вісник ПДАБА. – Д.: ПДАБА. – 2011. – №10. – С. 4-8.
7. Патент 69090 UA, МПК C04B 7/28. Спосіб виготовлення саману. М.В. Савицький, М.А. Сторожук, А.П. Приходько, С.О. Ликова. – №2011 098525; Заявлено 08.08.2011; Опубліковано 25.04.2012; Бюл. №8 – 3 с.
8. Патент 76259 UA, МПК C04B 7/28. Спосіб виготовлення саману. М.В. Савицький, М.А. Сторожук, А.П. Приходько, С.О. Ликова. – №2012 07886; Заявлено 26.06.2012; Опубліковано 25.12.2012; Бюл. №24 – 3 с.
9. Скрамтаев, Б.Г. Строительные материалы [Текст] / Б.Г. Скрамтаев. – М.: Промстройиздат, 1953. – 628 с.