

*Н. В. Савицкий, д. т. н., проф., Н. А. Сторожук, д. т. н., проф.*

**Ключевые слова:** глина, солома, известь, саман, глиносоломенная смесь, формование, прочность

**Постановка проблемы.** Необычно то, что при одинаковой толщине кирпичной и саманной стены, плотность кирпичной и саманной кладки одинаковы, одинаковы коэффициенты теплопроводности этих материалов, но в саманном доме значительно теплее в зимний период, суше, намного свободнее дышится и вообще человек в таком доме чувствует себя намного здоровее, чем в кирпичном. 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 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 возведения зданий.

**Анализ публикаций.** Применение глины для строительства зданий и сооружений известно с незапамятных времен. Такие здания и сооружения строились в большом количестве еще в древнем Египте, а в настоящее время очень много саманных возведено построено в Средней Азии и Болгарии. Широко применялось строительство из глины в Украине и в Центральной России [1; 4].

Особо следует отметить большой и продолжительный опыт строительства из глины в Германии. Так, в г. Вейльбург на Лоне в 1836 году было построено 36 двухэтажных зданий, трехэтажный фабричный корпус и одно здание на косогоре, имеющее с одной стороны пять этажей.

После Первой мировой войны в Германии возникла проблема быстрого восстановления городов и селений. Обобщение уже имевшегося опыта строительства из самана, положительные результаты продолжительной эксплуатации ранее построенных зданий позволили строителям принять решение о восстановлении зданий путем саманного строительства. В Германии 1919-й год называют годом возрождения строительства из самана. В этот период из этого материала возведено очень большое количество одно- и двухэтажных зданий различного назначения [1].

В 20-е годы прошлого столетия доктор технических наук И. К. Илькевич провел обширные обследования зданий и других сооружений, построенных из самана. Представленное им заключение сводится к следующему. У зданий из самана достаточная долговечность. Так, например, Приорадский дворец (здание городской думы) в Гатчине (Россия), построенный 125 лет тому назад, эксплуатируется по настоящее время [7].

Убедительно доказано, что при надлежащем выполнении строительных работ в жилых саманных помещениях совершенно сухо. Особо отмечена хорошая естественная вентиляция – обмен воздуха через поры стен. Опыты показали, что она для саманных стен в несколько раз лучше, чем для кирпичных. Коэффициент теплопроводности саманных стен намного ниже, чем для обычных кирпичных или бетонных.

Относительно технологии – по нашим данным, до настоящего времени совершенствованием технологии формования самана строители не занимались – использовалась технология, освоенная еще в древнем Египте.

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

Ранее выполненными нами исследованиями убедительно доказано, что самым эффективным является способ формования самана методом прессования – как по производительности формовочного оборудования и продолжительности сушки, так и по качеству самана, его товарному виду [2; 5].

Ниже приведены результаты исследований по дальнейшему совершенствованию рассматриваемого способа производства самана.

В настоящее время является наиболее совершенным способ изготовления самана, который

включает приготовление глиносоломенной смеси, укладки ее в форму, уплотнение прессованием и с последующую сушку отформованных изделий, при этом перед приготовлением глиносоломенной смеси солому (соломенную сечку) выдерживают в воде на протяжении 7...13 суток и этой же водой замешивают смесь [3].

Но при применении этого способа не полностью используются возможности соломенной сечки как армирующего материала, так как поверхность соломы покрыта кремнеземистым веществом, которое очень ослабляет адгезию соломы с глиной, это негативно влияет на конечную прочность самана и другие его свойства.

Отмеченная проблема решается тем, что в новом предлагаемом способе соломенную сечку выдерживают в известковом молоке и этим же известковым молоком замешивают глиносоломенную смесь [6].

При выполнении исследований для формования экспериментальных образцов 15 × 15 × 14 см из глиносоломенных смесей использовали следующие материалы:

- глина из месторождения с. Новоалександровка (Днепропетровщина);
- пшеничная солома в виде соломенной сечки (4...5 см);
- известь воздушная (ДСТУ БВ.2.7-90-99);
- вода водопроводная (ДСТУ БВ.2.7-273. 2011).

Известковое молоко получали путем растворения извести в воде в соотношении 1 : 5 (известь : вода).

Составы глиносоломенных смесей, которые использовались при выполнении исследований, приведены в таблице 1.

*Таблица 1*

*Составы глиносоломенных смесей*

Материалы	Единица измерения	Расходы материалов при способе формования	
		ранее предложенный способ	новый способ
Глина	кг/м <sup>3</sup>	1 480	1 480
Соломенная сечка	кг/м <sup>3</sup>	47	47
Известковое молоко	л/м <sup>3</sup>	-	570
Вода	л/м <sup>3</sup>	570	-

Для приготовления глиносоломенной смеси использовали смеситель принудительного действия СБ-80 (роторный смеситель). Для формования образцов методом прессования использовали гидравлический пресс П-125.

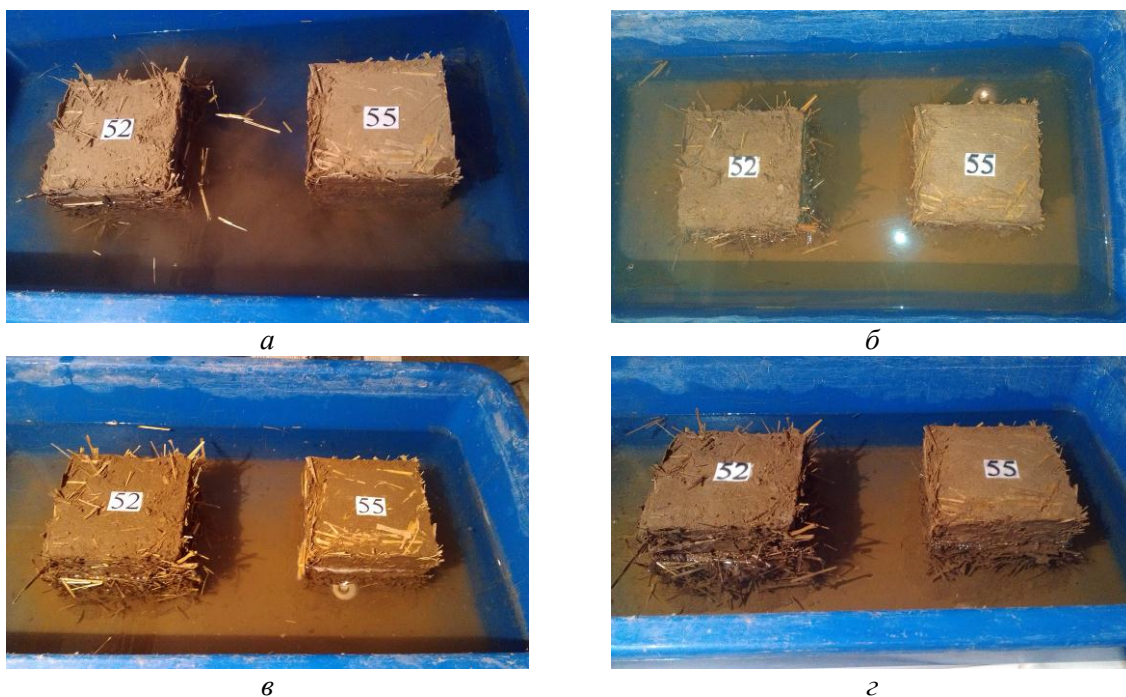
При испытании предложенного способа перед формованием образцов самана отдельные навески соломенной сечки для определения рационального времени выдержки предварительно выдерживали в известковом молоке 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 суток.

Затем, используя каждую навеску соломенной сечки и соответствующий известковый раствор (известковое молоко), готовили глиносоломенную смесь в смесителе до ее однородности.

Для формования образцов самана по ранее известному способу использовали соломенную сечку, выдержанную в воде 10 суток и полученный за это время водный раствор [3; 4].

Все образцы формовали путем прессования под давлением 2,2 МПа. Отформованные образцы подвергали сушке в естественных условиях до постоянной массы. Результаты испытаний образцов приведены в таблице 2.

Результаты исследований (табл. 2) показывают, что при выдержке соломенной сечки в известковом молоке предоставляется возможность повысить прочность самана на 25...30 %. При этом рациональная продолжительность выдержки составила 7...10 суток.



*Рис. Вид образцов самана в зависимости от продолжительности испытаний на водостойкость: 52 – образец, изготовленный по ранее применявшейся технологии; 55 – то же, изготовленный по новой технологии; а – вид образцов при продолжительности испытаний одни сутки; б – то же, 3 суток; в – то же, 5 суток; г – то же, 7 суток*

*Т а б л и ц а 2*

*Плотность и прочность образцов самана в зависимости от способа изготовления*

Показатели	Ед. изм.	Ранее предложенный способ	Новый способ при длительности выдержки соломы (соломенной сечки) в известковом молоке (сутки)						
			5	6	7	8	9	10	11
Плотность	кг/м <sup>3</sup>	1 572	1 580	1 586	1 595	1 610	1 600	1 600	1 590
Прочность	МПа	2,5	2,8	2,9	3,1	3,2	3,2	3,1	2,9

На рисунке приведены результаты испытания образцов самана на водостойкость путем погружения их в воду. Приведенные данные свидетельствуют, что саман, изготовленный по предложенной технологии, является более водостойким, практически не разрушается в воде на протяжении семи суток. Одновременно на этом же рисунке показана степень насыщения самана соломенной сечкой (при расходе 47 кг/м<sup>3</sup>), ее распределение по объему самана, что в общем положительно характеризует разработанную нами технологию формования самана методом прессования.

**Вывод.** Предложен новый способ изготовления самана методом прессования, заключающийся в том, что соломенную сечку предварительно выдерживают в известковом молоке 7...10 суток, после этого при приготовлении глиносоломенной смеси используют то же известковое молоко. Это предоставило возможность значительно повысить прочность самана, улучшить другие его свойства.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Мейснер А. Ф. Экономические постройки из самана / А. Ф. Мейснер – М. : Мособлисполкома, 1932. – 52 с.
2. 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; Опубликовано 25.04.2012; Бюл. №8. – 3 с.

3. Патент 76259 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; Опубликовано 25.04.2012; Бюл. № 24. – 3 с.

4. **Савицкий Н. В.** Время вернуться к строительству из самана // Н. В. Савицкий, Н. А. Сторожук, А. П. Приходько // Вісник ПДАБА. – Д. : ПДАБА, 2011. – № 10. – С. 4 – 8.

5. **Савицкий Н. В.** Новая технология самана / Н. В. Савицкий, Н. А. Сторожук, А. П. Приходько // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. научн. тр. – Д, ПГАСА, 2013. – Вып. № 69 – С. 424 – 434.

6. Решение ГП «Український інститут промислової власності» о выдаче патента на «Спосіб виготовлення саману» от 2.06.2014г по заявке U201402222 от 5.03.2014г / Н. В. Савицкий, Н. А. Сторожук, С. А. Лыкова

7. Удешевленное строительство: сб. научн. тр. / Под общей редакцией А. Ф. Мейснера. – М. : Мособлисполкома, 1925. – 129 с.

## SUMMARY

**Statement of the problem.** It is unusual that with the same thickness of a brick and adobe walls, while the density of brick and adobe masonry is the same, thermal conductivity of these materials is equal, but there is much warmer in winter, drier, much easier to breathe and in general people feel much healthier in an adobe house than in a brick one. Considering this fact and also the intensive pollution of the environment, we need to return to adobe construction. It is clear that such return should be made on a qualitatively new technological level. It means modern technologies of adobe production; construction not only cottages outside the city but also construction of schools, kindergartens, hospitals not only in rural areas but also in the cities. In this case, both the environmental and economic problems are solved. It is well known that adobe construction is the cheapest type of construction.

**Analysis of publications.** Application of clay for construction of buildings and structures is known from time immemorial. Such buildings and structures were built in large numbers in ancient Egypt and currently a lot of adobe buildings are built in Central Asia and Bulgaria. Construction from clay was widely used in Ukraine and Central Russia.

Large and long experience of construction from clay in Germany is particularly noteworthy. So 36 2-storeyed buildings, a 3-storey factory housing and one building on a hill, having 5 floors from one hand, were built in the city of Weilburg in 1836.

After World War I Germany faced the problem of rapid recovery of the cities and villages. Generalization of existing experience of construction from adobe, positive results of prolonged maintenance of previously constructed buildings allowed builders to take a decision on restoration of buildings by adobe construction. In Germany 1919 is called by the year of revival of construction from adobe. In this period a very large number of one- and two-storey buildings of different function were built from this material.

In the twenties of the last century Doctor of Engineering Ilkevich I.K. conducted extensive surveys of buildings and other structures built from adobe. His conclusion came to the following. The buildings from adobe have sufficient durability. So, for example, Priory Palace (building of the city Duma) in Gatchina, built 125 years ago, is operated on the present.

It is conclusively proven that with proper implementation of construction works there is completely dry in residential areas. Good natural ventilation (air exchange throughout the pores of the walls) is noted particularly. Experiments have shown that it is several times better for adobe walls than for brick walls and 80 times better than for the walls made of concrete hollow stones. Coefficient of thermal conductivity of adobe walls is much lower than for common brick or concrete walls.

As to technology of adobe, according to our data, builders did not improve technology of forming of adobe – technology developed in ancient Egypt was used.

**The purpose of the work.** To develop a rational composition of clay and straw mix for forming of adobe and technology of its production with the use of modern equipment.

**Conclusions.** A new technology of adobe by pressing method is offered. The whole point is that chopped straw is preliminarily kept in lime milk for 7...10 days, and then the same lime milk is used when preparing clay and straw mix. It gives the possibility to increase adobe strength significantly and improve its other properties.

## REFERENCES

1. Meysner A. F. Ekonomicheskie postroyki iz samana / A. F. Meysner – M. : Mosoblispolkoma Publ., 1932. – 52 s.
2. Patent 69090 UA, MPK S04V 7/28. Sposib vigotovlennya samanu. M. V. Savitskyi, M. A. Storozhuk, A. P. Prikhodko, S. O. Likova. – № 2011 098525; Zayavleno 08.08.2011; Opublikovano 25.04.2012; Byul. № 8. – 3 s.
3. Patent 76259 UA, MPK S04V 7/28. Sposib vigotovlennya samanu. M. V. Savitskyi, M. A. Storozhuk, A. P. Prikhodko, S. O. Likova. – № 2011 098525; Zayavleno 08.08.2011; Opublikovano 25.04.2012; Byul. № 24. – 3 s.
4. Savitskyi N. V. Vremya vernutsya k stroitelstvu iz samana // N. V. Savitskyi, N. A. Storozhuk, A. P. Prikhodko // Visnik PDABA. – D. : PDABA, 2011. – №10. – S. 4 – 8.
5. Savitskyi N. V. Novaya tehnologiya samana. [Tekst] / N. V. Savitskyi, N. A. Storozhuk, A. P. Prikhodko // Stroitelstvo, materialovedenie, mashinostroenie: sb. naychn. tr. – D. : PGASA, 2013. – № 69. – S. 424 – 434.
6. Reshenie GP «Ukrainskiy institut promislovoi vlasnosti» o vyidache patenta na «Sposib vigotovlennya samanu» ot 2.06.2014g po zayavke U201402222 ot 5.03.2014 / N. V. Savitskyi, N. A. Storozhuk, S. A. Likova.
7. Udeshevennoe stroitelstvo. [Tekst] / Pod obschey redaktsiey A. F. Meysnera. – M. : Mosoblispolkoma Publ., 1925. – 129 s.

УДК 662.613.13

**Эффективная технология производства самана / Н. В. Савицкий, Н. А. Сторожук // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПГАСА, 2014. – № 4. – С. 11 – 15. – рис. 1. – табл. 2. – Библиогр.: (7 назв.).**

Предложен новый способ изготовления самана методом прессования, заключающийся в том, что соломенную сечку предварительно выдерживают в известковом молоке 7...10 суток, после этого при приготовлении глиносоломенной смеси используют то же известковое молоко. Это предоставило возможность значительно повысить прочность самана, улучшить другие его свойства.

*Ключевые слова:* глина, солома, известь, саман, глиносоломенная смесь, формование.

**Ефективна технологія виробництва саману / М. В. Савицький, М. А. Сторожук // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Д. : ПДАБА, 2014. – № 4. – С. 11 – 15. – рис. 1. – табл. 2. – Бібліогр.: (7 назв.).**

Запропоновано новий спосіб виготовлення саману методом пресування, в якому солом'яну січку заздалегідь вимочують у вапняному молоці 7...10 діб, після цього під час приготування глиняносолом'яної суміші застосовують те ж саме вапняне молоко. Це надало можливість значно підвищити міцність саману, полегшити інші його властивості.

*Ключові слова:* глина, солома, вапно, саман, глиносолом'яна суміш, формування.

**Effective technology of adobe / N. Savitskyi, N. Storozhuk // Visnyk of Pridneprovsk State Academy of Civil Engineering and Architecture. – D. : PSACEA, 2014. – № 4. – P. 11 – 15. – pic. 1. – tabl. 2. – Bibliogr.: (7 names).**

A new technology of adobe by pressing method is offered. The whole point is that chopped straw is preliminarily kept in lime milk for 7...10 days, and then the same lime milk is used when preparing clay and straw mix. It gives the possibility to increase adobe strength significantly and improve its other properties.

*Keywords:* clay, straw, lime, adobe, clay and straw mix, moulding.