

УДК 691.115

И.Э. Казимагомедов, А.В. Лобанова, Ф.И. Казимагомедов

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОМПОНЕНТОВ СОСТАВОВ АРБОЛИТА НА ОСНОВЕ КОСТРЫ ЛЬНА

*В работе приведены результаты эффективности использования минеральной добавки для получения арболитовых конструкционно-теплоизоляционных стеновых изделий с заполнителем из костры льна, полученным методом трямбования. Изучено влияние шлама мокрой газоочистки производства ферросилиция на предел прочности при сжатии и изгибе. Для получения достоверной информации о прочности арболитовых изделий на основе костры льна в зависимости от изменения количества шлама мокрой газоочистки производства ферросилиция использовали полное математическое моделирование. В результате обработки экспериментальных данных получено уравнение регрессии, характеризующее зависимость предела прочности при сжатии и изгибе от содержания и соотношения компонентов шлама мокрой газоочистки.*

**Ключевые слова:** арболит, костра льна, шлам, уравнение регрессии.

### Актуальность работы

В настоящее время перед отечественным производством стеновых изделий стоят задачи по восстановлению и увеличению объемов производства, повышению качества и конкурентоспособности выпускаемой продукции, снижению токсичности и материалоемкости строительного производства, организации эффективной переработки образующихся отходов.

Решение этих задач основано на разработке новых и совершенствовании имеющихся технологий современного производства композиционных материалов на основе органических заполнителей. [1]. Для построения эксперимента производства эффективных строительных материалов на основе костры льна и шламов мокрых газоочисток производства ферросилиция Стахановского ферросплавного завода используется метод моделирования и его обработка.

Целью данной работы является обработка экспериментальных данных методом математического моделирования.

### Изложение основного материала

Одним из путей рационального использования сельскохозяйственных отходов является применение их в качестве заполнителя для получения теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных стеновых строительных изделий.

Таким материалом является арболит. Важнейшим резервом расширения производства древесно-цементных композиционных материалов является использование в их составе, в качестве заполнителя, таких отходов сельского хозяйства, как костра льна, которые в настоящее время находят крайне ограниченное применение [2]. Костра

льна для арболита является полноценным заполнителем. Льняная костра – это древесная часть стеблей, образующаяся как отход производства при механической обработке сырья на машинах. Костра льна состоит из целлюлозы (45 – 58%), лигнина (21 – 29%), пентозанов (23 – 26%). Костру льна Канатного завода г. Харькова применяли в исследованиях в том же виде, в каком она бывает на льнозаводах. Также при проведении экспериментальных исследований использовали портландцемент ПЦ-500 Н 1 Балаклеевского цементного завода Харьковской области.

Шламы мокрых газоочисток производства ферросилиция Стахановского ферросплавного завода, полученные после производства сразу, после 5 лет производства и после 25 лет производства. Жидкое стекло ЧАО «Украинский силикат» г. Херсона с силикатным модулем 2,6 и плотностью 1,36 г/см<sup>3</sup>, соответствующий требованиям ТУ У24.1-32725542-001: 2010. Согласно проведенным исследованиям [1, 2] по оптимальному подбору количества шлама для арболитовых изделий на основе костры льна можно сказать, что он существенно увеличивает рост прочности изделий на сжатие и на изгиб позитивно влияя на долговечность материала. Для получения достоверной информации об изменении прочности на сжатие и на изгиб в зависимости от количества шлама компоненты составов были занесены в табл. 1.

Графические зависимости (рис. 1, 2) прочностных характеристик образцов наглядно демонстрируют позитивное влияние наличия шлама в смеси. Все составы с содержанием шлама показали результаты лучше, чем контрольный состав. Однако наблюдается также принципиальная разница между зависимостями для шлама разного срока хранения.

Таблиця 1

## Характеристики арболитовых составов

№ п/п	Составы	Расход материалов кг/м <sup>3</sup> .	Предел прочности при изгибе в возрасте, МПа.			Предел прочности при сжатии в возрасте, МПа		
			3 суток	7 суток	28 суток	3 суток	7 суток	28 суток
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	<b>Контрольный состав:</b> ПЦ-500 Костра льна Вода Жидкое стекло-4%	350 150 360 14	1,3	1,5	1,8	1,6	1,7	2,0
2.	ПЦ-500 Костра льна Вода Жидкое стекло-4% Шлам сразу после производства	350 150 360 14						
	- 5%	17,5	1,4	1,6	1,9	1,7	1,9	2,05
	- 10%	35	1,6	1,9	2,0	1,7	2,0	2,1
	- 15%	52,5	1,7	2,1	2,2	1,9	2,2	2,3
	- 20%	70	1,8	2,1	2,4	2,0	2,2	3,1
	- 25%	87,5	1,8	2,2	2,6	2,0	2,3	3,3
	- 30%	105	1,9	2,3	2,6	2,2	2,5	3,4
	- 35%	122,5	2,1	2,5	2,9	2,4	2,7	3,5
	- 40%	140	2,1	2,5	3,0	2,3	2,8	3,5
	- 45%	157,5	2,0	2,4	2,8	2,4	2,7	3,4
3.	ПЦ-500 Костра льна Вода Жидкое стекло Шлам после 5 лет производства	350 150 360 14						
	- 5%	17,5	1,5	1,8	2,0	1,8	2,0	2,3
	- 10%	35	1,8	2,1	2,1	1,9	2,1	2,5
	- 15%	52,5	1,9	2,1	2,3	1,9	2,3	2,7
	- 20%	70	1,9	2,2	2,4	2,3	2,8	3,3
	- 25%	87,5	2,0	2,4	2,9	2,5	2,9	3,5
	- 30%	105	2,2	2,6	3,0	2,5	3,0	3,6
	- 35%	122,5	2,1	2,6	3,1	2,6	3,0	3,5
	- 40%	140	2,2	2,5	3,0	2,6	3,1	3,6
	- 45%	157,5	2,1	2,6	3,0	2,5	3,0	3,5
4.	ПЦ-500 Костра льна Вода Жидкое стекло Шлам после 25 лет производства	350 150 360 14						
	- 5%	17,5	1,7	2,0	2,3	2,1	2,6	2,9
	- 10%	35	2,0	2,2	2,5	2,1	2,8	3,1
	- 15%	52,5	2,1	2,3	2,7	2,2	3,0	3,4
	- 20%	70	2,1	2,4	2,7	2,2	3,0	3,4
	- 25%	87,5	2,2	2,6	3,1	2,3	3,1	3,6
	- 30%	105	2,4	2,8	3,3	2,6	3,5	3,7
	- 35%	122,5	2,4	2,8	3,4	2,7	3,5	3,8
	- 40%	140	2,3	2,8	3,3	2,6	3,4	3,6
	- 45%	157,5	2,4	2,7	3,2	2,6	3,3	3,6

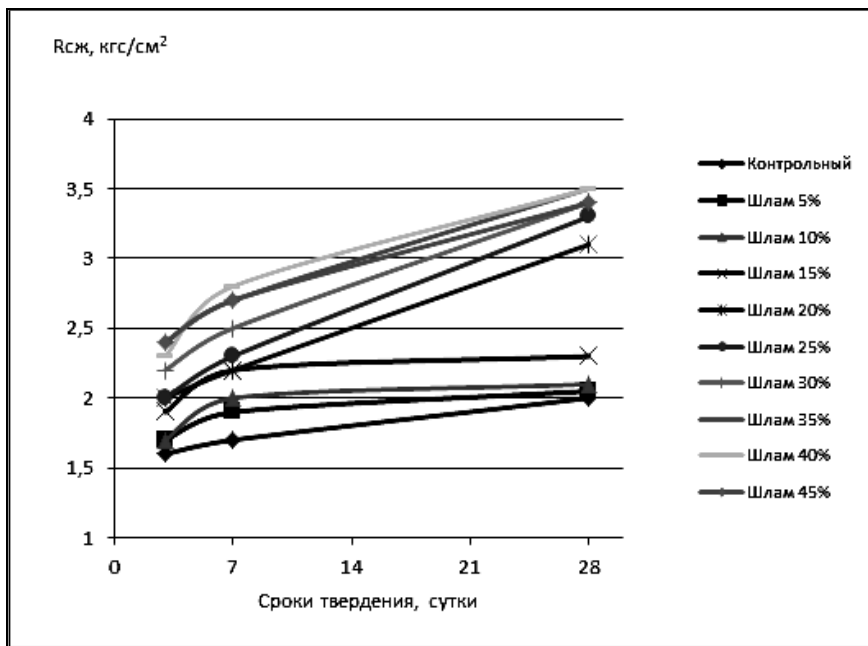


Рис. 1. Прочность на сжатие

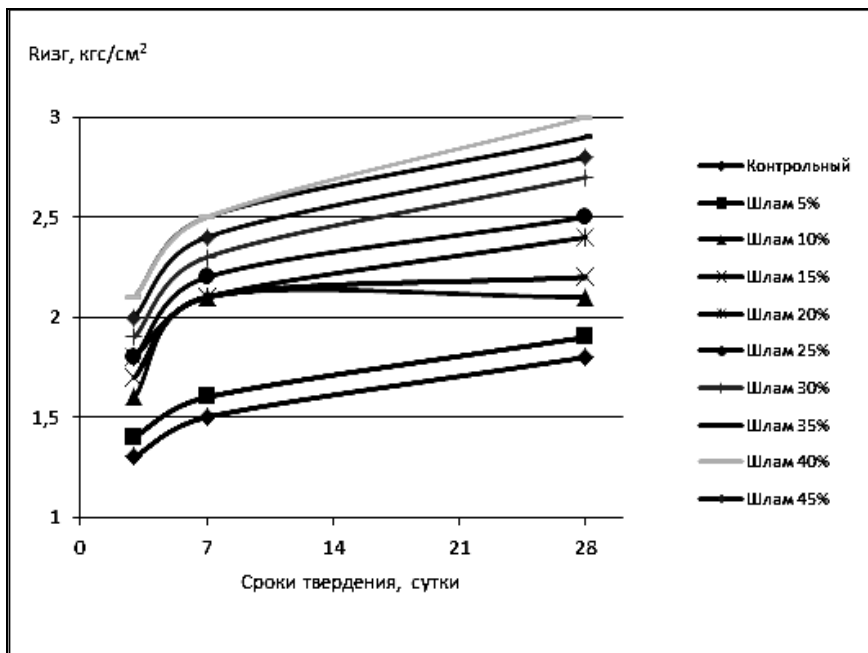


Рис. 2. Прочность на изгиб

Необходимо отметить, что при использовании шлама сразу после производства и после 5 лет производства заметный прирост прочностных показателей начинается на отметке в 20% и заканчивается на отметке в 35%. А для шлама после 25 лет производства прирост существенен уже при использовании 5%: + 45% прочность на сжатие (рис. 1) и +27% прочность на изгиб (рис. 2), и продолжается до отметки в 35%.

По результатам исследований зависимости прочности арболита на основе костры льна на сжатие и изгиб в возрасте 28 суток от содержания шлама построены графики, найдены уравнения регрессии и коэффициенты детерминации ( $R^2$ ), которые свидетельствуют об адекватности моделей (рис. 3).

Так как уравнения регрессии представляют собой однофакторную полиномиальную зависимость второго порядка, то точку оптимума (максимума) можно найти, исходя из равенства нулю первой производной функции ( $y'$ ). Результаты представлены в табл. 2.

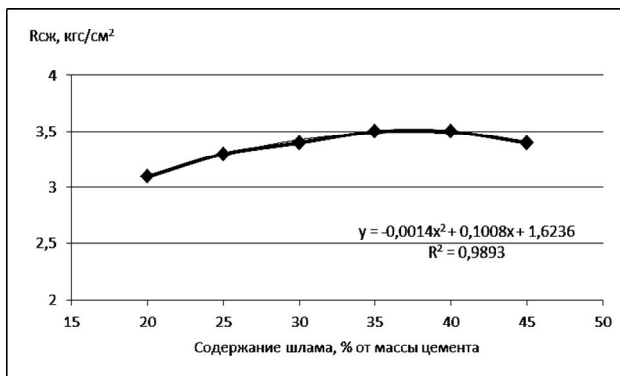


Рис. 3. Уравнения регрессии

Результаты расчетов

№ п/п	Вид используемого шлама	Прочностные характеристики	Уравнение регрессии и величина достоверности аппроксимации	Оптимальные значения содержания шлама
1	Шлам после производства	Прочность на сжатие	$y = -0,0014x^2 + 0,1008x + 1,6236$ $R^2 = 0,9893$	36%
		Прочность на изгиб	$y = -0,0014x^2 + 0,1094x + 0,695$ $R^2 = 0,889$	39%
2	Шлам после 5 лет производства	Прочность на сжатие	$y = -0,0011x^2 + 0,0765x + 2,2236$ $R^2 = 0,7893$	35%
		Прочность на изгиб	$y = -0,0024x^2 + 0,1726x - 0,0493$ $R^2 = 0,9212$	36%
3	Шлам после 25 лет производства	Прочность на сжатие	$y = -0,0015x^2 + 0,0944x + 2,2218$ $R^2 = 0,9382$	31%
		Прочность на изгиб	$y = -0,0009x^2 + 0,0721x + 1,8445$ $R^2 = 0,9589$	40%

## Выводы

Исходя из результатов обработки экспериментальных данных, можно установить содержание шлама в размере 35% от массы цемента в качестве основного уровня при дальнейших исследованиях в не зависимости от вида используемого шлама.

## Список литературы

1. Исследование влияния химических добавок на прочность арболита с заполнителем из костры льна // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту, за заг. ред. к.т.н. А. О. Каграманяна. – Х.: УкрДАЗТ, 2015.
2. Эффективные стеновые блоки на основе костры льна // Наука молодых – интеллектуальный потенциал XXI века: Сборник докладов Международной научно-практической конференции молодых ученых и исследователей “Приоритетные направления науки и техники” – Пенза: ПГУАС, 2014. – С. 98-100.
3. Наназаивили И.Х. Структурообразование древесно-цементных композитов на основе ВНВ / И.Х. Наназа-

ивили // Бетон и железобетон. – М., 1991. – №12. – С. 15-17.

4. Уголев Б.Н. Древесиноведение с основами лесного товароведения / Б.Н. Уголев. – М.: Лесная промышленность, 1986. – 386 с.

5. Арболит на основе костры кенафа / Под ред. С.Л. Гринберг. – Саратов, 1983.

6. Вондоловский А.Г. Арболитовые блоки на основе костры льна / А.Г. Вондоловский, И.Э. Казимагомедов, В.Л. Подосинова // Науковий вісник будівництва, ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2012. – Вип. 71. – С. 264-268.

7. Костюк Т.А. Разработка инструментария для обоснованного выбора состава композита с повышенными гидрофизическими характеристиками на основании качественных характеристик эксплуатируемых объектов: [Текст] / Т.А. Костюк // Системи обробки інформації: Зб. наук. праць. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2015. – Вип. 9 (134). – С. 46-50.

Поступила в редколлегию 22.02.2016

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Г. Вондоловский, Харьковский национальный университет строительства и архитектуры, Харьков.

## МОДЕЛЮВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ВИРОБІВ З АРБОЛІТУ НА ОСНОВІ КОСТРИ ЛЬОНУ

І.Е. Казімагомедов, А.В. Лобанова, Ф.І. Казімагомедов

У роботі наведені результати ефективності використання мінеральних домішок для отримання арболітових конструкційно-теплоізоляційних стінових виробів з заповнювачем із костри льону, отриманих методом трамбування. Вивчено вплив шламу мокрої газоочистки виробництва феросиліцію на границі міцності при стиску та вигині. Для отримання достовірної інформації про міцність арболітових виробів на основі костри льону залежно від зміни кількості шламу мокрої газоочистки виробництва феросиліцію використовували повне математичне моделювання. В результаті обробки експериментальних даних отримано рівняння регресії, що характеризує залежність межі міцності при стисненні і вигині від змісту і співвідношення компонентів шламу мокрої газоочистки.

**Ключові слова:** арболіт, багаття льону, шлам, рівняння регресії.

## MODELING OF COMPONENTS OF PRODUCTS FROM WOOD COCNET ON THE BASICS OF FIBER FLAX

I.E. Kazimahomedov, A.V. Lobanova, F.I. Kazimahomedov

The results of the efficiency of the use of mineral additives for wood-concrete construction-wall thermal insulation products with a fiber flax, obtained by tamping. The effect of wet gas cleaning sludge production of ferrosilicon in the compressive strength and bending. To obtain reliable information about the strength of the wood-concrete products based on fiber flax, depending on changes in the amount of wet gas cleaning sludge production of ferrosilicon using complete mathematical modeling. As a result, the experimental data obtained by the regression equation describing the dependence of the compressive strength and bending on the content and the ratio of wet gas cleaning sludge components.

**Keywords:** wood concrete, fiber flax, sludge, regression equation.