

УДК 666.61
**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СВОЙСТВ ЭФФЕКТИВНОГО
 КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ВЫГОРАЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ ИЗ
 СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ**

стажер преподаватель Ш.Алланазаров, стажер преподаватель Н.Тахиржанов
 Каракалпакский государственный университет, Узбекистан
 E-mail: sharibayallanazarov@gmail.com, taxirjanovnursultan@gmail.com

Аннотация: В статье приведены результаты научного исследования по определению оптимальных рецептурных и технологических параметров получения эффективного керамического кирпича с выжигающими добавками, с использованием метода математического планирования экспериментов.

Ключевые слова: пористая, керамика, кирпич, выжигающие добавки, математическое планирование эксперимента, дозировка технологической добавки, формовочная влажность, давление в экструдере.

В настоящее время с повышением нормативных требований к термическому сопротивлению наружных ограждающих конструкций жилых зданий в Республике Узбекистан особое внимание уделяется вопросу повышения теплоизоляционных характеристик традиционного и наиболее доступного местного строительного материала-керамического кирпича. Одним из способов повышения теплоизоляционных свойств керамического кирпича является введение в состав глиняной массы органических выгорающих добавок. Данный способ наряду с значительным увеличением пористости керамического черепка позволяет также утилизировать многотоннажные промышленные и сельскохозяйственные отходы.

В Ташкентском архитектурно-строительном институте в течении нескольких лет проводятся теоретические и экспериментальные научно-исследовательские работы по обоснованию возможности получения высокоэффективного керамического кирпича с технологическими добавками на основе стеблей хлопчатника - гуза-паи.

В данной статье приводятся результаты математического моделирования свойств эффективного керамического кирпича с выгорающих добавки из сельскохозяйственных отходов. Для моделирования свойств эффективного керамического кирпича был использован метод математического планирования экспериментов [1].

В процессе моделирования в качестве варьируемых факторы выбраны следующие рецептурно-технологические параметры:

- x_1 – дозировка технологической добавки в % от глиняной массы;
- x_2 - формовочная влажность, %;
- x_3 - давление в экструдере, МПа.

Интервалы и уровни варьирования факторов представлены в табл. 1.

Уровни остальных факторов стабилизированы для всего эксперимента. Обжиг производится при образцов температуре 1000⁰ С.

В качестве матрицы планирования был выбран план эксперимента типа В3.

Для реализации матрицы планирования были изготовлены и испытаны образцы в соответствии с действующими ГОСТами. Основные характеристики плана и план эксперимента в кодированных и натуральных значениях переменных представлен в табл. 1 и 2.

Основные характеристики плана

Таблица 1

Код	Значение кода	Значение факторов		
		X_1	X_2	X_3
		Дозировка Технологической	Формовочная влажность, %	Давление в экструдере,

		добавки, %		МПа
Основной уровень	0	10	20	1,2
Интервал варьирования		5	4	0,2
Верхний уровень	+1	15	24	1,4
Нижний уровень	-1	5	16	1,0

План эксперимента в кодированных и натуральных значениях переменных факторов

Таблица 2

Номер опыта	План эксперимента			Натуральные значения эксперимента		
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₁	X ₂	X ₃
1	+1	+1	+1	15	24	1,4
2	+1	+1	-1	15	24	1,0
3	+1	-1	+1	15	16	1,4
4	-1	+1	+1	5	24	1,4
5	-1	-1	-1	5	16	1,0
6	-1	+1	+1	5	24	1,4
7	-1	-1	-1	5	16	1,0
8	+1	-1	-1	15	16	1,0
9	+1	0	0	15	20	1,2
10	-1	0	0	5	20	1,2
11	0	+1	0	10	24	1,2
12	0	-1	0	10	16	1,2
13	0	0	+1	10	20	1,4
14	0	0	-1	10	20	1,0
15	0	0	0	10	20	1,2

В процессе испытаний устанавливали структурную прочность свежесформованных образцов, среднюю плотность и прочность при сжатии обожженных при температуре 1000⁰С.

Усредненные значения опытных данных для каждой точки плана приведены в табл. 3.

В результате реализации плана эксперимента методом пластического формования были получены составы керамических масс, отличающиеся широким диапазоном физико-механических свойств. Диапазон изменения экспериментальных значений изучаемых показателей приведен в табл. 4.

Результаты реализации плана эксперимента

Таблица 3

Номер опыта	Уровни факторов варьирования			Усредненные значения результатов испытаний		
	X ₁	X ₂	X ₃	R _{ср.} , МПа	R _{сж.} , Мпа	ρ _{ср.} , кг/м ³
1	+1	+1	+1	2,07	10,45	1080
2	+1	+1	-1	1,48	10,35	1045
3	+1	-1	+1	1,70	6,80	1096
4	-1	+1	+1	1,51	8,15	1042
5	-1	-1	-1	0,67	4,40	980
6	-1	+1	+1	1,01	5,55	1020
7	-1	-1	-1	1,23	5,70	1005
8	+1	-1	-1	1,19	5,00	986
9	+1	0	0	1,85	9,25	1065
10	-1	0	0	1,36	5,15	1035
11	0	+1	0	1,71	8,65	1070

12	0	-1	0	0,93	5,55	1032
13	0	0	+1	1,86	7,92	1062
14	0	0	-1	1,25	5,27	1019
15	0	0	0	1,70	6,96	1052

Диапазон изменений основных показателей качества

Таблица 4

Структурная прочность сырца, МПа	Предел прочности кирпича при сжатии, МПа	Средняя плотность, кг/м ³
0,67-2,07	5,00-10,45	986-1096

Результаты реализации плана экспериментов (табл. 5) обрабатывались с использованием методов математической статистики [2].

Расчетные значения результатов испытаний

Таблица 5

Номер опыта	Уровни факторов варьирования			Расчетные значения результатов исследований		
	X ₁	X ₂	X ₃	R _{стр} , МПа	R _{сж} , МПа	ρ _{ср} , кг/м ³
1	+1	+1	+1	1,89	10,46	1075,96
2	+1	+1	-1	1,31	10,58	1039,56
3	+1	-1	+1	1,49	7,32	1052,26
4	-1	+1	+1	1,37	7,74	1046,36
5	-1	-1	-1	0,43	4,04	968,26
6	-1	+1	+1	0,77	5,64	1022,66
7	-1	-1	-1	1,03	5,5	1009,96
8	+1	-1	-1	0,91	5,08	997,86
9	+1	0	0	1,65	8,95	1063,88
10	-1	0	0	1,15	5,57	1034,28
11	0	+1	0	1,4	9,05	1066,68
12	0	-1	0	0,9	5,25	1033,98
13	0	0	+1	1,63	7,75	1062,28
14	0	0	-1	1,17	5,51	1016,88
15	0	0	0	1,4	6,81	1056,19

После обработки полученных результатов были получены следующие полиномиальные модели, адекватно описывающие взаимосвязь между исследуемыми свойствами и исходными факторами:

- структурная прочность сырца, МПа:

$$R_{стр} = 1,60 + 0,25X_1 + 0,25X_2 + 0,23X_3 - 0,25X_2^2 - 0,05X_1X_2 + 0,06X_1X_3; (1)$$

- прочность керамического кирпича при сжатии, МПа:

$$R_{сж} = 6,81 + 1,69X_1 + 1,9X_2 + 1,12X_3 + 0,45X_1^2 + 0,34X_2^2 - 0,18X_3^2 + 1,01X_1X_2 + 0,16X_1X_3 + 0,16X_2X_3; (2)$$

- средняя плотность керамического кирпича; кг/м³:

$$\rho_{ср} = 1056,19 + 14,8X_1 + 16,35X_2 + 22,7X_3 - 7,11X_1^2 - 5,86X_2^2 - 16,61X_3^2 - 4,5X_2X_3; (3)$$

Полученные математические модели плотности и прочности при сжатии керамического черепка после обработки по программе «Optim» позволили определить оптимальные рецептурно-технологические параметры получения эффективного керамического кирпича с требуемой маркой по прочности и плотности: - дозировка технологической добавки – 5,8 % от глиняной массы; - формовочная влажность – 20,1 %; давление экструдера – 1,25 МПа.

Литература

1. Зазимко В.Г. Оптимизация свойств строительных материалов/ В.Г.Зазимко. – М.: Транспорт, 1981. – 103 стр.
2. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. - М.: Статистика, 1981. - С. 152-250.