

УДК 691.42:620.18 (575.2) (04)

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЛИНИСТЫХ СУГЛИНКОВ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ГРУБОЙ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ

М.Т. Касымова – канд. техн. наук, проф.

Э.К. Сардарбекова – инженер

The dependence on time of mechanical treatment and baking temperature influencing physical and technical properties of the raw mixture and ceramic shards of Tokmok and Ajidar clay deposits are studied. Optimal combinations of the above parameters are found.

Изделия грубой керамики, к которым относится строительный кирпич различных модификаций и типоразмеров, изготавливаются пластическим формованием или полусухим прессованием.

При неравномерном распределении в массе отдельных компонентов химический состав в различных участках полуфабриката будет неодинаковым, что в последующих процессах сушки и обжига приведет к браку в результате трещиноватости, деформации и отклонений от заданных размеров. Уменьшение размеров частиц компонентов увеличивает число контактов между ними, что в дальнейшем способствует лучшему прохождению процесса спекания при обжиге изделий.

В этой связи вызывает интерес использование механической и механохимической активации сырья, в процессе которой в отличие от традиционных методов подготовки на стадии помола принципиально изменяется физико-химическое состояние минеральных частиц сырья [1]. Использование технологии обеспечивает:

- более высокую дисперсность и микрошероховатость частиц сырьевого материала;
- высокую концентрацию поверхностных и объемных структурных дефектов, а также

стабилизацию этого высокоактивного состояния до начала спекания;

- самопроизвольную концентрацию глинистых частиц на поверхности более твердых минералов (кварца и др.) в виде тонких слоев.

Целью данной работы является исследование влияния времени механической обработки и температуры обжига на физико-технические свойства сырьевой смеси и керамического черепка, полученного из глинистого сырья месторождений Кыргызстана, и выявление оптимальных сочетаний указанных выше параметров образцов пластического формования.

В качестве сырьевых материалов были использованы суглинки месторождений Токмок, Аджидар.

Суглинок Токмоцкого месторождения палевого цвета, плотного строения, мелкопористый, слабозапесочен, содержит обломки тонкостенных раковин и гипса. Месторождение суглинков Аджидар расположено в Иссык-Атинском районе Чуйской области, в 23 км к югу от пгт Ивановка. Суглинок лессовидный, серо-желтого цвета, плотный, сухой, с включениями гипса.

Химический состав глинистого сырья приведен в табл. 1 [2].

Таблица 1

Химический состав глинистого сырья

Месторождение	Содержание оксидов, %						
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	ППП
Токмок	61,79	15,88	5,02	5,46	5,17	1,93	7,55
Аджидаар	52,4	12,9	5,1	11,3	4,1	2,5	11,5

Физико-технические свойства определяли на образцах-цилиндрах из глинистого сырья, механоактивированного в течение 0; 3; 6 мин в турбулентном смесителе периодического действия. Глиняное тесто с влажностью 22% вылеживалось в течение 7 суток.

Определение оптимального сочетания времени механической обработки и температуры обжига было проведено на образцах-цилиндрах пластического формования.

Для проведения исследования был принят 2-факторный план эксперимента.

Факторы	Уровни варьирования факторов	
	X ₁	X ₂
-1	0	950
0	3	1000
+1	6	1050

Рецептурными параметрами были выбраны: X₁ – время механической активации (0, 3, 6 мин.); X₂ – температура обжига (950, 1000, 1050 °С).

Критерии оптимизации: Y₁ – пластическая прочность (кг/см²); Y₂ – прочность на сжатие (МПа); Y₃ – водопоглощение (%); Y₄ – плотность керамического черепка (г/см³); Y₅ – общая усадка (%) (табл.2).

Расчет коэффициентов математической модели (табл. 2) проводился методом наименьших квадратов по программе MNQ, графические образы моделей рассчитывались по программе NOMO.

По результатам экспериментов были построены экспериментально-статистические модели влияния рецептурных факторов на свойства керамического черепка.

Таблица 2

Влияние механоактивации на физико-технологические свойства глинистого сырья

№	X ₁	X ₂	X ₁	X ₂	Y ₁	Y ₂	Y ₃	Y ₄	Y ₅
Месторождение Токмок									
1	-1	+1	0	1050	1,57	19	22	1,6	5,09
2	0	+1	3	1050	1,56	12	19,8	1,6	3,3
3	+1	+1	6	1050	1,52	13,5	22	1,7	4,8
4	+1	0	6	1000	1,52	13	25	1,6	5,3
5	+1	-1	6	950	1,52	18,3	23,8	1,5	3
6	0	-1	3	950	1,56	11,7	22,3	1,7	4,6
7	-1	-1	0	950	1,57	17,4	22,2	1,6	6,38
8	-1	0	0	1000	1,57	19,7	22,7	1,6	4,8
9	0	0	3	1000	1,56	13,3	22,4	1,6	4,2
Аджидаарское месторождение									
1	-1	+1	0	1050	1,46	21,5	21,2	1,6	4,1
2	0	+1	3	1050	2,1	14,3	17,6	1,6	3,7
3	+1	+1	6	1050	2,4	18,4	19	1,7	4
4	+1	0	6	1000	2,4	10,8	11	1,6	3,5
5	+1	-1	6	950	2,4	15,5	22,5	1,7	3,6
6	0	-1	3	950	2,1	15,5	16	1,7	4,4
7	-1	-1	0	950	1,46	11,7	16	1,7	3,5
8	-1	0	0	1000	1,46	16,5	20,6	1,5	4,8
9	0	0	3	1000	2,1	11	23,4	1,5	3

$$R_{пл}^7 = 1,56 - 0,025X_1 - 0,015X_1^2 + 0X_1X_2 \quad R_{сж}^7 = 12 - 1,88X_1 + 0,48X_1^2 - 1,6X_1X_2 \quad (1)$$

$$-0,48X_2 + 0,48X_2^2 \quad (2)$$

$$W^7 = 22,4 + 0,65X_1 + 1,45X_1^2 - 0,4X_1X_2 - 0,75X_2 - 1,35X_2^2 \quad (3)$$

$$\rho^7 = 1,62 - 0X_1 - 0,03X_1^2 + 0,05X_1X_2 + 0,02X_2 + 0,02X_2^2 \quad (4)$$

$$L^7 = 4,19 - 0,53X_1 + 0,87X_1^2 + 0,77X_1X_2 - 0,13X_2 - 0,24X_2^2 \quad (5)$$

Из рис. 1, а видно, что для токмокской глины 7-суточного вылеживания с увеличением времени активации до 6 мин пластическая

прочность несколько снижается от 1,56 кг/см² до 1,52 кг/см².

Таким образом, механическая активация оказывает влияние на пластическую прочность глинистого сырья. Это связано с тем, что частицы кварца и глинистых минералов создают структуры, меняющие водопотребность глиняного теста и влаги, соответствующей нормальной формовочной влажности эталонного материала, недостаточной для создания более пластичной структуры глиняного теста из механоактивированного сырья.

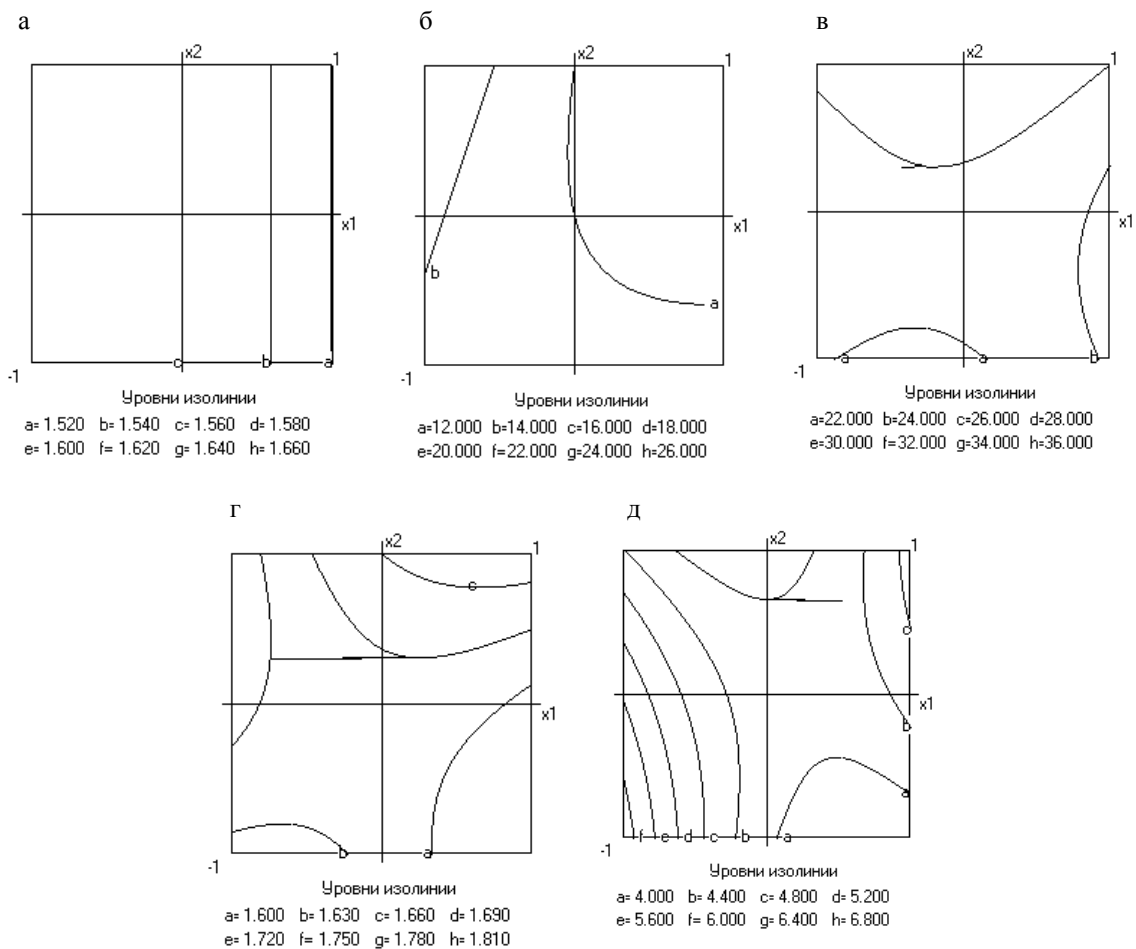


Рис. 1. Номограммы свойств керамического черепка (Токмок): а – пластическая прочность $R_{пл}$; б – прочность на сжатие $R_{сж}$; в – водопоглощение W ; г – плотность – ρ ; д общая усадка $L_{общ}$. Активация до 6 мин приводит к снижению прочности при сжатии (рис. 1, б) $R_{сж}$ от 16 до 12 МПа, хотя вся область факторного пространства X_1, X_2 отвечает критерию $R_{сж} \geq 10$ МПа.

По мере увеличения времени активации до 6 мин при повышении температуры обжига плотность глиняного теста несколько возрастает (рис. 1, г).

Общая усадка $L_{общ}$ (рис. 1, д) составляет 4,4% и увеличение времени механоактивации до 6 мин существенного влияния на параметр не оказывают.

Для Аджидарского месторождения получены следующие модели:

$$R_{пл} = 2,1 + 0,47X_1 - 0,17X_1^2 + 0X_1X_2 + 0X_2 + 0X_2^2 \quad (6)$$

$$R_{сж} = 13,78 - 0,83X_1 + 2,2X_1^2 - 1,725X_1X_2 + 1,92X_2 + 3,45X_2^2 \quad (7)$$

$$W = 18,77 - 0,88X_1 - 0,62X_1^2 - 2,175X_1X_2 - 0,55X_2 + 0,38X_2^2 \quad (8)$$

$$\rho = 1,5 + 0,02X_1 + 0,03X_1^2 + 0,025X_1X_2 - 0,03X_2 + 0,13X_2^2 \quad (9)$$

$$L = 3,6 - 0,22X_1 + 0,22X_1^2 - 0,05X_1X_2 - 0,05X_2 + 0,12X_2^2 \quad (10)$$

Анализ модели пластической прочности глинистого сырья Аджидарского месторождения 7-суточного вылеживания (6) и ее графического образа (рис. 2, а) показал, что по мере увеличения времени механоактивации до 6 мин пластическая прочность возрастает от 1,6 кг/см² до 2,4 кг/см².

Показатель прочности на сжатие (рис. 2, б) в середине факторного пространства $X_1=0$; $X_2=0$ составляет 14 МПа, что соответствует стандартным требованиям (10 МПа). Более высокие показатели прочности, до 20 МПа, находятся в области высокой температуры обжига 1050 °С, причем время активации не должно превышать 3 мин.

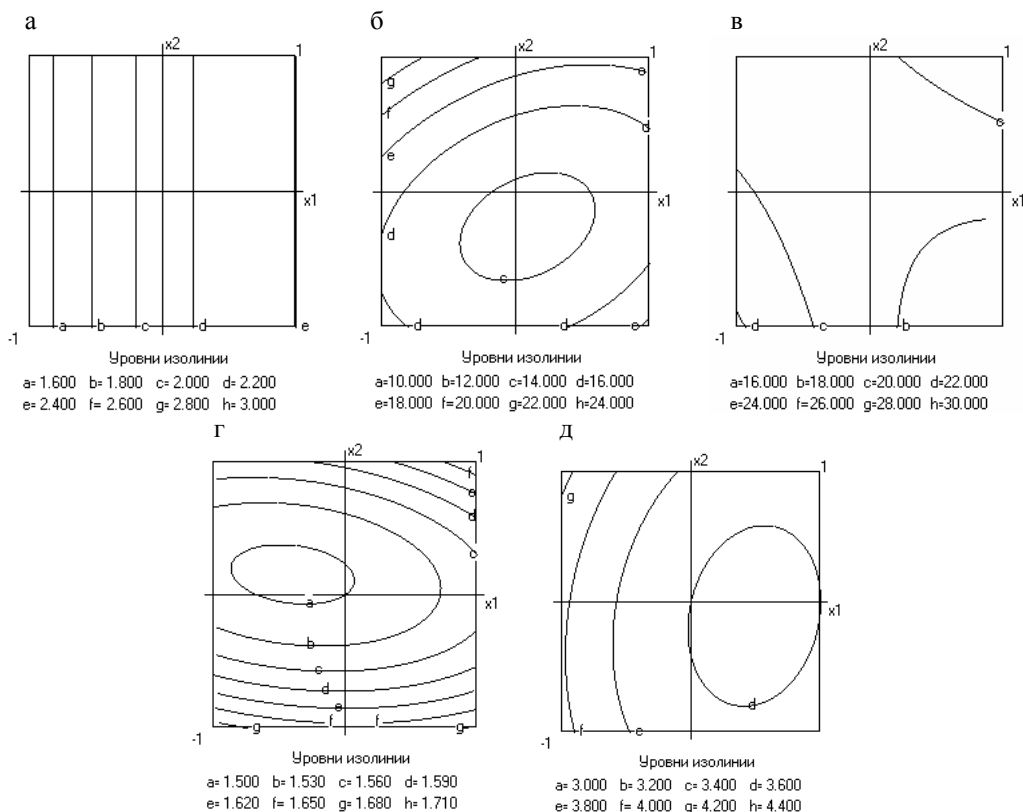


Рис. 2. Номограммы свойств керамического черепка (Аджидар): а – пластическая прочность $R_{пл}$; б – прочность на сжатие $R_{сж}$; в – водопоглощение W ; г – плотность ρ ; д – общая усадка $L_{общ}$.

Из рис. 2, в видно, что область с минимальным водопоглощением образцов из Аджидарского суглинка находится в пределах $X_1=1+1$, $X_2=-1; -0,5$, т.е. время активации $X_2=6$ мин, а температура обжига – $950-1000$ °С.

Плотность образцов (рис. 2, г) увеличивается от 1,5 до 1,65 г/см³ по мере увеличения времени активации и температуры обжига. Общая усадка глинистого сырья (рис. 2, д) снижается от 4,2 до 3,6% при увеличении времени активации до 6 мин.

Таким образом, оптимальное сочетание времени механообработки и температуры обжига для глины Токмокского месторождения являются: $t_{обж} - 950$ °С, время активации – 6 мин, поскольку плотность увеличивается на 6–12%, тогда как при механической активации с увеличением $t_{обж}$ происходит уменьшение на 6–13% плотности, а при комплексной обработке реакция материала меняется: плотность

увеличивается с увеличением температуры обжига и времени активации.

Для сырья месторождения Аджидар наибольшее значение $R_{сж} = 16,3$ МПа. достигается при температуре обжига 950 °С и 6 мин механоактивации при одновременном получении водопоглощения 4,2%.

Литература

1. *Стороженко Г.И., Болдырев Г.В., Кузубов В.А.* Механохимическая активация сырья как способ повышения эффективности метода полусухого прессования / *Строительные материалы.* – 1977. – № 8.
2. *Минеральные ресурсы неметаллических полезных ископаемых Кыргызстана // Материалы геолого-экономической экспедиции.* – Бишкек, 1996.