

МЕХАНИКАЛЫК АКТИВДҮҮ СУГЛИНКАЛАРДЫН НЕГИЗИНДЕ КЕРАМИКАЛЫК МАТЕРИАЛДЫН ТЕХНОЛОГИЯЛЫК ПАРАМЕТРЛЕРИН ОПТИМАЛДАШТЫРУУ

Сардарбекова Э.К.,¹ Шукурбек у. К.,² Саркаров У.Т.³

¹ техн. илим. канд. Эл аралык инновациялык технологиялар университети Elmira2507@mail.ru

² ЭИТУнун Курулуш жана инновациялык технологиялар институтунун магистранты

³ ЭИТУнун Курулуш жана инновациялык технологиялар институтунун магистранты

Аннотация. Керамикалык буюмдарды өндүрүү технологиясы (рецепт параметрлери) үчүн оптималдуу параметрлерди аныктаган: керамикалык карапанын күйүү температурасы жана саздак чийки заттын механикалык активдешүү убактысы (МА). Баш-Карасуу, Ажидар жана Токмок кендеринин саздак жерлери пайдаланылды. Оптималдаштыруу критерийлери тандалып алынган: кысуу күчү, МПа; жана суу сиңирүү, %. Математикалык маалыматтарды иштеп чыгуу керамикалык карапа касиеттери боюнча себептердин таасири эксперименталдык жана статистикалык моделдерин жана номограммаларды алууга мүмкүндүк берди.

Иштин жүрүшүндө кысуунун бекемдигинин жогорулашы жана суунун сиңишинин төмөндөшү МА убактысынын көбөйүшү менен байланыштуу экендиги аныкталды, ошондой эле керамикалык материалдын агломерация процессин оптималдаштыруу максатында технологиялык параметрлер аныкталды.

Негизги сөздөр: керамикалык аралашма; механикалык активдештирүү; технологиялык, күйгүзүүчү касиеттер; күч; сууну сиңирүү; фактор.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ МЕХАНОАКТИВИРОВАННЫХ СУГЛИНКОВ

Сардарбекова Э.К.,¹ Шукурбек у. К.,² Саркаров У. Т.³

¹ канд.техн.наук., Международный университет инновационных технологий Elmira2507@mail.ru

² магистрант Института строительства и инновационных технологий, МУИТ

³ магистрант Института строительства и инновационных технологий, МУИТ

Аннотация. В работе определили оптимальные параметры для технологии производства керамических изделий (рецептурные параметры): температуры обжига керамического черепка и время механической активации (МА) суглинистого сырья. Использованы суглинки месторождений Баш-Карасуу, Ажидар и Токмок. Критериями оптимизации были выбраны: прочность на сжатие, МПа; и водопоглощение, %.

Математическая обработка данных позволила получить экспериментально-статистические модели и номограммы влияния факторов на свойства керамического черепка.

В ходе работы было установлено, что увеличение прочности при сжатии и уменьшение водопоглощения связано с увеличением времени МА, а также были определены технологические параметры с целью оптимизации процесса спекания керамического материала.

Ключевые слова: суглинки; керамическая смесь; механическая активация; технологические, обжиговые свойства; прочность; водопоглощение; фактор.

OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF CERAMIC MATERIAL BASED ON MECHANICALLY ACTIVATED LOAMS

Sardarbekova E.K.¹, Shukurbek u. K.², Sarkarov U.T.³

¹ candidate of engineering sciences International University of Innovation technologies Elmira2507@mail.ru

² магистрант Института строительства и инновационных технологий, МУИТ

³ магистрант Института строительства и инновационных технологий, МУИТ

Annotation. *The optimal parameters for the production technology of ceramic products (prescription parameters) were determined in the work: the firing temperatures of the ceramic shard and the time of mechanical activation (MA) of loamy raw materials. Loams of the Bash-Karasuu, Ajidar and Tokmok deposits were used. The optimization criteria were chosen: compressive strength, MPa; and water absorption, %.*

Mathematical data processing allowed us to obtain experimental statistical models and nomograms of the influence of factors on the properties of the ceramic shard.

During the work, it was found that an increase in compressive strength and a decrease in water absorption is associated with an increase in the MA time, and technological parameters were also determined in order to optimize the sintering process of ceramic material.

Keywords: *loam; ceramic mixture; mechanical activation; technological, firing properties; strength; water absorption; factor.*

Основным энергетическим источником процесса спекания керамического материала является *свободная энергия поверхности частиц* на границах раздела фаз: кристалл – газ и жидкость – газ. При спекании, т. е. при образовании из пористого конгломерата более монолитного тела, уменьшаются межфазовые поверхности раздела и связанная с ними свободная энергия системы. Роль поверхностной энергии повышается, т.к. при более тонком измельчении материалов (при увеличенной удельной поверхности) спекание всегда интенсифицируется. [1]

Кроме того, к настоящему времени с помощью механической активации реализован синтез большого числа соединений и установлены некоторые закономерности протекания механохимических реакций. Показано, что скорость синтеза соединений при близких значениях энергий Гиббса реакций зависит от разности в твердости реагирующих компонентов. Чем пластичнее вещества, участвующие в твердофазной реакции, тем больше контакт между частицами и тем выше скорость синтеза. Установлена корреляция между скоростью твердофазной реакции и размером реагирующих частиц: чем меньше размер, тем выше скорость реакции взаимодействия. [2]

Целью данной работы являлась определение оптимальной температуры обжига керамического черепка и время механической активации (МА) суглинистого сырья. Экспериментальные исследования влияния мехактивации на грансостав суглинков и их технологические свойства были определены ранее [3]. Были рассмотрены суглинки местных месторождений: Баш-Карасуу, Аджидар и Токмок.

Для определения оптимальных параметров для механоактивированных смесей был поставлен двухфакторный эксперимент на 3 уровнях (табл.1).

Рецептурными параметрами были выбраны: X_1 – время механической активации (0,3,6 мин.); X_2 – температура обжига (900, 950, 1000 °С). Критерии оптимизации: Y_1 – прочность на сжатие (МПа); Y_2 – водопоглощение (%).

Таблица 1 – Двухфакторный план эксперимента

№№ п/п	План эксперимента		Натуральные значения		Выходные параметры оптимизации опытов			
	X_1	X_2	X_1	X_2	$Y_1 (R_{сж}, МПа)$		$Y_2 (W, \%)$	
					$R_{сж1}$	$R_{сж2}$	W_1	W_2
Суглинок Баш-Карасуу								
1	-1	-1	0	900	10,3	10	25	26
2	+1	-1	6	900	16	15,5	17	17
3	-1	+1	0	1000	15,6	15	19,9	21
4	+1	+1	6	1000	19,9	20	13	13,3
5	-1	0	0	950	13	13,5	22,2	21
6	+1	0	6	950	20,9	21	14	13,5
7	0	-1	3	900	15,5	16	17,9	18
8	0	+1	3	1000	20	20,3	14	14,6
9	0	0	3	950	18	18,5	14,4	13
Суглинок Токмок								
1	-1	-1	0	900	11,9	12	20,5	20,3
2	+1	-1	6	900	15,1	15	17,5	17
3	-1	+1	0	1000	15,6	15	16,9	17
4	+1	+1	6	1000	19,2	19	13,4	13
5	-1	0	0	950	13,2	13	18	18,5
6	+1	0	6	950	18,5	19	14	13,2
7	0	-1	3	900	14,9	15	18	18
8	0	+1	3	1000	20	20,1	13,7	13
9	0	0	3	950	18,2	18	14,4	13,2
Суглинок Аджидар								
1	-1	-1	0	900	10,1	10,5	23,3	23
2	+1	-1	6	900	18,4	19	17,2	17
3	-1	+1	0	1000	15,9	16,6	19,3	19
4	+1	+1	6	1000	19,9	18	16	15
5	-1	0	0	950	14,3	13	20,8	20
6	+1	0	6	950	12,9	12	16,2	16
7	0	-1	3	900	20,4	18	16,4	16
8	0	+1	3	1000	20,1	22	15,9	14,8
9	0	0	3	950	13,3	12	16	15

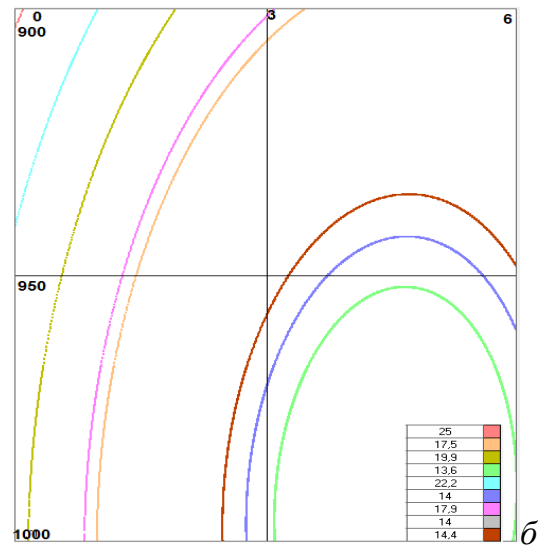
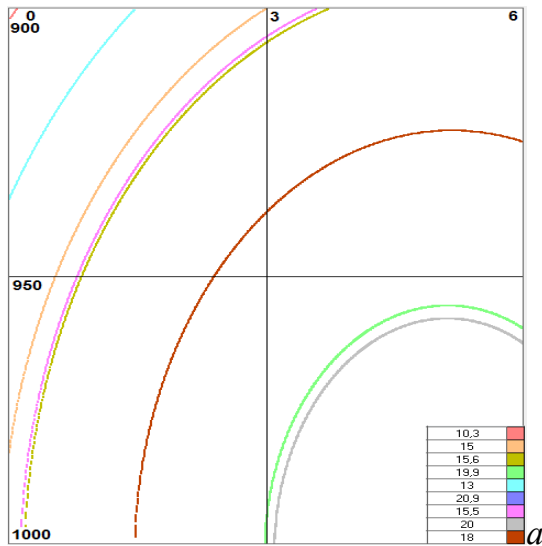
По результатам экспериментов были построены экспериментально-статистические модели (1-10) и номограммы влияния факторов на свойства керамического черепка (рис. 10).

*Знач и- мость	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Дисперсия адекватности математической модели							0,302	0,366				
Число степеней свободы при значимых коэффициентах							-	1				
Табличное значение критерия Фишера 4,96							3,33					
Расчетное значение критерия Фишера 3,87							3,1					
Токмок												
$Y(R_{с.ж.})$							$Y(W)$					
	b_0	b_1	b_2	b_{11}	b_{12}	b_{22}	b_0	b_1	b_2	b_{11}	b_{12}	b_{22}
*t- крите- рий	91,0 16	27,81 1	26,935	12,60 8	2,418	0,86 1	41,76 1	13,57 9	13,19 3	4,50 9	0,99 8	2,33 3
*Знач и- мость	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
Дисперсия адекватности математической модели							0,183	0,516				
Число степеней свободы при значимых коэффициентах							1	1				
Табличное значение критерия Фишера 4,96							3,71					
Расчетное значение критерия Фишера 4,69							3,39					
Аджидар												
$Y(R_{с.ж.})$							$Y(W)$					
	b_0	b_1	b_2	b_{11}	b_{12}	b_{22}	b_0	b_1	b_2	b_{11}	b_{12}	b_{22}
*t- крите- рий	13,8 88	3,27	43,546	2,276	3,965	5,77 8	35,59 5	13,32 1	6,789	7,75 3	3,27 5	0,04 2

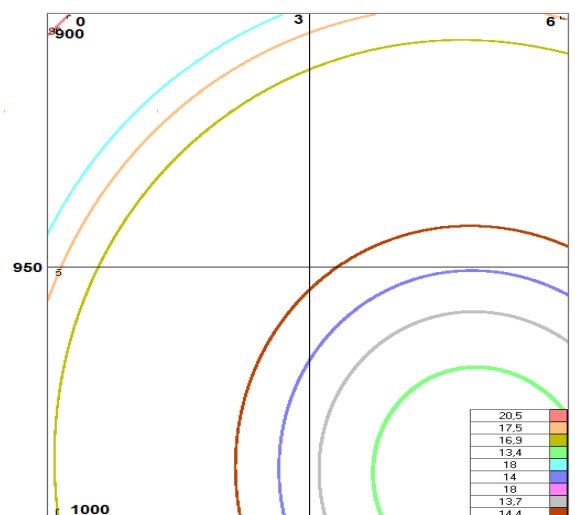
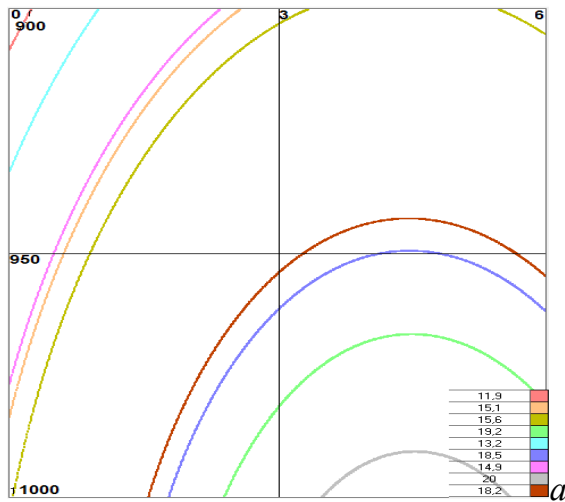
*Значимость	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1
Дисперсия адекватности математической модели	4,673						0,665					
Число степеней свободы при значимых коэффициентах	-						1					
Табличное значение критерия Фишера 3,71							3,33					
Расчетное значение критерия Фишера 3,39							3,05					

*Критерии Стьюдента и значимость коэффициентов модели (1/0 - значимый/незначимый)

1)



2)



б

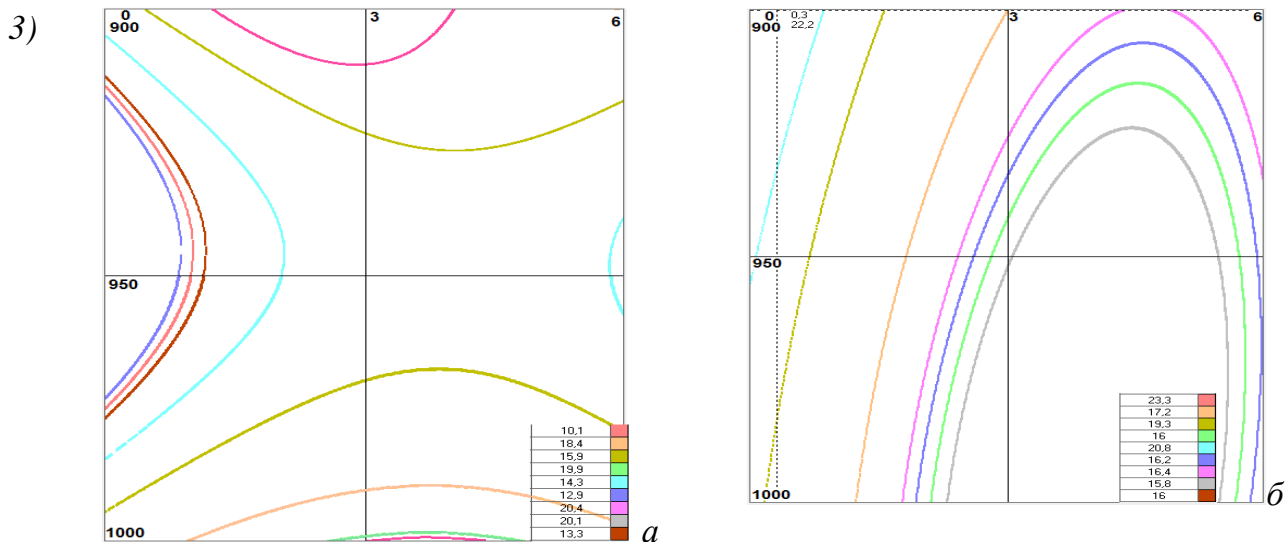


Рис.1. Номограммы свойств керамического черепка на основе : 1) Баш-Карасуу; 2) Токмок; 3) Аджидар: а) – прочность на сжатие $R_{сж}$; б) – водопоглощение W

Увеличение прочности и уменьшение водопоглощения для Токмок происходит одинаково – $X_2 = -0,2 \dots +1$. На номограммах хорошо видно резкое уменьшение $R_{сж}$ и увеличение W с уменьшением времени МА. Поэтому были приняты факторы: $X_1=0,461$ (3,339 мин.) при $X_2 = -0,2$ (940⁰С). При этом $R_{сж}$ и W составляют 16,794МПа и 14,97% соответственно.

Анализ модели прочности на сжатие керамических образцов на основе Аджидар (9) и ее графического образа (рис. 1, 3)-а) показал, что по мере увеличения времени механоактивации до 6 минут прочность растет от 10 МПа до 16 МПа. Более высокие показатели прочности, до 20 МПа находятся в области $X_1=-0,5$ до $+0,5$, т.е. время активации от 2 до 4 минут. Дальнейшая активация глины ведет к снижению прочности. Температуру обжига можно снизить до 900 ⁰С. Из рис. 3.7, 3)-б видно, что область с минимальным водопоглощением образцов из Аджидар находится в пределах $X_1=-0,5$ до $+1$, $X_2=-1$; $+1$. Экстремумы функций отклика $R_{сж} = 20,524$ МПа и $W = 15,756\%$ соответствуют значениям факторов: $X_1=0$ (3 мин.) при $X_2=-1$ (900⁰С).

Фактор X_1 для Баш-Карасуу и Токмок был скорректирован с $X_1=0,339$ (2,433 мин.) и $X_1=0,461$ (3,339 мин.) на $X_1=0$ (3 мин.), фактор температуры обжига при этом составил $X_2=0$ (950 ⁰С).

Таким образом, оптимальными параметрами можно считать: 3 минуты активации и температура обжига для Баш-Карасуу и Токмок – 950 ⁰С и Аджидар – 900 ⁰С.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Химическая технология керамики и огнеупоров [Текст] / [П. П. Будников, В. Л. Балкевич, А. С. Бережной и др.]; под ред. П. П. Будникова, Д. Н. Полубояринова. – М. : Стройиздат, 1972. – 552 с.*
2. *Матыева А.К. Пути повышения прочности целлюлозосодержащего арболита и интенсификация процесса его твердения //Наука и новые технологии. - Бишкек, 2007. - № 3-4. - С. 199-203.*
3. *Болдырев, В.В. Механохимические явления при сверхтонком измельчении [Текст]: Реферативный обзор работ Сибирского отделения АН СССР в области механохимии / В.В. Болдырев, В.И. Молчанов, Е.Г. Аввакумов // сб. науч. трудов ИГиГ СО АН СССР. – Новосибирск. –1971. – С. 5-22.*
4. *Матыева А.К., Кароолбек к. А., Сатыбалдиев Н. Управление качественной технологией производства строительной продукции (УКТПСП). //Наука и инновационные технологии [Научный информационный журнал №3/2018 (8)], - МУИТ, Бишкек.*
5. *Мавлянов А.С., Сардарбекова, Э.К. Влияние механической активации глинистого сырья на гранулометрический состав и технологические свойства керамического материала[Текст] /Известия ВУЗов Кыргызстана. Бишкек, 2017. №3. С. 29-34.*
6. *Разработка энерго- и ресурсосберегающей технологии стеновых материалов из местного сырья. [Текст]: дисс. ...канд.техн.наук: 05.23.05 /Э.К. Сардарбекова . –Бишкек, 2021. -158 с.*
7. *Матыева А.К., Адамалиева А., Муканов Э.М., Илимидин у. А., Саипов М.Б. Научный и информационный журнал «Наука и инновационные технологии».*
8. *- Бишкек, 2020(14). – №1. - С.150-158. [3].*
9. *Матыева А.К., Кароолбек к. А., Сатыбалдиев Н. Управление качественной технологией производства строительной продукции (УКТПСП). //Наука и инновационные технологии [Научный информационный журнал №3/2018 (8)], - МУИТ, Бишкек.*

Рецензент: д.т.н., проф. МУИТ
17.05.2022г.

Матыева А.К.