

УДК 579.69:666 (575.2) (04)

## СУШИЛЬНЫЕ И ОБЖИГОВЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА

М.Т. Касимова, А.С. Мавлянов, М.А. Джусупова, Э.К. Сардарбекова, Ч.Б. Баканов

Показана возможность применения глинистого сырья месторождений Токмок, Баш-Карасуу, Адждидар, Кара-Кече для производства керамических изделий. Исследованы сушильные и обжиговые свойства керамического черепка.

*Ключевые слова:* керамические изделия; глинистое сырье, технология обжига.

Современное техническое состояние многих кирпичных заводов России характеризуется использованием устаревших технологий и оборудования. Например, в Новосибирской области из пяти крупных заводов мощностью более 40 млн шт. кирпича в год половина была построена 50–60 лет назад. На этих заводах выпускается керамический кирпич средней марки 100. Несмотря на отсталую технологию, изношенный парк машин, отсутствие автоматизации, заводы могут работать еще не одно десятилетие, если в качестве стратегии развития будут ориентироваться не только на замену изношенного оборудования, но и на технологическую модернизацию производства. Такой подход к реконструкции старых заводов вдвойне оправдан, когда их сырьевой базой являются глины с неудовлетворительными технологическими свойствами, что характерно для большинства заводов Новосибирской области, работающих на лессовидных пылеватых суглинках [1]. Основная технологическая идея реконструкции заключается в использовании механохимической активации для изменения свойств суглинков и создания условий для формирования оптимальной макроструктуры изделий из активированного сырья. При этом способ производства изделий существенно влияет на выбор технологии механоактивации.

На действующих предприятиях по производству керамического кирпича в нашей республике положение ничем не отличается от российских заводов. Поэтому нашим производителям керамической продукции следует перенять опыт модернизации и реконструкции заводов и использовать технологические приемы, улучшающие качество подготовки сырья без существенных капиталовложений в модернизацию технологических линий производственного цикла.

Целью работы является изучение сушильных и обжиговых свойств лабораторных об-

разцов, сформованных из сырьевых смесей на основе местного микробиологически обработанного глинистого сырья месторождений Токмок, Адждидар, Баш-Карасуу и Кара-Кече. Исследования свойств лабораторных образцов проводили для пластического и полусухого способов производства керамического кирпича (табл. 1, 2).

В лабораторных условиях по стандартным методикам были определены общая усадка, плотность, водопоглощение и предел прочности при изгибе эталонных образцов и образцов из поликомпонентных сырьевых смесей.

В работе проведены экспериментальные исследования влияния комплексной механической и микробиологической обработки на физико-технологические свойства глинистого сырья. Результаты испытаний образцов приведены в табл. 3. Экспериментальные данные (табл. 3 и 4) показали, что при механической активации сырья при увеличении температуры обжига происходит уменьшение плотности на 6–13% как при пластическом прессовании, так и при полусухом способе формования. При комплексной обработке плотность возрастает с увеличением температуры обжига и времени активации. Для Токмоцкого суглинка при  $t_{\text{обж}} = 950^{\circ}\text{C}$  и времени активации 6 мин происходит увеличение плотности на 6–12%.

Увеличение времени активации до 6 мин и повышение температуры обжига до  $1000^{\circ}\text{C}$  приводят к увеличению водопоглощения с 21,2 до 23,5%, при уменьшении плотности с 1,6 до 1,5 г/см<sup>3</sup>; увеличение температуры обжига до  $1050^{\circ}\text{C}$  при времени активации 3 мин дает незначительное увеличение плотности, а такое же увеличение температуры обжига без активации снижает водопоглощение до 18,3% для глинистого суглинка Баш-Карасуу. Общая усадка глинистого сырья месторождения Баш-Карасуу увеличивается при увеличении времени активации

Таблица 1

Химический состав суглинков, % по массе

Месторождение	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	CaCO <sub>3</sub> + MgCO <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	R <sub>2</sub> O	Ппп	Σ
Баш-Карасуу	53,9	13,1	4,45	10,85	1,68	0,4	–	–	–	8,41	15,92	100
Токмок	61,79	15,88	5,02	–	–	1,93	12,7	2,55	1,07	7,55	7,55	99,87
Кара-Кече	61,84	21,63	1,65	0,2	0,88	0,43	–	2,12	0,12	–	9,92	98,79
Аджидаар	52,4	12,9	5,1	11,3	4,1	2,5	–	–	–	–	11,5	97,8

Таблица 2

Гранулометрический состав суглинков, мм

Месторождение	Менее 0,005	0,005–0,01	0,01–0,25	0,25–0,5	0,5–1	1–2
Баш-Карасуу	9,6	41,5	42,7	2,05	1,2	3,0
Токмок	16,29	11,16	48,12	0,43	–	–
Кара-Кече	49,84	27,06	10,32	11,2	0,56	0,52
Аджидаар	–	23,53	52,98	–	–	0,18

Таблица 3

Влияние комплексной микробиологической и механической обработки и температуры обжига на физико-технологические свойства глинистого сырья в 7-суточном возрасте

Месторождение	Время активации, мин	Температура обжига, °С	Пластическое формование				Полусухое прессование			
			ρ, г/см <sup>3</sup>	W, %	R <sub>сж</sub> , МПа	L <sub>обж</sub> , %	ρ, г/см <sup>3</sup>	W, %	R <sub>сж</sub> , МПа	L <sub>обж</sub> , %
Баш-Карасуу	0	950	1,6	15,8	11,4	2	1,7	10	11	0
	0	1050	1,7	10	32,2	4	1,6	9,5	45,7	0
	3	1050	1,8	9,5	15,8	4	1,6	12	31,9	0
	6	1000	1,7	10	10,6	4	1,7	14	14,6	0
Токмок	0	950	1,5	23	7,6	0	1,6	16,8	6,7	0
	0	1000	1,7	25	11,1	4	1,5	17,9	10,1	0
	3	1000	1,6	23,1	10,2	4	1,6	25	12,4	0
	6	950	1,7	10,9	7,2	2,9	1,8	9,1	8,52	0
Аджидаар	0	950	1,7	14,3	5,1	4	1,7	16,5	16,3	0
	0	1000	1,8	20	10	4	1,7	17,4	20	0
	3	1000	1,7	12,2	11,9	2	1,9	25	15,8	0
	6	950	1,7	17,9	5,9	2	2	4,2	18,5	0
Кара-Кече	0	1000	1,6	28	5,1	4	1,4	26	15,2	0
	0	1050	1,3	24	5,5	8,5	1,5	22	32,6	3,8
	6	1000	1,2	25	8	3,2	1,4	23	22,4	2
	6	1050	1,3	23	17,5	9,8	1,4	21	30	5,8

Таблица 4

Сравнение физико-технических свойств образцов из механоактивированного и комплексно (механо- и микробиологически активированного) глинистого сырья в 7-суточном возрасте

Месторождение	t <sub>акт.</sub> , мин.	t <sub>обж.</sub> °C	Механическая активация (полуухое прессование)				Механическая и микробиологическая активация (числитель – пластический способ формования, знаменатель – полуухое прессование)			
			ρ, г/см <sup>3</sup>	W, %	L <sub>общ.</sub> , %	R <sub>сж.</sub> , МПа	ρ, г/см <sup>3</sup>	W, %	L <sub>общ.</sub> , %	R <sub>сж.</sub> , МПа
Баш-Карасуу	0	950	1,6	21,2	2,6	13,0	1,6/1,7	15,8/13	2/0	11,4/11,0
	3	1050	1,6	18,3	1,2	15,5	1,7/1,6	10/8	4/0	32,2/45,7
	6	1050	1,6	21,5	1,5	9,95	1,8/1,6	7,5/6,9	4/0	15,8/31,9
Токмок	0	950	1,5	23,5	3,6	6,5	1,7/1,7	10/7,5	4/0	10,6/14,6
	3	1000	1,6	22,2	6,4	17,4	1,5/1,6	18/16,8	0/0	7,6/6,7
	6	1000	1,6	22,7	4,8	19,7	1,7/1,6	25/17,9	4/0	11,1/10,1
Аджидаp	0	950	1,6	22,4	4,2	15,0	1,6/1,6	23,1/25	4/0	10,2/12,4
	3	950	1,5	23,8	3,0	18,3	1,7/1,8	10,9/9,1	2,9/0	7,2/8,5
	6	1000	1,7	17,5	3,5	11,7	1,72/1,72	14,3/16,5	4/0	5,1/16,3
Кара-Кече	0	1000	1,5	20,6	4,8	16,5	1,8/1,7	20/17,4	4/0	10/20
	3	1000	1,5	23,4	3,1	11,0	1,7/1,9	12,2/25	2/0	11,9/15,8
	6	950	1,7	22,5	3,6	15,5	1,7/2,0	17,9/4,2	2/0	5,9/18,3
Кара-Кече	0	1000	1,3	30	7,1	6,0	1,6/1,4	28/26	4/0	5,1/15,2
	3	1050	1,3	33,1	7,7	5,85	1,3/1,5	24/22	8,5/3,8	5,5/32,6
	6	1000	1,3	28,6	4,8	10,2	1,2/1,4	25/23	3,2/2,0	8/22,4
	6	1050	1,3	32,7	7,7	11,1	1,3/1,4	23/21	9,8/5,8	17,5/29,9

до 6 минут и температуры обжига до 1000°C. Увеличение температуры обжига до 1050°C приводит к снижению общей усадки черепка с 2,6 до 1,2%, а повышение температуры обжига до 1050°C с активацией в течении 3-х мин приводит к снижению усадки черепка с 2,6 до 1,5% как при пластическом, так и при полусухом прессовании.

Прочность снижается с 13,0 до 6,5 МПа при увеличении температуры обжига с 950 до 1050°C и одновременном увеличении времени активации сырья с 0 до 6 мин как при пластическом, так и при полусухом прессовании. Наибольшее значение прочности при пластическом формовании наблюдается при температуре обжига 950°C; а при полусухом прессовании достигается при трех минутах активации сырья и температуре обжига черепка при 1050°C – 31,9 МПа для сырья месторождения Баш-Карасуу.

Для глинистого суглинка Токмоцкого месторождения показатель прочности 12,4 МПа получен при трехминутной активации и температуре обжига 1000°C. При этом только микробиологическая обработка сырья и температура обжига черепка при 1000°C позволяют получать  $R_{сж} > 10$  МПа, что соответствует требованиям стандартов. Для сырья месторождения Аджидар  $R_{сж} = 20$  МПа достигается при полусухом прессовании образцов с микробиологической обра-

боткой при температуре обжига 1000°C. Только комплексная активация при температуре обжига 950°C дает  $R_{сж} = 16,3$  МПа. Прочность на сжатие равная 18,3 МПа достигается при полусухом прессовании комплексно обработанного сырья месторождения Аджидар при 6 минутах активации и температуре обжига 950°C.

Для глинистого сырья месторождения Кара-Кече показатель прочности на сжатие, равный 22,4 МПа, и водопоглощение 2,0% получается при времени активации 6 мин и температуре обжига 1050°C при полусухом прессовании. При микробиологической обработке сырья и температуре обжига 1000°C можно получить  $R_{сж} = 15,2$  МПа и общую усадку 0%, что соответствует требованиям стандартов для строительной керамики. Для эталонного материала при отсутствии механо- и микробиологической активации, показатель  $R_{сж}$  при пластическом формовании составил 11,7 МПа, а при полусухом – 13,1 МПа.

### *Литература*

1. Шарипов Р.Я., Стороженко Г.И. Заводской опыт внедрения новых технологий для улучшения качества керамического кирпича // Строит. материалы. – 2005. – №6. – С. 11–13.
2. Отчет по научно-исследовательской работе КР-19-2006 “Микробиологическая обработка глинистого сырья месторождений Кыргызстана” (промежуточный). – Бишкек, 2006.