

УДК 579.69:666 (575.2)(04)

## ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ “MELMENT” НА ФОРМОВОЧНЫЕ И ОБЖИГОВЫЕ СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКОГО ЧЕРЕПКА

*М.Т. Касымова, А.С. Мавлянов, Ч.Б. Баканов,  
А.К. Дуйшеналиева, Н.К. Бакечалова*

Исследованы глинистые суглинки Кыргызстана для производства керамического кирпича. Улучшение формовочных и обжиговых свойств керамического черепка авторы добиваются использованием модифицирующей добавки “Melment”.

*Ключевые слова:* глинистое сырье; добавка “Melment”; керамический черепок; формовочные и обжиговые свойства.

В связи с введением нового нормативного документа ГОСТ 530–2007 [1] требования по качеству керамического кирпича в России ужесточились. Для аттестации кирпича как лицевого, на лицевых поверхностях не должно быть отколов, в том числе и от известковых (карбонатных) включений. Для аттестации кирпича как рядового, общая площадь отколов должна быть не более 1 см<sup>2</sup>. Карбонатных включений не должно быть на черепице, плитке “под кирпич” и клинкерных изделиях. Исходя из опыта эксплуатации, даже при небольшом содержании в сырье высокоактивных карбонатных включений на изделиях появляются отколы [2].

Качество керамического кирпича, используемого в Кыргызской Республике в настоящее время, также требует пересмотра. В технологии производства керамики на действующих кирпичных заводах производители используют общепринятые технологические приемы в соответствии с разработанной схемой производства.

Практика показывает, что глинистое сырье определяет будущие свойства изделий и влияет на оптимальные технологические параметры и подбор оборудования. Поэтому так актуальны исследования, направленные на проведение испытаний глинистого сырья, подбор оптимального состава шихты, параметров массопереработки, формования, сушки и обжига, разработку технологического регламента. Простейшие расчеты показывают, что затраты и потери от неуправляемого качества продукции, а также от невыполнения плана производства несоизме-

римы с затратами на сотрудничество с научно-исследовательскими организациями [3].

В работе исследована добавка “Melment”, которая качественно улучшает формовочные свойства глинистого сырья и обжиговые свойства керамического черепка. “Melment” отличается от других пластификаторов по химическому составу, но не отличается по принципу действия. При добавлении воды к глине, цементу или гипсу частицы этих материалов образуют агломераты, способные удерживать молекулы H<sub>2</sub>O в своей трехмерной структуре. Добавка пластификатора оказывает диспергирующее воздействие на частицы, что ведет к разрушению агломератов и высвобождению поглощенной ими воды. Соответственно, смесь становится более текучей, что значительно ускоряет и упрощает ее использование.

В работе приведены результаты экспериментальных исследований физико-механических свойств керамического черепка на основе глинистого сырья месторождений Ивановка, Токмок, Баш-Карасуу, Узунагач (Казахстан).

Химический состав глины представлен в табл. 1. Гранулометрический состав представлен в табл. 2. Исследования физико-технологических свойств сырья и лабораторных образцов проводились по стандартным методикам. Добавка вводилась в глинистое сырье с водой затворения. Влажность шихты составляла 18–22%. Опытные образцы получали по технологии пластического формования с последующей сушкой в сушильном шкафу и обжигом в муфельной печи при температурах 950°C, 1000°C и 1050°C с выдержкой в течение 1 ч.

Таблица 1

Химический состав суглинков

Месторождение	Химический состав, % по массе												
	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	TiO <sub>2</sub>	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
Узун-Агач (Казахстан)	54,15	11,11	3,87	12,16	02,52	0,11	-	2,09	0,98	-	12,07	0,55	99,77
Аджидаар	52,4	12,9	5,1	11,3	4,1	2,5	-	-	-	-	11,5		97,8

Таблица 2

Гранулометрический состав суглинков

Месторождение	Фракции, мм					
	менее 0,005мм	0,005–0,01 мм	0,01–0,25 мм	0,25–0,5 мм	0,5–1 мм	1–2 мм
Баш-Карасуу	9,6	41,5	42,7	2,05	1,2	3,0
Токмок	16,29	11,16	48,12	0,43	-	-
Узун-Агач (Казахстан)	24,3	10,6	56,7	6,1	0,1	0,1
Ивановка	-	23,53	52,98	-	-	0,18

Для определения формовочных и обжиговых свойств использованы образцы-цилиндрики и пластинки. Результаты определения физико-механических свойств образцов на основе исследованных суглинков приведены в табл. 3.

Анализ экспериментальных данных показал, что прочность при сжатии образцов из Ивановского глинистого суглинка без добавки равна 18,21 МПа, при температуре обжига 950°C (I состав). При введении 1% добавки прочность керамического черепка снижается и равна 7,23 МПа. Повышение добавки "Melment" до 2% приводит к повышению прочности образцов до 14,69 МПа. При этом происходит уменьшение пластической прочности, средняя плотность образцов уменьшается до 1,62 г/см<sup>3</sup>. Водопоглощение равно 18% в составе без добавки. При введении 1% добавки "Melment" водопоглощение равно 3,75 %, что свидетельствует о высокой плотности керамического черепка, равного 1,7 г/см<sup>3</sup>. При введении 2% добавки в составы Ивановского суглинка водопоглощение уменьшается от 30 до 14,9% по мере увеличения температуры обжига от 950 до 1050°C. Прочность образцов, обожженных при температуре 1000°C, равна 30,13 МПа для образцов без добавки, и уменьшается до 23,58 МПа при 1% добавки. Введение 2% до-

бавки приводит к росту прочности до 39,3 МПа. При введении 1% добавки водопоглощение черепка составляет 1,42%. Уплотнение и спекание черепка при данной температуре обжига характеризуется малыми усадочными деформациями (1,7 мм) и высокой плотностью (1,74 г/см<sup>3</sup>). Повышение температуры обжига до 1050°C для состава без добавки не приводит к существенному росту прочности а, скорее наоборот, к некоторому ее снижению (23,5 МПа). При 1% добавки прочность керамического черепка равна 58,9 МПа, плотность образцов при этом является максимальной (1,93 г/см<sup>3</sup>).

Гранулометрический состав суглинка содержит фракции: от 0,01–0,25 мм – 52,98%; от 0,005–0,01 мм – 23,53%. Добавка оказывает пластифицирующее действие на глинистые фракции суглинков.

При обжиге образцов при температуре 1050°C прочность достигает 58,9 МПа. Количество вводимой добавки для получения керамического черепка с оптимальными физико-механическими свойствами следует считать 1%. При этом значении плотность увеличивается до 1,93 г/см<sup>3</sup>, показатель водопоглощения равен 2,1.

Для суглинка месторождения Токмок характерно содержание CaCO<sub>3</sub> + MgCO<sub>3</sub> = 12,7%. Кро-

Таблица 3

Физико-механические свойства лабораторных образцов, изготовленных из глинистых суглинков, активизированных добавкой "Melment"

Месторождение	Состав	Температура обжига	Формовочная влажность, %	Количество добавки, %														
				0%				1%				2%						
				$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	R <sub>сж</sub> <sup>сж</sup> , МПа	R <sub>пл</sub> , МПа	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	R <sub>сж</sub> <sup>сж</sup> , МПа	R <sub>пл</sub> , МПа	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	W, %	R <sub>сж</sub> <sup>сж</sup> , МПа	R <sub>пл</sub> , МПа			
Ивановка	I	950°C	20	1,56	18	18,21	3,7	2,06	1,7	3,75	7,23	2,6	0,95	1,62	30	14,69	1,9	0,91
	II	1000°C		1,53	16,7	30,13	3,7	1,47	1,74	1,42	23,58	1,7	1,26	1,66	19,3	39,3	2,9	0,87
	III	1050°C		1,56	18,8	23,5	3,8	2,31	1,93	2,1	58,9	6,7	1,26	1,91	14,9	23,1	7,9	0,81
Токмок	I	950°C	22	1,56	21,9	20,53	0,4	1,4	1,65	20,6	19,7	2,6	1,14	1,59	21,3	33,45	1,6	1,1
	II	1000°C		1,92	22,4	16,89	2,6	1,33	1,69	19,1	33,8	4,8	1,11	1,58	19,6	36,2	5,8	1,1
	III	1050°C		1,7	18	19,21	1,9	1,75	2,27	0,75	42	6,5	1,1	1,69	20,3	33,6	3,2	1,1
Баш-Карасу	I	950°C	19	1,7	17	15,23	1,9	2,38	1,85	8,9	6,89	1,3	1,26	1,6	25	23,58	1,4	1,12
	II	1000°C		2,0	18,9	15,89	1,5	2,38	1,75	18,1	36,6	3,3	1,26	1,67	19,6	16,7	2	1,3
	III	1050°C		1,69	18,8	18,54	1,2	2,73	1,66	11,8	19,89	3,8	1,29	1,8	18,1	42,7	4,5	1,27
Узунатач	I	950°C	20	1,6	18	8,94	4,1	1,22	1,75	9,6	14	1	0,66	1,59	24,1	13,77	1	0,56
	II	1000°C		1,6	19,1	9,63	1,1	1,47	2,36	16,4	24,4	0,7	0,63	1,69	17,9	13,3	3,3	0,59
	III	1050°C		1,88	18,4	9,9	1,9	1,4	2,02	1,4	31,5	8,3	0,66	1,97	5,4	44,8	7,3	0,56

ме того, в составе имеются плавни  $K_2O+Na_2O=3,62\%$ . Наличие плавней свидетельствует о ранней температуре спекания. Обжиг образцов при температуре  $950^\circ C$  показал, что прочность при сжатии равна 20,53 МПа. Плотность меняется в зависимости от количества вводимой добавки в массу. При 1% добавки плотность равна  $1,65 \text{ г/см}^3$ , при 2% добавки – несколько уменьшается и равна  $1,59 \text{ г/см}^3$ . Обжиг при  $1000^\circ C$  приводит к уменьшению прочности образцов без добавки (16,89 МПа). При введении 1% добавки максимальная прочность получена для состава III и равна 42 МПа.

Для суглинка месторождения Баш-Карасуу закономерности изменения свойств обожженных образцов сохраняются как и для суглинка Ивановского месторождения. По химическому и гранулометрическому составу эти суглинки примерно близки. Пластичная прочность меняется в зависимости от количества вводимой добавки “Melment”. Это свидетельствует о том, что вводимая добавка положительно влияет на формовочные свойства. Обжиг при температуре  $950^\circ C$  показал, что образцы имеют прочность, равную 15,23 МПа, что соответствует марке кирпича 150. Водопоглощение, соответствующее стандарту для кладочного кирпича получено для образцов обожженных при температуре  $1050^\circ C$  с 1% добавки (11,8%). При введении 2% добавки прочность при указанной температуре обжига достигает пределов значений в среднем 42,7 МПа.

Для суглинка месторождения Узунагач (Казахстан) характерно содержание оксидов, приближенно равное суглинку Баш-Карасуу. Гранулометрический состав суглинка характеризуется большим содержанием фракций  $< 0,005 \text{ мм}$  – 24,3 мм, и фракций 0,25–0,5 мм – 6,1%. Суглинок относится к категории грубодисперсного сырья. Результаты экспериментальных данных свидетельствуют, что прочность обожженных образцов невысока (8,94 МПа) без добавки и при температуре обжига равной  $950^\circ C$ . Введение 1% добавки “Melment” приводит к некоторому повышению прочности до 14,0 МПа. При этом водопоглощение черепка является минимальным и равно 9,6%; плотность повышается, а при 2% добавки прочность несколько снижается. Оптимальное количество добавки для исследованных суглинков находится в пределах 1%. Обжиг образцов при температуре  $1000^\circ C$  приводит к незначительному приросту прочности без добавки

(9,63 МПа); при введении 1% добавки прочность образцов повышается в среднем до 24,4 МПа; плотность увеличивается до  $2,36 \text{ г/см}^3$ .

При введении 2% добавки прочность снижается, водопоглощение увеличивается и соответственно снижается плотность. Обжиг образцов при температуре  $1050^\circ C$  показал, что прочность в образцах без добавки “Melment” немного увеличилась по сравнению с прочностью образцов, обожженных при температуре  $1000^\circ C$  (9,63 МПа). При введении 1% добавки плотность резко увеличивается до  $2,02 \text{ г/см}^3$ ; прочность составляет 31,5 МПа; водопоглощение равно 1,4%. При введении 2% добавки прочность увеличивается до 44,8 МПа, водопоглощение равно 5,4%, плотность меняется незначительно –  $1,97 \text{ г/см}^3$ . Эксперименты показали, что добавка “Melment” оказывает существенное влияние не только на формовочные свойства, которые способствуют лучшей формуемости, но и влияют на физико-механические показатели образцов. Прочность керамического черепка при введении добавки “Melment” в 1,5–3 раза выше прочности образцов, в которые добавка не вводилась.

Предложенная добавка “Melment” может быть использована для улучшения формовочных свойств суглинков, а также физико-механических свойств строительной керамики. Оптимальной добавкой для всех суглинков определен предел 0–1%. Лучшие показатели прочности, водопоглощения, плотности, усадки и пластической прочности получены при температуре обжига  $1050^\circ C$ .

#### Литература

1. ГОСТ 530-2007 Кирпич и камень керамические. М., 2007.
2. Езерский В.А. Актуальные технологические решения для производства керамических изделий // Строит. материалы. 2010. № 4. С. 28–30.
3. Ашмарин А.Г., Наумкина Н.И., Губайдуллина А.М., Ласточкин В.Г. Керамические стеновые материалы на основе цеолитсодержащего глинистого сырья // Строит. материалы. 2010. № 4. С. 44–46.
4. Отчет по научно-исследовательской работе КР-07-2010 по проекту “Использование модифицирующих добавок нового поколения в производстве керамических изделий” / Рук. темы: д-р техн. наук. М.Т. Касымова. Бишкек: КРСУ, 2010. 96 с.