

Влияние удельного давления прессования и температуры обжига на морозостойкость керамического черепка из модифицированного Атюхтинского глинистого сырья

А.А. Наумов, А.Н. Юндин

При производстве керамических изделий на их качество оказывают влияние многие технологические факторы, которые не всегда поддерживаются на необходимом уровне [1]. Для обеспечения стабильной работы предприятий, выпускающих строительную продукцию, необходимо уметь прогнозировать будущие свойства материала на стадии его изготовления.

Одним из основных производственных переделов при изготовлении кирпича полусухим способом является процесс прессования сырца из сыпучей глиняной массы, при котором закладывается первоначальная структура кирпича-сырца [2,3]. Затем по производственной цепочке следует сушка сырца и его обжиг. Обжиг представляет собой конечную стадию технологического процесса, на которой изделия приобретают необходимые качества – прочность, морозостойкость и т.д. [4,5].

В настоящей статье представлены результаты оценки совместного влияния удельного давления прессования и температуры обжига на свойства опытных образцов, изготовленных из глинистого сырья Атюхтинского месторождения. Данное сырье, типичное для производства кирпича, является легкоплавким, умеренно пластичным, высокочувствительным к сушке, с преобладанием минералов гидрослюдисто-монтмориллонитового типа.

Ранее проведенными исследованиями [6] было установлено, что образцы, изготовленные из чистого глинистого сырья указанного месторождения, отпрессованные при удельном давлении 25 МПа и обожженные при 1050⁰С, оказались неморозостойкими (выдержали 9 циклов попеременного замораживания и оттаивания). С целью увеличения морозостойкости обожженных образцов применяли минеральную модифицирующую добавку – карбонатсо-

держащие отходы, образующиеся в процессе производства минеральных удобрений. Введение данной добавки в количестве 5 % позволило повысить морозостойкость обожженных образцов при этих же значениях давления и температуры до 152 циклов за счет увеличения объема резервной пористости [6].

Для количественной оценки влияния удельного давления прессования и температуры обжига на физико-механические свойства обожженных образцов были проведены экспериментально-статистические исследования с применением математического планирования эксперимента и компьютерной обработкой результатов. С этой целью нами был реализован полный двухфакторный эксперимент ПФЭ 3^2 по плану на квадрате [7].

В качестве варьируемых факторов в эксперименте приняты:

X_1 – температура обжига, $^{\circ}\text{C}$;

X_2 – удельное давление прессования, МПа.

Уровни варьирования факторов приняты на основании предварительных опытов: для X_1 основной уровень – 1000°C , интервал варьирования – $\pm 50^{\circ}\text{C}$, для X_2 соответственно 20 и ± 5 МПа.

В качестве контролируемых параметров были выбраны:

F – морозостойкость обожженных образцов, циклы – Y_1 ;

$R_{сж}$ – прочность обожженных образцов при сжатии, МПа – Y_2 ;

$R_{изг}$ – прочность обожженных образцов при изгибе, МПа – Y_3 ;

W – водопоглощение обожженных образцов, % – Y_4 .

Другие факторы, оказывающие влияние на физико-механические показатели обожженных образцов, при проведении эксперимента были стабилизированы (зерновой состав, влажность пресс-порошка и количество добавки).

Для определения физико-механических показателей прессовали образцы-цилиндры диаметром и высотой 50 мм и образцы-балочки размером 160x40x25 мм.

Исходные данные для проведения эксперимента и его результаты приведены в таблице 1.

Экспериментальные данные плана

№ опыта	Факторы		$R_{сжс}$, МПа	$R_{изг}$, МПа	W , %	F , циклы
	X_1 , °С	X_2 , МПа				
1	950	15	21,2	8,0	16,6	5
2	1050	15	27,4	9,8	15,1	55
3	950	25	29,5	9,6	14,6	36
4	1050	25	35,7	11,5	13,0	152
5	1000	20	28,4	9,7	14,8	75
6	1050	20	31,5	10,7	14,0	110
7	950	20	25,3	8,8	15,6	25
8	1000	25	32,5	10,6	13,8	100
9	1000	15	24,3	8,9	15,8	35

По результатам эксперимента получены следующие уравнения регрессии (со значимыми коэффициентами):

$$Y_1 = 75,178 + 42,477 \cdot x_1 + 32,733 \cdot x_2 - 7,833 \cdot x_1^2 - 5,567 \cdot x_2^2 + 15,04 \cdot x_1 \cdot x_2;$$

$$Y_2 = 28,422 + 3,08 \cdot x_1 + 4,133 \cdot x_2;$$

$$Y_3 = 9,738 + 0,933 \cdot x_1 + 0,833 \cdot x_2;$$

$$Y_4 = 14,808 - 0,788 \cdot x_1 - 1,033 \cdot x_2.$$

Построенные по данным уравнениям изолинии для морозостойкости и прочности при сжатии изображены на рис.1.

Анализируя полученные уравнения регрессии можно отметить, что:

– морозостойкость обожженных образцов, при повышении обоих варьируемых факторов, возрастает. Причем несколько больше влияет на этот показатель температура обжига. Для обеспечения морозостойкости образцов, равной 50 циклам, удельное давление прессования должно быть не менее 18 МПа, а температура обжига не ниже 980°С;

– аналогичным образом увеличение значений удельного давления прессования и температуры обжига позволяет повысить прочность черепка

как при сжатии, так и при изгибе: при удельном давлении 15 МПа и температуре обжига 950°C прочность при сжатии составляет 21,2 МПа, при изгибе – 8,0 МПа, а при 25 МПа и 1050°C – соответственно, 35,7 и 11,5 МПа;

– с увеличением удельного давления прессования и температуры обжига уменьшается водопоглощение обожженных образцов.

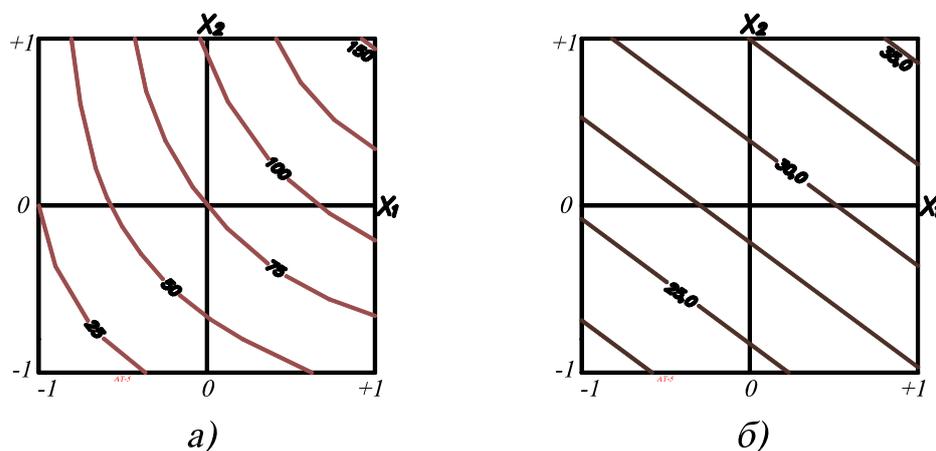


Рис.1 Изолинии морозостойкости (а) и прочности при сжатии (б) обожженных образцов

Проведенные исследования показали, что, даже оперируя только двумя производственными факторами – удельным давлением прессования и температурой обжига – можно существенно изменять физико-механические свойства готовых изделий в весьма широких пределах. Изучение пористой структуры обожженных образцов и ее влияние на морозостойкость проводили по методикам [8,9], результаты которого будут представлены в дальнейшем.

Полученные рациональные технологические параметры производства лицевых керамических изделий повышенной морозостойкости на основе атюхтинского глинистого сырья с 5 % минеральной добавки были опробованы в полужавовских условиях на кирпичном заводе ООО «Фили'Н-КСМ» (г. Шахты Ростовской области) [10].

Полученные модели прогнозирования основных показателей керамических образцов позволяют оценивать различные производственные ситуации и принимать статистически обоснованные решения при выборе целесообраз-

ных технологических параметров, гарантирующих выпуск изделий заданного качества.

Литература:

1. Терехина Ю.В. Технологическое управление качеством и эксплуатационными свойствами изделий [Текст] // Материалы междунар. научно-практ. конференции «Строительство - 2012» – РГСУ, С. 11-12.
2. Лундина М.Г., Беренштейн П.И., Блох Г.С. Производство кирпича методом полусухого прессования [Текст] // М.: Госстройиздат, 1958. – 164 с.
3. Котляр В.Д. Прессуемость порошкообразных масс на основе опок [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. Режим доступа: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/945> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.
4. Беркман А.С., Мельникова И.Г. Структура и морозостойкость строительных материалов [Текст] // М.: Госстройиздат, 1962. – 166 с.
5. Watson A. Laboratory test and the durability of bricks. The mechanism of frost action in bricks // Brit. Ceram. Soc., 1964., № 63, Nr. 11. – P. 306-308.
6. Гуров Н.Г., Наумов А.А., Юндин А.Н. Повышение морозостойкости керамического камня полусухого прессования минеральной модифицирующей добавкой [Текст] // Строительные материалы, 2012, №5, С. 78-80.
7. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ [Текст] // Киев: Высшая школа, 1989. – 328 с.
8. Litvan G.S. Pore structure and frost susceptibility of building materials. Proc. Intern. Symp. RILEM/ZUPAC, Prague, 1973, Prelm. Report., Part. 2, 1973.
9. Ерохина Л.В. Зависимость пористой структуры кислотоупорной керамики от минерального состава исходных глин и методы снижения ее проницаемости [Текст]: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1984. – 166 с.
10. Наумов А.А., Юндин А.Н. Морозостойкий керамический кирпич полусухого прессования из глинистого сырья Шахтинского завода [Электронный ресурс] // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. Режим доступа:

<http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/960> (доступ свободный) – Загл.
с экрана. – Яз. рус.