

граммах этих образцов с ростом температуры наблюдаются резкое увеличение анортита (4,04, 3,70, 3,22 Å), кристаллизация волластонита (3,52, 3,07, 2,98, 2,78 Å), диопсида (3,0, 2,90, 2,52 Å), а также отсутствие рефлексов, характерных для геленита и $\beta\text{C}_2\text{S}$, кристаллических фаз на основе FeO и Fe_2O_3 . Вероятно, окислы железа находятся в составе стекловидной фазы или изоморфно замещают другие окислы в диопсиде.

Исследования показали, что при обжиге гидрослюдисто-каолинитовых глин, содержащих карбонат кальция, в температурном интервале 800–1000°C наблюдается уменьшение геленита, сопровождающееся ростом волластонита и гематита. При введении в массу извести и при повышении ее содержания с ростом температуры обжига увеличивается количество анортита, кристаллизуются волластонит и диопсид.

Таким образом, для получения керамического черепка более светлых тонов необходимо вводить в массу не менее 20% мела с обязательным повышением температуры обжига. Добавка в массу более 10% мела приводит к сдвигу эффекта разложения CaCO_3 в сторону более высоких температур.

Л и т е р а т у р а

1. Калантар Г.А. Архитектурно-строительная керамика из повсеместно распространенных глин. – Строительные материалы, 1956, № 12, с. 22–24. 2. Августинник А.И. Керамика. – М., 1975, с. 117–118. 3. Павлов В.Ф., Ан Р. Исследование влияния карбонатов на спекание плитовых масс при скоростных режимах обжига. – Тр. НИИстройкерамика. – М., 1977, вып. 43, с. 71–72.

УДК 666.712:536.485

В.И.Пилецкий, ст. науч. сотр.,
канд.техн.наук (Минск. НИИСМ),
В.Н.Страх, канд.техн.наук, доц.
(БПИ), А.Д.Лобанок, инж.
(Минск. НИИСМ), В.Г.Горбуто-
вич, канд.техн.наук, доц. (БПИ)

К ВОПРОСУ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРОЗОСТОЙКОСТИ КИРПИЧА

В настоящее время морозостойкость различных материалов, в том числе и кирпича, определяется методами, изложенными в ГОСТе 7025–78. К основным недостаткам этих методов мож-

но отнести их чрезмерную продолжительность — до 30 и более суток.

Согласно литературным данным [1], морозостойкость кирпича зависит от его структуры. Основываясь на классификации, предложенной М.Н.Дубининым [2], кирпич можно отнести к неоднородно-пористым сорбентам, у которых заполнение пор водой происходит по механизму капиллярной конденсации. Следовательно, при некотором влагосодержании кирпича часть его пор размерами от r_1 до r_2 будет заполнена водой, в то время как более крупные поры будут заполнены лишь частично. При температурах, соответствующих фазовому переходу воды, она, замерзая в заполненных порах, будет разрушать первоначальную структуру кирпича за счет расклинивающего давления [3]. Однако, как показано в [4], температура фазового перехода воды, заключенной в капиллярах и порах, в лед зависит от их радиуса и с уменьшением последнего смещается в область более низких значений. Таким образом, у влагонасыщенного кирпича характер фазового перехода в лед зависит от общего объема пор и закона их распределения по размерам (радиусам), т. е. характеризует пористую структуру кирпича, которая в свою очередь связана с его морозостойкостью.

В работе [5] для диагностики фазового состояния воды и определения пористости влагосодержащих строительных материалов был применен метод СВЧ-радиолокации. На основании проведенных исследований получено соотношение

$$\frac{N_t}{N} = \frac{V_t}{V}, \quad (1)$$

где $N_t = 8,7\alpha d_t$ — затухание СВЧ-энергии, вызываемое материалом при некоторой температуре $t < 0^\circ\text{C}$; N — затухание СВЧ-энергии, вызываемое материалом при некоторой температуре $t > 0^\circ\text{C}$; V_t , V — объемы воды, содержащейся в материале в жидкой фазе, при $t < 0^\circ\text{C}$ и $t > 0^\circ\text{C}$; α — постоянная затухания воды; d и d_t — эквивалентная толщина слоя воды в материале при $t > 0^\circ\text{C}$ и $t < 0^\circ\text{C}$ соответственно.

Анализируя соотношение (1) и учитывая физический процесс взаимодействия СВЧ-волны с влагонасыщенным материалом, можно найти интегральное содержание пор (Π_c) в образце

$$\Pi_c = \int_{r_1}^{r_2} 2 \frac{V_t}{V} dr = \frac{N_t}{8,7\alpha d}. \quad (2)$$

Дифференциальная характеристика распределения пор по размерам определится по соотношению, получаемому из (1):

$$V_r = \frac{1}{8,74d} \frac{\Delta N_t C}{\Delta t r^2}, \quad (3)$$

где C – постоянная величина.

Анализ формул (2) и (3) показывает, что затухание СВЧ-энергии, измеренное в диапазоне отрицательных температур, является функцией пористой структуры материала. Это позволяет разработать соответствующую методику и создать прибор для контроля морозостойкости.

Такая идея была предложена в работах [5, 6], однако она не была завершена. В настоящее время практически отсутствуют экспериментальные и теоретические данные по взаимодействию потока СВЧ-энергии влагонасыщенным кирпичом при отрицательных температурах.

С целью получения необходимых данных и отработки методики по определению морозостойкости кирпича СВЧ-методом разработана экспериментальная установка. Она собрана из двух отдельных систем – морозильной установки с системой задания и автоматического поддержания температуры и измерительного СВЧ-блока.

Измерительный СВЧ-блок состоит из генератора СВЧ типа ГЗ-14А, передающей и рупорных антенн, прецезионного измерительного аттенюатора типа Д5-5, детекторной секции, узкополосного усилителя типа У2-6 и набора волноводных элементов сечением 23 x 10 мм.

Морозильная часть установки включает морозильную камеру 0,6 x 0,4 x 0,3 м, компрессор типа ВН-0,35, регулятор подачи хладагента марки 22ТРВ, трубопровод, а также системы автоматического поддержания заданной температуры в камере.

В связи с тем что температура фазового перехода в капиллярах и порах зависит от их радиусов, снятие функции $N = f(t)$, которая, как предполагается, связана с морозостойкостью, необходимо вести при наличии равномерного контролируемого температурного поля в объекте исследования. Для получения такого поля по всему объему камера оборудовалась вентилятором. Предварительные исследования показали, что колебания температуры в камере относительно заданной и ее неравномерность по всему объему составляют $\pm 0,5^\circ\text{C}$.

Подготовка образцов к исследованию производилась в соответствии с ГОСТ 7025-78. После этого образцы загружались в морозильную камеру. Причем одновременно с исследуемыми образцами загружался контрольный с введенными в него термопарами. Все образцы охлаждались со средней скоростью $0,25^\circ\text{C}/\text{мин}$ до -20°C . По достижении температурного равно-

Табл. 1. Зависимость поглощения СВЧ-энергии от морозостойкости глиняного кирпича

Температура замораживания, С	Морозостойкость циклы	Поглощение СВЧ-энергии
- 5	5-10	15-19
	20-25	7-10
	Более 30	2-7
-10	5-10	9-10
	20-25	4-5
	Более 30	1,8-2
-15	5-10	6,0-6,5
	20-25	4,8-4
	Более 30	1,8-2
-20	5-10	6-6,5
	20-25	3-4
	более 30	1,8-2
-25	5-10	5,4-6,6
	20-25	2,9-4,0
	Более 25	1,8-2,0
-30	5-10	6,0-6,6
	20-25	2,5-4,0
	Более 30	1,8-2,0

весия образцы последовательно извлекались из морозильной камеры, устанавливались в измерительную ячейку СВЧ-блока, где и производилось измерение затухания СВЧ-энергии. Последующие измерения осуществлялись при повышении температуры с интервалом 5°C после соответствующего выравнивания температурного поля в образце перед измерением.

Анализ предварительных результатов эксперимента показывает (табл. 1), что испытанные образцы в зависимости от их предварительно установленной морозостойкости отличаются количеством образующегося в них льда. Это подтверждается и результатами эксперимента.

По данным, приведенным в таблице, прослеживается четкая взаимосвязь между поглощением СВЧ-энергии образцами керамики и их морозостойкостью. Это дает основание предполагать, что предложенный метод после его уточнения при испытании изделий, полученных по различным технологическим схемам из глины различных месторождений, может быть положен в основу экспресс-метода полуколичественной оценки морозостойкости глиняного кирпича.

Л и т е р а т у р а

1. Беркман А.С., Мельников И.Г. Структура и морозостойкость стеновых материалов. - М.-Л., 1962. - 166 с.
2. Дубинин М.Н. Адсорбция в минералах. - В сб.: Природные

сорбенты. М., 1967, с. 5–24. 3. Дерягин Б.В. К вопросу об определении понятия и величины расклинивающего давления и его роль в статике и кинетике тонких слоев жидкостей. – Журн. коллоидн. хим., 1955, т. 18, вып. 3, с. 207–215. 4. Бакаев В.А., Киселев Е.Ф., Красильников К.Г. Понижение температуры плавления воды в капиллярах пористого тела. – Докл. АН СССР, 1959, 125, № 4, с. 831–834. 5. Римкевич И.М. Разработка и исследование метода определения пористости вла-госодержащих строительных материалов по поглощению радио-волн СВЧ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Минск, 1972. 6. А. с. 602837 (СССР). Способ определения морозостойкости строительной керамики / А.К.Петров, А.Д.Лобанок, Е.Я.Под-лузский, В.К.Бензарь. – Оpubл. в Б.И., 1978, № 14, с. 158.

УДК 666.01

А.А.Шершавина, канд.хим.наук, доц.,
И.И.Кисель, канд.техн.наук, доц.,
А.В.Сандович, лаб., В.Б.Демидович, инж. (БТИ)

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ИК-СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ ПРОДУКТОВ ОБЖИГА ШЛАМОВ

Статья посвящена изучению газообразных продуктов обжига глинисто-солевого шлама с Первого рудоуправления г. Солигорска при различных температурах. Необходимость такого изучения обусловлена попыткой использования этого шлама в производстве глиняного и глиняно-известкового кирпича и керамических плиток, получение которых предполагает обжиг исходных образцов при температуре $\sim 1000^{\circ}\text{C}$.

Для работы использован глинисто-солевой шлам серого цвета с влажностью 40–45%. Химический состав изучаемого материала приведен в табл. 1.

Обжиг проводился в проточном кварцевом реакторе, где поддерживалась заданная температура с точностью $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Интер-

Т а б л. 1. Химический состав шлама

Содержание окислов, %								Cl ⁻
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	
30,3	9,57	3,6	13,16	6,5	9,16	3,17	7,1	1,03