

ТЕРМОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И ФАЗОВЫЙ СОСТАВ КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ ИЗ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОГО ТРАДИЦИОННОГО СЫРЬЯ

© 2008 Е.С. Абдрахимова¹, В.З. Абдрахимов²

¹ ПК “Наука”, Усть-Каменогорск, Казахстан

² Самарский государственный архитектурно-строительный университет

Полученные данные позволяют судить о деформационно-напряженном состоянии керамических изделий в различных стадиях обжига и установить их влияние на термомеханические свойства материала. Исследования показали, что введение в составы керамических масс пиритных огарков снижает модуль упругости в начальный период (до 400°C) на 25-30%, а в интервале температур 500-1000°C на 5-10%.

В работах [1-3] была показана принципиальная возможность использования глинистой части “хвостов” гравитации циркон-ильменитовых руд (ГЦИ) и пиритных огарков в производстве черепицы. В работе [1] исследования показали, что оптимальным составом для получения черепицы из техногенного сырья без применения традиционного природного сырья является состав, мас. %: ГЦИ -80, пиритные огарки – 20. Однако термомеханические свойства черепицы не были исследованы.

Изучение процессов обжига керамических материалов и разработка для их производства оптимального режима в значительной степени связана с термомеханическими исследованиями.

Керамические изделия испытывают термические расширения при нагревании и сжатии при охлаждении, что способствует возникновению термических напряжений, величина которых зависит от перепада температур между поверхностью и центром изделия. Величина этих напряжений может превышать механическую прочность изделий, что приводит к их разрушению.

Для изучения термомеханических свойств черепицы были исследованы следующие два состава, мас. %: 1) ГЦИ – 100; 2) ГЦИ-80, пиритные огарки – 20.

Термомеханические свойства черепицы изучались на установке состоящей из камеры нагревания, в которую вставлен образец, зажатый поршнями из жаропрочной стали [4]. Огнеупорный кирпич в нагревательной камере препятствует отводу тепла. Аналогичную фун-

кцию выполняет азботкань, которая равномерно передает усилия на поверхность огнеупорного кирпича, предохраняя его от разрушения. Индикаторы для определения деформации испытуемого образца вмонтированы в массивную металлическую подставку. Чтобы исключить влияние деформации поршня, плиты, изоляции и корпуса на результаты измерений, деформация образца вычислялась по разности показаний левого и правого индикаторов. Для этой цели индикаторы связывались с поверхностью поршня трубками. Таким образом, с одной стороны они касаются поверхности поршня, с другой – не достигают поверхности нижнего поршня на 2-3 мм. Для создания в образце необходимого напряжения прибор устанавливается под пресс. Давление фиксировалось по показанию манометра. Деформацию образцов измеряли с помощью индикатора часового типа с ценой деления 0,001. Температура в камере регулировалась автоматически [4].

Испытания проводились на образцах – призмах высотой $h = 5 \cdot 10^{-2}$ м, с равносторонними боковыми поверхностями различного размера, $a = b = 2 \cdot 10^{-2}$; $3 \cdot 10^{-2}$; $4 \cdot 10^{-2}$; $5 \cdot 10^{-2}$ м. Образцы испытывались на прочность после изотермической выдержки в течение одного часа при соответствующих температурах.

Анализ результатов термомеханических испытаний показывает, что прочность керамических образцов в различных стадиях обжига с увеличением скорости нагрева и толщины, заметно снижается (рис. 1). Это объясняется повышением в образцах температурного перепада, и, следовательно, термических напряжений.

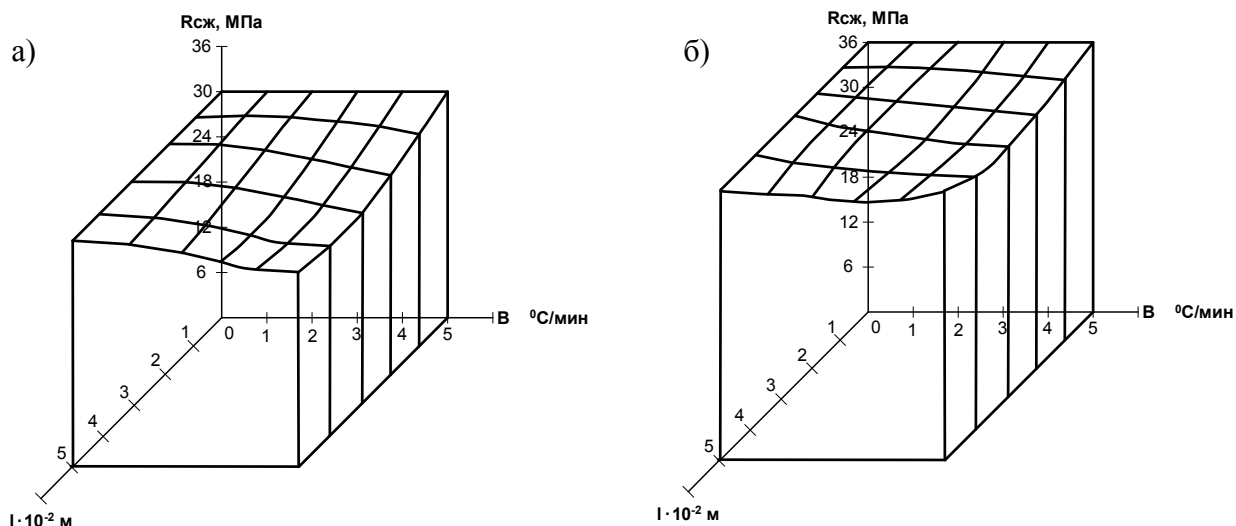


Рис. 1. Термомеханические свойства образцов, обожженных при температуре 1050 °С:
а – состав №1; б – состав №2

Особенность поведения керамических образцов в переменном поле температур заключается в появлении термических напряжений и деформаций в условиях, когда физико-химические свойства образцов могут существенно меняться. Различная скорость физико-химических процессов в неравномерно нагретых зонах образца также вызывает дополнительные напряжения и деформации.

На рис. 2 приведены прочностные показатели образцов состава №2 различного размера, установленные после изотермической выдержки в течение 1 ч при температурах от 100 до 1000°С (через интервал 100°С). При этом выравнивание температуры в образцах достигает до 90-95%, в результате чего в изделиях температурный перепад незначителен. Следовательно, практически исключает-

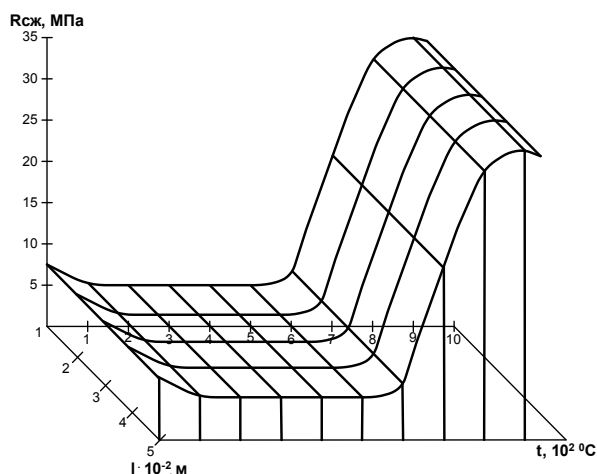


Рис. 2. Термомеханические свойства керамических образцов состава №2, обожженных с изотермической выдержкой в течение 1 ч при температурах от 100 до 1000°С.

ся неравномерность расширения и усадки по объему образца при данной температуре.

Как известно из теории термоупругих деформаций [4], величина возникающих температурных напряжений пропорциональна коэффициенту расширения, модулю упругости и градиенту температуры. Таким образом, для оценки внутренних усилий наряду с коэффициентом расширения и градиентом температуры необходима информация об изменении модуля упругости материалов от скорости нагрева и температуры их обжига. На рис. 3 представлена зависимость модуля упругости керамического образца – сырца (состав №2) от температуры и скорости нагрева. Для сравнения на рис. 4 приведена аналогичная характеристика образцов из ГЦИ (состав №1), без применения пиритных огарков.

Модуль упругости образца состава №2 до 400°С практически не изменяется. Значительное изменение модуля упругости наблюдается при температуре выше 400°С, достигая максимума при 800°С. При этом с увеличением скорости нагрева (до 4-5°С/ мин) наблюдается снижение модуля упругости, вызванное нарушением сплошности материала. В интервале 800-1000°С заметно снижается модуль упругости, что объясняется появлением жидкой фазы при температуре 950°С (рис. 5, А) и значительного увеличения ее при температуре 1000°С (рис. 5, Б).

Для образцов из состава №1 увеличение модуля упругости происходит последовательно с начала нагрева до 800°С, а при температуре 1000°С наблюдается ликвация стекла (рис. 6).

Ликвация начинается по краям зерен стек-

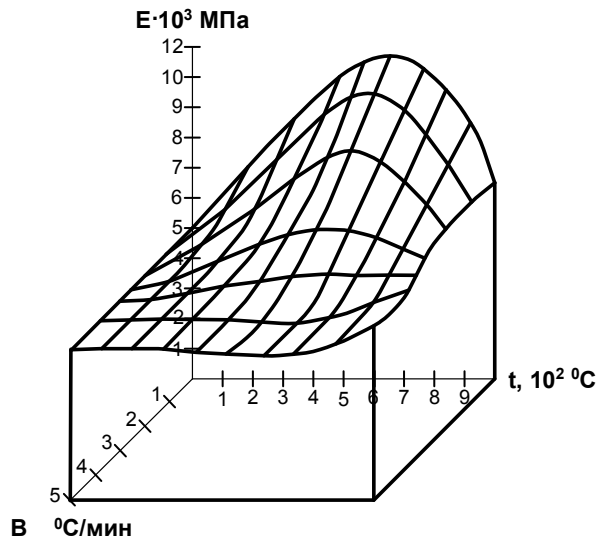


Рис. 3. Зависимость модуля упругости керамического образца состава №2 от температуры и скорости нагрева

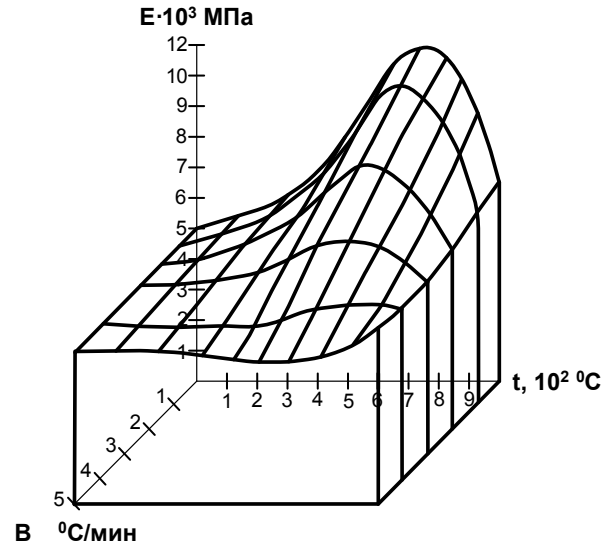


Рис. 4. Зависимость модуля упругости образцов состава №1 от температуры и скорости нагрева

лофазы еще до начала спекания керамики и распространяется вглубь, захватывая зерна целиком или частично, что определяется их размерами, составом и условиями обжига. Вслед за ликвацией после практически полного расплавления аморфной фазы ($l_{gh}=3-3,5$ Па·с) [5] начинается процесс образования кристаллов. В зависимости от степени завершенности каждого из двух указанных процессов в аморфной фазе, по мнению авторов работы [5], могут преобладать участки следующих 4-х видов: 1) распространения кристаллов; 2) совместного нахождения кристаллов и остаточных ликвационных капель; 3) однородная ликвационная структура; 4) неизменного стекла.

Сравнение термомеханических данных образцов состава №2 и №1 показывает, что модуль упругости первого в начальный пери-

оде (до 400°C) ниже на 25-30%, чем у второго, а в интервале температур 500-1000°C на 5-10%. Эти данные свидетельствуют о возможности интенсификации обжига с использованием пиритных огарков.

Таким образом, полученные данные позволяют судить о деформационно-напряженном состоянии керамических изделий в различных стадиях обжига и установить их влияние на термомеханические свойства материала. Исследования показали, что введение в составы керамических масс пиритных огарков снижает модуль упругости в начальный период (до 400°C) на 25-30%, а в интервале температур 500-1000°C на 5-10%. Эти данные свидетельствуют о возможности интенсификации обжига с использованием пиритных огарков.

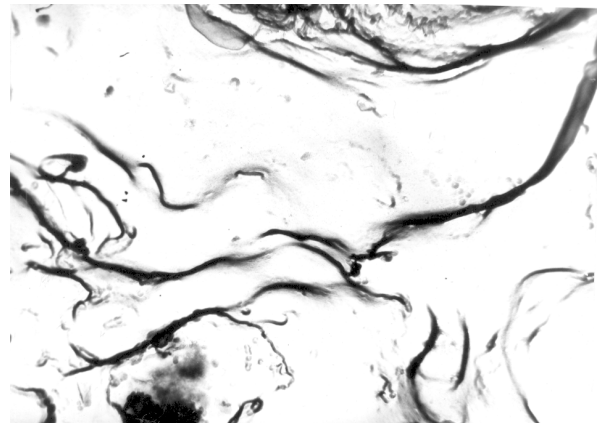
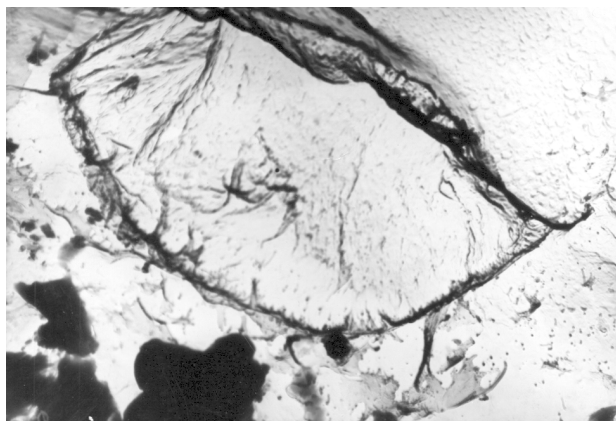


Рис. 5. Микроструктура образцов состава №2. Температура обжига, °C: А – 950, Б– 1000. Увеличение $\times 10000$

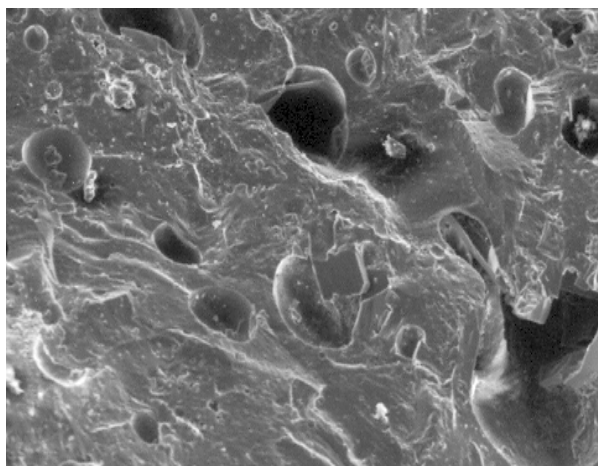


Рис. 6. Микроструктура образца состава №1. Температура обжига 1000°C. Увеличение x5000

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдрахимова Е.С., Абдрахимов А.В., Абдрахимов В.З., Абдрахимов Д.В., Агафонова Н.С. Влияние содержания оксида Fe_2O_3

на физико-механические показатели черепицы // Материаловедение. 2007. №5.

2. Абдрахимов А.А., Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Исследование структуры пористости черепицы из техногенного сырья цветной металлургии // Известия вузов. Строительство. 2005. №1.
3. Абдрахимов А.В. Изменение линейных размеров черепицы при испытании на морозостойкость // Известия вузов. Строительство. 2006. №2.
4. Абдрахимов В.З., Абдрахимова Е.С. Термомеханические исследования керамического кирпича // Известия вузов. Строительство. 2006. №7.
5. Грум-Гржимайло О.С., Квятовская К.К., Саватеева Л.М., Сироткина Л.М., Андреева Н.С. Механизм формирования глушителя в легкоплавких борно-циркониевых глазурях // Тр. НИИстройкерамики. 1979.

THERMOMECHANICAL RESEARCHES AND PHASE STRUCTURE OF THE CERAMIC TILE FROM WASTE PRODUCTS OF MANUFACTURES WITHOUT APPLICATION OF NATURAL TRADITIONAL RAW MATERIAL

© 2008 E.S. Abdrakhimova¹, V. Z. Abdrakhimov²

¹ PK "SCIENCE", Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan

² Samara State Architecture-Building University

The received data allow to judge a deformations-intense condition of ceramic products in various stages of roasting and to establish their influence on thermomechanical properties of a material. Researches have shown, that introduction in structures of ceramic weights piryps candle ends reduces the module of elasticity in an initial stage (up to 400°C) on 25-30 %, and in an interval of temperatures 500-1000°C on 5-10 %.