



М.Г. Габидуллин – доктор технических наук, профессор
А.Р. Мавлюбердинов – кандидат технических наук, старший преподаватель
Тел.: 89276758584, e-mail: mazatr73@rambler.ru
Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КазГАСУ)

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПОРИСТОГО ЧЕРЕПКА НА ОСНОВЕ СРЕДНЕПЛАСТИЧНОЙ САРАЙ-ЧЕКУРЧИНСКОЙ ГЛИНЫ С НАТРИЙ-СОДЕРЖАЩЕЙ ДОБАВКОЙ

АННОТАЦИЯ

Снижение средней плотности и теплопроводности керамических стеновых изделий можно достичь путем поризации черепка и увеличения пустотности изделий. Однако, снижая среднюю плотность и теплопроводность изделий путем введения выгорающих добавок, снижаются и их прочностные характеристики. Поэтому, при введении в шихту выгорающих добавок следует принимать меры, способствующие повышению прочности черепка. В статье рассматриваются механизмы повышения прочности керамического черепка путем механической активации глинистого сырья или введения натрий-содержащей добавки.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: керамические изделия, натрий-содержащая добавка, стеклофаза.

M.G. Gabidullin – doctor of technical sciences, professor
A.R. Mavlyuberdinov – candidate of technical sciences, senior lecturer
Tel.: 89276758584, e-mail: mazatr73@rambler.ru
Kazan State University of Architecture and Engineering (KSUAE)

STUDYING OF THE MECHANISM OF INCREASE OF DURABILITY OF THE POROUS CROCK ON THE BASIS OF AVERAGE PLASTIC THE SARAY-CHEKURCHINSKY OF CLAY ABOUT SODIUM-CONTAINING THE ADDITIVE

ABSTRACT

Decrease in average density and heat conductivity ceramic wall products can be reached a way porous a crock and increase in hollowness of products. However, reducing average density and heat conductivity of products by introduction of burning out additives decrease also them durability characteristics. Therefore, at introduction in mix burning out additives it is necessary to take the measures promoting increase of durability of a crock. In article mechanisms of increase of durability of a ceramic crock by mechanical activation of clay raw materials or introduction additive sodium-containing are considered.

KEYWORDS: pottery, sodium-containing the additive, glass a phase.

Анализ развития мирового производства стеновой керамики и современные требования ресурсо- и энергосбережения указывают на необходимость перевода отечественного кирпичного производства на преимущественный выпуск стеновых материалов со средней плотностью 600-1000 кг/м³ и теплопроводностью до 0,14 Вт/(м*°С). Снижения средней плотности и теплопроводности изделий можно достичь путем поризации черепка и увеличения пустотности изделий. К сожалению, снижая среднюю плотность и теплопроводность изделий путем введения выгорающих добавок, мы снижаем и их прочностные характеристики. Поэтому, при введении в шихту выгорающих добавок следует принимать меры, способствующие повышению прочности черепка. Этого можно достичь, например, путем механической активации глинистого сырья [1] или введения натрий-

содержащей добавки подмыльного щелока (ПЩ). В наших работах [2-4] было экспериментально доказано увеличение прочности черепка стеновой керамики при введении флюсующей добавки в виде подмыльного щелока (далее ПЩ).

Целью исследований является изучение механизма влияния добавки ПЩ на прочность черепка кирпича, изготовленного на основе глины Сарай-Чекурчинского месторождения (Республика Татарстан). Для реализации цели исследований из обожженных контрольных образцов-кубов, полученных из шихт с различным содержанием добавки ПЩ, были отобраны контрольные пробы образцов для рентгенофазового и дифференциально-термического анализа и электронной микроскопии. Результаты анализа кривых ДТА и РФА позволяют объяснить механизм повышения прочности пористого черепка при



введении добавок подмыльного щелока следующим образом.

Для чистой глины первый эндоэффект, связанный с удалением свободной воды, регистрируется при 180 °С, а уже с введением ПЩ в состав шихты в количестве 1,5 % от массы сырья, пик этого эндоэффекта смещается на 10 % и равен 170 °С. Последующее увеличение количества до 3 % способствует смещению первого эндоэффекта в область более низких температур до 160 °С. Аналогичная картина наблюдается и для 3-го эндоэффекта, характерного для удаления конституционной воды. Если для чистой глины этот эндоэффект имеет пик при 515 °С, то с увеличением ПЩ от 1,5 до 3 % этот эндоэффект смещается до 510 и 485 °С. Особенно важное значение, с точки зрения объяснения причин изменения прочности черепка, играют эндоэффекты, наблюдаемые в области высоких температур. Так, в чистой глине (рис. 1, кривая 1) наблюдается эндоэффект при 830 °С, связанный с окончательным удалением группы ОН-, а также полным разрушением решетки разбухающих минералов и гидрослюд. При введении ПЩ в состав шихты в количестве 1,5 % (рис. 1, кривая 2) и 3 % (рис. 1, кривая 3), этот эндоэффект смещается в область более низких температур, соответственно 825 и 810 °С. Смещением указанных эндоэффектов в область более низких температур и объясняется снижение температуры образования стеклофазы при введении подмыльного щелока, который играет роль плавня.

Поэтому, увеличение прочности черепка при введении ПЩ от 0 до 1,5 % в основном связано с увеличением количества стеклофазы. При нулевом составе (ПЩ = 0 %) ее недостаточно, а при 1,5 % образующееся количество стеклофазы формирует наиболее плотную упаковку частиц кварца и кристаллических новообразований, а вокруг них формируется оптимальное количество жидкого расплава или обжиговой связки. При этом отношение «обжиговая связка – твердая фаза» (ОС/ТФ) – оптимально. Дальнейшее увеличение вводимого ПЩ способствует увеличению жидкой фазы, которая более сильно интенсифицирует процесс оплавления нерастворившихся составляющих шихты, способствует более интенсивному оплавлению краев зерен кварца, увеличению аморфной фазы и снижению кристаллической фазы расплава, что способствует снижению прочности черепка. При этом отношение ОС/ТФ – не оптимально. Данные ДТА подтверждаются и результатами рентгенофазового анализа.

Сопоставляя дифрактограммы для чистой глины и глины с добавкой ПЩ (рис. 2), можно отметить, что введение ПЩ в состав шихты способствует началу образования новых кристаллических фаз первичного муллита, для которого характерны рефлексы 3,482; 3,386; 2,694; 2,193; 2,129; 1,690; 1,543. Следует отметить, что некоторые рефлексы затушевываются другими рефлексами, накладываемыми от эффектов других

новообразований. Так, рефлексы 3,482 и 3,386 муллита накладываются на рефлексы альбита 3,482 и кварца 3,342. Наиболее четко наличие муллита проявляется при 2,129. Затушевывание муллита происходит также рефлексами, характерными для гематита при 1,689 и для кварца при 1,543.

Итак, анализируя данные РГ и ДТА для образцов с добавкой ПЩ, можно сделать вывод о том, что при увеличении ПЩ происходит повышение концентрации флюсующего натрийсодержащего компонента добавки, который способствует снижению температуры образования стеклофазы в области более низких температур, а, следовательно, увеличению количества расплава до оптимальных значений при обжиге черепка при температуре 950 °С. Это является главной причиной увеличения прочности материала, из-за увеличения площади контакта нерасплавившихся частиц кварца, полевых шпатов, аморфных составляющих за счет образования большого объема кремне-натриевой стеклофазы, способствующей при оптимальном ее количестве интенсивной цементации черепка. Кроме того, углы и грани зерен кристаллического кремнезема оплавляются (разъедаются), но в основной своей массе в реакциях образования жидкой фазы не участвуют, оставаясь вместе с кристаллическими новообразованиями элементами скелетного каркаса обожженного материала.

С целью уточнения данных ДТА и РФА дополнительно были проведены электронно-микроскопические исследования.

Для подтверждения факта увеличения количества стеклофазы при увеличении в шихте количества подмыльного щелока были подготовлены контрольные пробы с различным его содержанием. На рисунке 3 (А) видно, что в нулевом составе (ПЩ = 0 %) стеклофазы при обжиге черепка образуются недостаточно и зерно полевого шпата размером 100 x 180 нм, которое четко просматривается в центре рисунка (из спектрограмм виден химический состав полевого шпата: Si, Al, K, Ca, Fe), почти не связано с основной массой микроконгломерата, поэтому и прочность черепка незначительна.

На рисунке 3 (Б), где в состав шихты на основе Сарай-Чекурчинской глины введено некоторое количество подмыльного щелока, зерно овальной формы (грубая составляющая глины с химическим составом Si, Al, K, Ca, Fe, Ti) диаметром около 200 мк в зонах контакта прочно связан с микроконгломератом с помощью стекломассы (светлая зона). Отсюда можно предположить, что во втором случае прочность черепка будет выше, чем в первом случае, что и было подтверждено данными РФА и ДТА.

Для подтверждения факта увеличения прочности черепка и предположения о том, что оно происходит за счет увеличения количества стеклофазы, ее количество было определено расчетным способом, разработанным в Самарской государственной

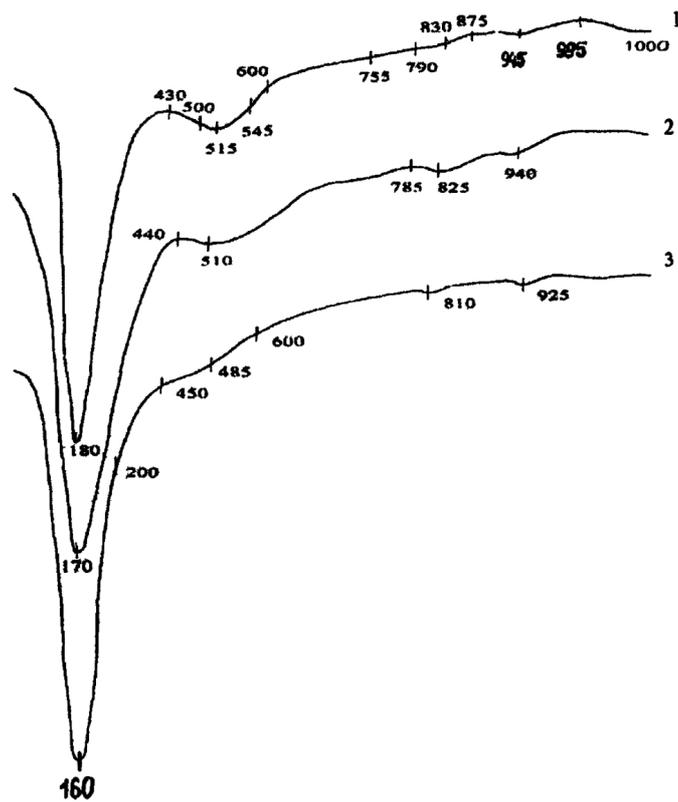
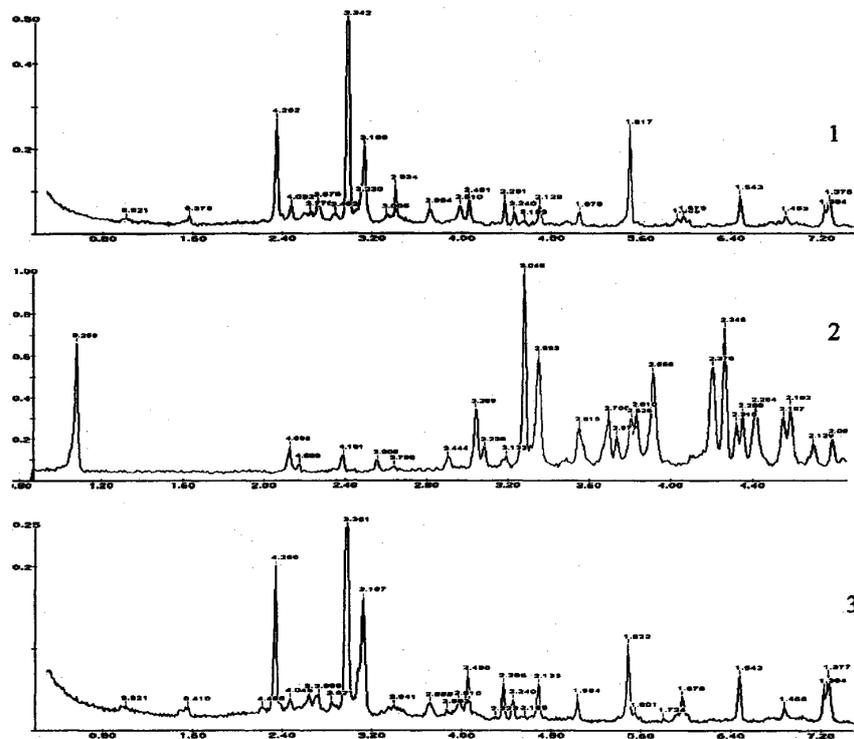


Рис. 1. Кривые ДТА образцов следующих составов:
1 – глина 100%; 2 – глина 98,5 % + ПЩ 1,5 %; 3 – глина 97 % + ПЩ 3 %



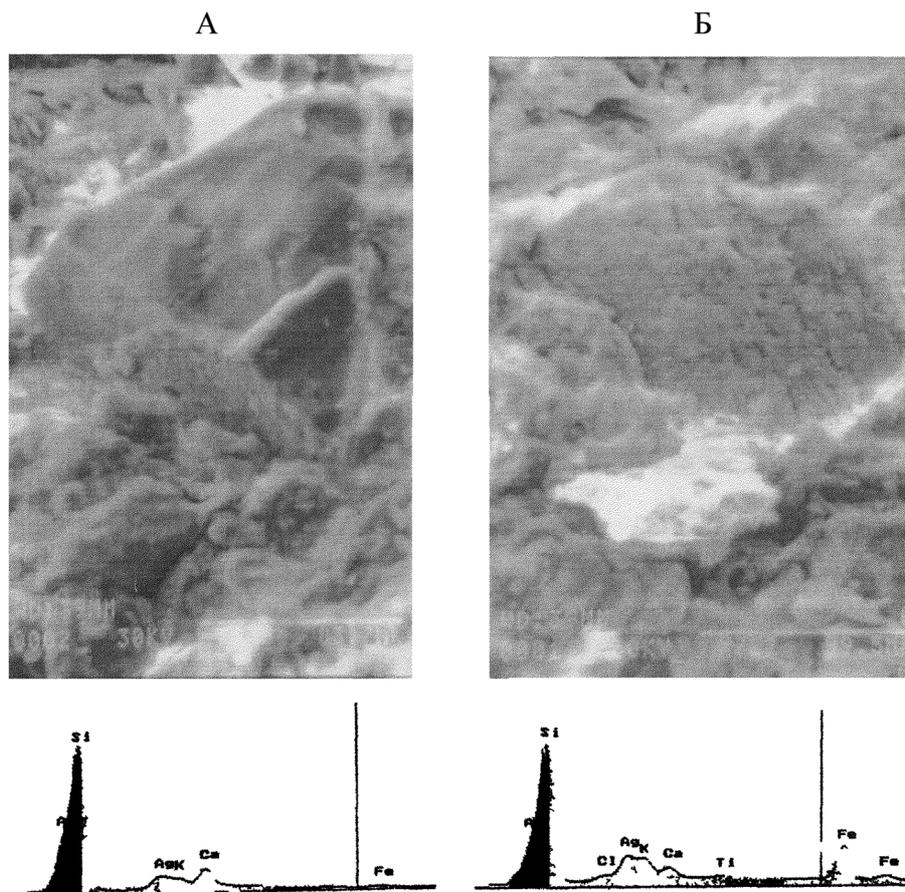


Рис. 3. Электронно-микроскопические снимки керамического черепка:
А – без добавок; Б – с добавкой ПЩ

архитектурно-строительной академии Чумаченко Н.Г. и Чудиным А.М. Так, с увеличением количества добавки ПЩ в количестве до 3 % наблюдается увеличение количества стеклофазы с 19,83 до 25,08 %.

Таким образом установлено, что увеличение прочности черепка при введении ПЩ от 0 до 1,5 % в основном связано с увеличением количества стеклофазы. При нулевом составе (ПЩ = 0 %) ее недостаточно, а при 1,5 % оптимальное количество стеклофазы формирует наиболее плотную упаковку частиц кварца и кристаллических новообразований, а вокруг них формируется оптимальное количество жидкого расплава или обжиговой связки. При этом отношении «обжиговая связка – твердая фаза» (ОС/ТФ) – оптимально. Дальнейшее увеличение вводимого ПЩ, способствует увеличению жидкой фазы, которая более сильно интенсифицирует процесс оплавления нерастворившихся составляющих шихты, способствует более интенсивному оплавлению краев зерен кварца, увеличению аморфной фазы и снижению кристаллической фазы расплава, что способствует снижению прочности черепка.

Литература

1. Ашмарин Г.Д. Ключ к успеху в производстве керамического кирпича – рациональная переработка сырьевых материалов // Строительные материалы. Приложение Technology, 2007, № 9. – С. 15-16.
2. Мавлюбердинов А.Р. Пустотело-пористая стеновая керамика на основе местного сырья // Автореферат канд. дисс. на соиск. степени канд. техн. наук. – Казань, 2001. – 19 с.
3. Мавлюбердинов А.Р., Габидуллин М.Г., Рахимов Р.З. Исследование влияния подмыльного щелока и отходов гальваники на прочность и формирование новообразований в стеновой керамике // Материалы седьмых академических чтений РААСН «Современные проблемы строительного материаловедения», часть 1. – Белгород, 2001. – С. 323-330.
4. Королев Э.А., Морозов В.П., Бариева Э.Р., Рахимов Р.З., Габидуллин М.Г., Мавлюбердинов А.Р. Возможность использования отходов химического производства в изготовлении керамического кирпича // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан. – Казань, 2000. – С. 136-137.