

документом, а в MS Excel - с книгой, так в Scratch мы всегда работаем над проектом. Это связано, по всей видимости, с тем, что создание любого, даже самого простого продукта в Scratch - анимации, мелодии, презентации и т. п., всегда требует наличия вполне определенной цели деятельности, постоянной сверки полученного результата с исходным замыслом и исправления ошибок.

Таким образом, первое знакомство с цифровыми технологиями можно организовать через Scratch, что для детей означает - через игру. Это хорошая мотивация обучающегося. Через Scratch можно раскрыть многие вопросы школьной информатики, особенно для младших школьников.

В итоге надо отметить, что выполненное исследование, на наш взгляд, вносит свой вклад в дополнительное образование целостной системы развивающего обучения в начальной школе постепенно перетекая в старшие классы.

Список использованных источников:

1. Кей Э. Век ребенка. 2-е изд. М., 1910.
2. Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29 декабря 2012 г. № 273 // Собрание законодательства Российской Федерации. Ст. 75
3. Широких А.А., Костарева Е.А. Графические среды для обучения школьников программированию.
4. Scratch [Электронный ресурс]. URL: <https://scratch.mit.edu> (дата обращения: 25.02.2023).

Женжурист Ирина Александровна

Казанский государственный энергетический университет «КГЭУ»
к.т.н., доцент ; (Казань, Россия)

МИКРОВОЛНОВОЕ СПЕКАНИЕ – ПЕРСПЕКТИВНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ И КВАЛИФИКАЦИИ КЕРАМИСТОВ

Одним из основных направлений совершенствования керамической технологии является развитие методов спекания за счет использования электромагнитных полей. При этом улучшаются структура материала и ее эксплуатационные характеристики. При использовании электромагнитных полей ускоряются все физико-химические процессы между компонентами керамической смеси и формируется структура материала на наноразмерном уровне.

Среди вариантов такой технологии эффект спекания материала достигается за счет использования импульсных токов, электроискровое плазменное и микроволновое спекание. По сравнению с традиционной технологией они отличаются не только высокой скоростью процесса спекания, но экологичностью и энергетической экономичностью процесса [1].

Механизм сверхбыстрого спекания в настоящее время дискутируется и привлекает внимание исследователей из-за получения экстремальных свойств материала (повышенной плотности, прочности материала). Для керамических композиций получены повышенные показатели вязкого разрушения материала [2]. В некоторых работах процесс уплотнения материала фиксировали дилатометрическим методом [2]. Быстрое уменьшение размеров образцов связывали с изменением электрической проводимости и выделяемой в них тепловой энергии [2]. При этом, рост проводимости связывали с появлением жидкой фазы. По такой технологии были получены прозрачные образцы керамики [3].

Большинство работ по изучению процесса микроволнового спекания проводили на композициях из высокочистых, синтетических веществ определенного химического состава. Это упрощало изучение механизма спекания материала.

Природное сырье для керамической технологии имеет сложный химический и минеральный состав. Изучение особенностей спекания глин и композиций на их основе в условиях микроволнового нагрева имеет важное значение для разработки перспективной технологии керамики и подготовки квалифицированных керамистов. Исследования в этом направлении показали, что на стадии активации глинистого сырья в микроволновом электромагнитном поле формируются наноразмерные образования и при дальнейшем нагреве в поле СВЧ формируется структура материала с повышенными прочностными характеристиками [4].

Изучение спекания композиций различного минерального состава показали зависимость качества спеченных образцов от энергии распада компонентов при нагреве. Введение в состав композиции флюсующих добавок, которые при нагреве способствуют образованию жидкой фазы в период распада глинистых минералов, позволило получить качественно спеченные образцы [5]. Сравнение прочностных показателей образцов, полученных спеканием в поле СВЧ и традиционным конвективным обжигом, показало отличие структуры материалов и значительное превышение прочности образцов микроволнового спекания.

Исследование процесса спекания в поле СВЧ различных оксидных, безкислородных веществ и полиминеральных композиций продемонстрировало перспективы технологии для получения материалов с особыми, часто экстремальными свойствами, которые невозможно получить по традиционной керамической технологии. Кроме этого, привлекательна экологическая чистота технологии, энергетическая эффективность, возможность управления и автоматизации процессом нагрева материала.

Для керамической промышленности изучение особенности спекания полиминеральных композиций имеет особое значение для разработки фундаментальных основ керамической технологии получения материала с особыми свойствами.

Целью работы было продемонстрировать результаты спекания глинистых композиций в поле СВЧ на примере базовых глин и природной

глинисто-карбонатной композиции – мергеля.

В качестве сырья использовали огнеупорную и бентонитовую глины с содержанием основного минерала 55-65 % и для определения влияния высокодисперсного известняка – мергель с содержанием $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ 24-26%. В качестве легкоплавкой флюсующей соли были опробованы Na_2CO_3 и NaCl .

Спекание образцов проводили в микроволновой печи марки Samsung с установленным внутри для теплоизоляции муфелем из муллитокремнеземистых плит. Выходная мощность излучения 800 Вт, рабочая частота 2,45 ГГц. Температуру контролировали защищенной от излучения термопарой. Температуру обжига держали 980 °С с выдержкой 5 мин. На образцах из бентонитовой глины и мергеля наблюдались поверхностные мелкие трещины, из огнеупорной глины – отколы (рис. 1).

Введение в состав массы легкоплавкой флюсующей соли позволило получить при спекании в поле СВЧ образцы плотной структуры без дефектов (рис. 1). Известно, что введение в состав глины легкоплавких солей повышает их коллоидальность [5]. В коллоидах минералов начиная с 800 °С начинается твердофазные реакции образования новых фаз – спекание образцов.

Рентгенофазовый анализ обожженных образцов без дефектов структуры показал наличие в составе 30-40 % стеклофазы (рис. 2).

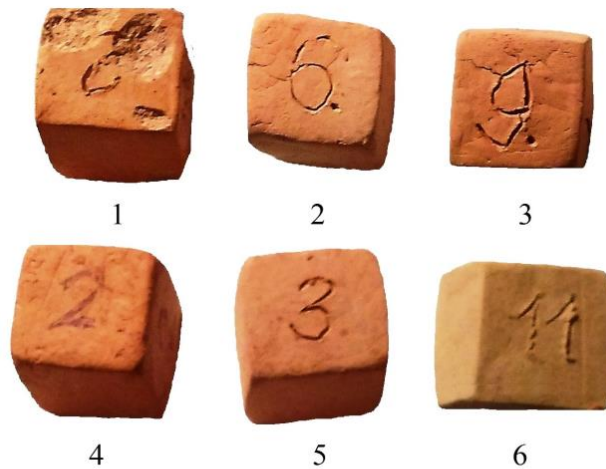


Рис.1. 1-4 - огнеупорная, 2-5 - бентонитовая, 3-6 - мергель, где 4,5,6 - с Na_2CO_3 .

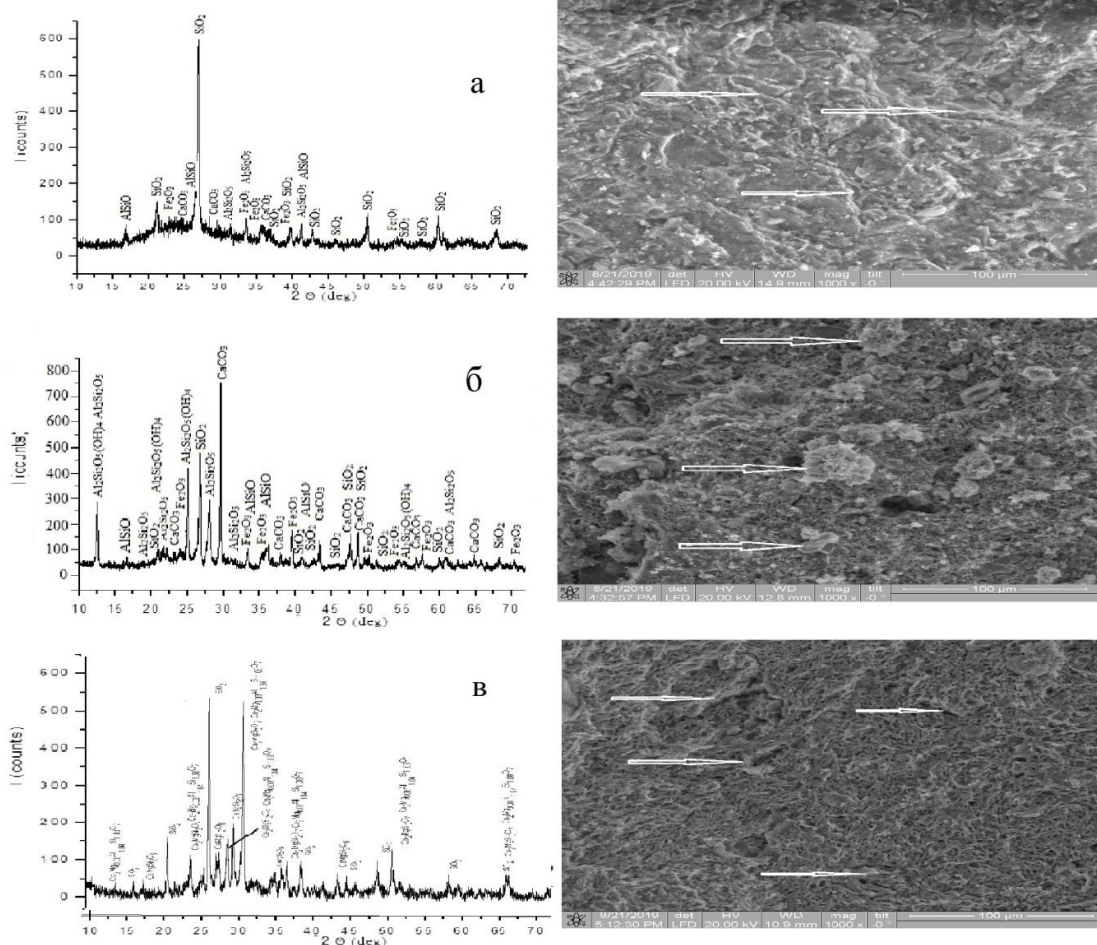


Рис.2. Дифрактограммы образцов с Na_2CO_3 , где а - огнеупорная, б - бентонитовая, в - мергель. Стрелка - тстеклофаза.

Сравнение термограмм керамических масс показало, что введение в состав флюсующей соли снижает энергию эндотермического процесса разложения глины в диапазоне температур 300-600 °С [5]. Вероятно, что это явление способствует получению спеченных в поле СВЧ образцов без дефектов. Поскольку разложение глинистых минералов совпадает по температуре с началом формирования жидкой фазы, а процесс спекания материала в поле СВЧ начинается в пространстве между зернами [6], формирование структуры материала проходит в более мягком режиме без трещин.

Микроволновое спекание является новым методом в технологии глинистой керамики, имеющим значительные преимущества не только по продолжительности процесса, экономии энергии, экологической чистоты технологии, но и возможности получения повышенных эксплуатационных характеристик материала. Изучение механизма спекания в микроволновом поле имеет фундаментальное значение не только для понимания и развития теории спекания глинистых композиций, но и развития керамической технологии в целом.

Список использованных источников:

1. Быков Ю.В., Егоров С.В., Еремеев А.Г., Плотников И.В., Рыбаков К.И., Сорокин А.А., Холопцев В.В. Сверхбыстрое спекание оксидных керамических материалов при микроволновом нагреве // Журнал технической физики, 2018, Т 88. № 3. С. 402-408.
2. Jaehun Cho, Qiang Li, Han Wang, Zhe Fan, Jin Li, Sichuang Xue, Vikrant, Haiyan Wang, Troy B, Amiya K, García R Edwin and Xinghang Zhang //High temperature deformability of ductile flash-sintered ceramics via in-situ compression. Nature communications. 2018. Vol. 9. P. 1-9.
3. Bykov Yu.V., Egorov S.V., Eremeev A.G., Kholoptsev V.V., Rybakov K.I, Sorokin A.A. // J. Am. Ceram. Soc. 2015. Vol. 96. P. 3518-3524.
4. Женжурист И.А. Влияние микроволновой энергии на фазовые преобразования алюмосиликатов и свойства материалов на их основе // Неорганические материалы. 2018. Т. 54. № 9. С. 1-9.
5. Женжурист И.А. Влияние минерального состава глины на процесс спекания алюмосиликата в поле СВЧ // Неорганические материалы. 2020. Т. 56. № 8. С. 1-6.
6. Усов П.Г., Губер Э.А. Изменение механической прочности изделий из глин в связи со структурными изменениями глинистых минералов при обжиге// Известия Томского политехнического университета. 2003. Т. 306. № 7. С.66- 71.