

Таблица 1. Физико-химические характеристики продуктов окисления

Условия окисления	Фазовый состав	$S_{уд}$ , м <sup>2</sup> /г	$\xi$ -потенц., мВ
вода, 60 °С	Псевдобемит+Ag	368	+22,8±0,2
вода, 60 °С+ГТО, 200 °С	Бемит+Ag	83	+19,8±0,6
отн. влажность 80 %, 60 °С	Байерит+Ag	40	+20,1±0,3

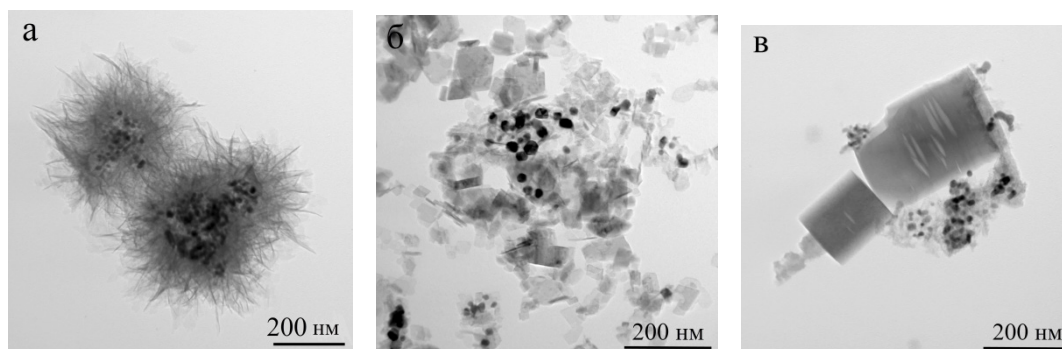


Рис. 1. ПЭМ изображения продуктов окисления биметаллических наночастиц Al/Ag: а – в воде ; б – в ГТО; в – во влажном воздухе

составляет порядка 5–10 нм. При ГТО в течение 6 часов происходит формирование ограненных нанопластинок хорошо окристаллизованного бемита с размером пластинок от 40 до 100 нм (рис. 1б). При этом наблюдается увеличение размера наночастиц серебра, который варьируется от 10 до 20 нм.

Окисление биметаллических наночастиц во влажном воздухе приводит к формированию стержневидных наноструктур оксида алюминия в фазе байерита (рис. 1в) размером 20–500 нм.

Серебро остается на поверхности в виде мелких наночастиц размером 5–10 нм.

Таким образом, изменяя условия окисления биметаллических наночастиц Al/Ag, можно получить наноструктуры на основе оксида алюминия, модифицированные наночастицами серебра, которые обладают различной морфологией, фазовым составом и текстурными характеристиками (таблица 1).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант №17-79-20382).

### Список литературы

1. Lozhkomoev A., Pervikov A., Bakina O., Kazantsev S., Gotman I. // *RSC Advances*, 2018.– V.8.– №63.– P.36239–36244.
2. Lozhkomoev A.S., Lerner M.I., Tsukanov A.A., Kazantsev S.O., Bakina O.V., Psakhie S.G. // *Physical Mesomechanics*, 2017.– V.20.– №2.– P.134–141.
3. Ge L., Li Q., Wang M., Ouyang J., Li X., Xing M. M. // *International Journal of Nanomedicine*, 2014.– V.9.– P.2399.

## ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ КСОНОТЛИТА

Д.А. Кайгородов

Научный руководитель – к.т.н. В.А. Кутугин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, tpu@tpu.ru

Современный рынок предъявляет к теплоизоляционным материалам все более жесткие требования в области экологических норм их производства и эксплуатации, температуры при-

менения и так далее, при этом важно соблюдать баланс между качеством и ценой. На пути удовлетворения новых запросов существует множество решений. Одним из таких являются тепло-

изоляционные материалы на основе ксонотлита, для получения которых применяется дешевое сырье и относительно несложный производственный цикл. Такие материалы выдерживают повышенные температуры, имеют низкий коэффициент теплопроводности, обладают высокой прочностью и жесткостью, в производственном цикле им можно придать сложную форму. В России отсутствуют промышленные технологии производства таких изделий, материалы приходится импортировать, что приводит к увеличению стоимости на порядок. Таким образом, очевидна актуальность данной тематики в нашей стране. Целью данной работы является – изучение процесса получения теплоизоляционных материалов на основе ксонотлита, зависимости их прочностных характеристик и свойств от доли армирования и типа, времени помола.

Ксонотлит представляет собой одноводный гидросиликат кальция. Именно этим определяются высокотемпературные свойства изделий на основе ксонотлита - ввиду удаления при нагревании только одной молекулы воды, общая целостность композита сохраняется и образуется высокопрочный волластонит с температурой плавления около 1350°C. Для исследований было решено синтезировать ксонотлит, из водной суспензии, содержащей кварцевый песок и кальциевую известь. Песок использовался чистый, предназначенный для стекловарения. Оксид кальция использовали марки ХЧ. Пропорции исходного сырья и технологию производства ранее исследовала научная группа [1], потому, в построении эксперимента опирались на известные данные, немного изменив соотношение компонентов. Первый образец был взят для сравнения в качестве контрольного. Приготовление суспензии проводили в планетарной

мельнице в течении 30 минут при 450 об/мин. Затем готовый шликер помещали в автоклав для тепло-влажностной обработки при 200 градусах и 16 атмосферах, используя герметичные формы. Выход автоклава на рабочий режим составил 3 часа, а изобарическая выдержка 5 часов, остывание автоклава самопроизвольное. После остывания образцы вынимали из форм, сушили и определяли физико-механические характеристики: плотность, к-т теплопроводности и прочность при изгибе и сжатии. В результате контрольный образец имел прочность на изгиб около 6,8 МПа, а на сжатие около 4,6 МПа, с коэффициентом теплопроводности – 0,093 Вт/(м•К), при плотностью порядка 360 кг/м<sup>3</sup>. В дальнейшем было решено изучить зависимость характеристик образца от времени помола, армирования образца асбестом, доли асбеста в шликере. Была проведена серия опытов, в которой образцы имели различную долю армирования и время помола в шаровой мельнице. В результате исследования можно сделать некоторые выводы: при изменении времени помола происходят изменения прочности и плотности материала, зависимость которых требует дальнейшего исследования. В целом доказана возможность применения простой шаровой мельницы для получения высокопрочных изделий. Армирование материала асбестом повышает прочность на изгиб и сжатие. Далее планируется провести армирование материала фиброй различного происхождения и состава.

Применение жидкого шликера требует использование герметичных форм, что осложняет технологию. Считаем, что целесообразно проводить обезвоживание шликера с получением пластичного коржа и последующего автоклавирования без форм.

### Список литературы

1. Ю.С. Пуговкина; науч. рук. В.А. Кутугин // *Ресурсоэффективным технологиям - энергию и энтузиазм молодых Сборник научных трудов V Всероссийской конференции студентов элитного технического образования,*

*г. Томск, 25–27 марта 2014 г.: / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – Томск: Изд-во ТПУ, 2014. – [С.302–305].*