

УДК 667.092.89:66.097.5:66.081+612.42+612.181

ВОЗМОЖНОСТИ «СОЛНЕЧНЫХ» ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.З. Мирзаев, И.Г. Атабаев, Ш.А. Файзиев, М.С. Пайзуллаханов, Э.Э. Рачковский,
Л.Н. Рачковская, А.В. Шурлыгина, М.А. Королев, А.Ю. Лetyагин

Использование энергии солнечного излучения позволяет создавать экологически чистые технологии получения новых материалов разного назначения, в том числе и для медицины. В данной работе приведены результаты сравнительного исследования двух образцов исходного алюмосиликатного материала (сформованного в сферические агломераты с диаметром 30 мм) и после их плавления в солнечной печи. Исходный материал состоял из глины, каолина, фарфорового боя и кварцевого песка. Высокотемпературное воздействие в значительной степени изменило характеристики получаемого алюмосиликата. Полученные физико-химические данные свидетельствуют о возможности использования солнечной энергии для создания экологически чистых технологий получения новых высокопрочных материалов.

Ключевые слова: солнечное излучение; технологии; новые материалы.

«КҮН» ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНЫН СОРБЦИОНДУК МАТЕРИАЛ АЛУУДАГЫ МҮМКҮНЧҮЛҮКТӨРҮ

Күн энергиясын пайдалануу ар кандай багыттагы, анын ичинде медицина үчүн жаңы материалдарды алуунун экологиялык жактан таза технологиясын түзүүгө мүмкүндүк берет. Бул эмгекте баштапкы алюминий силикаты материалынын эки үлгүсүнө баштапкы жана күн мешине эриткенден кийинки үлгүсүнө салыштырмалуу изилдөөнүн жыйынтыктары сүрөттөлдү. Баштапкы материал чоподон, каолинден, фарфор боюнан жана кварц кумунан турат. Жогорку температура менен таасир этүү алынган алюминий силикатынын мүнөздөмөсүн бир кыйла деңгээлде өзгөрттү. Алынган физикалык-химиялык маалыматтар жогорку бекемдиктеги жаңы материалдарды алууда экологиялык жактан таза технологияларды түзүү үчүн күн энергиясын пайдалануу мүмкүндүгүн тастыктайт.

Түйүндүү сөздөр: күндүн нурлануусу; технологиялар; жаңы материалдар.

THE POSSIBILITY OF «SOLAR» TECHNOLOGIES FOR OBTAINING SORPTION MATERIALS

S.Z. Mirzayev, I.G. Atabaev, Sh.A. Faiziev, M.S. Paizullakhanov, E.E. Rachkovsky,
L.N. Rachkovskaya, A.V. Shurlygina, M.A. Korolev, A.Yu. Letyagin

The use of solar energy allows you to create environmentally friendly technologies for obtaining new materials for different purposes, including for medicine. In this work, authors conducted a comparative study of two samples of the initial aluminosilicate material (formed into spherical agglomerates with a diameter of 30 mm) and after their melting in a solar furnace. The initial material consisted of clay, kaolin, broken porcelain and quartz sand. High-temperature exposure has largely changed the characteristics of the resulting aluminosilicate. The obtained physico-chemical data indicate the possibility of using solar energy to create environmentally friendly technologies and for obtaining new high-strength materials.

Keywords: solar radiation; technologies; new materials.

Актуальность. Едва ли найдется хотя бы одна отрасль промышленности, где не нуждались бы в перспективных материалах, получаемых по

экологически чистым технологиям. К таким технологиям можно отнести процессы получения специальных материалов, используя в качестве

источников энергии солнечное излучение. Широко применяющиеся методы синтеза материалов (конденсация из паровой фазы, механическое измельчение, лазерная абляция, механохимический синтез, термическое разложение, осаждение из водных растворов, золь-гель синтез) в зависимости от типа задач обеспечивают различную эффективность, и свойства материалов чрезвычайно сильно зависят от метода их получения (даже независимо от брутто-состава и содержания примесей). В этом аспекте научный интерес представляет вопрос использования солнечных технологий, т. е. синтеза из расплава, полученного воздействием на вещество концентрированного светового и теплового излучения солнца высокой плотности, при котором соединения образуются при реакциях в расплавах, а затем такое состояние фиксируется закалкой. Сфокусированная в солнечных печах энергия с разным размером фокального пятна позволяет организовать технологические исследовательские процессы в широком интервале температур [1–6] с получением оригинальных продуктов. Развиваемые направления в Институте материаловедения НПО «Физика-Солнце» и НИИКЭЛ – филиале ИЦиГ СО РАН [7] могут быть основой для получения разнообразных материалов, в том числе и медицинского назначения (керамики, материалы для костной пластики, сорбционные материалы и др.). Это могут быть тонкодисперсные высокопрочные материалы на основе, например, оксидных систем с различными добавками композиционных ингредиентов, влияющих

тем или иным образом на свойства получаемых продуктов. Продолжительность и мощность температурного воздействия в сильной степени влияют на качество получаемых продуктов (механическая прочность, изменение фазового состава, текстура получаемых материалов и др. параметры).

В данной работе было проведено сравнительное исследование двух образцов исходного алюмосиликатного материала (сформованного в сферические агломераты с диаметром 30 мм) и после их плавления в солнечной печи. Исходный материал состоял из глины, каолина, фарфорового боя и кварцевого песка. Синтез материалов осуществляли по схеме: предварительная обработка сырьевых материалов (дробление, помол) – смешивание в заданном соотношении – формование – плавление – охлаждение. Плавление материалов осуществляли на Большой Солнечной Печи в концентрированном световом потоке в интервале плотности 300–450 Вт/см². При этом скорость нагрева материала составляла 1000 °С/с. Охлаждение производили сбрасыванием расплава в воду, что соответствовало скорости охлаждения 10³ К/с. При этом, насколько было возможно, старались, чтобы условия плавления и охлаждения, т. е. тепловая история, была для всех образцов одного состава одинаковой. Полное проплавление шихты (время плавления составляло 20 мин) наблюдалось при плотности потока не менее 150–300 Вт/см². Наилучшая гомогенность была получена при плотности потока 300 Вт/см².

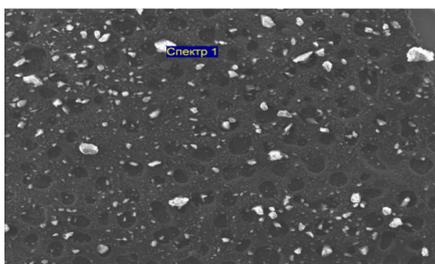


Рисунок 1 – Вид частиц исходного материала

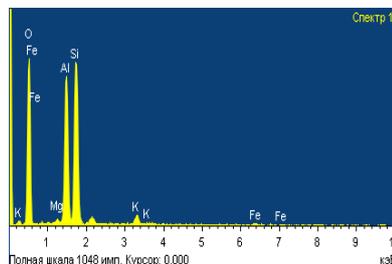


Рисунок 2 – Элементный состав исходного материала

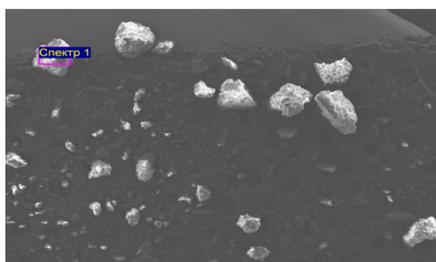


Рисунок 3 – Вид частиц после нагрева

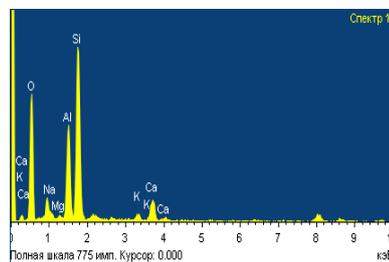


Рисунок 4 – Элементный состав после нагрева

Высокотемпературное воздействие в значительной степени изменило характеристики получаемого алюмосиликата. Полученные материалы исследовали при помощи физико-химических методов.

Исследование пористой структуры образцов проводили методом низкотемпературной (77 К) сорбции паров азота (установка DigiSorb-2600 Micromeritics, США) по общепринятым методикам [8].

Спектрофотометрический метод (прибор Arel PD-303UV, Япония) использовали для оценки адсорбционной способности образцов в отношении красителя метиленового голубого [9]. Вид частиц определяли на сканирующем электронном микроскопе марки JSM-6460 (YEOL) с приставкой элементного анализа, оснащенной системой энергодисперсионного микроанализа (метод EDX) [10]. Для образцов снимали дифрактограммы для оценки фазового состава [11].

Выводы

По органолептическим характеристикам можно отметить изменение цвета с темно-серого до белого. Вид частиц и элементный состав приведены на рисунках 1–4. Прочность закатанных шаров после нагрева возросла в десятки раз. Дифрактограммы образцов после нагрева свидетельствуют о присутствии фаз муллита и монтмориллонита.

Величина удельной поверхности изменилась с $10 \text{ м}^2/\text{г}$ до $0,2 \text{ м}^2/\text{г}$, объем пор упал с $0,055 \text{ см}^3/\text{г}$ до $0,001 \text{ см}^3/\text{г}$. Адсорбционная активность по красителю упала с $16,4 \text{ мг}/\text{г}$ для исходного сорбента до $1,4 \text{ мг}/\text{г}$ после высокотемпературного воздействия. Полученные данные свидетельствуют о возможностях использования солнечной энергии для создания экологически чистых технологий получения новых высокопрочных материалов.

Литература

1. Абдурахманов А.А. Синтез алюминатов кальция на большой солнечной печи / А.А. Абдурахманов, М.С. Пайзуллаханов, Ж.А. Ахадов // Гелиотехника. 2012. № 2. С. 77–80.
2. Акбаров Р.Ю. Характерные особенности энергетических режимов большой солнечной печи мощностью 1000 кВт / Р.Ю. Акбаров, М.С. Пайзуллаханов // Гелиотехника. 2017. № 3. С. 22–33.
3. Атабаев И.Г. Об изменении характеристик зонной структуры оксидных материалов при высоких температурах / И.Г. Атабаев, М.С. Пайзуллаханов, Ш.Р. Нурматов // Теплофизика высоких температур. 2016. Т. 54. № 4 (2016). С. 529–535.
4. Пайзуллаханов М.С. Особенности стеклокристаллических материалов, синтезированных на солнечной печи / М.С. Пайзуллаханов // Computational nanotechnology. 2016. № 2. С. 106–112.
5. Пайзуллаханов М.С. Стеклокристаллические материалы пироксенового состава / М.С. Пайзуллаханов // Computational nanotechnology. 2016. № 2. С. 101–105.
6. Рискиев Т.Т. Влияние плотности потока солнечного излучения на свойства синтезируемых материалов / Т.Т. Рискиев, И.Г. Атабаев, Ш.А. Файзиев, М.С. Пайзуллаханов // Гелиотехника. 2014. № 4. С. 59–64.
7. Бородин Ю.И. Биологические свойства сорбентов и перспективы их применения / Ю.И. Бородин, В.И. Коненков, В.Н. Пармон и др. // Успехи современной биологии. 2014. Т. 134. № 3. С. 236–248.
8. Грег С. Адсорбция, удельная поверхность, пористость / С. Грег, К. Синг. М.: Мир. 1984. 310 с.
9. Дайер Д.Р. Приложения адсорбционной спектроскопии органических соединений / Д.Р. Дайер; пер. с англ. М., 1970. 300 с.
10. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий / под ред. Уэйли Жу и Жонг Лин Уанга. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2013.
11. Плясова Л.М. Введение в рентгенографию катализаторов / Л.М. Плясова. Новосибирск: ИК РАН, 2010. 58 с.