

**Таблица 1.** Кристаллографические параметры образцов SrLnCuSe<sub>3</sub>

	SrHoCuSe <sub>3</sub>	SrErCuSe <sub>3</sub>	SrTmCuSe <sub>3</sub>
Пространственная группа	<i>Cmcm</i>	<i>Cmcm</i>	<i>Cmcm</i>
Структурный тип	KZrCuS <sub>3</sub>	KZrCuS <sub>3</sub>	KZrCuS <sub>3</sub>
Z	4	4	4
a (Å)	4,0795(0)	4,0725(1)	4,0662(0)
b (Å)	13,4824(2)	13,4842(2)	13,4701(1)
c (Å)	10,5254(1)	10,4944(1)	10,4596(1)
V (Å <sup>3</sup> )	578,91(1)	576,29(1)	572,90(1)
D <sub>calc</sub> (g cm <sup>-3</sup> )	6,344	6,399	6,457
R факторы	R <sub>wp</sub> = 5,41	R <sub>wp</sub> = 7,15	R <sub>wp</sub> = 5,71
	R <sub>p</sub> = 4,16	R <sub>p</sub> = 5,24	R <sub>p</sub> = 4,25
	R <sub>B</sub> = 1,38	R <sub>B</sub> = 1,38	R <sub>B</sub> = 1,38
	χ <sup>2</sup> = 1,90	χ <sup>2</sup> = 2,65	χ <sup>2</sup> = 2,07

ленидирования. Данный метод по сравнению с флюсовым методом и сплавлением простых селенидов значительно сокращает время реакции и увеличивает выход основной фазы [1].

Рентгенофазовый анализ SrLnCuSe<sub>3</sub> (Ln=Ho, Er, Tm) проведен при комнатной температуре на порошковом дифрактометре ДРОН 7 (Буревестник, Санкт-Петербург, Россия) (Cu-Kα-излучение, графитовый монохроматор). Размер шага 2θ составлял 0,02°, экспозиция 20 с. Параметры решетки определяли по про-

грамме ИТО, а кристаллические структуры уточняли по методу Ритвельда, который выполняли с помощью TOPAS 4.2. Кристаллографические параметры образцов SrLnCuSe<sub>3</sub> представлены в таблице 1, дифрактограммы и изображения РЭМ на рисунке 1.

Работа выполнена при финансовой поддержке Правительства Тюменской области по проекту Западно-Сибирского межрегионального научно-образовательного центра № 89-ДОН (3).

### Список литературы

1. Grigoriev M. V., Solovyov L. A., Ruseikina A. V., Aleksandrovsky A. S., Chernyshev V. A., Velikanov D. A., Garmonov A. A., Molokeyev M. S., Oreshonkov A. S., Shestakov N. P., Matigorov A. V., Volkova S. S., Ostapchuk E. A., Kertman A. V., Schleid T., Safin D. A. // *Int. J. Mol. Sci.*, 2022. – 23. – 1503.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ВЕЛИЧИНУ УДЕЛЬНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

О. Д. Панина, Ю. В. Передерин, И. О. Усольцева

Научный руководитель – к.т.н., доцент Отделения ядерно-топливного цикла Ю. В. Передерин

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет  
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина 30, odp4@tpu.ru*

Сорбционные свойства SiO<sub>2</sub>, используемого во многих отраслях, таких как производства резин, огнеупоров, катализаторов, бетонных изделий и др. [1, 2], сильно взаимосвязаны с удельной поверхностью, из чего следует, что изучение

влияния параметров осаждения на ее величину является актуальной темой.

Целью работы являлось получение SiO<sub>2</sub> из жидкого стекла с развитой удельной поверхностью при изменении условий осаждения.

**Таблица 1.** Зависимость величины удельной поверхности SiO<sub>2</sub> от концентрации осадителя

C <sub>H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub></sub> , %	10	20	30	40	50
S, см <sup>2</sup> /г	28471	18496	15215	13297	12738

**Таблица 2.** Влияние температуры проведения процесса на величину удельной поверхности SiO<sub>2</sub>

Температура, °C	20	40	60	80
S, см <sup>2</sup> /г	25588	32424	39047	71309

В соответствии с [3] при получении SiO<sub>2</sub> из силикатных растворов используют CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> и HCl. При проведении экспериментов в качестве осаждающего реагента в следствие дешевизны и большей доступности была использована серная кислота.

В данной работе было изучено влияние концентрации осаждающего реагента, температуры осаждения и pH окончания осаждения на величину удельной поверхности.

В ходе получения SiO<sub>2</sub> в емкость с жидким стеклом при постоянном перемешивании небольшими порциями добавляли кислоту. Сигналом окончания процесса осаждения являлась величина pH, после чего осуществлялось фильтрование, затем промывка большим количеством воды, далее производилась сушка полученного осадка в муфельной печи на протяжении 1 часа при температуре 300 °C.

Для определения взаимосвязи концентрации осадителя с величиной удельной поверхности использовалась кислота концентрацией 10, 20, 30, 40 и 50 вес. %. Полученные зависимости представлены в таблице 1.

По данным таблицы 1 делаем вывод, что удельная поверхность SiO<sub>2</sub> уменьшается с увеличением концентрации серной кислоты, что можно объяснить тем, что при высоких концентрациях осадителя SiO<sub>2</sub> моментально образует осадок в виде крупных хлопьев, при этом не происходит равномерного распределения кислоты по объему раствора.

Для изучения влияния температуры проведения процесса была выбрана концентрация кислоты 10 %. Опыты проводились при повышении температуры раствора: 20, 40, 60 и 80 °C. Результаты занесены в таблицу 2.

Из таблицы 2 следует, что величина удельной поверхности увеличивается с увеличением температуры раствора. Объясняется это увеличением температуры, с увеличением температуры скорость образования зародышей также растет, при этом быстрота перемешивания препятствует их дальнейшему росту.

Кроме того, был осуществлен эксперимент, котором pH осаждения был понижен до 2, тогда как в других опытах считалось, что достаточным для прекращения осаждения является pH=7–9. При 80 °C удельная поверхность довольно увеличилась, что согласно [3] связано с повышением кислотности. Кислая среда позволяет в большей степени удалить натрий из силикатных олигомеров жидкого стекла.

В ходе работы выяснено, что удельная поверхность SiO<sub>2</sub> возрастает с понижением концентрации осаждающего реагента и pH раствора, с повышением температуры процесса удельная поверхность также увеличивается. Наиболее подходящими условиями для получения развитой удельной поверхности определены следующие параметры: концентрация H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> – 10 %, температура процесса – 80 °C, pH окончания процесса осаждения – 2.

### Список литературы

1. Р. Айлер. *Химия кремнезёма: Пер. с англ.* – М.: Мир, 1982. – Ч. 1. – 416 с.
2. Чукин Г. Д. *Химия поверхности и строение дисперсного кремнезёма.* – М.: Типография Паладин, ООО «Принта», 2008. – 172 с.
3. Бочевская Е. Г. *Осаждение аморфного диоксида кремния из силикатных растворов, полученных после переработки минеральной высококремнистой руды [Текст] / Е. Г. Бочевская, З. Б. Каршигина, Э. А. Саргелова, З. С. Абишева // Вестник науки и образования, 2017. – № 12. – С. 18–23.*