

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ С НАНОЧАСТИЦАМИ СЕРЕБРА В СПЕКТРОСКОПИИ ГИГАНТСКОГО КОМБИНАЦИОННОГО РАССЕЯНИЯ

Д.А. Валянова, К.Е. Пиотровская

Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия

**Обоснование.** В настоящее время в медицине, химии, биологии, пищевой и фармацевтической промышленности требуется метод оперативного аналитического контроля, который позволит исследовать компонентный состав биожидкостей с минимальной пробоподготовкой или без нее, изучать биохимический состав клеток, при этом не разрушая их, исследовать системы, клетки в естественных условиях.

Перспективным подходом для одновременного выделения веществ и их определения может стать сочетание сорбционного концентрирования с последующим детектированием методом спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния (ГКР) света.

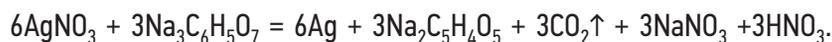
**Цель** — синтез и исследование сорбционных свойств композиционных материалов с наночастицами серебра, планируемых для применения в спектроскопии гигантского комбинационного рассеяния.

**Методы.** Композиционные материалы получали по методике [1].

Алюмогель получали осаждением гидроксида алюминия из сульфата алюминия карбонатом натрия по уравнению:



Наночастицы серебра синтезировали методом цитратного восстановления серебра по уравнению:



Для получения композиционного материала гидроксид алюминия осаждали в присутствии предварительно синтезированного золя серебра. Рассчитанное содержание серебра в композиционном материале равно 2,8 %.

Структуру полученного композиционного материала исследовали методом сканирующей электронной микроскопии. Элементный состав поверхности частиц определяли методом энергодисперсионного рентгеновского микроанализа.

Сорбционное концентрирование аминокислот на алюмогеле проводили в статических условиях. Для исследования были выбраны аспартат ( $pI = 2,8$ ) и аргинин ( $pI = 10,8$ ). Концентрацию аминокислот определяли спектрофотометрически при длине волны 560 нм, предварительно переводя их в окрашенную форму с помощью нингидриновой реакции на аминогруппы аминокислот [2]. Степень извлечения ( $R$ , %) рассчитывали по формуле:

$$R = \frac{A_0 - A}{A_0} \cdot 100\%$$

где  $A_0$  и  $A$  — оптическая плотность раствора аминокислот до и после концентрирования.

**Результаты.** Композиционный материал представляет собой порошок серо-коричневого цвета. На электронных изображениях (см. рисунок) можно видеть, что частицы имеют неправильную форму, в длину около 200 мкм, поперечный размер — около 100–150 мкм (рис. а). При увеличении в 1000 крат видна отдельную частицу, она представляет собой агломерат, т. к. на ней есть и более мелкие пластинчатые частицы, размером около 10 мкм (рис. б).

Рентгеновский энергодисперсионный спектр доказывает, что на этих частицах присутствует серебро, которое невозможно отличить по внешнему виду на изображении.

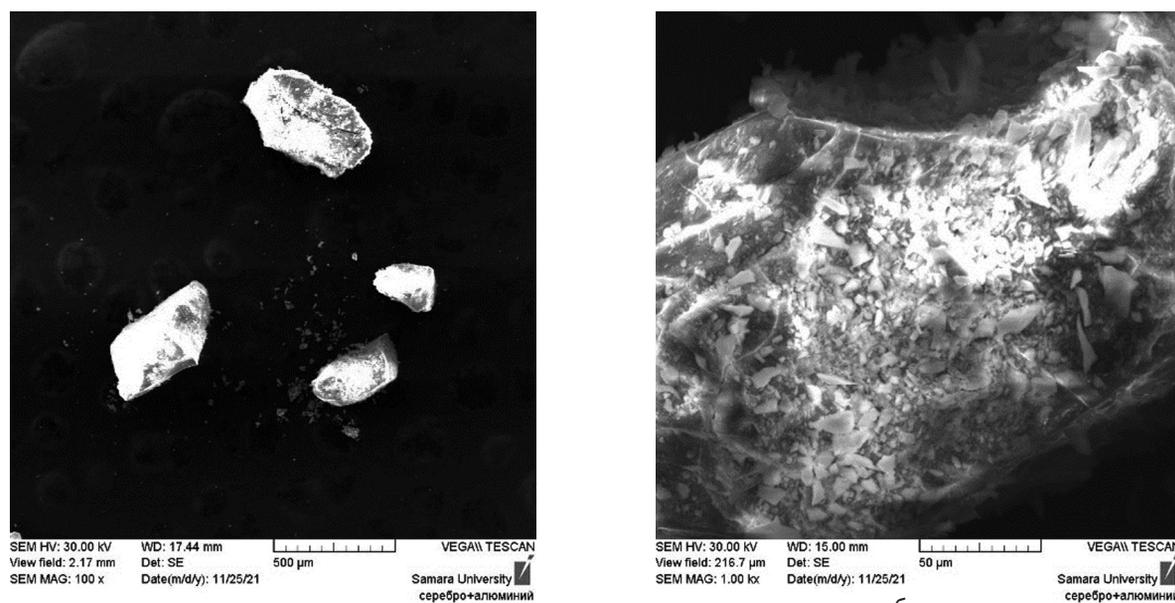


Рис. Электронные изображения композиционного материала

Таблица. Результаты концентрирования аминокислот

Аминокислоты	Оптическая плотность $A$			Степень извлечения $R$ , %	
	Исходный раствор	Чистый алюмогель	Алюмогель с НЧ серебра	Чистый алюмогель	Алюмогель с НЧ серебра
Аргинин	1,212	0,003	0,076	99,75	93,73
Аспарат	0,982	0,009	0,026	99,08	97,35
Смесь	1,148	0,002	0,013	99,83	98,87

Из данных таблицы видно, что как чистый алюмогель, так и композиционный материал практически полностью сорбируют аминокислоты из их растворов. Причем на чистом алюмогеле извлечение оказывается более полным, это можно объяснить тем, что в композиционном материале часть сорбционных центров оказываются заняты серебром, т. е. площадь свободной поверхности будет меньше, чем у чистого алюмогеля. Также было установлено, что исследованные материалы не обладают селективностью к сорбции аминокислот с разным количеством кислотных и основных групп.

**Выводы.** На основании проведенной работы была выбрана методика получения композиционных материалов на основе алюминия, содержащих наночастицы серебра. Введение наночастиц серебра осуществляли непосредственно в процессе синтеза алюмогелей. Установлено, что полученный композиционный материал практически полностью сорбирует аминокислоты аспарат и аргинин, что позволяет в дальнейшем исследовать этот материал методом ГКР, однако селективной сорбции не наблюдается.

**Ключевые слова:** алюмогель; наночастицы серебра; гигантское комбинационное рассеяние света; концентрирование; аминокислоты.

### Список литературы

1. Юрова Н.С., Захаревич А.М., Маркин А.В., Русанова Т.Ю. Сорбционное концентрирование и определение методом ГКР-спектроскопии пирена с использованием алюмогелей, содержащих наночастицы серебра // Сорбционные и хроматографические процессы. 2018. Т. 18, № 4. С. 606–613. DOI: 10.17308/sorpchrom.2018.18/569
2. Власова Н.Н., Головкина Л.П. Адсорбция аминокислот на поверхности высокодисперсного кремнезема // Коллоидный журнал. 2004. Т. 66, № 6. С. 733–738.

*Сведения об авторах:*

**Дарья Алексеевна Валянова** — студентка, группа 4325, естественнонаучный институт; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: valyanovadarya@yandex.ru

**Кристина Евгеньевна Пиотровская** — студентка, группа 4325, естественнонаучный институт; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королева, Самара, Россия. E-mail: kristina.pi2002@mail.ru