

УДК 544.72

СОЗДАНИЕ НА ПОВЕРХНОСТИ НАНОРАЗМЕРНОГО КРЕМНЕЗЁМА МОНО- И МНОГОСЛОЙНОГО ПОКРЫТИЯ ИЗ СУЛЬФАТА МЕДИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕХАНОАКТИВАЦИИ

Воронин Е.Ф., Носач Л.В., Пахлов Е.М.

*Институт химии поверхности имени А.А. Чуйко НАН Украины, Киев, Украина
E-mail: e.voronin@bigmir.net*

Методами рентгенофазового анализа и термогравиметрии исследован процесс механоактивации смеси сульфата меди и нанокремнезёма. Показано, что на поверхности частиц нанокремнезёма можно сформировать монослой сульфата меди, состоящий из высокогидратированных катионов. Дальнейшее увеличение количества соли в нанокompозите приводит не к образованию следующего слоя, а к появлению нанокластеров с кристаллической структурой.

Ключевые слова: нанокompозиты соль-кремнезём, нанокремнезём, монослой ионов, механоактивация.

Ранее нами было показано [1], что путём механоактивации смеси сульфата меди и наноразмерного кремнезёма во влажной газовой дисперсионной среде могут быть получены нанокompозиты, в которых соль находится на поверхности нанокремнезёма в виде монослоя высокогидратованных ионов. Дальнейшие исследования процесса механосорбционного модифицирования нанокремнезёма неорганическими солями направлены на определения свойств образующегося поверхностного слоя и возможности формирования многослойного покрытия.

В качестве нанокремнезёма был использован пирогенный высокодисперсный кремнезём А-300 ($S_{БЭТ}=340 \text{ м}^2/\text{г}$), состоящий из сферических частичек диаметром 9–10 нм, на поверхности которых находятся силанольные группы $\equiv\text{Si-OH}$ в количестве ($\alpha_{\text{ОН}}$) равном 0,8 ммоль/г. Для проведения исследования влияния содержания соли на структуру поверхностного слоя нанокompозита было получено ряд образцов путём механоактивации в шаровой мельнице во влажной атмосфере. Количество сульфата меди в них варьировали от 17 до 38% мас, или в мольных соотношениях от 0,8 ммоль соли на 1 г кремнезёма, что соответствует монослойному покрытию, до 2,4 ммоль/г – трёхслойное покрытие.

Дифрактограммы нанокompозитов получали на дифрактометре ДРОН-4-07 (Россия) в излучении $\text{Cu/K-}\alpha$ с Ni-фильтром в отражённых лучах, а для термогравиметрических исследований образцов использовали дериватограф Q-1500D фирмы «Паулик и Паулик» (Венгрия).

Контрольный образец с монослойным покрытием, как и следовало ожидать [1], является рентгеноаморфным (рис. 1, а); а в дифрактограмме образца, который содержит соли на 25% больше, чем ёмкость монослоя, наблюдается появление пиков (рис. 1, б). Это свидетельствует о начале образования на поверхности

нанокремнезёма кластеров с кристаллической структурой. С повышением содержания сульфата меди интенсивность пиков возрастает (рис. 1, а, б, в, г), что говорит об увеличении размеров таких нанокластеров. Рентгенограмма образца нанокompозита, содержащего соль в количестве в три раза превышающем монослой, уже напоминает дифрактограмму чистого $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (рис. 2).

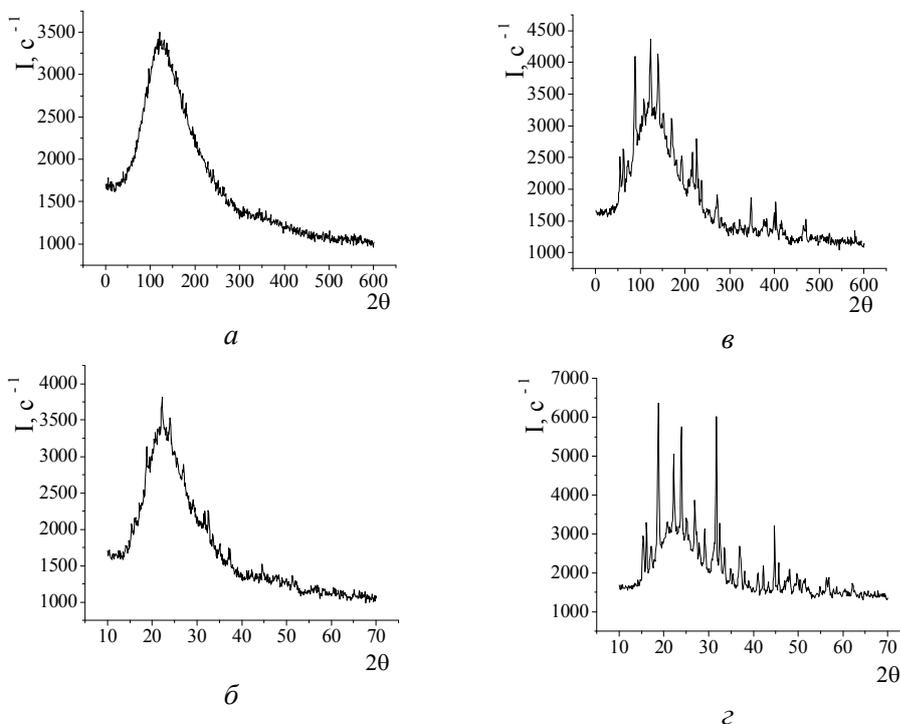


Рис. 1. Дифрактограммы нанокompозитов с содержанием соли – 0,8 ммоль/г (монослой) (а), 1,0 ммоль/г (1,25 монослоя) (б), 1,2 ммоль/г (1,5 монослоя) (в), 2,4 ммоль/г (3 монослоя) (г)

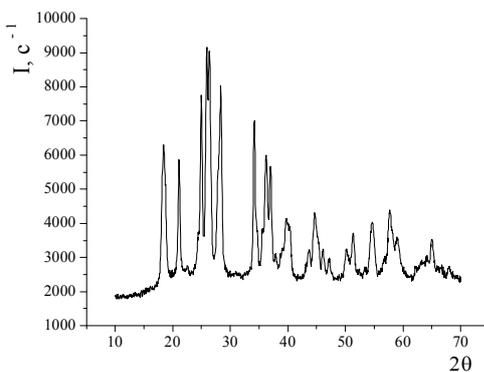


Рис. 2. Дифрактограмма $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, прогретого на воздухе при 200°C

Термогравиметрические исследования показали, что количество воды, удаляющейся при нагревании до 200°C, для всех образцов практически одинаково и составляет 20–22% мас. В этом интервале десорбируются молекулы воды, связанные с ионами монослоя [1]. Это позволяет предположить, что состояние ионов сульфата меди в монослое и нанокластерах отличается. Поэтому можно сделать вывод, что при образовании композитов нанокремнезём–сульфат меди способом механоактивации высокогидратированные ионы существуют только в рентгеноаморфном монослое, а при содержании соли в количестве, превышающем ёмкость монослоя, возникают кристаллические наноразмерные кластеры.

ВЫВОДЫ

Из анализа полученных результатов следует, что способом механоактивации на поверхности частиц наноразмерного кремнезёма можно сформировать только первый слой (монослой) сульфата меди, состоящий из высокогидратированных катионов.

Дальнейшее увеличение количества соли в нанокompозите приводит не к образованию следующего слоя, а к появлению нанокластеров с кристаллической структурой.

Работа выполнена в рамках проекта 6.22.7.21 Государственной целевой научно-технической программы "Нанотехнологии и наноматериалы"

Список литературы

1. Воронин Е.Ф. Стабилизация высокодисперсного состояния CuSO_4 путём образования монослоя на поверхности наночастиц кремнезёма в условиях механоактивации / Е.Ф. Воронин, Л.В. Носач, Е.И. Оранская, Н.В. Борисенко, И.С. Чекман // Доп. НАН України. – 2010. – № 10. – С. 109–113.

Воронін Є.П. Створення на поверхні нанорозмірного кремнезему моно - та багат шарового покриття із сульфата міді з застосуванням механоактивації / Є.П. Воронін, Л.В. Носач, Є.М. Пахлов // Вчені записки Таврійського національного університету ім. В.І. Вернадського. Серія „Біологія, хімія”. – 2011. – Т. 24 (63), № 3. – С. 41–43.

Методами рентгенофазового аналізу та термогравиметрії досліджено процес механоактивації суміші сульфату міді і нанокремнезему. Показано, що на поверхні частинок нанокремнезему можна сформувати моношар сульфату міді, який складаються з високогідратованих іонів. Подальше збільшення кількості солі у нанокompозиті приводить не до утворення наступного шару, а до появи нанокластерів з кристалічною структурою.

Ключові слова: нанокompозити сіль-кремнезем, нанокремнезем, моношар іонів, механоактивація.

Voronin E.F. Creation of mono - and multilayers copper sulphate coating on the nanoscale silica surface by means of mechanical activation / E.F. Voronin, L.V. Nosach, E.M. Pakhlov // Scientific Notes of Taurida V. Vernadsky National University. – Series: Biology, chemistry. – 2011. – Vol. 24 (63), No. 3. – P. 41–43.

The mechanical activation of mixture of copper sulfate and nanosilica has been investigated by the X-ray and thermogravimetry methods. It is shown that monolayer of copper sulfate, consisting of the high-aquated ions can be formed on the surface of nanosilica particles. Further increase of salt amount in the nanocomposite leads to appearance of nanoclusters with a crystalline structure, not to formation of next ion layer.

Keywords: nanocomposites salt-silica, nanosilica, ions monolayer, mechanical activation.

Поступила в редакцію 14.09.2011 г.