

А.И. Горшков, ассистент
Е.Н. Грибанов, доцент, к.х.н.
(ОГУ им. И.С. Тургенева, г. Орел)

КАТАЛИТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДВУМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ НА ОСНОВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ

Катализаторы являются неотъемлемой частью химических производств. Они позволяют существенно ускорить, а в некоторых случаях, и удешевить производственный процесс. В качестве катализаторов широко применяют материалы на основе синтетических алюмосиликатов [1, 2]. Повысить их эффективность и расширить область применения возможно при переходе от объемного материала к двумерным наноструктурам, например, тонким пленкам. Они, ввиду особенностей своего строения, относятся к двумерным материалам, свойства которых во многом определены геометрическими характеристиками их поверхностей. Среди методов получения тонкопленочных материалов с требуемыми текстурными характеристиками, хорошо зарекомендовал себя электрохимический метод [3].

Целью настоящей работы явилось получение тонкопленочных покрытий на основе синтетических алюмосиликатов и систематическое изучение каталитической активности в реакциях фотодегradации органических красителей.

На первом этапе работы синтезировали тонкопленочные покрытия на основе синтетических алюмосиликатов электрохимическим методом. Электролиз проводили в двухэлектродной ячейке при постоянном напряжении от 8 В до 30 В. В качестве электролита выступали водные растворы Na_2SiO_3 и NaOH различной концентрации. В качестве электродов использовали алюминий (А99) толщиной 100 мкм, предварительно обработанный по методике [4].

Ранее [5] нами установлена природа образующегося покрытия и особенности его морфологии. Природу образующегося покрытия идентифицировали по ИК-спектрам. По АСМ-изображениям установлена периодичность структуры пленок, установлен размер пор (от 10 до 500 нм в зависимости от приложенного напряжения), расстояние между соседними порами (не более 100 нм). Определена удельная поверхность образцов. Установлено, что увеличение напряжения приводит к увеличению удельной поверхности исследуемых образцов от $\sim 250 \text{ м}^2/\text{г}$ (8 В) до $\sim 650 \text{ м}^2/\text{г}$ (30 В).

Определена толщина полученных образцов. Данный параметр колеблется в интервале от ~ 1.0 мкм до 18.5 мкм и возрастает с увеличением напряжения.

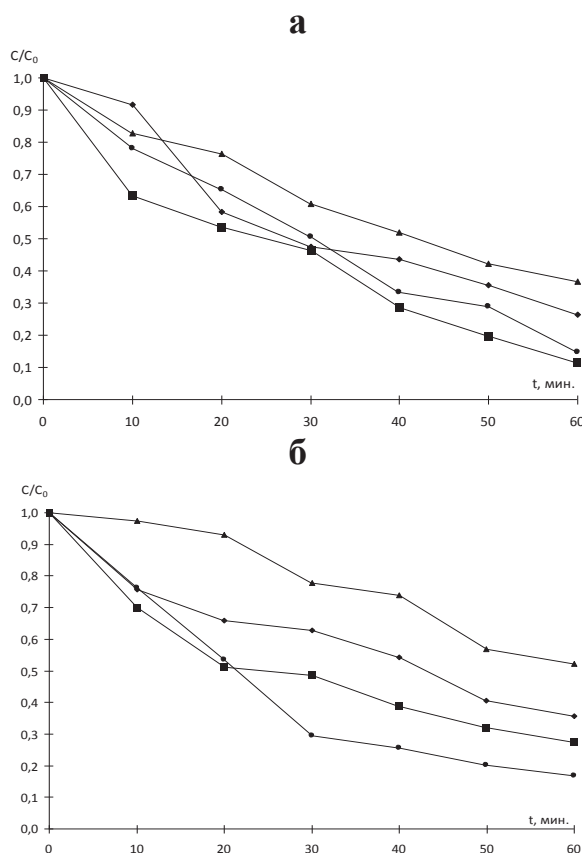


Рис.2. Кинетические кривые фотокаталитического окисления бриллиантового зеленого в УФ излучении (365 нм) для образцов 0,05М NaOH (а) 8В (▲), 16В (●), 26В (◆), 30В (■) и 0,1М NaOH (б) 8В (▲), 16В (●), 26В (◆), 30В (■) .

Все полученные образцы тонкопленочных покрытий испытаны в реакциях фотодеградации модельного органического красителя (бриллиантового зеленого) при облучении светом с длиной волны 365 нм. Кинетические кривые фотокаталитического окисления бриллиантового зеленого приведены на рис.2 (а, б). Анализ полученных данных показывает близость реакций фотоокисления красителя к реакциям псевдопервого порядка. Исходя из этого фотокинетика данного процесса может быть описана уравнением $\ln(C/C_0) = -kt$, где C_0 – начальная концентрация красителя, C – концентрация красителя в момент времени t , k – константа скорости реакции. Константа скорости k для изучаемых систем колеблется в интервале $0,02-0,05 \text{ с}^{-1}$.

При облучении образцов УФ излучением (365 нм) скорость фотокаталитического окисления увеличивается с ростом напряжения, при котором были синтезированы тонкие пленки. Вероятно, в этом случае рост удельной поверхности связан с увеличением количества пор и структурных элементов поверхности, что в свою очередь приводит к увеличению площади контакта с молекулами красителя. В результате текстурные свойства тонких пленок алюмосиликатов, которые зависят от условий получения, оказывают решающее влияние на фотокаталитические свойства исследуемых образцов.

Таким образом, в работе показана возможность получения двумерных структур алюмосиликатов электрохимическим методом. Природа покрытий доказана методом ИК-спектроскопии. Показано влияние условий синтеза на каталитические свойства получаемых тонкопленочных покрытий. Полученные данные полезны как для фундаментальной науки, при исследовании свойств низкоразмерных структур, так и в прикладном характере при получении новых композитных и функциональных материалов на основе алюмосиликатов, обладающих улучшенным комплексом свойств (каталитических, сорбционных, оптических и т.д.).

ЛИТЕРАТУРА

1. Лapidус А.Л., Павлова В.А., Некрасов Н.В., Дергачев А.А. Ароматизация этана на цеолитах Ga+Pt/HZSM-5, полученных методом твердофазного модифицирования // Нефтехимия. 2010. №2. С.126-131.
2. Мурсалова Л.А., Гусейнова Э.А., Аджамов К.Ю. Кислотно-основные свойства цеолитсодержащего катализатора крекинга в процессе изомеризации бутена-1 // Журнал физической химии. 2016. Т. 90. №8. С.1163-1169.
3. Campbel-Rance, D. Electrodeposited Silica Thin Films: dissertation / D. Campbell-rance – Virginia Commonwealth University. 2010. P. 145
4. Напольский К.С. Синтез пространственно упорядоченных металл-оксидных наноконкомпозитов на основе пористого Al_2O_3 / Под ред. А.Р. Кауля. – М.: Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 2008. – 211 с
5. Горшков А.И., Грибанов Е.Н., Оскотская Э.Р. Влияние условий синтеза на текстурные характеристики тонких пленок синтетических алюмосиликатов // V Международная Российско-Казахстанская научно-практическая конференция «Химические технологии функциональных материалов», 16 -18 мая 2019г., Новосибирск. / Сборник трудов. – Новосибирский государственный технический университет.2019. С.233-235.