

# **ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ**

## **INTERNATIONAL WORKSHOP**

**«Multiscale Biomechanics and Tribology  
of Inorganic and Organic Systems»**

## **МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«Перспективные материалы с иерархической структурой  
для новых технологий и надежных конструкций»**

**VIII ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,  
ПОСВЯЩЕННАЯ 50-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ  
ИНСТИТУТА ХИМИИ НЕФТИ**

**«Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа»**

Томск  
Издательский Дом ТГУ  
2019

DOI: 10.17223/9785946218412/194

## СИНТЕЗ ПОРИСТЫХ НАНОСТРУКТУР $\gamma$ - $\text{AlOOH}$ ОКИСЛЕНИЕМ АЛЮМОНИТРИДНОЙ КОМПОЗИЦИИ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ ПОЛИАКРИЛАТА НАТРИЯ

<sup>1</sup>Рубцов К.В., <sup>1</sup>Ложкомоев А.С., <sup>1</sup>Хоробрая Е.Г.

<sup>1</sup>Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, Томск

Наноструктуры бёмита ( $\gamma$ - $\text{AlOOH}$ ) привлекают большой интерес, так как они обладают комплексом полезных свойств, таких как биосовместимость, нетоксичность, высокие сорбционные характеристики, положительно заряженная поверхность. Это позволяет использовать такие структуры, например, в биомедицинских приложениях для изготовления антимикробных материалов [1] и систем адресной доставки лекарств [2]. В химической промышленности  $\text{AlOOH}$  может быть использован как сырьё для производства новых сорбентов и катализаторов на основе оксидов алюминия [3,4]. В этой работе был осуществлен синтез новых иерархических структур в виде пористых частиц бёмита с высокой удельной поверхностью.

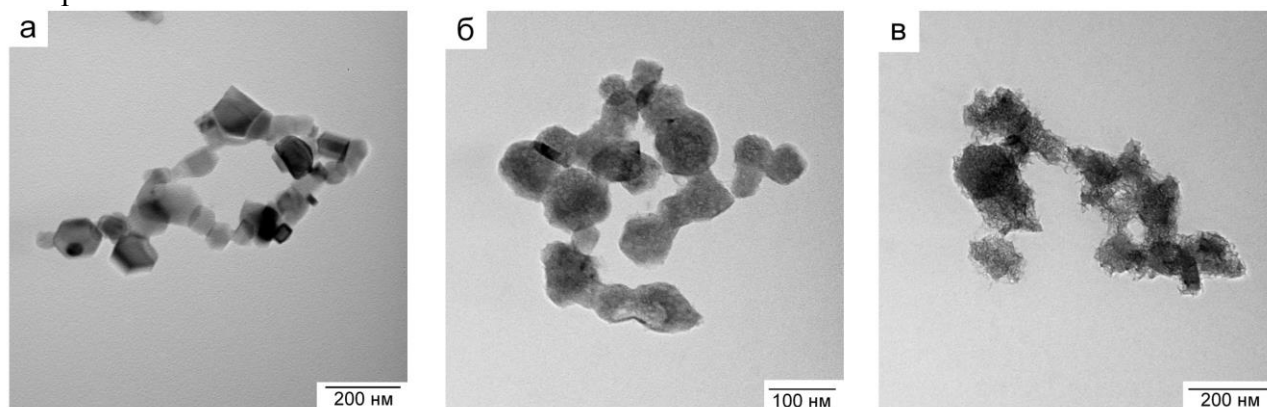


Рис. 1. ПЭМ-изображения исходных частиц (а) и продуктов реакции при различном времени реакции: б – 70 минут, в – 180 минут

Синтез проводили путем окисления нанопорошка алюмонитридной композиции ( $\text{AlN}/\text{Al}$ ) при нагревании в водном растворе полиакрилата натрия ( $\text{PNaA}$ ) с концентрацией 0,5 % масс.  $\text{PNaA}$  был синтезирован радикальной полимеризацией акрилата натрия в растворе с использованием окислительно-восстановительной системы инициирования. Для получения мономера 12,0 г  $\text{NaOH}$  растворяли в 38 мл дистиллированной воды и по каплям добавляли к 29 г акриловой кислоты в ледяной бане до  $\text{pH}=7,4$ . Для инициирования полимеризации использовали персульфат аммония ( $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ ) ( $\text{APS}$ ) и пиросульфит калия ( $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_5$ ) ( $\text{PDS}$ ). 0,5060 г  $\text{APS}$  и 0,4916 г  $\text{PDS}$  растворяли в 4 мл воды по отдельности и полученные растворы одновременно добавляли к раствору мономера при перемешивании в стакане при комнатной температуре. После добавления инициаторов вязкость реакционной среды резко увеличивалась, и происходил разогрев реакционной смеси до 60 °С. Полученный раствор  $\text{PNaA}$  перемешивали в течение 1 часа, после чего полимер сушили при 80 °С в вакууме до постоянной массы и готовили 0,5% раствор  $\text{PNaA}$ . После этого 0,1670 г композиции, содержащей 70% наночастиц  $\text{Al}$  и 30%  $\text{AlN}$ , помещали в раствор, и производили нагрев с 23 до 70 °С со скоростью 1,2 - 1,5 град/мин при перемешивании на магнитной мешалке и выдерживали при 70 °С. Приблизительно через 65 минут после начала нагрева наблюдали выделение водорода.

Для понимания механизма окисления продукты реакции извлекали после 70 минут и после 180 минут от начала нагрева, фильтровали и промывали деионизованной водой 3 раза по 20 мл, оставляя  $\text{PNaA}$  в фильтрате. Полученные наночастицы сушили в течение 3 часов при 120 °С. Продукты реакции исследовали методом ПЭМ (рис. 1) на микроскопе  $\text{JEM 2100}$ ,  $\text{JEOL}$ , фазовый состав подтверждали методом РФА. Сферические и гексагональные частицы сохраняют свою форму и размеры на протяжении 180 минут, при этом появляются поры, и

#### **Секция 4. Научные основы разработки материалов с многоуровневой иерархической структурой, в том числе для экстремальных условий эксплуатации**

---

значительно увеличивается удельная поверхность, которая у промежуточного продукта составила 61,57 м<sup>2</sup>/г (рис. 1б), а у конечного продукта (рис. 1в) – 187,30 м<sup>2</sup>/г. Таким образом, окислением в растворе полимера были получены пористые наноструктуры  $\gamma$ -AlOOH с высокой удельной поверхностью и формой схожей с формой исходных наночастиц прекурсора.

Исследования проведены в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013-2020 годы, направление III.23.

1. Lozhkomoev A., Pervikov A., Bakina O., Kazantsev S. and Gotman I. Synthesis of antimicrobial AlOOH–Ag composite nanostructures by water oxidation of bimetallic Al–Ag nanoparticles // RSC Advances. 2018, 8, 36239-36244.
2. A. H. Munhoz Jr. et al. Use of Pseudoboehmite Nanoparticles for Drug Delivery System of Glucantime® // Journal of Nano Research. 2016. Vol. 38. pp. 47-51.
3. Huimin Z., Yang R., Yong F., Minhua S., Zenghui D., Diyun C., Li'an H., Po-Heng L., Kaimin S., Lingjun K. Solvent-free hydrothermal synthesis of gamma-aluminum oxide nanoparticles with selective adsorption of Congo red // Journal of Colloid and Interface Science. 2019. Vol. 536, pp. 180-188.
4. Hao J.H., Yang W.S., Zhang Z., Pan S. H., Lu B.P., Ke. X., Zhang B. L. and Tang J. L. Hierarchical flower-like Co<sub>3-x</sub>Fe<sub>x</sub>O<sub>4</sub> ferrite hollow spheres: facile synthesis and catalysis in the degradation of methylene blue // Nanoscale. 2013, 5, 3078-3082.