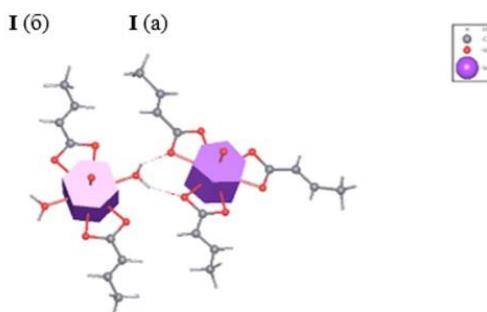




положении образуя комплексную группировку  $[UO_2(\text{crt})_2M^1_2]$  (рис. 1), которой отвечает кристаллохимическая формула и  $A(B^{01})_2(M^1)_2$ , где ( $A = UO_2^{2+}$  – ион-уранила,  $B^{01}$  – кротонат-ион,  $M^1$  – молекулы  $H_2O$ ). Обозначение типов координации дано в соответствии с [1].

Полиэдры Вороного-Дирихле атомов урана в структуре I представляют собой гексагональные призмы объемом 9.3, 9.4 и  $9.4 \text{ \AA}^3$ , что хорошо соответствует со средним значением для атомов U(VI), находящихся в кислородном окружении ( $9.3(2) \text{ \AA}^3$  [2]).

Проведено ИК спектроскопическое и термогравиметрическое исследование полученного соединения.



**Рис 1. Полиэдры Вороного-Дирихле атомов урана в структуре I (а) и I (б)**

1. Serezhkin V.N. et al. Crystalllochemical formula as a tool for describing metal-ligand complexes - a pyridine-2,6-dicarboxylate example // Acta Cryst. 2009. V. B65. P. 45–53.

2. Сережкин В.Н., Карапев М.О., Сережкина Л.Б. О причинах нелинейности ионов уранила в структурах кристаллов // Радиохимия. 2013. Т. 55. № 2. С. 97–105.

## ПОЛУЧЕНИЕ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ СОСТАВА $MgO\text{-}ZnO\text{-}TiO_2$ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЙ В СИСТЕМАХ ОЧИСКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Эльшербинин С.М.Э., Аль-Камали М.Ф.С.Х., Бойко А.А.

Научно-исследовательская лаборатория «Техническая керамика и наноматериалы»,

ГГТУ им. П.О. Сухого, Гомель, Республика Беларусь

salah1997@gstu.by

В работе представлен синтез композиционных керамических материалов на основе  $MgO\text{-}ZnO\text{-}TiO_2$  методом золь-гель. Исследованы морфология, пористость и сорбционные свойства полученных образцов. Проведена термообработка при различных температурах (500–650 °C) с целью оптимизации структуры. Установлено, что образцы, обработанные при 650 °C, обладают наилучшей фильтрационной способностью. Материалы перспективны для применения в системах очистки воды от нефтепродуктов.

Ведутся активные исследования по созданию керамических материалов с высокой эффективностью фильтрации воды, загрязнённой нефтепродуктами. Ключевым параметром является объём дисперсионной среды, проходящей через фильтр за определённое время. Для повышения эффективности разрабатываются пористые структуры, способные задерживать углеводороды. Оптимизация геометрии фильтров позволяет увеличить площадь фильтрации в ограниченном объёме. Исследуются химические и физические взаимодействия между керамикой и загрязнённой водой [1-2].

Цель работы — разработка технологии получения керамических матриц на основе  $MgO$  с добавлением наночастиц  $ZnO$  и  $TiO_2$ .

Синтезированы золь-гель методом диски диаметром 12,5 мм и толщиной 3–10 мм. Технологические этапы включали: диспергирование дисперсного  $MgO$  в 440 мл воды, затем вводили соли  $Zn$  и  $Ti$ . Гелирование проводилось в открытых формах, сушка — при 80 °C, термообработка — при 650 °C. Полученные ксерогели измельчались до микропорошков с высокой сорбционной способностью [3]. Диски формировали методом пресования на временной связке.

Исследована фильтрационная способность и адсорбция загрязненной воды



нефтепродуктами, композитами  $MgO-ZnO-TiO_2$ .

Использование золь-гель метода синтеза обеспечило возможность точного контроля над морфологией, пористостью и равномерным распределением компонентов в структуре материала. Процесс синтеза включал стадии гидролиза и конденсации прекурсоров оксидов металлов с последующим термическим отжигом, способствующим формированию стабильной кристаллической фазы.

Оксид магния ( $MgO$ ) в составе композита обеспечивал высокую адсорбционную способность и термическую устойчивость, в то время как оксид цинка ( $ZnO$ ) и диоксид титана ( $TiO_2$ ) придавали материалу фотокаталитические свойства. Благодаря высокой удельной поверхности и развитой пористой структуре, композиты эффективно сорбировали углеводородные соединения. Дополнительно, под воздействием ультрафиолетового излучения наблюдалась фотодеградация органических загрязнителей, что обусловлено активностью  $TiO_2$  и  $ZnO$ .

Проведённые лабораторные испытания подтвердили высокую эффективность разработанных композитов при очистке водных сред, загрязнённых нефтепродуктами, включая моделирование условий аварийных разливов нефти (см. рисунок). Полученные результаты демонстрируют перспективность применения данных материалов в системах водоочистки и экологической реабилитации.



Рис. 1. Внешний вид фильтров, полученных из мишени состава  $MgO-ZnO-TiO_2$  при температуре термообработки  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $600\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $500\text{ }^{\circ}\text{C}$

На рисунке представлены результаты оценки эффективности фильтров, синтезированных из композиционного материала  $MgO-ZnO-TiO_2$ . Установлено, что образцы, подвергнутые термообработке при  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$ , демонстрируют наилучшие фильтрационные характеристики, что обусловлено их более высокой структурной связностью по сравнению с образцами, обработанными при более низких температурах.

Разработана методика синтеза композиционные керамические материалы на основе  $MgO-ZnO-TiO_2$  с высокой эффективностью сорбции нефтепродуктов. Применение золь-гель метода обеспечило контроль над структурой и пористостью образцов. Термообработка при  $650\text{ }^{\circ}\text{C}$  способствовала формированию прочной и однородной матрицы. Лабораторные испытания подтвердили высокую фильтрационную способность полученных материалов. Установлена перспектива их применения в системах очистки воды. Полученные результаты могут быть использованы для создания экологически безопасных технологий водоочистки.

1. Аль-Камали М.Ф.С.Х. и др. Композиционные материалы на основе оксида магния для сорбции нефтепродуктов, полученные золь-гель методом // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого: научно-практический журнал. 2023. № 3. С. 28-35.

2. Аль-Камали М.Ф.С.Х. и др. Мишени  $SiO_2$ :  $CuO$  ( $Cu^{\circ}$ ) для нанесения тонких пленок ионно-лучевым распылением, полученные золь-гель методом // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. 2022. Т. 66. № 3. С. 348–355.

3. Аль-Камали М.Ф.С.Х., Бойко А.А. Мишени ( $MgO$ :  $CoO$  И  $ZnO$ :  $CoO$ ), получаемые золь-гель методом для вакуумного напыления // Сборник тезисов конференции (Х Всероссийская конференция (с международным участием) «Высокотемпературная химия оксидных систем и материалов»). 2023. С. 142-144.