ОТЗЫВ

отечественного научного руководителя

на диссертационную работу Түгелбай Сапарбек

«Механохимический синтез нанокомпозитов фосфата серебра и их фотокаталитические и антибактериальные свойства»

на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 8D05301 – Химия

Диссертационная работа Түгелбая Сапарбека посвящена разработке и комплексному исследованию наноматериалов на основе фосфата серебра (Ag_3PO_4) и галогенидов серебра (AgCl, AgBr, AgI), полученных механохимическим методом. Основное внимание в работе уделено изучению фотокаталитических и антибактериальных свойств этих материалов, а также их потенциалу для решения актуальных экологических и санитарных проблем, связанных с загрязнением водных экосистем стойкими органическими соединениями и патогенными микроорганизмами.

Актуальность диссертационной работы обусловлена тем, что нитрофурановые антибиотики, органические красители и другие биологические загрязнители сохраняются в сточных и природных водах длительное время, формируя устойчивость микроорганизмов и представляя угрозу для здоровья человека. Традиционные методы очистки, включая хлорирование, биологическую обработку и фильтрацию, не обеспечивают полного разложения таких загрязнителей. В этой связи возникает необходимость разработки новых многофункциональных материалов, способных эффективно разлагать органические загрязнители и инактировать микроорганизмы под воздействием экологически безопасных источников энергии, таких как видимый свет.

В диссертации впервые продемонстрирована возможность механохимического синтеза наночастиц Ag_3PO_4 и галогенидов серебра с контролируемыми морфологическими параметрами и высокой фотокаталитической активностью. Для гибридных нанокомпозитов Ag_3PO_4/AgCl установлено наличие межфазного контакта между компонентами, что обеспечивает синергетический эффект фотокаталитической и антибактериальной активности, а также стабилизирует термические свойства материалов. Оптимальный состав нанокомпозита Ag_3PO_4/AgCl (75:25) обеспечивает максимальную эффективность разложения органических загрязнителей и проявляет выраженную антибактериальную активность против модельных штаммов микроорганизмов под воздействием видимого света.

В работе подробно рассмотрены методы механохимического синтеза наночастиц и гибридных композитов, включая использование планетарной шаровой мельницы, а также современные методы их структурного и морфологического анализа: рентгеновская дифракция, рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия, рамановская спектроскопия, сканирующая и просвечивающая электронная микроскопия, энергодисперсионная спектроскопия, ультрафиолетово-видимая спектроскопия и

фотолюминесценция. Фотокаталитическая активность изучалась на примере разложения устойчивых органических загрязнителей, включая нитрофурановые антибиотики (Nitrofurazone и Furagin) и метиленовый синий, а антибактериальная активность оценивалась против тест-штаммов E. coli, S. aureus, P. aeruginosa и Candida albicans.

Научные результаты работы включают установление высокой фотокаталитической активности механохимически синтезированных наночастиц Ag_3PO_4 и AgCl при разложении антибиотиков и органических красителей. Впервые получены гибридные нанокомпозиты Ag_3PO_4/AgCl с межфазным взаимодействием, подтверждённым электронно-микроскопическими и термическими исследованиями. Это взаимодействие обеспечивает синергетический эффект, который значительно повышает фотокаталитическую активность и стабильность материалов. Оптимальный состав Ag_3PO_4/AgCl (75:25) проявляет наибольшую эффективность разложения органических загрязнителей (до 98% за 3 часа) и выраженную светостимулированную антибактериальную активность. Установлен механизм светостимулированного синергетического антибактериального действия, основанный на совместном влиянии реактивных форм кислорода и ионов серебра, что приводит к разрушению клеточных мембран микроорганизмов.

Теоретическая значимость диссертации заключается в развитии научных представлений о влиянии структурно-морфологических особенностей наноструктур на их фотокаталитические и антибактериальные свойства. Показано, что межфазные взаимодействия и состав гетероструктуры напрямую влияют на эффективность переноса заряда и образование активных форм кислорода под воздействием видимого света. Разработана схема механизма фотокаталитического разложения органических загрязнителей и инактивации микроорганизмов, отражающая ключевую роль валентных дырок и супероксидных радикалов.

Практическая значимость работы выражена в создании экологически чистого и масштабируемого метода синтеза наноматериалов на основе фосфата и галогенидов серебра, пригодных для очистки сточных и природных вод, а также для разработки антимикробных покрытий и фильтрующих систем. Полученные материалы могут быть использованы в биомедицинских технологиях и системах водоочистки, что подтверждает прикладную ценность исследования.

Результаты диссертационной работы были опубликованы в трёх высокорейтинговых международных журналах: *Journal of Photochemistry & Photobiology A: Chemistry* (IF 4.7, Q2), *Chemical Engineering Journal* (IF 13.2, Q1) и *Journal of Environmental Chemical Engineering* (IF 7.2, Q1). Во всех публикациях Түгелбай Сапарбек является первым автором и внёс основной вклад в разработку концепции исследований, синтез наноматериалов, проведение экспериментов, анализ данных и подготовку публикаций.

Диссертационная работа полностью соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание степени доктора философии

(PhD) по специальности 8D05301 – Химия. Она демонстрирует высокий уровень теоретической подготовки и практических навыков кандидата, оригинальность и новизну научных результатов, а также их значимость для дальнейшего развития науки и технологий в области нанотехнологий, фотокатализа и экологической химии.

Считаю целесообразным рекомендовать диссертацию к защите на присуждение степени доктора философии (PhD).

Научный руководитель, PhD,
В.Н.С., ЧУ «National Laboratory Astana»,
Назарбаев Университет Татыкаев Б.Б.





старший менеджер
ОУПД
Жумабекова А