

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Барилюка Данила Валерьевича

«Разработка гибридных наноматериалов на основе h-BN и TiO<sub>2</sub>, декорированных наночастицами ZnO, для обеззараживания и очистки воды от антибиотиков», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы»

Рассматриваемая диссертационная работа посвящена разработке нанокompозитов ZnO/h-BN и ZnO/TiO<sub>2</sub> путем нанесения наночастиц ZnO на поверхность частиц h-BN и пористых гранул TiO<sub>2</sub>. Гранулы TiO<sub>2</sub> были получены с помощью высококонцентрированных эмульсий Пикеринга, что позволяет контролировать пористую структуру гранул на этапе получения исходных эмульсий. Разработанные нанокompозиты были использованы в качестве сорбентов для решения актуальной проблемы очистки воды от органических загрязнителей.

Автором работы были установлена причина повышенной адсорбционной емкости частиц h-BN по отношению к тетрациклину, а именно выраженное  $\pi$ - $\pi$  взаимодействие между молекулами антибиотика и поверхностью h-BN, находящейся в  $sp^2$ -гибридизации. Продемонстрировано, что стабилизация эмульсий Пикеринга наночастицами TiO<sub>2</sub> происходит за счет образования водородных связей между поверхностью TiO<sub>2</sub> и молекулами дисперсной фазы эмульсий. Установлено, что размер капель эмульсий Пикеринга зависит от pH исходных гидрозолей и определяется размером агрегатов наночастиц TiO<sub>2</sub>. Кроме этого, установлена высокая фотокаталитическая активность нанокompозита ZnO/TiO<sub>2</sub> в отношении тетрациклина.

В работе продемонстрировано, что полученные нанокompозиты обладают высокой адсорбционной емкостью и антибактериальной активностью, что позволяет использовать их в качестве сорбентов антибиотиков, а также для обеззараживания воды от патогенных бактерий. Таким образом, представленная работа обладает научной новизной и практической значимостью.

По автореферату диссертации имеются следующие замечания:

1. На странице 8 автореферата указан средний расчётный размер кристаллитов в образце микрочастиц h-BN. Однако в тексте не указано по каким данным и формуле был произведен расчет размеров кристаллитов.
2. В автореферате не указана удельная площадь поверхности для образца активированного угля (АУ), который использовали для сравнения при определении максимальных адсорбционных ёмкостей микро- и наночастиц h-BN (Таблица 1). Для более корректного сравнения адсорбционных емкостей стоило привести эти данные.
3. Рисунки 4 и 5. В тексте автореферата не указано как определяли размеры капель эмульсий Пикеринга, на основании которых были построены распределения капель по размерам. Также стоило указать на каком количестве капель и со скольких микрофотографий была собрана статистика для построения распределений. Более того, кривые распределения капель по размерам на указанных рисунках выглядят как

аппроксимация собранной статистики, однако в подписи к рисункам это не указано. Более информативно было бы привести на рисунках и сами гистограммы распределений капель по размерам.

4. Из автореферата не понятно, какое количество наночастиц  $\text{TiO}_2$  использовали для приготовления эмульсий Пикеринга. Также не понятно, подбирали ли оптимальное количество наночастиц  $\text{TiO}_2$  для формирования.
5. На Рисунке 8в представлены карты распределения элементов, полученные методом ЭДС, для нанокompозита  $\text{ZnO/h-BN}$ . Однако на рисунке не указано с какой области образца (указанной на Рисунке 8а или 8б) представленные карты получены.
6. В Таблицах 1 и 2 не указаны доверительные интервалы измеренных величин (констант скорости адсорбции,  $k$ , и максимальной адсорбционной ёмкости,  $Q_{\text{max}}$ ), из-за этого сложно оценить насколько существенна разница адсорбционных ёмкостей для образцов с нанесенными и ненанесенными на подложки наночастицами  $\text{ZnO}$ .

Материалы представленные в автореферате позволяют сделать заключение, что диссертационная работа «Разработка гибридных наноматериалов на основе  $\text{h-BN}$  и  $\text{TiO}_2$ , декорированных наночастицами  $\text{ZnO}$ , для обеззараживания и очистки воды от антибиотиков», представленная на соискание учёной степени кандидата технических наук, соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней в НИТУ МИСИС», а ее автору Барилюку Данилу Валерьевичу может быть присвоена учёная степень кандидата технических наук по научной специальности 2.6.5 – «Порошковая металлургия и композиционные материалы».

Старший научный сотрудник  
кафедры коллоидной химии  
Химического факультета  
МГУ имени М.В. Ломоносова  
к.х.н. Заборова Ольга Владимировна



19.11.2025

Личную подпись Заборова О.В.  
ЗАВЕРЯЮ: Капустина Т.А.  
Зам. Нач. отдела делопроизводства  
химического факультета МГУ



Капустина Т.А.