

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной работе  
ФГБОУ ВО «Челябинский  
государственный университет»,  
кандидат химических наук,  
доцент  
Александр Игоревич Бирюков



«02» 12 2024 г.

### ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ,

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Челябинский государственный университет» о диссертации Головина Михаила Сергеевича «Физико-химические основы формирования политриазинимида и композитов на его основе для фотокаталитического применения» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

#### **Актуальность темы диссертационного исследования**

Диссертационное исследование Головина Михаила Сергеевича направлено на разработку эффективных фотокаталитических материалов нового поколения для селективного получения бензальдегида. Применение фотокаталитически активных материалов в промышленности может значительно снизить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу. Автором рассмотрены перспективы фотокатализа, обозначены материалы и методы для улучшения эффективности процессов. Тематика диссертационного исследования, а также цель и поставленные задачи являются актуальными не только с фундаментальной точки зрения, но и с практической.

#### **Научная новизна и практическая значимость результатов**

В ходе диссертационной работы получены следующие результаты.

*Handwritten signature: N. I. Vorobeychikov*

1) Установлены различия физико-химических свойств и фотокаталитической активности графитоподобного нитрида углерода и политриазинимида.

2) Впервые разработан наноструктурированный композитный фотокатализатор на основе политриазинимида и диоксида титана, исследованы его физико-химические свойства.

3) Синтез композита оптимизирован под реакцию, а также представлен ее механизм.

Таким образом, исследованы перспективные фотокатализаторы, выявлены закономерности формирования и оптимальные параметры синтеза материалов для получения наилучших результатов в реакции окисления бензилового спирта до бензальдегида. Полученные результаты могут быть востребованы в промышленности.

### **Оценка содержания и оформления диссертации**

Общий объем работы составляет 111 страниц, включает в себя 28 рисунков и 12 таблиц. Список использованных источников содержит 182 наименования.

**Во введении** автор обозначает актуальность исследования, которая связана с необходимостью применения фотокатализа для проведения органических реакций с высокой селективностью, а также применения перспективных углеродсодержащих материалов и формирования композитов для улучшения процессов. Далее автор ставит цель и задачи, описывает методы и методологию исследования, практическую значимость, научную новизну, положения, выносимые на защиту, структуру, апробацию работы, публикации по теме исследования и личный вклад.

**В первой главе** автором проведен обширный обзор состояния направления и перспектив развития фотокатализа, выявлены наиболее перспективные материалы (углеродсодержащие полупроводники) и методы увеличения эффективности фотокаталитических реакций (получение



композитов с гетеропереходами). Установленные выводы автор использовал для проведения дальнейших исследований.

**Вторая глава** разделена на описание реактивов и методов синтеза образцов политриазинимида, графитоподобного нитрида углерода и композитов; обзор использованного оборудования для исследования физико-химических свойств фотокатализаторов; исследование фотокаталитических характеристик материалов на реакции получения бензальдегида из бензилового спирта, описание реакции и оценки производительности реактора.

**В третьей главе** автором произведено сравнение двух перспективных фотокаталитически активных полиморфов, а именно графитоподобного нитрида углерода и политриазинимида. Выявлено, что политриазинимид обладает лучшей фотокаталитической активностью в сравнении с графитоподобным нитридом углерода, результаты сопоставлены с исследованием физико-химических свойств. Далее исследовано влияние времени выдержки образцов на структуру и фотокаталитическую активность образцов. Выявлено оптимальное время выдержки. Разработан новый композитный фотокатализатор на основе диоксида титана и политриазинимида с гетеропереходом второго типа, произведена оптимизация его фотокаталитических характеристик путем варьирования параметров синтеза, и исследованы физико-химические свойства оптимизированного под реакцию образца. Показана возможность получения бензальдегида с высокой селективностью при помощи разработанных материалов, а также исследован механизм реакции.

**В заключении** произведено обобщение результатов и сформированы выводы по диссертационному исследованию.

#### **Достоверность и обоснованность результатов работы**

Достоверность полученных результатов подтверждается применением современных физико-химических методов исследования и согласованием некоторых экспериментальных данных с литературными данными.

Опубликованные работы в полной мере отражают содержание и основные выводы диссертационного исследования. Опубликовано 4 статьи, входящие в перечень рецензируемых научных изданий, рекомендуемых ВАК для публикации результатов диссертационных исследований, 1 патент на способ получения композитного наноразмерного фотокатализатора на основе диоксида титана и политриазинимида. Работа апробирована на 3 конференциях.

### **Замечания и вопросы по работе**

1. Автор на стр. 53 указывает, что время удерживания бензальдегида составляет 10,3 минуты, а бензойной кислоты – 8,6 минуты. На стр. 86 приводится хроматограмма с временем удержания 9,8 минуты и 8,1 минуты соответственно. Чем объясняется такая большая разница во времени удержания?

2. Можно ли связать увеличение константы скорости реакции с увеличением селективности процесса фотоокисления бензилового спирта?

3. Синтез политриазинимида включает в себя использование неорганических солей. Влияют ли они как-то на структурообразование ПТИ?

4. Политриазинимид известен около 10-15 лет. Является ли чем-то новым использование приведенных прекурсоров для синтеза политриазинимида?

Указанные замечания не снижают общего положительного впечатления о выполненной диссертационной работе. В работе представлен большой объем экспериментального материала. Диссертация и автореферат написаны грамотно. Автореферат диссертации в достаточной степени отражает общее содержание диссертационной работы.

### **Заключение**

В целом следует сделать вывод, что диссертационная работа М.С. Головина выполнена на высоком научном уровне, содержит новые фундаментальные и практически значимые результаты. Диссертационная работа Головина Михаила Сергеевича «Физико-химические основы



формирования политриазинимида и композитов на его основе для фотокаталитического применения» полностью соответствует требованиям п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 № 842, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Диссертационная работа и отзыв одобрены на заседании кафедры «Химия твердого тела и нанопроцессов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Челябинский государственный университет» (от 12 ноября 2024 г.)

Отзыв составлен:

к.х.н., доцент,  
заведующий кафедрой химии твердого тела и нанопроцессов  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования «Челябинский государственный университет»  
Белая Елена Александровна  
[wea.csu@gmail.com](mailto:wea.csu@gmail.com)

Дата составления отзыва: « 02 » декабря 2024 года



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет».

Адрес организации: 454001, г. Челябинск, ул. Братьев Кашириных, 129

Телефон: +7 (351) 799-71-01

E-mail: [odou@csu.ru](mailto:odou@csu.ru)

Официальный сайт в сети Интернет: [www.csu.ru](http://www.csu.ru)

Подпись удостоверяю



НАЧАЛЬНИКА  
ДЕПАРТАМЕНТА  
КАДРОВ  
КИНА Т.В.