

«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор федерального
государственного бюджетного
образовательного учреждения
высшего образования «Ивановский
государственный химико-
технологический университет»
(ФГБОУ ВО «ИГХТУ»)
доктор технических наук, профессор
Н.Е. Гордина
« 29 » октября 2026

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»
(ФГБОУ ВО «ИГХТУ»)

на диссертационную работу Якупова Романа Павловича на тему «Синтез волокон никель-цинковых ферритов и влияние их состава на структуру, оптические, магнитные и фотокаталитические свойства», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия

1. Актуальность темы диссертационной работы

Научная работа, выполненная Якуповым Романом Павловичем и представленная в диссертации на соискание учёной степени кандидата химических наук, посвящена разработке метода синтеза волокон композита на основе никель-цинковых ферритов. Целью работы, сформулированной автором, стало установление влияния катионного состава на морфологию и строение, а также на оптические, магнитные и фотокаталитические свойства волокон никель/цинковых ферритов.

Реализация предлагаемых автором идей, несомненно, актуальная задача, поскольку предсказание каталитической активности является одной из самых сложных задач, стоящих перед современной наукой. Работы по установлению зависимости активности катализатора от параметров его текстуры и состава ведутся на протяжении десятилетий, однако найденные общие закономерности весьма ограничены. Решение данной проблемы рассмотрено на примере волокнистых никель-цинковых ферритов, полученных с помощью электроформования. Кроме того, сами волокнистые никель-цинковые ферриты представляют практический интерес в широком спектре применения: от компонентов устройств электроники и сенсоров до фотокатализаторов.

Задачи, поставленные автором в работе, позволяют получить данные, имеющие значимость как для расширения теоретических основ производства фотокатализаторов, так и практического их использования в качестве сорбентов для очистки воды. В этой связи работа Якупова Романа Павловича является актуальной.

2. Научная новизна

Диссертационная работа Якупова Р.П. посвящена систематическому исследованию волокон никель/цинковых ферритов состава $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ полученных усовершенствованным методом электроформования. Проведено комплексное исследование влияния ширины запрещённой зоны, положения краёв валентной зоны, проводящей зоны и дефектно-индуцированных состояний на фотокаталитическую активность.

Автором выявлен состав $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ обладающий наибольшей активностью при воздействии излучения по своим спектральным характеристикам близкого к видимому свету. Также в работе было установлено влияние добавки в виде полимерной дисперсии на формирование поверхности и текстуры полученного оптимального состава, оказывающее влияние на фотокаталитическую активность.

3. Теоретическая и практическая значимость работы

Практическая и теоретическая значимость работы обусловлена следующими основными результатами:

1. Разработана методика синтеза никель/цинковых волокнистых ферритов методом электроформования, подходящая для использования в промышленных масштабах.

2. Установлено влияние катионного состава $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ на магнитные характеристики, параметры электронной структуры и фотокаталитическую активность волокон. Получены сведения о взаимосвязи состава, структуры, функциональных свойств и электронной структуры никель/цинковых волокнистых ферритов.

3. Выявлен оптимальный состав композиции никель/цинковых волокон, обеспечивающий наилучшие фотокаталитические и магнитные свойства.

Совокупность представленных результатов позволяет расширить имеющиеся в литературе данные о влиянии на функциональные свойства волокон их состава и морфологии.

Разработанные волокнистые материалы могут быть использованы во многих производствах и сферах жизнедеятельности для удаления органических загрязнителей из воды с помощью фотокаталитического окисления. Использование разработанных материалов возможно как в проточных, так и замкнутых системах, что делает результаты работы значимыми с практической точки зрения.

4. Содержание и структура диссертационной работы

Диссертация состоит из введения, трёх глав, заключения, списка использованных источников, включающего 188 наименований, а также одного приложения. Работа изложена на 154 страницах, содержит 57 рисунков и 8 таблиц.

Во введении диссертационной работы сформулированы актуальность, степень разработанности проблемы, цель и задачи исследования, описаны методологическая, теоретическая и эмпирическая базы, положения, выносимые на защиту, научная новизна, теоретическая и практическая значимости работы, а также структура диссертации.

В первой главе приведён аналитический обзор литературных данных по структурным и физико-химическим свойствам никель-цинковых ферритов. Рассмотрены методы получения и морфология наноструктурированных никель-цинковых ферритов. Подробно рассмотрены механизмы фотокаталитического окисления органических соединений, способы очистки фотокатализаторов для вторичного использования, а также перспективы применения волокнистых ферритов. В конце главы представлены выводы, обобщающие приведённую информацию.

Во второй главе представлены использованные вещества и реактивы для синтеза ферритов и испытания их фотокаталитической активности. Данный раздел диссертационной работы содержит подробную информацию о предварительной подготовке раствора и методе синтеза никель-цинковых волокон с помощью электроформования. Методики синтеза описаны достаточно подробно, что делает полученные в работе результаты легко воспроизводимыми. Диссертационная работа выполнена с применением следующих методов анализа: синхронный термический анализ, рентгенофазовый анализ, сканирующая электронная микроскопия, инфракрасная спектроскопия, рамановская спектроскопия, спектрофотометрия и вибрационная магнитометрия. Кроме того в данном разделе представлена установка использованная для определения фотокаталитической активности.

Третья глава диссертационной работы Якупова Р. П. посвящена описанию полученных результатов исследования, направленного на установление влияния морфологии и химического состава волокнистых никель-цинковых ферритов $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ на магнитные, оптические, структурные и фотокаталитические свойства.

Обсуждение результатов можно разделить на два больших раздела. Первая часть посвящена экспериментальному обоснованию способа приготовления формовочного раствора, обеспечивающего оптимальные параметры в зависимости от соотношения массы поливинилового спирта к нитратам металлов. Выбранные составы формовочного раствора использовались для синтеза всех исследуемых в работе ферритов. Отдельно описаны результаты термического анализа (ТГА и ДТА) прекурсорных волокон $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$. В результате анализа термогравиметрической кривой были выявлены температурные интервалы протекания процессов разложения поливинилового спирта и кристаллогидратов нитратов никеля, цинка, железа. Анализ проведен до максимальной температуры 600 °С. Далее автор приводит анализ данных рентгеновской дифрактометрии, с использованием базы

данных PDF-4. Установлены фазовые переходы при различной термической обработке материалов. Завершает раздел описания текстурных свойств волокон феррита анализ морфологии поверхности. Также в работе автор приводит результаты изучения кислотно-основных свойств поверхности исследуемых систем.

Вторая часть Главы 3 посвящена изучению оптических, магнитных и фотокаталитических свойств волокон никель-цинковых ферритов. Установлено, что формирование пористости в волокнах ферритов диаметром 50 нм сопровождается увеличением энергии Урбаха с 0.21 до 0.24 эВ, показана зависимость фотокаталитической активности от фазового состава ферритов.

Диссертационная работа завершается выводами и списком цитируемой литературы. Выводы адекватны полученным результатам и отражают полноту выполнения поставленных задач.

5. Достоверность полученных данных

Результаты диссертационной работы получены с помощью современных методов исследования и согласуются с литературными данными, там, где это возможно. Описание использованных методик и согласованность выводов с экспериментальными данными не вызывают сомнения в достоверности полученных результатов.

6. Апробация работы и публикации

Автореферат и публикации достаточно полно отражают основные положения диссертации. Основное содержание диссертации опубликовано в 15 научных работах, из них 3 статьи в ведущих научных журналах индексируемых в базах данных Web of Science и Scopus, 1 статья в рецензируемом журнале, входящем в ядро РИНЦ. Результаты исследования были представлены на научных конференциях всероссийского и международного уровня. Автором были получены 3 патента на изобретение, базу данных и программу для ЭВМ.

7. Рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации

Результаты диссертационного исследования Якупова Романа Павловича могут быть использованы в профильных учебных заведениях и научно-исследовательских организациях, занимающихся разработкой и изучением катализаторов, в частности: Институте нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Российском государственном университете нефти и газа имени И.М. Губкина, РХТУ им. Д.И. Менделеева, МИРЭА - Российском технологическом университете, Институте органической химии им. Н.Д. Зелинского, Иркутском государственном университете, Уфимском государственном нефтяном техническом университете, а также предприятиями, производящими катализаторы: ООО «Щелковский катализаторный завод», АО «Редкинский катализаторный завод», ООО «Скатз» и др.

8. Вопросы и замечания по работе

По диссертационной работе имеются следующие вопросы и замечания:

1. Для электронных микрофотографий не принято указывать увеличение, так как оно зависит от разрешения, так в напечатанных автореферате и диссертации они имеют разное увеличение.
2. Состав NZFO варьируется от отсутствия Ni до соотношения к Fe 1 : 2, а также от отсутствия Zn до такого же соотношения, однако количество пиков на рентгенограммах (рисунок 3.3 диссертации) не зависит от наличия или отсутствия никеля или цинка, почему?
3. Что понималось под термином «кристаллическая структура» (во второй задаче в введении и в теоретической значимости там же)? Какими методами и как она исследовалась? Делали ли рентгеноструктурный анализ?
4. В работе достаточно часто встречается обсуждение пористости образцов. Было бы интересно её измерить, например, с помощью низкотемпературной адсорбции, или с помощью ртутной порометрии. В этом случае было бы ясно влияние на этот параметр модификации NZFO. Кроме того, осталось не ясным влияние состава и модификации NZFO на его удельную площадь поверхности.
5. Проводился ли расчет величин тепловых эффектов по результатам ДТА?
6. При каких параметрах проводился фотокатализ и какой способ удаления фотокатализатора использовался?
7. Какое влияние оказывает модифицирование поверхности NZFO волокон на их адсорбционные свойства?

Заключение

Сделанные замечания не снижают общего высокого уровня работы. Диссертация соответствует паспорту специальности 1.4.1. Неорганическая химия: п. 2 «Дизайн и синтез новых неорганических соединений и особо чистых веществ с заданными свойствами.»; п.5 «Взаимосвязь между составом, строением и свойствами неорганических соединений. Неорганические наноструктурированные материалы.».

Диссертация Якупова Романа Павловича на тему «Синтез волокон никель-цинковых ферритов и влияние их состава на структуру, оптические, магнитные и фотокаталитические свойства», представленная на соискание учёной степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия, является законченной научно-квалификационной работой, в которой содержится решение научной задачи по синтезу и установлению влияния катионного состава на морфологию и строение, а также на оптические, магнитные и фотокаталитические свойства волокон никель-цинковых ферритов состава $\text{Ni}_x\text{Zn}_{1-x}\text{Fe}_2\text{O}_4$ ($x = 0-1$). По своей актуальности, уровню выполнения,

объему, новизне, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа Якупова Р.П. соответствует требованиям п.п. 9-11, 13, 14, «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

Соискатель Якупов Роман Павлович, заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.1. Неорганическая химия.

Результаты диссертационной работы рассмотрены и обсуждены на расширенном заседании кафедры технологии керамики и электрохимических производств и лаборатории синтеза, исследований и испытания каталитических и адсорбционных систем для процессов переработки углеводородного сырья Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет», протокол заседания № 6 от 06 октября 2026 года.

Отзыв составили:

кандидат химических наук,
заведующий кафедрой технологии
керамики и электрохимических
производств
e-mail: filatova@isuct.ru
89206708528

Филатова Наталья Владимировна

кандидат химических наук, старший
научный сотрудник научно-
исследовательской лаборатории
синтеза, исследований и испытания
каталитических и адсорбционных
систем для процессов переработки
углеводородного сырья
e-mail: afineevskii@yandex.ru
89206727145

Афинеевский Андрей Владимирович

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет»
153000, г. Иваново, Шереметевский проспект, д. 7

Контактные телефоны: телефон: +7 (4932) 32-92-41; Факс: +7 (4932) 41-79-95

Адреса электронной почты: rector@isuct.ru

Подписи Н.В. Филатовой и А.В. Афинеевского заверяю:
Ученый секретарь ФГБОУ ВО «ИГХТУ»



А.А. Хомякова