

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор – проректор

по научной работе

ФГАОУ ВО «ЮУрГУ(НИУ)»

доктор технических наук, доцент

А.В. Коржов

« 20 » июня 2024 г.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»

Министерства науки и высшего образования Российской Федерации

Диссертация «Структура и физико-химические свойства допированных азотом графитоподобных материалов» на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия выполнена на кафедре «Материаловедение и физико-химия материалов» и в научно-образовательном центре «Нанотехнологии».

В период подготовки диссертации с 2021 г. по настоящее время соискатель Живулин Дмитрий Евгеньевич работает в лаборатории роста кристаллов НИИ перспективных материалов и технологии ресурсосбережения федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)» в должности младшего научного сотрудника. С 2014 г. по 2021 г. соискатель работал в лаборатории радиационного контроля в филиале «Уральский территориальный округ» федерального государственного унитарного предприятия «Федеральный экологический оператор» в должности ведущего специалиста.

В 2011 г. соискатель поступил и в 2014 г. окончил очную аспирантуру федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный гуманитарно-педагогический университет» по специальности «Физика конденсированного состояния».

В 2011 г. Живулин Дмитрий Евгеньевич окончил государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Челябинский государственный педагогический университет» по специальности «Физика» с дополнительной специальностью «Информатика» с присуждением квалификации учителя физики и информатики.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2024 г. федеральным государственным автономным образовательным учреждением высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Научный руководитель – доктор химических наук Жеребцов Дмитрий Анатольевич, старший научный сотрудник кафедры «Материаловедение и физико-химия материалов» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)».

Тема диссертации утверждена советом политехнического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», протокол № 3 от 20 ноября 2023 г. Тема кандидатской диссертации была скорректирована советом политехнического института федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», протокол № 10 от 17 июня 2024 г.

По результатам рассмотрения диссертации «Структура и физико-химические свойства допированных азотом графитоподобных материалов» принято следующее **заключение**:

Актуальность темы исследования заключается в разработке методики синтеза непрерывного ряда твердых растворов азота в углероде с графитоподобной структурой. С практической точки зрения подобные материалы перспективны для создания на их основе электродов двойнослойных конденсаторов (ионисторов), которые относятся к классу суперконденсаторов и являются перспективными для накопления электрической энергии в системах возобновляемых источников энергии. Определение максимальной растворимости азота в углероде, изучение особенностей структуры получаемых материалов, а также влияния азота на физико-химические свойства исследуемых твердых растворов является важным для развития современного материаловедения.

Личный вклад соискателя заключается в том, что соискателем единолично произведен анализ данных, представленных в литературных источниках, произведена обработка полученных экспериментальных данных, разработаны ячейки и методики исследования электрических и электрохимических свойств полученных материалов. Планирование эксперимента было проведено совместно с научным руководителем. Подготовка публикаций была проведена совместно с соавторами.

Достоверность полученных результатов обеспечивается использованием комплекса современных методов исследования: электронной микроскопии, фазового и элементного состава, инфракрасной, рамановской и рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии, в совокупности с пикнометрией, термическим анализом и другими физико-химическими методами анализа, результаты которых коррелируют между собой. Достоверность результатов изучения электрофизических свойств обеспечивается проверкой методики измерений на порошках графита, при которой была достигнута хорошая воспроизводимость данных. Полученные

результаты не противоречат теоретическим представлениям и литературным данным. Основные результаты диссертационной работы представлены на специализированных всероссийских и международных конференциях.

Научная новизна представленной работы заключается в том, что впервые автором предложен способ получения твердых растворов углерод – азот путем совместного термолиза пека и меламина, что позволило достигнуть высоких концентраций азота в твердом растворе (до 22 масс. %). Предложена методика, а также сконструирована и изготовлена измерительная ячейка для изучения концентрационных и температурных зависимостей электрического сопротивления порошкообразных материалов.

Ценность полученных соискателем результатов исследования для практического применения подтверждается тем, что соискателем отработана методика получения богатых азотом материалов со структурой графита. Сделаны выводы о влиянии концентрации азота на структуру и электрофизические свойства полученных материалов. Проведено изучение электрохимических свойств, изготовив измерительную ячейку в виде двойнослойного конденсатора. Показано, что полученные материалы являются перспективными для применения в качестве электродов таких конденсаторов.

Ценность научных работ соискателя заключается в установлении структуры и физических свойств исследуемых материалов, обобщении закономерностей формирования твердых растворов углерод – азот со структурой графита. Продемонстрирована активность полученных материалов в электрохимических процессах в качестве электродов двойнослойных конденсаторов.

Диссертация «Структура и физико-химические свойства допированных азотом графитоподобных материалов» Живулина Дмитрия Евгеньевича соответствует паспорту специальности 1.4.4. Физическая химия в части пп. 1, 5 и 6.

Материалы диссертации полно представлены в работах, опубликованных соискателем.

Статьи, входящие в перечень рецензируемых научных изданий или приравненные к ним:

1. Живулин, Д.Е. Особенности измерения температурных зависимостей электрического сопротивления углеродных материалов, полученных термолизом смесей фенолфталеина с меламином / Д.Е. Живулин, Д.А. Жеребцов // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия. – 2021. – Т. 13. №3. – С. 31-39. (9 с./ 4 с.). **Перечень ВАК**
2. Zherebtsov, D.A. Key role of nitrogen in conductivity of carbon-nitrogen materials / D.A. Zherebtsov, D.A. Pankratov, S.V. Dvoryak, D.E. Zhivulin, et all // Diamond and Related Materials. – 2021. – V. 111. – P. 108183. (6 с. / 2 с.). **Scopus**
3. Живулин, Д.Е. Электрохимические свойства углеродных материалов с высоким содержанием азота / А.И. Луценко, Д.А. Жеребцов, Р.С. Морозов, Г.П. Вяткин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Химия. – 2024. – Т. 16. №2. – С. 159–167. (9 с./ 5 с.) **Перечень ВАК**
4. Живулин Д. Е. Моделирование структуры синтезированных азотсодержащих графитоподобных материалов / Д.Е. Живулин, С.А. Созыкин, Д.А. Жеребцов // Журнал Структурной Химии. – 2024. – Т. 65. – №10, С. 134306. (19 с. / 29 с.) **Scopus**

Патенты:

5. Способ получения углеродных материалов с высоким содержанием азота: Патент № 2663165/C1 / Д.А. Жеребцов, К.Р. Смолякова, Р.Ф. Янцен, Д.Е. Живулин, В.Е. Живулин, А.С. Чернуха // Изобретения. Полезные модели. Официальный бюллетень Федеральной службы по интеллектуальной собственности (Роспатент). – 2018. – Бюл. №22.

Тезисы докладов конференции:

6. Zhivulin, D.E. Measuring the electrical conductivity of non-compacted powders / D.E. Zhivulin // IX International Scientific Conference Actual Problems of Solid

State Physics «APSSP-2021»: Book of abstracts, Minsk, Belarus – 2021. – 383 p. – P. 153.

7. Живулин, Д.Е. Влияние концентрации азота на электропроводность твердых растворов углерод-азот / Д.Е. Живулин, Д.А. Жеребцов // Перспективные материалы конструкционного и функционального назначения: сборник научных трудов Международной научно-технической молодежной конференции / под ред. С.П. Буяковой; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2023. – 377 с. – С. 153-155. (3 с. / 2 с.)

8. Живулин, Д.Е. Влияние азота на электрохимические свойства твердых растворов углерод-азот / Д.Е. Живулин, А.И. Луценко, Д.А. Жеребцов // Перспективные материалы конструкционного и функционального назначения: сборник научных трудов Международной научно-технической молодежной конференции / под ред. С.П. Буяковой; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2023. – 377 с. – С. 156-158. (3 с. / 2 с.)

Другие публикации:

9. Zherebtsov, D.A. Anomalous resistivity of heavily nitrogen doped graphitic carbon / D.A. Zherebtsov, K.R. Smolyakova, R.F. Yantsen, R.S. Morozov, D.E. Zhivulin and etc. // Diamond and Related Materials. – 2018. – V. 83. – P. 75-79. (5 с. / 2 с.).

Диссертационная работа соответствует требованиям, установленным п. 14 Положения о присуждении ученых степеней. Текст диссертации представляет собой самостоятельную научно квалификационную работу, не содержит заимствованного материала без ссылки на автора и (или) источник заимствования.

Диссертация «Структура и физико-химические свойства допированных азотом графитоподобных материалов» рекомендуется к защите на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 1.4.4. Физическая химия.

Заключение принято на расширенном заседании кафедры «Материаловедение и физико-химия материалов» с участием сотрудников кафедры «Экология и химическая технология», кафедры «Физика наноразмерных систем», научно-образовательного центра «Нанотехнологии», научно-исследовательского института (НИИ) перспективных материалов и технологии ресурсосбережения, научно-исследовательской лаборатории (НИЛ) «Многомасштабное моделирование многокомпонентных функциональных материалов», НИЛ «Компьютерное моделирование лекарственных средств имени Потемкина В.А.», Управления научной и инновационной деятельности, научно-образовательного центра «Цифровая индустрия» Южно-Уральского государственного университета (национального исследовательского университета), ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН (г. Миасс).

ПРИСУТСТВОВАЛИ:

зав. кафедрой, доцент, профессор РАН Винник Д.А., д.х.н; профессор Трофимов Е.А., д.х.н.; с.н.с. Жеребцов Д.А., д.х.н.; преподаватель Пунда А.Ю., аспирант; преподаватель Гафарофа К.П., аспирант; студент Зирник Г.М., магистр;

ПРИГЛАШЕНЫ:

- *сотрудники НОЦ «Нанотехнологии»:* зам. директора Воробьев Д.В.; н.с. Галимов Д.М.; с.н.с. Корина Е.А., (PhD) (Chem); н.с. Морозов Р.С., к.х.н; н.с. Головин М.С., аспирант;

- *сотрудники НИИ перспективных материалов и технологии ресурсосбережения:* с.н.с., доцент Живулин В.Е. к.ф.- м.н; с.н.с Гудкова С.А. к.ф.- м.н; н.с. Зыкова А.Р., к.х.н.; инженер-исследователь Шерстюк Д.П., аспирант; инженер Черкасова Н.А., магистр;

- *сотрудники НИЛ «Многомасштабное моделирование многокомпонентных функциональных материалов»:* вед. науч. сотр, проф.

Барташевич Е.А. д.х.н.; м.н.с. Собалев С.А.; н.с. Матвейчук Ю.В., к.х.н.;
с.н.с. Макаров Г.И., к.х.н.; м.н.с. Макарова Т.М., к.х.н. н.с. Юшина И.Д.

- *сотрудник НИЛ «Компьютерное моделирование лекарственных средств имени Потемкина В.А.»*: гл.н.с. Гришина М.А., д.х.н.

- *сотрудник кафедры «Экология и химическая технология»*: заведующий кафедрой, профессор, Авдин В.В., д.х.н.;

- *сотрудники кафедры «Физика наноразмерных систем»*: профессор Бескачко В.П., д.ф.- м.н.; доцент Созыкин С.А. к.ф.-м.н.;

- *сотрудники Управления научной и инновационной деятельности*: инженер-исследователь Осипов А.А., аспирант; с.н.с., профессор Шарутин В.В., д.х.н.;

- *сотрудник научно-образовательного центра «Цифровая индустрия»*: м.н.с. Найферт С.

- *сотрудник института минералогии ЮУ ФНЦ МиГ УрО РАН (г. Миасс)*: профессор Еремяшев В.Е., д.х.н.

Результаты голосования: «за» - 30 чел., «против» - 0 чел., «воздержались» - 0 чел., протокол № 10 «19» июня 2024 г.

Председательствующий на заседании

Винник Денис Александрович,
доктор химических наук (1.4.4. Физическая химия),
доцент, профессор РАН, заведующий кафедрой
«Материаловедение и физико-химия материалов»



федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования «Южно-Уральский государственный
университет (национальный исследовательский университет)»
Министерства науки и высшего образования РФ;
454080, г. Челябинск, проспект Ленина, 76; тел./факс: +7(351)267-99-00;
e-mail: info@susu.ru; https://www.susu.ru/ru/



ПОДПИСЬ УДОСТОВЕРЯЮ

Начальник отдела кадров
работников
УНИВЕРСИТЕТА

 СТАРИКОВА Е.А.