

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Ивановский государственный химико-технологический университет»
Диссертационный совет Д 212.063.02

**Сведения о результатах публичной защиты
диссертации Татаринцевой Елены Александровны**

17 мая 2021 года в диссертационном совете Д 212.063.02 состоялась публичная защита диссертации **Татаринцевой Елены Александровны «Полифункциональные сорбционные материалы на основе модифицированных отходов промышленности для очистки вод»**, представленной на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 03.02.08 - Экология (химия и нефтехимия).

На заседании совета присутствовали:

д-р хим. наук, проф. Базанов М.И. (05.17.03, техн. науки), д-р хим. наук, проф. Гриневич В.И. (03.02.08, хим. науки), д-р техн. наук, доц. Гришина Е.П. (05.17.03, техн. науки), д-р хим. наук, проф. Агафонов А.В. (05.17.01, техн. науки), д-р техн. наук, проф. Балмасов А.В. (05.17.03, техн. науки), д-р техн. наук, проф. Блиничев В.Н. (**03.02.08, техн. науки**), д-р техн. наук, проф. Бобков С.П. (**03.02.08, техн. науки**), д-р хим. наук, доц. Бубнов А.Г. (03.02.08, хим. науки), д-р хим. наук, проф. Колкер А.М. (03.02.08, хим. науки), д-р техн. наук, доц. Корчагин В.И. (**03.02.08, техн. науки**), д-р техн. наук, проф. Косенко Н.Ф. (05.17.01, техн. науки), д-р техн. наук, проф. Липин А.Г. (**03.02.08, техн. науки**), д-р техн. наук, проф. Натарева С.В. (**03.02.08, техн. науки**), д-р хим. наук, доц. Никифорова Т.Е. (03.02.08, хим. науки), д-р техн. наук, проф. Овчинников Л.Н. (**03.02.08, техн. науки**), д-р техн. наук, проф. Разговоров П.Б. (05.17.01, техн. науки), д-р хим. наук, проф. Рыбкин В.В. (03.02.08, хим. науки), д-р хим. наук, проф. Семейкин А.С. (05.17.03, техн. науки), д-р техн. наук, доц. Смирнов Н.Н. (05.17.01, техн. науки), д-р хим. наук, проф. Шарнин В.А. (03.02.08, хим. науки).

Всего на заседании присутствовало 20 человек, из них 6 докторов наук, обеспечивающих специальность 03.02.08 - Экология (химия и нефтехимия) (технические науки), участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета.

На заседании 17 мая 2021 года (протокол № 5) диссертационный совет Д 212.063.02 принял решение **присудить Татаринцевой Елене Александровне ученую степень доктора технических наук.**

Результаты тайного голосования: за – 19, против - нет, недействительных бюллетеней - 1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.063.02,
СОДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ХИМИКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ,
ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
ДОКТОРА НАУК

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от 17 мая 2021 г. № 5

О присуждении Татаринцевой Елене Александровне, гражданке Российской Федерации, ученой степени доктора технических наук.

Диссертация «Полифункциональные сорбционные материалы на основе модифицированных отходов промышленности для очистки вод»

по специальности 03.02.08 - Экология (химия и нефтехимия)

принята к защите «25» января 2021 года, (протокол заседания № 3), диссертационным советом Д 212.063.02, созданным на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 153000, г. Иваново, пр-т Шереметевский, 7, приказ о создании совета № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Татаринцева Елена Александровна, 1971 года рождения, Диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему: «Модифицированные эпоксидные композиции со специфическими свойствами» защитила в 1998 году, в диссертационном совете Д 063.58.07, созданном на базе Саратовского государственного технического университета,

закончила докторантуру Саратовского государственного технического университета имени Гагарина Ю.А. в 2019 г.,

работает в должности доцента в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» с 2003 года по настоящее время.

Диссертация выполнена на кафедре природной и техносферной безопасности федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный консультант – доктор химических наук, профессор Ольшанская Любовь Николаевна, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», кафедра «Природная и техносферная безопасность», профессор.

Официальные оппоненты:

1. Свергузова Светлана Васильевна – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» (г. Белгород), кафедра промышленной экологии, заведующий кафедрой промышленной экологии.

2. Глушанкова Ирина Самуиловна – доктор технических наук, профессор, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (г. Пермь), кафедра охраны окружающей среды, профессор;

3. Николаева Лариса Андреевна – доктор технических наук, доцент, федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет» (г. Казань), кафедра «Технология в энергетике и нефтегазопереработке», профессор.

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского», г. Саратов, в своем положительном отзыве, подписанном профессором Казариновым Иваном Алексеевичем, доктором химических наук, заведующим кафедрой физической химии,

указала, что «диссертационная работа Татаринцевой Елены Александровны посвящена разработке и применению научно обоснованных методов модификации отходов промышленности, обеспечивающих получение полифункциональных композиционных сорбционных материалов для очистки вод химических и нефтехимических предприятий от нефти, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов... является актуальной для развития фундаментальных представлений, необходимых при решении комплексной проблемы по созданию композитных сорбентов на основе техногенных отходов и решению целого ряда экологических проблем, включающих утилизацию разнообразных технологических отходов и их очистку сорбционными методами от различных

поллютантов... К наиболее важным результатам работы, характеризующим ее научную новизну, следует отнести: новый способ утилизации отходов полиэтилентерефталата с получением сорбционного материала с мезопористой структурой новый способ формирования более пористой структуры композиционных сорбционных материалов путем терморасширения окисленного графита непосредственно в полимерной матрице в процессе изготовления... Для ликвидации загрязнения воды нефтью и нефтепродуктами впервые предложены гидрофобные композиционные магнитосорбенты на основе ферритизированного гальваношлама, легко удаляемые с поверхности воды с помощью внешнего магнитного поля... Изучены термодинамические характеристики процесса адсорбции растворенных и эмульгированных нефтепродуктов в статических условиях разработанными сорбентами и установлен физический неактивированный моно- и полимолекулярный механизм взаимодействия нефтепродуктов с их поверхностью».

Практическая значимость результатов исследования состоит в том, что «разработан практический подход к решению проблемы утилизации отходов полимеров и шламов гальванических производств с получением полифункциональных сорбционных материалов, обеспечивающий минимизацию антропогенного воздействия химических и нефтехимических отраслей промышленности на экосистемы... Предложены технологические решения по применению порофоров, терморасширенного или окисленного графитов для формирования пористой структуры композиционных сорбционных материалов на основе отходов полиэтилентерефталата.... Разработана технология получения сорбционного материала на основе ПЭТФ фазоинверсионным методом (патент РФ № 2590999).... Получены композиционные сорбционные материалы с применением углеродсодержащих компонентов (терморасширенный графит, термообработанная остаточная биомасса) и биополимера хитозана для очистки вод от ионов тяжелых металлов: Cu(II), Pb(II).... Разработаны составы магнитосорбентов на основе ферритизированного гальваношлама для очистки поверхностных и сточных вод от нефти и нефтепродуктов.... Предложены принципиальные технологические схемы получения композиционных сорбентов и магнитосорбентов, установлены способы их регенерации и утилизации после использования в процессе очистки сточных и поверхностных вод предприятий химического и нефтехимического профиля.... Рассчитан предотвращенный экологический ущерб водным ресурсам при использовании предлагаемых полифункциональных сорбционных материалов; и землям за счет утилизации отходов».

Разработанные адсорбционные материалы апробированы и рекомендованы к внедрению на предприятиях Саратовского региона: ООО ЭПО «Сигнал» (г. Энгельс), ООО НПП «Полипластик» (г. Энгельс), МУП «Энгельс–Водоканал» (г. Энгельс), ПАО «Саратовский НПЗ» (г. Саратов) и др.... Результаты работы используются в учебном процессе СГТУ имени Гагарина Ю. А. на кафедре природной и техносферной безопасности при

чтении лекций, выполнении лабораторных, курсовых, выпускных квалификационных работ, магистерских и кандидатских диссертаций».

Соискатель имеет 143 опубликованные работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 50 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 17 работ (9 ВАК, 8 WoS, Scopus), а также патент на изобретение.

Опубликованные работы посвящены разработке и применению научно обоснованных методов модификации различных отходов промышленности, обеспечивающих получение полифункциональных композиционных сорбционных материалов для очистки вод химических и нефтехимических предприятий от нефти, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов, установлению закономерностей процессов сорбции различных поллютантов разработанными материалами. Основные результаты получены лично соискателем, обсуждены с научным консультантом и соавторами работ. Лично принимала участие в обосновании идеи работы и ее реализации.

Недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах в диссертации отсутствуют.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Bukharova, E.A. Production of polyethylene terephthalate based sorbent and its use for waste and surface water cleaning from oil products / E.A. Bukharova, **E.A. Tatarintseva**, L.N. Olshanskaja // Chemical and Petroleum Engineering. – 2014. – Vol. 50, № 9-10, January. – P. 595-599.

2. **Татаринцева, Е.А.** Модификация термопластов как способ получения сорбционных материалов для очистки сточных вод / **Е.А. Татаринцева**, А.В. Карпенко, В.А. Лемаев, И.В. Долбня, Л.Н. Ольшанская // Известия ВУЗов. Химия и химическая технология. – 2014. – Т. 57. – № 1. – С. 88-91.

3. **Tatarintseva, E.A.** A method for producing adsorption materials from thermoplastic waste / E.A. Tatarintseva, A.V. Karpenko, Ol'shanskaya // International Polymer Science and Technology. – 2014. – Т. 41. – № 6. – P.39-42.

4. **Tatarintseva, E.A.** Oil sorbent from polyethylene-terephthalate wastes / **E.A. Tatarintseva**, A.V. Karpenko, L.N. Ol'shanskaya, A.V. Serebryakov, Y.N. Nagar // Chemical and Petroleum Engineering. – 2015. – Т. 51. – № 5. – P. 356–360.

5. Dolbnya, I.V. Magnetic Sorbent for Remediation of Petroleum and Petroleum-Product Spills Developed from Galvanic Sludge / I.V. Dolbnya, **E.A. Tatarintseva**, E.A. Bukharova, Lubov N. Ol'shanskaya // Chemical and Petroleum Engineering. – Volume 54. – Issue 3–4. – 1 July 2018. – Pages 273-277.

6. **Татаринцева, Е.А.** Влияние модификации на токсичность сорбционных материалов, предназначенных для очистки сточных вод / **Е.А. Татаринцева**, И.В. Долбня, Е.А. Бухарова, Л.Н. Ольшанская, Е.Н. Лазарева // Экологическая химия. – 2019. – 28 (3). – С. 140-146.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв доктора технических наук, профессора, профессора кафедры прикладной экологии ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», г. Уфа, Ягафаровой Гузель Габдулловны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) В работе исследовалось влияние повышенных температур на сорбционную способность разработанных сорбентов. Представляет интерес исследования свойств сорбентов при низких температурах, характерных для холодных времен года.

2) Можно ли использовать шлам гальванического производства, хранящийся на промплощадках предприятий для производства сорбционных материалов по технологической схеме, предложенной автором? И как влияет состав ГШ на процесс ферритизации?

3) Из текста автореферата остается неясным, по каким характеристиками оценивалась возможность утилизации отработанных сорбентов в бетонные смеси и в каком соотношении компонентов?

4) Не приведено обоснование выбора в качестве объекта для исследований микроводорослей *Chlorella sorokiniana*.

5) Имеются недочеты в оформлении, в частности, на стр. 23 написано «очистки нефтесодержащего конденсата от технологического оборудования» вместо «очистки технологического оборудования от нефтесодержащего конденсата».

2. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой химической техники и инженерной экологии института биотехнологии ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова», г. Барнаул, Сомина Владимира Александровича и доктора технических наук, профессора, профессора кафедры химической техники и инженерной экологии института биотехнологии, Комаровой Ларисы Федоровны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Пункты 1 и 5 положений выносимых на защиту, имело смысл объединить в один, так как они практически повторяют друг друга. Это же относится к пунктам 8 и 10 заключения.

2) На наш взгляд расчет предотвращенного экологического ущерба не представляет значительной практической значимости, чтобы его выносить в отдельный пункт одноименного раздела.

3. Отзыв доктора химических наук, профессора, профессора кафедры промышленной экологии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Брянский государственный инженерно-технологический университет», г. Брянск, Пашаяна Арарата Александровича. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) В описании к рис. 3 даются значения концентрации C_n в мг/см³, скорее всего это опечатка и должно быть мг/дм³.

2) Почему выбрано соотношение компонентов 1:2 по массе для

гидрофобизации ФГШ_{хт} и получения композиционных магнитных нефтесорбентов?

3) Из автореферата не ясно, чем обусловлен выбор связующего хитозана для получения сорбента на основе термообработанной биомассы?

4. Отзыв доктора химических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории химии редких металлов ФГБУН Институт химии Дальневосточного отделения РАН, г. Владивосток, Земнуховой Людмилы Алексеевны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Допущены ошибки в нумерации таблиц: есть две таблицы под номером 1 (стр. 10 и 12); отсутствует таблица с номером 6, хотя есть таблица 7.

2) Элемент и его валентность, обозначенная римскими цифрами в скобках, пишется слитно, а не с пробелом, как встречается порой по тексту автореферата (стр. 18, 19, 23).

3) На стр. 15 в предложении «Показано, что материал ФГШгт имеет мелкокристаллическую структуру с размером кристаллов 1-66 нм, а у ГШт формируются соединения ферриты шпинельного типа, рис. 8, с остроконечной формой кристаллов» - следует указать рис.7 и непонятно сокращение «ау ГШт».

4) На стр. 23 указан без расшифровки сорбент ДАК – это активированный уголь ГОСТ 6217-74?

5) Автор в п. 3.1 утверждает, что процесс сорбции индустриального масла И-20А модифицированным полимерным материалом МПС-3 является физическим, т.к. энергия $E = 7,07 < 40$ кДж/моль. В п. 3.3 сорбция масла И-20А на магнитных КСМ автором также отнесена к физической, на основании того что энергия $E 10 < 40$ кДж/моль. При каком значении энергии процесс сорбции можно отнести к физическому и на основании какого литературного источника?

6) В работе предложено проводить регенерацию сорбционных материалов МПС и ПСМ-1 химическим способом путем их обработки 5 % раствором НС1 насколько экономически и экологически выгодно проводить регенерацию? Что делать с образующимися при регенерации сточными водами?

5. Отзыв доктора технических наук, профессора, главного научного сотрудника лаборатории биомониторинга ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, профессора ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, Ашихминой Тамары Яковлевны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Величина предотвращенного эколого-экономического ущерба водным ресурсам от загрязнения соединениями тяжелых металлов и нефтепродуктов составила 402–452 руб./м² и не изменилась с 2017 года, а величина предотвращенного экологического ущерба 330,6 тыс. руб./га земельным ресурсам за счет утилизации отходов ПЭТФ (стр. 25) равна такой же величине предотвращенного экологического ущерба а счет утилизации гальванических шламов (канд. диссертация, стр. 129).

2) Пункт 6 – к защищаемым положениям отнесены: результаты

исследований по регенерации и утилизации, разработанных сорбционных материалов. Здесь бы указать какие именно результаты, в чем их новизна, отличие от имеющихся и практическая значимость; или пункт 3 – исследования процессов ферритизации...защищаются не исследования, а полученный результат и так по всем пунктам защищаемых положений.

3) Из автореферата непонятно какой был состав гальваношламов, ионы каких металлов кроме железа в нем содержались? Какие гальваношламы использовались?

4) Текст автореферата трудно читаемый из-за мелкого шрифта и мелькаемых слов сокращений, многие повторяются, а сокращение КСМ так и не расшифровано, полагаю, что композиционный сорбционный материал.

5) Понятно, что хотелось автору разместить больше информации, в таком случае можно было бы не размещать рисунок 21 (целая страница), так как он один в один повторяется и кандидатской диссертации (стр. 107).

6. Отзыв доктора биологических наук, профессора, профессора кафедры «Биотехнология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Ефремовой Сании Юнусовны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Из автореферата непонятно, почему оптимальной (с. 13) является температура сорбции нефтепродуктов 25-45 °С?

2) Чем обусловлен выбор для исследований именно этих тяжелых металлов Zn(II) и Cu(II) в модельных системах и почему такие низкие концентрации с. 19?

3) Непонятно, какое влияние будут оказывать на окружающую среду бетонные изделия, содержащие в своем составе сорбенты на основе ферритизированный гальваношлам?

7. Отзыв доктора технических наук, профессора, директора ФГБУН Институт экологии Волжского бассейна РАН – филиала Самарского федерального исследовательского центра РАН, г. Самара, Васильева Андрея Витальевича. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) В автореферате недостаточно описаны методики экспериментальных исследований разработанных сорбционных материалов.

2) Обозначения на рис. 1 и 2 автореферата, стр. 11, и на рис. 21, с. 25 плохо читаются.

8. Отзыв кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры промышленной экологии ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», г. Белгород, Рубанова Юрия Константиновича. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) На стр. 11 отсутствует наименование рисунка 2.

2) На стр. 1, 2-й абзац сверху, указано, что высокая плавучесть ТС-1 и ТС-2 связана...с высокой гидрофобностью поверхности этих материалов. В то

же время водопоглощение ПСМ-1 составило 0,5 г/г, ТС-1 и ТС-2 – 0,2 г/г, что означает 50 % и 20 %. Следовательно, поглощенные НП будут содержать значительное количество воды, что потребует дополнительного раделения водной и масляной фаз.

3) На стр. 15, 2-й абзац сверху, ошибочно указано «...площадь удельной поверхности ФГШ_{хт} (3609 см²/см³)», вместо «...удельная поверхность ...см²/г».

4) Предложенные автором методы утилизации ФГШ и СМ не предполагают предварительного извлечения поглощенных ценных компонентов (Ni, Cu, Pb).

9. Отзыв доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой биотехнологии и техносферной безопасности ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет», г. Пенза, Таранцевой Клары Рустемовны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Сорбенты МПС-1 и МПС-3 обладают очень малой сорбционной емкостью по отношению к ионам тяжелых металлов, можно ли их рекомендовать к использованию в практических условиях?

2) Недостаточно полно проработан вопрос по утилизации разработанных сорбционных материалов.

10. Отзыв доктора технических наук, доцента, профессора кафедры «Безопасность полётов и жизнедеятельности» ФГБОУ ВО «Московский государственный технический университет гражданской авиации», г. Москва, Николайкина Николая Ивановича. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Не указано как планируется использовать растворы и осадки гидроксидов металлов (Ni, Cr, Mn, Cu, Zn) после извлечения гидроксида железа;

2) Автор не приводит формулировку решенной в диссертации научной проблемы;

3) В заключении не указано в каких направлениях, по мнению автора, может вестись дальнейшая разработка темы исследования.

11. Отзыв доктора химических наук, профессора, профессора кафедры промышленной и прикладной экологии института химии и экологии ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», г. Киров, Хитрина Сергея Владимировича. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) И автореферата неясно, есть ли у автора заявки на патентование всех предложенных сорбентов, а также сведения о внедрении для очистки конкретных стоков?

2) Из автореферата не ясно предусматривается ли особый подход к переработке хромсодержащих сточных вод?

3) В автореферате не отражен вопрос о продолжительности эксплуатации опытных сорбентов при различных условиях.

4) Работа выиграла бы при более критичном обосновании необходимости применения значительных количеств выбранных органических растворителей и пластификатора при получении ПСМ-1.

12. Отзыв заместителя начальника управления государственного экологического надзора, начальник отдела охраны окружающей среды Министерства природных ресурсов и экологии Саратовской области, г. Саратов, Крыловой Татьяны Николаевны. Отзыв положительный, имеются следующие замечания:

1) Из автореферата неясно, каким образом планируется извлекать сорбенты с поверхности воды, не обладающие магнитными свойствами?

2) Непонятно, возможно ли применять метод ферритизации к гальваношламам другого состава, отличного от приведенного в автореферате?

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их авторитетными, с высоким индексом цитируемости, научными исследованиями процессов сорбции разработанными сорбционными материалами на основе отходов промышленности, практическими достижениями в области физико-химической модификации отходов промышленности, очистки вод от нефти, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов. Ведущая организация широко известна в России и за рубежом своими научными и практическими достижениями в области сорбционной очистки вод от поллютантов и имеет ученых, являющихся крупными специалистами в данной области исследований (Казаринов И.А., Байбурдов Т.А., Шмаков С.Л., Никитина Нат.В., Никитина Над. В., Свешникова Е.С.).

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- **разработаны** научно обоснованные методы модифицирования химических отходов промышленных производств: вторичных полиэтилена, полиэтилентерефталата, железосодержащих шламов гальванических производств и остаточной биомассы микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для получения полифункциональных композиционных сорбционных материалов для очистки промышленных сточных вод и поверхностных вод химических и нефтехимических предприятий от нефти, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+});

- **предложена** концепция физической и химической модификации отходов промышленности, позволяющая регулировать структуру материалов, пористость, механическую прочность, придавать им специфические свойства при применении процессов ферритизации железосодержащего гальваношлама

для получения магнитосорбентов на его основе, прогнозировать сорбционные свойства;

- **доказано**, что использование порофоров, окисленного и терморасширенного графитов в качестве модифицирующих компонентов к отходам полиэтилена и полиэтилентерефталата, а также применение фазоинверсионного метода формования термопластов позволяет получить композиционные сорбционные материалы с мезо- и микропористой структурой.

Протекание процесса ферритизации гальваношлама гидротермальным и термическим методами сопровождается образованием ферритов шпинельного типа с остроконечной формой кристаллов и активных центров, необходимых для получения сорбционных материалов с магнитными свойствами.

Процесс очистки воды от ионов тяжелых металлов на композиционном сорбенте, полученном на основе термически модифицированной остаточной биомассы микроводорослей *Chlorella sorokiniana*, терморасширенного графита и хитозана, протекает по хемосорбционному механизму вследствие развитой пористой структуры сорбента и наличия в нем амино-, гидроксильных и карбоксильных функциональных групп.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

- **доказано** влияние различных факторов (температуры, pH, концентрации загрязняющих веществ в растворе, соотношения объема раствора и массы адсорбента) на сорбционные характеристики полифункциональных сорбционных материалов на основе полиэтилентерефталата, гальваношлама по отношению к нефти, нефтепродуктам и ионам тяжелых металлов (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Pb^{2+} , Zn^{2+});

- **применительно к проблематике** диссертации результативно (эффективно, то есть с получением обладающих новизной результатов) использован комплекс современных физико-химических методов исследования полифункциональных сорбционных материалов, в том числе ИК–спектроскопия, инверсионная хроновольтамперометрия, фотометрия, растровая электронная микроскопия, низкотемпературная адсорбция-десорбция азота, термогравиметрия, рентгенофазовый анализ;

- **изложены** результаты исследования структуры, механических и физико-химических свойств полифункциональных сорбционных материалов. По своему гранулометрическому составу, насыпной плотности, истираемости, измельчаемости, плавучести, смачиваемости, удельной поверхности, пористости, сорбционной емкости, способности к регенерации и стоимости, полученные сорбенты удовлетворяют потребительским свойствам и не уступают промышленным аналогам;

- **предложены и раскрыты** механизмы взаимодействия сорбируемых веществ с адсорбентами на основании определенных термодинамических характеристик процессов адсорбции (энергия Гиббса, энтальпия, энтропия, энергия сорбции);

- **изучены** равновесные и кинетические закономерности процесса адсорбции нефтепродуктов, нефти различных месторождений и ионов тяжелых металлов из водных растворов полифункциональными сорбционными материалами. Высокие нефтеемкость и маслостойкость полученных сорбентов обусловлены их значительной пористостью и большой удельной поверхностью. Увеличение количества связующего в сорбентах приводит к уплотнению их структуры и уменьшению сорбционной емкости. Обработка изотерм сорбции в рамках моделей Дубинина–Радускевича, Генри, Фрейндлиха, Ленгмюра показывает, что все эти модели хорошо описывают реальные процессы (коэффициент корреляции не менее 0,99). При сорбции нефти и нефтепродуктов наблюдается физический неактивированный моно- и полимолекулярный механизм взаимодействия сорбата с поверхностью адсорбента.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что:

- **разработаны** и рекомендованы к внедрению способы переработки химических отходов промышленных производств вторичных полиэтилена, полиэтилентерефталата, шламов гальванических производств, остаточной биомассы микроводорослей *Chlorella sorokiniana* с целью получения полифункциональных сорбционных материалов для очистки поверхностных вод и промышленных сточных вод химических и нефтехимических предприятий от нефти, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов;

- **определены** технологические параметры получения сорбентов (рН, температура обработки, время, давление прессования, реагенты и другие); способы регенерации адсорбентов с целью их повторного использования для очистки воды и рекомендации по утилизации отработанных адсорбентов при производстве строительных материалов и сувенирных изделий.

- **представлены** разработанные технологии очистки воды с применением полученных сорбционных материалов, защищенные патентом РФ на изобретение N 2590999 «Способ получения сорбционного материала для очистки сточных вод от нефтепродуктов» и рекомендованные к внедрению на ООО «Нефтесклад № 1», с. Золотая Степь Саратовской области, ООО НПП «Полипластик», г. Энгельс Саратовской области, ПАО «Саратовский НПЗ», г. Саратов, АО «Сызранский НПЗ», г. Сызрань, ООО «Газпром ПГХ», г. Саратов, ООО НПП «ЛИССКОН», г. Саратов и других производствах.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– для экспериментальных работ использован широкий набор современных научно-обоснованных физико-химических методов исследования на сертифицированном оборудовании и показана высокая воспроизводимость результатов исследований различными взаимодополняющими экспериментальными методами;

– идея базируется на анализе и обобщении литературных данных и экспериментальных результатов в области получения и исследования свойств адсорбентов на основе полимеров, терморасширенного графита, природных материалов, различных отходов промышленности для очистки воды от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов;

– использована методика верификации результатов работы путем сравнения их с литературными данными, полученными ранее по рассматриваемой тематике;

– установлено, что полученные результаты диссертационной работы не противоречат ранее опубликованным экспериментальным данным по адсорбции нефти и нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов адсорбентами на основе полимеров, гальванических шламов и полисахаридных биополимерных материалов.

– достоверность полученных результатов подтверждена высокой воспроизводимостью экспериментальных данных, согласованием лабораторных исследований и производственных испытаний полученных сорбционных материалов. Результаты работы прошли рецензирование и опубликованы в 17 статьях в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки России, 33 статьях в прочих изданиях и материалах докладов на научных конференциях, 1 патенте РФ на изобретение.

Личный вклад соискателя состоит в определяющем участии при формулировке цели и задач исследований, анализе и обобщении литературных данных по теме диссертации, проведении исследований, их обработке, анализе, обобщении экспериментальных данных и подготовке публикаций. Соискатель принимал ведущее участие при разработке технологических регламентов, проведении опытных и опытно-промышленных испытаний наработанных образцов композиционных сорбентов.

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 03.02.08 – Экология (химия и нефтехимия), в частности, пункту области исследований 4.5: Научное обоснование принципов и разработка методов инженерной защиты территорий естественных и искусственных экосистем от воздействия предприятий легкой, текстильной, химических и нефтехимических отраслей промышленности.

Квалификационная оценка диссертации

Диссертация Татаринцевой Елены Александровны «Полифункциональные сорбционные материалы на основе модифицированных отходов промышленности для очистки вод» является научно-квалификационной работой, которая по актуальности, новизне и практической значимости соответствует критериям, установленным п.п.9–14 «Положения о присуждении ученых степеней» (утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук.

В работе изложены новые научно обоснованные технические и технологические решения по получению высокоэффективных полифункциональных сорбционных материалов на основе отходов промышленных производств термопластов, шламов гальванических производств и остаточной биомассы микроводорослей *Chlorella sorokiniana* для очистки поверхностных вод и промышленных сточных вод химических и нефтехимических предприятий от нефти, нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов, совокупность которых вносит значительный вклад в развитие как химической, так и смежных отраслей промышленности страны, использующих адсорбционные технологии.

На заседании 17 мая 2021 года диссертационный совет принял решение присудить Татаринцевой Е. А. ученую степень доктора технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 6 докторов наук обеспечивающих специальность 03.02.08 - Экология (химия и нефтехимия), участвовавших в заседании, из 29 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 19, против – нет, недействительных бюллетеней – 1.

Заместитель председателя
диссертационного совета

Базанов Михаил Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Гришина Елена Павловна

17 мая 2021 г