

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.276.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ «БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. В.Г. ШУХОВА»
МИНИСТЕРСТВА НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО ДИССЕРТАЦИИ
НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____
решение диссертационного совета от **05.12.2024** года, протокол № 18

О присуждении Спирину Михаилу Николаевичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от растительных масел углекarbonатным сорбционным материалом» по специальности 1.4.10. Коллоидная химия принята к защите 20 сентября 2024 г. (протокол заседания № 12) диссертационным советом 24.2.276.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, д. 46, приказ № 105/нк от 11.04.2012 г.

Соискатель Спирин Михаил Николаевич, 03 марта 1982 года рождения. В 2004 году соискатель окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» по специальности «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» с присвоением квалификации «Инженер-эколог». В 2020 году окончил аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» по направлению подготовки 04.06.01 – «Химические науки», направленность «Коллоидная химия» (технические науки).

Соискатель работает в должности ассистента на кафедре «Промышленная экология» в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова», Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре «Промышленная экология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, доцент **Сапронова Жанна Ануаровна**, работает в должности заведующего кафедрой «Промышленная экология» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова» Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

1. Политаева Наталья Анатольевна – доктор технических наук (специальность 03.02.08 – Экология (в химии и нефтехимии)), профессор, профессор Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»;

2. Соколовский Павел Викторович – кандидат технических наук (специальность 02.00.11 – Коллоидная химия), старший научный сотрудник лаборатории экологических исследований и разработок ФГБУН Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского Российской академии наук

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», (г. Пермь) **в своем положительном отзыве**, подписанном Рудаковой Ларисой Васильевной, доктором технических наук по специальности 25.00.36 – Геоэкология, профессором, заведующей кафедрой «Охрана окружающей среды» и Глушанковой Ириной Самуиловной, доктором технических наук по специальности 05.23.04 – Водоснабжение, канализация, строительные системы охраны водных ресурсов, профессором, профессором кафедры «Охрана окружающей среды», **указала, что** диссертация Спирина Михаила Николаевича на тему «Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от растительных масел углекarbonатным сорбционным материалом» является законченной научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой содержится решение научной задачи, заключающейся в получении новых научных данных о коллоидно-химических процессах, протекающих при взаимодействии промышленных сточных вод, содержащих эмульгированные растительные масла, как чистых, так и в присутствии СПАВ, с углекarbonатным сорбционным материалом и разработке способа очистки маслозагрязненных стоков, имеющей существенную значимость для соответствующей области коллоидной химии. Представленная работа содержит обоснованные и достоверные научные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной, а также теоретической и практической значимостью, текст написан грамотным техническим языком. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями ВАК РФ. Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Диссертационная работа «Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от растительных масел углекarbonатным сорбционным материалом» соответствует критериям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых

степеней (Постановление Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 (в действующей редакции), предъявляемым к работам, представленным на соискание ученой степени кандидата технических наук, а ее автор, Спирин Михаил Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Соискатель имеет 13 опубликованных работ по теме диссертации, из них: 5 – в российских журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз данных, рекомендованных ВАК РФ; 2 – в иных изданиях, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science. Получен патент на изобретение РФ. Общий объем работ по теме диссертации в научных изданиях – 6,97 печ.л., авторский вклад – 5,17 печ.л. Общий объем работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 2,89 печ.л., авторский вклад – 2,18 печ.л. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах, в которых изложены основные научные результаты исследования.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

В журналах, входящих в перечни рецензируемых научных изданий и международных реферативных баз данных, рекомендованных ВАК РФ

1. Спирин, М.Н. Исследование особенностей эмульсий подсолнечного масла и влияния эмульгатора на эффективность сорбционной очистки / **М.Н. Спирин** // Chemical Bulletin. – 2023. – Т. 6, № 3. – С. 5-13. (CA(pt)).

2. Свергузова, С.В. Особенности взаимодействия эмульсии подсолнечного масла и сорбционного материала – термомодифицированного сатурационного осадка в присутствии СПАВ / С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова, **М.Н. Спирин**, И.Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 20. – С. 60-63.

3. Свергузова, С.В. Исследование электрокинетических явлений при взаимодействии ТМСО и эмульсий пищевых масел на примере подсолнечного / С.В. Свергузова, **М.Н. Спирин**, Ж.А. Сапронова, И.Г. Шайхиев // Вестник технологического университета. – 2017. – Т. 20, № 20. – С. 55-57.

4. Шайхиев, И.Г. Очистка жиросодержащих сточных вод / И.Г. Шайхиев, Ж.А. Сапронова, **М.Н. Спирин** // Вестник технологического университета. – 2016. – Т. 19, № 13. – С. 174-177.

5. Свергузова, С.В. Очистка маслосодержащих сточных вод отходами производства сахара / С.В. Свергузова, **М.Н. Спирин** // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. – 2014. – № 5. С. 187-191.

В изданиях, входящих в Scopus и Web of Science

1. Sapronova, Zh.A. Evaluating the properties of organic and mineral sludge as a raw material for the production of sorption material / Zh.A. Sapronova, Yu.L. Makridina, I.V. Starostina, **M.N. Spirin**, E.V. Fomina // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – 624. – 7 p. (Scopus, Q4)

2. Sverguzova, S.V. Extracting vegetable oils from model waters by sorbent on the base on carbonate sludge / S.V. Sverguzova, Zh.A. Sapronova, **M.N. Spirin**, E.V. Fomina // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. – 2020. – 579.

– 6 р. (Scopus, Q4)

Патент РФ на изобретение

1. Пат. № 2473421 РФ, С1 МПК В28В3/12 Способ формования техногенных материалов и пресс-валковый агрегат для его осуществления / С.Н. Глаголев, В.С. Севостьянов, С.В. Свергузова, Л.И. Шинкарев, **М.Н. Спирин**, Д.Д. Фетисов, М.В. Севостьянов, Ж.А. Свергузова; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова; № 2011136996/03; заявл. 07.09.2011; опубл. 27.01.13. Бюл. № 3. – 11 с.

На диссертацию и автореферат поступило 6 отзывов от:

1. **Доктора технических наук** (специальность 1.6.21 – Геоэкология), доцента, профессора кафедры «Инженерная экология» ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» **Степановой Светланы Владимировны**, замечания: 1. Не изображены шкалы измерений на рисунках 1 (стр. 7) и 4 (стр. 8). 2. На странице 11 не указан состав соевого масла. Требуются пояснения. 3. На странице 14 дублирование данных по эффективности очистки маслосодержащих сточных вод в таблице 3 и тексте.

2. **Доктора технических наук** (специальность 03.02.08 – Экология (в химии и нефтехимии), профессора, заведующей кафедрой «Инженерная экология и безопасность труда» ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет» **Николаевой Ларисы Андреевны**, замечания: 1. Не понятно, за счет каких процессов материал ОСП₆₀₀ демонстрирует гидрофобные свойства, если рентгенограмма показывает преимущественное содержание CaCO₃? 2. Была ли рассчитана стоимость полученных гранулированных удобрений в технологической схеме, представленной на рисунке 16? 3. Какие органические отходы и волокнистые материалы используются для приготовления гранулированных удобрений?

3. **Кандидата технических наук** (специальность 05.17.01 – Технология неорганических веществ), старшего научного сотрудника Научного центра «Проблем переработки минеральных и техногенных ресурсов» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II» **Зубковой Ольги Сергеевны**, замечания: 1. В автореферате не отображены параметры синтеза сорбционного материала на основе кальцийсодержащего отхода, например: состав шихты, термический диапазон обжига, время термического воздействия. 2. Оформление рисунков 1 и 4 необходимо было оформить с указанием названия осей. 3. В автореферате не отображены основные физико-химические параметры характерные для сорбционных материалов таких как лимитирующая стадия процесса адсорбции, энергия активации, СОЕ, ДОЕ.

4. **Доктора химических наук** (специальность 02.00.05 – Электрохимия), профессора, профессора кафедры «Экология и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» **Ольшанской Любови Николаевны**, замечания: 1. Автором не указан доверительный интервал измерений при установлении эффективности очистки модельных эмульсий с оливковым и

подсолнечным маслами при различных температурах, времени взаимодействия и количестве сорбента. Кривые на рисунке 5 практически сливаются. 2. При очистке маслосодержащих сточных вод в производственной лаборатории Филиала «Валуйский» ООО «МЭЗ Юг Руси» (табл.3) количество сорбента ОСП₆₀₀ брали 20 г/дм³, при этом достигнута эффективность очистки 93,8% по мутности, 90,7% по ХПК и 85,4 по БПК_{полн.} Можно ли повысить эти показатели при увеличении содержания сорбционного материала?

5. Доктора технических наук (специальность 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии), профессора, заведующей кафедрой «Биотехнологии и техносферная безопасность» ФГБОУ ВО «Пензенский государственный технологический университет» **Таранцевой Клары Рустемовны**, замечания: 1. В автореферате отсутствует объяснение результатов, приведенных на рис. 5.а (стр. 9), т.е. влияния температуры отжига отхода сахарной промышленности на эффективность очистки модельных эмульсий. 2. На рис. 8 (стр. 10) нет обозначения по оси X. Кроме того, поскольку не приведены доверительные интервалы измерений, неясно как они соотносятся с выделенным интервалом суспензионного эффекта.

6. Доктора технических наук (специальность 2.10.2 – Экологическая безопасность), профессора, профессора кафедры «Инженерное обустройство территорий» Института «Академия строительства и архитектуры» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» **Ветровой Натальи Моисеевны**, замечания: 1. При объяснении результатов исследований следовало бы привести не качественные, а количественные характеристики в следующем абзаце на с. 10 автореферата - «Анализ результатов (рис. 10) показал, что электропроводность чистой дисперсной системы «масло в воде» намного ниже, чем в системе при добавлении ОСП₆₀₀». 2. Крайне лаконично представлен в автореферате пятый раздел диссертации, в котором анализируется эколого-экономический ущерб от загрязнения сточными водами водного объекта. Во введении автор указывал важность разработки недорогого способа очистки сточных вод, но вопросу оценки стоимости предложенной технологии внимания в автореферате не уделил.

Все отзывы положительные.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается компетентностью в данной отрасли науки ученых, обладающих научными достижениями и глубокими профессиональными знаниями по специальности 1.4.10. Коллоидная химия, которой соответствует диссертация, владеющих методами исследования, используемых диссертантом, способных дать объективное заключение, проявить высокую научную принципиальность и требовательность, что подтверждается значительным количеством их публикаций, а также сформулированными замечаниями и изложенными выводами в отзыве на диссертационную работу. **Ведущая организация** – ФГАОУ ВО «Пермский национальный

исследовательский политехнический университет», является одним из старейших вузов России, готовящий специалистов в области химии и промышленной экологии. Ее выбор обоснован тем, что среди структурных подразделений на базе университета в составе факультета химических технологий, промышленной экологии и биотехнологий функционирует кафедра «Охрана окружающей среды». Одним из приоритетных направлений научных исследований кафедры является решение вопросов инженерной защиты объектов гидросферы, связанных с изучением коллоидно-химических закономерностей очистки сточных вод различного генеза. Научно-исследовательская деятельность сотрудников кафедры близка по направлению к диссертационной работе соискателя.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработаны научные принципы получения углекарбонатного сорбционного материала ОСП₆₀₀ для очистки сточных вод, содержащих растительные масла, включая эмульсии, стабилизированные синтетическими поверхностно-активными веществами (СПАВ), заключающиеся в выявлении коллоидно-химических особенностей взаимодействия маслосодержащих водных эмульсий с сорбентом ОСП₆₀₀, полученным из кальцийсодержащего отхода сахарной промышленности;

предложена научная гипотеза, заключающаяся в том, что эффективное извлечение растительных масел из сточных вод возможно за счет наличия углеродного слоя на поверхности сорбционного материала, обеспечивающего гидрофобные свойства частиц ОСП₆₀₀, и высокое сродство с эмульгированными маслами в водной среде. Установлено, что значения маслосъемности ОСП₆₀₀ по подсолнечному, соевому, оливковому маслам составляют 180-190 мг/г;

доказана эффективность очистки (80-90%) углекарбонатным сорбционным материалом модельных эмульсий и промышленных маслосодержащих сточных вод. Выявлено снижение эффективности извлечения масел из стабилизированных лаурилсульфатом натрия эмульсий, что обусловлено электростатическим отталкиванием капель эмульсии от отрицательно заряженной поверхности частиц ОСП₆₀₀ вследствие сдвига величины ζ -потенциала в сторону отрицательных значений до -50 мВ. Установлено, что для достижения требуемой эффективности очистки при повышении концентрации СПАВ с 0,005 до 0,025 мг/дм³ необходимо увеличение количества сорбента с 20 до 30 г/дм³.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

доказаны положения, вносящие вклад в расширение теоретических представлений о коллоидно-химическом взаимодействии дисперсной фазы водных эмульсий растительных масел, в том числе в присутствии СПАВ, с углекарбонатным сорбционным материалом. Установлено наличие гидрофобного, электростатического и дисперсионного взаимодействий ОСП₆₀₀ с эмульгированными маслами в сточных водах, а также отсутствие коагуляционного взаимодействия;

применительно к проблематике диссертации результативно использован комплекс современных физико-химических методов исследования состава, структуры и сорбционно-поверхностных характеристик материалов, таких как рентгенофазовый анализ, термогравиметрия, инфракрасная спектроскопия, электронная микроскопия, что позволило получить воспроизводимые и согласующиеся между собой экспериментальные результаты, а также новые научные данные, не противоречащие современным научным представлениям;

раскрыты особенности влияния строения молекул жирных кислот растительных масел на процесс их извлечения углекарбонатным сорбционным материалом. Показано, что длина углеродной цепи, число двойных связей и дополнительных ОН-групп в молекулах жирных кислот не оказывают значительного воздействия на процесс водоочистки масляных эмульсий;

изучены особенности коллоидно-химических процессов извлечения растительных масел углекарбонатным сорбентом и определен характер влияния СПАВ. Определено, что ζ -потенциал эмульсий при pH от 6 до 9 имеет положительное значение до 40 мВ, в этих условиях происходит эффективное ориентационное и гидрофобное взаимодействие частиц сорбента с каплями масла. Установлено, что вследствие электростатического отталкивания частиц дисперсной фазы в стабилизированных водных эмульсиях эффективность извлечения масел снижается.

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

разработан и внедрен способ извлечения растительных масел из сточных вод углекарбонатным сорбционным материалом ОСП₆₀₀. Проведена опытно-промышленная апробация разработанного способа на локальных очистных сооружениях филиала «Валуйский» ООО «МЭЗ Юг Руси» (г. Валуйки, Белгородская обл.), на основании которой получен акт о принятии к внедрению разработанного способа;

определены температурно-временные условия и рациональные параметры процесса очистки модельных маслосодержащих сточных вод углекарбонатным сорбционным материалом ОСП₆₀₀: для эмульсий при исходных значениях ХПК в диапазоне 1700-4100 мгО/дм³ оптимальная дозировка сорбента составляет 20 г/дм³, рекомендуемая температура водной среды – 70-80 °С, время установления сорбционного равновесия – 30 мин;

создана система практических рекомендаций по использованию образующегося осадка водоочистки в качестве компонента органо-минеральных удобрений; разработан и запатентован технологический комплекс, который позволяет использовать техногенные материалы для производства органо-минеральных удобрений;

представлены перспективы дальнейших исследований для установления коллоидно-химических закономерностей очистки многокомпонентных сточных вод предприятий молочной, сахарной, мясоперерабатывающей промышленности.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

для экспериментальных работ результаты получены на сертифицированном современном научно-исследовательском оборудовании, согласно соответствующим государственным стандартам, с использованием методов статистической обработки; достоверность результатов лабораторных исследований подтверждена достаточным объемом экспериментальных испытаний, их воспроизводимостью и использованием современных методов физико-химических методов анализа: сканирующей электронной микроскопии, рентгенофазового анализа, спектрофотометрического метода, а также других стандартных методов исследований;

теория построена на фундаментальных положениях коллоидной химии в области сорбционных взаимодействий и свойств жидкодисперсных систем, подтверждается экспериментальными данными по теме диссертации, опубликованными в отечественных и зарубежных изданиях;

идея базируется на анализе практических результатов, фундаментальных и прикладных исследований отечественных и зарубежных ученых в области извлечения растворенных и диспергированных веществ из водных сред при помощи сорбционных материалов;

использованы данные аналитического обзора патентно-технической и научной литературы по тематике диссертационной работы для выбора способа очистки сточных вод и установлено, что полученные результаты и сделанные выводы не противоречат ранее накопленному теоретическому и практическому опыту и расширяют представления о коллоидно-химических процессах, протекающих при очистке маслосодержащих сточных вод;

установлено качественное соответствие авторских результатов по оценке свойств и эффективности разработанного способа очистки маслосодержащих сточных вод представленным данным независимых исследователей в ведущих мировых научных изданиях по данной тематике;

использованы современные методы сбора, систематизации и обработки исходной и получаемой информации; выполнено достаточное количество параллельных испытаний для достоверной статистической обработки результатов; проведено сопоставление результатов, полученных разными методами.

Личный вклад соискателя состоит в: теоретическом обосновании и экспериментальном подтверждении возможности очистки маслосодержащих сточных вод углекарбонатным материалом ОСП₆₀₀. Принято личное участие в промышленной апробации результатов работы. Диссертация написана автором самостоятельно, охватывает основные положения, необходимые для решения научной задачи, обладает внутренним единством и завершенностью.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было.

Соискатель Спирин М.Н. ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и привел собственную аргументацию значимости проведенных исследований и полученных результатов.

На заседании 05 декабря 2024 г. диссертационный совет принял решение за разработку теоретически обоснованного решения научной задачи, заключающейся в получении новых научных данных о коллоидно-химических процессах извлечения растительных масла из эмульсий углекислотным сорбционным материалом для разработки способа очистки маслосодержащих промышленных стоков, имеющей важное значение для развития соответствующей области коллоидной химии и защиты окружающей среды, присудить Спирину Михаилу Николаевичу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 9 докторов наук по научной специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 20 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за – 16, против – 0.

Председатель
диссертационного совета

Евтушенко Евгений Иванович

Ученый секретарь
диссертационного совета

Полужктова Валентина Анатольевна



05.12.2024 г.