

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»
(ПНИПУ)**

614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29.

Тел.: 8(342) 219-80-67. Факс: 8(342) 219-89-27

E-mail: rector@pstu.ru; <http://www.pstu.ru>

ОКПО 02069065 ОГРН 1025900513924 ИНН/КПП 5902291029/590201001



«УТВЕРЖДАЮ»

профессор по науке и инновациям,
доктор физико-математических наук,

доцент,

А.И. Швейкин

2024 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения
высшего образования «Пермский национальный исследовательский
политехнический университет» на диссертационную работу

Спирина Михаила Николаевича,

на тему **«Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от
растительных масел углекarbonатным сорбционным материалом»**
представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 1.4.10. Коллоидная химия

Актуальность темы исследования

Актуальной проблемой современности является сохранение природных ресурсов биосферы и их рациональное использование. Рост числа промышленных предприятий, в том числе предприятий пищевой отрасли, является неизбежным следствием развития человеческого общества и приводит к загрязнению природных водных объектов в результате поступления в них неочищенных или ненормативно очищенных сточных вод. Особую озабоченность вызывают сточные воды маслоэкстракционных заводов (в РФ более 200), образующиеся в процессе мойки оборудования и представляющие собой коллоидно-дисперсные системы. Попадание таких сточных вод вызывает эвтрофикацию водных объектов и нарушение круговорота веществ в наземных экосистемах.

Исследование свойств тонкодисперсных систем, в том числе эмульсий типа «масло в воде», позволяет обосновать эффективные методы очистки сточных вод от различных органических и коллоидных примесей. Коллоидно-химические процессы, протекающие в сточных водах, содержащих эмульсии растительных



Сертифицировано
«РУССКИМ РЕГИСТРОМ»

масел, в литературных источниках освещены недостаточно полно. Особый интерес представляют процессы, протекающие при очистке маслосодержащих сточных вод, поскольку в них содержатся синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), влияющие на электрокинетические свойства дисперсных частиц, увеличивая их агрегативную устойчивость и усложняя водоочистку. Учитывая вышеизложенное, исследование коллоидно-химических процессов взаимодействия эмульсий промышленных сточных вод, содержащих растительных масла, как чистых, так и стабилизированных СПАВ, с углекarbonатным сорбционным материалом и разработка способа очистки маслoзагрязненных стоков являются актуальной научной задачей.

Структура и содержание работы

Во введении обоснованы актуальность, цель и основные задачи исследования. Приведены научная новизна работы и теоретическая значимость, представлены основные методы исследований. Автором сформулированы положения, выносимые на защиту, которые в последующих главах раскрываются и обосновываются.

В первой главе рассмотрены важнейшие свойства эмульсий типа «масло в воде», способы их образования, факторы стабилизации и разрушения, влияние поверхностно-активных веществ на устойчивость дисперсных систем. Изучены проблемы формирования маслосодержащих сточных вод в мире и в Российской Федерации. Представлены современные данные о существующих и широко используемых методах и способах очистки маслосодержащих сточных вод, дана характеристика современных промышленных сорбционных материалов, в том числе, произведенных на основе отходов производства.

Во второй главе описаны объекты и используемые методы исследований. В качестве объектов исследований были выбраны: модельные эмульсии различных растительных масел – подсолнечного, оливкового, соевого, льняного, горчичного, касторового; углекarbonатный сорбционный материал ОСП₆₀₀. Представлена детальная информация о химическом составе масел, используемых в исследованиях. При выполнении работы использовались современные методы исследования состава, структурных и сорбционно-поверхностных характеристик материалов: рентгенофазовый анализ, инфракрасная спектроскопия, термогравиметрический и лазерногранулометрический анализы, микроскопические исследования и другие. Для изучения жидких сред использованы классические аналитические методы.

В третьей главе приведены результаты исследований сорбционных процессов в модельных эмульсиях и изучено влияние физических и химических факторов на эффективность очистки. Представлены результаты экспериментов, подтверждающие возможность применения углекarbonатного сорбционного материала ОСП₆₀₀ при очистке сточных вод, содержащих растительные масла. Показано протекание гидрофобного, электростатического и дисперсионного взаимодействий между углекarbonатным материалом и маслами, находящимися в сточных водах в эмульгированном состоянии, а также отсутствие коагуляционного взаимодействия. Изучено влияние длины углеродной цепи, числа двойных связей и количество ОН-групп в молекулах жирных кислот на процесс водоочистки масляных эмульсий, а также определен характер влияния СПАВ на примере лаурилсульфата натрия.



Сертифицировано
«РУССКИМ РЕГИСТРОМ»

В четвертой главе представлены результаты опытно-промышленных испытаний по очистке промышленных маслосодержащих сточных вод в производственной лаборатории Филиала «Валуйский» ООО «МЭЗ Юг Руси» с учетом предложенных решений и разработанных рекомендаций. Приведена принципиальная технологическая схема процесса водоочистки с последующей утилизацией шлама.

В пятой главе дана оценка предотвращенного эколого-экономического ущерба от загрязнения водных ресурсов.

В заключении приводятся общие выводы по работе.

Содержание автореферата полностью соответствует диссертационной работе.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

Полученные научные данные подтверждаются применением современных физико-химических методов исследования, стандартных методик современного инструментального анализа, получением воспроизводимых экспериментальных данных и апробацией в производственных условиях.

Основные положения диссертационной работы докладывались на международных и всероссийских конференциях; изложены в 13 научных публикациях, в том числе 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.

Научная новизна

Доказано протекание сорбционного процесса очистки сточных вод от растительных масел путем их извлечения углекarbonатным материалом ОСП₆₀₀. Установлено наличие гидрофобного, электростатического и дисперсионного взаимодействий между ОСП₆₀₀ и маслами, находящимися в сточных водах в эмульгированном состоянии, а также отсутствие коагуляционного взаимодействия.

Показано, что длина углеродной цепи, число двойных связей и дополнительных ОН-групп в молекулах жирных кислот не оказывают значительного влияния на процесс водоочистки масляных эмульсий. Установлено, что значения маслосемкости ОСП₆₀₀ по исследуемым маслам близки и составляют для подсолнечного масла – 182 мг/г, для соевого – 184 мг/г, для оливкового – 189 мг/г. Рассчитанная энергия взаимодействия составила для соевого масла – 41,5 кДж/моль, оливкового – 16,1 кДж/моль, подсолнечного – 10,0 кДж/моль.

Определен характер влияния СПАВ (лаурилсульфат натрия) на процесс водоочистки. Выявлено, что ζ -потенциал эмульсий подсолнечного масла при pH от 6 до 9 имеет положительное значение до 40 мВ и в этих условиях происходит эффективное ориентационное и гидрофобное взаимодействие сорбционного материала с каплями масла. При добавлении лаурилсульфата натрия значение ζ -потенциала снижается, и для pH=9 достигает –50 мВ при концентрации СПАВ 0,05 мг/дм³. Это приводит к электростатическому отталкиванию стабилизированных капель эмульсии от отрицательно заряженной поверхности частиц ОСП₆₀₀, вследствие чего эффективность извлечения масел из эмульсий снижается. Для достижения эффективности очистки более 80% в модельных водах с содержанием



Сертифицировано
«РУССКИМ РЕГИСТРОМ»

масла 500 мг/дм³ и концентрациях СПАВ в пределах 0,005–0,025 мг/дм³ необходимо введение 30 г/дм³ ОСП₆₀₀.

Научная и практическая ценность диссертации

Теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения углекарбонатного сорбционного материала ОСП₆₀₀ для очистки сточных вод, содержащих растительные масла.

Предложен механизм коллоидно-химического взаимодействия маслосодержащих сточных вод с сорбционным материалом ОСП₆₀₀: доказано влияние присутствия СПАВ на проведение процесса водоочистки, обуславливающее сдвиг ζ -потенциала в сторону отрицательных значений, что приводит к электростатическому отталкиванию стабилизированных капель эмульсии от отрицательно заряженной поверхности частиц ОСП₆₀₀, вследствие чего эффективность извлечения масел из эмульсий снижается.

Определены параметры процесса очистки модельных вод, содержащих растительные масла, углекарбонатным сорбционным материалом ОСП₆₀₀: масса добавки к эмульсиям растительных масел при исходных значениях ХПК в модельных водах в диапазоне 1700–4100 мгО/дм³ составляет 20 г/дм³, рекомендуемая температура водной среды – 70–80 °С, время взаимодействия – 30 мин. Это обеспечивает эффективность водоочистки 81–89 %. Разработана принципиальная технологическая схема процесса очистки эмульсий растительных масел. Эффективность предложенного способа водоочистки с использованием ОСП₆₀₀ подтверждена результатами опытно-промышленных испытаний при очистке промышленных маслосодержащих сточных вод. Предотвращенный эколого-экономический ущерб от внедрения разработанных рекомендаций составит около 9 млн. рублей. Предложен способ использования образующегося осадка водоочистки в качестве компонента органо-минеральных удобрений.

Апробация результатов работы

Основные положения диссертационной работы были представлены на международных и всероссийских конференциях: «Фундаментальные и прикладные исследования в области химии и экологии» (Курск, 2015); «Экология и рациональное природопользование агропромышленных регионов» (Белгород, 2015); «Наукоемкие технологии и инновации» (XXII научные чтения) (Белгород, 2016); «Безопасность, защита и охрана окружающей природной среды: фундаментальные и прикладные исследования» (Белгород, 2020, 2023); «Рациональное использование природных ресурсов и переработка техногенного сырья: фундаментальные проблемы науки, материаловедение, химия и биотехнология» (Алушта, 2022).

Рекомендации по использованию результатов и выводов, приведенных в диссертации

Результаты, полученные в ходе диссертационного исследования, могут быть рекомендованы для внедрения на локальных очистных сооружениях предприятий маслоперерабатывающей промышленности; в учебном процессе высших учебных заведений при подготовке студентов направлений «Природообустройство и водопользование», «Техносферная безопасность». Перспективы дальнейших исследований целесообразно рассматривать в области коллоидно-химических закономерностей очистки многокомпонентных сточных вод предприятий молочной, сахарной, мясоперерабатывающей промышленности.



Сертифицировано
«РУССКИМ РЕГИСТРОМ»

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы

1. В диссертации не дана оценка влияния взвешенных частиц на эффективность сорбционного извлечения масел, не изучено влияние взвешенных частиц на механизмы взаимодействия поверхности углекарбонатного сорбционного материала и эмульсий растительных масел.

2. В главе 4 приведены результаты опытно-промышленных испытаний по очистке промышленных жиросодержащих сточных вод разработанным методом, при этом на стр. 99 автор пишет о модельном стоке. Проводились ли исследования на реальных сточных водах? Если да, то необходимо было бы представить полную характеристику физико-химических свойств исследованных сточных вод.

3. Автором определены основные параметры процесса, в том числе доза сорбционного материала – 20 г/дм³ при ХПК сточных вод 1700–4100 мгО/дм³, температура – 70–80 °С, время взаимодействия – 30 минут. При проведении опытно-промышленных испытаний процесс очистки проводился при других исходных данных и параметрах: ХПК – 540 мг О/дм³, температура 20 °С, время взаимодействия – 15 минут, при этом достигаемая эффективность процесса соответствовала ранее полученным данным лабораторного эксперимента – 90 % по ХПК. Чем можно объяснить такое расхождение данных?

4. Недостаточно обоснованным представляется использование осадка водоочистки в качестве компонента органо-минерального удобрения, поскольку не исследованы как промышленные маслосодержащие сточные воды, так и осадки водоочистки.

5. По всему тексту диссертации используются термины «Рациональный способ», «Рациональные параметры», при этом не очень понятно какой смысл автор вкладывает в данную терминологию. Является ли данная терминология синонимами терминов «Оптимальные параметры» ... и т.д.? В работе встречаются описки, неточности.

Указанные замечания носят не принципиальный характер и не снижают ценности и значимости выполненных исследований.

Заключение

Диссертация Спирина Михаила Николаевича по теме: «Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от растительных масел углекарбонатным 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 углекарбонатным 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.



Сертифицировано
«РУССКИМ РЕГИСТРОМ»

Диссертационная работа «Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от растительных масел углекarbonатным сорбционным материалом» соответствует критериям п.п. 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.

Отзыв на диссертацию и автореферат обсужден и одобрен на расширенном заседании кафедры «Охрана окружающей среды» ФГАОУ ВО «ПНИПУ» (протокол № 9 от 30 октября 2024 г.).

Доктор технических наук по
специальности 25.00.36 –
Геоэкология, профессор,
заведующий кафедрой охраны
окружающей среды ФГАОУ ВО
«ПНИПУ»

 Рудакова Лариса Васильевна

Доктор технических наук по
специальности 05.23.04 –
Водоснабжение, канализация,
строительные системы охраны
водных ресурсов, профессор,
профессор кафедры охраны
окружающей среды ФГАОУ ВО
«ПНИПУ»

 Глушанкова Ирина Самуиловна

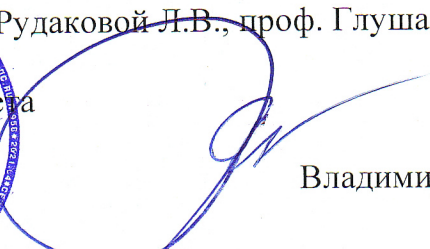
« 01 » ноября 2024 г.

Сведения о ведущей организации:

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет» (ФГАОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», ФГАОУ ВО «ПНИПУ»)
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29
телефон/факс: +7 (342) 219-80-67, +7 (342) 212-39-27
e-mail: rector@pstu.ru
сайт: <https://pstu.ru>

«Подписи зав. каф. СОС проф. Рудаковой Л.В., проф. Глушанковой И.С. заверяю»:

Ученый секретарь Ученого совета
ФГАОУ ВО «ПНИПУ»
канд. ист. наук, доцент

 Владимир Иванович Макаревич



Сертифицировано
«РУССКИМ РЕГИСТРОМ»