

Отзыв

официального оппонента кандидата технических наук

Соколовского Павла Викторовича

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 диссертации. Очистка воды от растительных масел является проблемой регионов с хорошо развитой маслоэкстракционной промышленностью. К таким регионам относится Белгородская область. Одним из эффективных и относительно дешевых способов очистки маслосодержащих сточных вод является применение адсорбентов. Сорбционные процессы очистки воды от масла в мировой литературе изучены достаточно хорошо, однако механизмы адсорбции эмульсии растительных масел представляет научный интерес. Актуальность темы диссертации не вызывает сомнений, поскольку в диссертации исследован механизм адсорбции растительных масел из водных растворов.

Целью представленной диссертационной работы являлась разработка и изучение коллоидно-химических особенностей способа извлечения растительных масел из сточных вод углекarbonатным сорбционным материалом. Для достижения поставленной цели автором были решены следующие задачи: оценка степени извлечения растительных масел из модельных эмульсий и производственных сточных вод; изучение коллоидно-химических процессов, протекающих при очистке маслосодержащих сточных вод при помощи адсорбционного материала из отходов сахарного производства - ОСП₆₀₀; исследование особенностей взаимодействия сорбционного материала и маслосодержащих эмульсий в присутствии поверхностно-активных веществ; разработка принципиальной технологической схемы процесса очистки маслосодержащих сточных вод и способа утилизации осадка водоочистки.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, основной части (5 глав), заключения, библиографического списка и приложений. Результаты изложены на 143 страницах машинописного текста, включающего 74 рисунка, 34 таблицы, список литературы из 160 наименований, 3 приложения.

Во **введении** обоснована актуальность исследования, представлены научная новизна и практическая значимость, сформулированы цели и задачи работы, а также положения, выносимые на защиту.

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 загрязнения сточных вод растительными маслами в мире и в Российской Федерации. Показано, что производство растительных масел неуклонно растет, вследствие чего происходит увеличение объемов сбрасываемых сточных вод, очистка которых в ряде случаев проводится недостаточно эффективно.

Представлены данные о существующих и широко используемых методах и способах очистки маслосодержащих сточных вод, названы современные промышленные сорбционные материалы, в том числе, произведенные на основе отходов производства.

Во **второй главе** представлены характеристики объектов и методов исследования, методики обработки экспериментальных данных.

Третья глава посвящена описанию и интерпретации экспериментальных данных. Исследованы процессы разрушения эмульсий в зависимости от температуры среды и влияние повышенных температур на хлопьеобразование и осветление эмульсии подсолнечного масла в присутствии ОСП₆₀₀.

При исследовании эмульсий с добавкой сорбционного материала установлено, что хлопьеобразование начинается тем скорее, чем выше температура эмульсии. При повышении температуры среды происходит снижение адсорбционно-сольватного фактора и хлопьеобразование идет за счет взаимодействия частиц ОСП₆₀₀ с адсорбированными каплями масла.

Для оценки эффективности очистки модельных вод добавкой ОСП₆₀₀, были приготовлены эмульсии с содержанием различных видов масел при следующих параметрах: температура водной среды – 20 °С, время взаимодействия компонентов – 10 минут, концентрация добавки ОСП₆₀₀ – 20 г/дм³. Эффективность очистки оценивали по изменению мутности среды.

Также в главе представлены результаты исследований, которые показали, что ζ -потенциал эмульсии масла в воде при рН от 6 до 9 имеет положительное значение до 40 мВ, что хорошо согласуется с литературными данными.

В **четвертой главе** представлены результаты пилотных испытаний полученных адсорбентов в производственной лаборатории филиала «Валуйский» ООО «МЭЗ Юг Руси». При использовании ОСП₆₀₀ была достигнута эффективность очистки 93,8% по мутности, 90,7% по ХПК и 85,4 по БПКполн.

Разработанный способ очистки маслосодержащих сточных вод будет принят к реализации в Филиале «Валуйский» ООО «МЭЗ Юг Руси» в 2026 году после реконструкции локальных очистных сооружений. Это сильная сторона диссертации, поскольку отражает не только научную значимость работы, но и подтвержденное прикладное значение.

Автором предложена принципиальная технологическая схема процесса водоочистки с последующей утилизацией шлама. Для утилизации образующегося в результате водоочистки отработанного сорбента разработан технологический комплекс, который позволяет использовать техногенные материалы для производства органоминеральных удобрений (Пат. № 2473421 РФ).

В **пятой главе** приведена оценка предотвращенного эколого-экономического ущерба по водным ресурсам. Объект, принимающий сточные воды – р. Валуй. При расходе сточных вод 20000 м³/год рассчитанная сумма составит около 9 млн. рублей.

В **заключении** представлены основные результаты и выводы по работе. Выводы диссертации соответствуют поставленным задачам, содержательны, имеют научную ценность.

Степень обоснованности, новизна и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации

Достоверность и обоснованность результатов проведенных исследований основываются на использовании современных методов исследований; обеспечиваются проведением экспериментов в допустимых пределах точности, большим набором данных и воспроизводимостью результатов повторных измерений, строгостью и корректностью обработки результатов, обсуждении и сравнении полученных данных.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- 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 маслоскости 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 синтетического поверхностно-активного вещества (СПАВ) 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 масла 500 мг/дм³ и концентрациях СПАВ в пределах 0,005–0,025 мг/дм³ необходимо введение 30 г/дм³ ОСП₆₀₀.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что автором теоретически обоснована и экспериментально подтверждена эффективность применения углекarbonатного сорбционного материала ОСП₆₀₀ для очистки сточных вод, содержащих растительные масла. Предложен механизм адсорбции растительных масел из сточных вод. Исследовано влияние добавок в виде синтетических поверхностно-активных веществ на процесс адсорбции растительных масел. Разработана принципиальная технологическая схема процесса очистки эмульсий растительных масел. Проведены пилотные испытания на промышленных маслосодержащих сточных водах, доказана экономическая целесообразность разработанного способа очистки. Уделено внимание обращению с образующимися отходами, которые предложено использовать в качестве компонента органоминеральных удобрений.

Оценка публикаций автора. Содержание автореферата отражает основные положения диссертации. По материалам диссертации опубликовано 13 работ, 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. Автором получен патент на изобретение РФ.

Замечания по содержанию и оформлению диссертационной работы и автореферата

По диссертационной работе возникли следующие вопросы и можно сделать некоторые замечания:

1. Ряд рисунков имеют плохое качество (рис. 1.2, 1.3, 1.4).
2. На стр. 36 написано «модельные воды», грамотнее написать «модельные водные растворы».
3. При изучении процессов адсорбции принято приводить изотермы адсорбции и определять параметры адсорбции. Приведенные на рис. 3.13 данные об эффективности очистки модельных эмульсий являются чисто техническими и не дают данных о механизме адсорбционного процесса. То же самое касается всех кривых эффективности очистки. Хотелось бы более детальное изучение механизма адсорбции.
4. Отсутствует сравнение эффективности работы материала ОСП₆₀₀ с другими существующими адсорбентами аналогичного назначения.
5. Не обоснован выбор температур обжига разработанного материала из отходов сахарной промышленности ОСП: 300, 600, 900°C. Почему не были исследованы промежуточные интервалы температур? Возможно иные материалы, полученные при промежуточных температурах, могли бы иметь и более высокие показатели эффективности очистки.
6. В работе использован ряд аббревиатур, которые не интерпретированы в работе. Следовало бы добавить в работу лист со списком сокращений.

Высказанные замечания не носят принципиального характера и не влияют на высокую положительную оценку представленной диссертационной работы.

Работа обладает четкой структурой, материал подается соискателем в логической последовательности, продиктованной поставленной целью и раскрывающими ее задачами. Диссертация содержит необходимое количество иллюстрированного, табличного материала и использованных источников литературы.

Автореферат диссертации составлен с соблюдением установленных требований и по своему содержанию полностью соответствует представленной диссертации.

Автореферат диссертации и публикации по ней полностью отражают научную новизну и содержание работы.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней

Диссертация Михаила Николаевича Спирина «Коллоидно-химические аспекты очистки сточных вод от растительных масел углекarbonатным сорбционным материалом» является законченной научно-квалификационной работой, выполненной автором самостоятельно с использованием современных методик и оборудования, в которой

содержится решение актуальной научной задачи по выявлению коллоидно-химических особенностей способа очистки и исследованию процессов взаимодействия маслосодержащих эмульсий в сточных водах с углекarbonатным сорбционным материалом, имеющей существенную значимость для соответствующей области коллоидной химии. Диссертационная работа содержит научно обоснованные и достоверные результаты, выводы и рекомендации, отличающиеся новизной, теоретической и практической значимостью, текст написан грамотным техническим языком, проиллюстрирован корректными изображениями и диаграммами.

Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями положения 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 наук, а ее автор, Спирин Михаил Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.10. Коллоидная химия.

Официальный оппонент:

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



Павел Викторович Соколовский

«01» ноября 2024 г

Адрес: ФГБУН Институт органической химии имени Н.Д. Зелинского Российской академии наук, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, д. 47

Телефон: +7 499 137-29-44

E-mail: levap90@list.ru

Сайт: <https://zioc.ru/>

Подпись Соколовского П.В. заверяю

Подпись с.н.с. лаб., к.т.н. Соколовского П.В. удостоверяю
Ученый секретарь ИОХ РАН, к.х.н.



И.К. Коршевец