

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОПОНЕНТА

Политаевой Натальи Анатольевны, доктора технических наук, профессора, профессора

Высшей школы гидротехнического и энергетического строительства

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

на диссертационную работу

Святченко Анастасии Владимировны

«Очистка поликомпонентных сточных вод с использованием реагентов на основе лигноцеллюлозных отходов и пыли электродуговых сталеплавильных печей», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук

по специальности 1.5.15. Экология

Актуальность выбранной темы. Диссертационная работа Святченко А.В. посвящена разработке способа очистки поликомпонентных сточных вод, содержащих нефтепродукты, тяжелые металлы и мелковзвешенные вещества, с использованием коагулирующей суспензии, полученной из отхода сталеплавильного производства и сорбента на основе опада листьев каштана (ОЛК), обеспечивающего снижение экологической нагрузки на водные объекты.

Совершенствование действующих и освоение новых технологий и устройств обработки сточных вод (СВ), позволяющих снизить негативное воздействие промышленных объектов на водные экосистемы, и, сопряженные с ними исследования коагуляционных процессов и сорбционно-поверхностных явлений, представляют большой научный и практический интерес.

Использование коагулянтов и сорбентов является достаточно эффективным способом, но одновременно экономически затратным. При разработке экологически чистых, малоотходных, энерго- и ресурсосберегающих технологий обезвреживания поликомпонентных сточных вод является применение эффективных и недорогих реагентов, полученных из отходов различного генезиса.

В настоящее время выбор технологий для очистки поликомпонентных СВ с применением коагулянтов и сорбентов на основе отходов производств ограничен несмотря на то, что применение таких технологий не только позволяет снизить негативное воздействие промышленных объектов на окружающую среду, но и использовать ресурсный потенциал отходов. Предлагаемый в данной работе способ последовательного применения минерального отхода сталеплавильного производства и лигноцеллюлозного отхода дает возможность создать комплексную технологию обезвреживания СВ, имеющих различную природу, состав и свойства. Ввиду указанных данных тему диссертации Святченко А.В. следует признать актуальной, своевременной, научно и практически значимой.

Диссертация Святченко А.В. изложена на 174 страницах машинописного текста, включает 62 рисунка, 25 таблиц, состоит из введения, 5 глав, заключения, приложений, списка

цитируемой литературы, насчитывающего 249 ссылок на работы отечественных и зарубежных авторов.

Цели и задачи диссертационной работы в процессе исследования достигнуты. Положения, выносимые на защиту, доказаны. При проведении исследований были использованы современные физико-химические методы анализа, такие как: рентгенофазовый, энергодисперсионный, дериватографический, фотоколориметрический и др.

Научная новизна заключается в том, что автором обоснован способ утилизации опада листьев каштана с получением сорбционного материала термической обработкой отхода при температуре 400 °С, величине рН среды 7-9 и выдержкой при установленной температуре – 20 мин. На основании исследования структурных характеристик сорбционного материала и его электроповерхностных свойств установлены зависимости процессов извлечения им нефтепродуктов, ионов меди и никеля из сточных вод от температуры обжига ОЛК, дозы добавленного сорбционного материала. Впервые для повышения эффективности обработки поликомпонентных сточных вод на первом этапе предложено извлекать мелковзвешенные вещества коагулянтом, полученным из ПЭСП, на втором этапе – сорбировать нефтепродукты, ионы меди и никеля термообработанным ОЛК. Экспериментально доказана высокая эффективность полученной суспензии при очистке сточных вод от мелковзвешенных и окрашенных примесей (эффективность очистки составляет 85-93 %). Обоснована возможность утилизации отработанного сорбента и коагулянта (шлама) в качестве выгорающей и упрочняющей добавки в производстве керамических изделий строительного назначения; установлены условия проведения процесса получения керамических изделий. Установлено, что по физико-механическим свойствам керамические изделия соответствуют нормативным требованиям. Доказана экологическая безопасность полученных керамических изделий методом биотестирования на тест-объектах из разных систематических групп: водоросли *Chlorella Vulgaris* Beijer, ракообразные *Daphnia Magna* Straus.

Теоретическая и практическая значимость диссертационной работы для производства, заключающаяся в разработке технологических решений по очистке поликомпонентных сточных вод, включающих обработку сточных вод коагулянтом, полученным из ПЭСП для извлечения мелковзвешенных веществ (эффективность очистки 85-93 %), с последующей очисткой воды от нефтепродуктов и ионов тяжелых металлов (меди и никеля) сорбционным материалом на основе ОЛК (эффективность очистки по исследуемым веществам составляет 94-99 %). Проведены испытания по очистке сточных вод механического цеха ООО «Гофротара», доказавшие эффективность разработанного способа. Имеются акты испытаний на данном предприятии. Разработаны ТУ 23.32.11-001-02066339-2023 «Кирпич керамический полусухого прессования на основе глинистого сырья Ястребовского месторождения с добавлением осадка водоочистки». Показано снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду от размещения ПЭСП на полигонах и сброса загрязняющих веществ с поликомпонентными сточными водами в

централизованную систему канализации. Научные результаты внедрены в курс лекций дисциплин «Экология», «Инженерная экология», «Промышленная экология», читаемых на кафедре промышленной экологии БГТУ им. В.Г. Шухова.

Во **введении** обоснована актуальность темы диссертационной работы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, теоретическая и практическая значимость.

В **первой главе** представлен анализ проблемы очистки поликомпонентных сточных вод. Показано, что для очистки сточных вод целесообразно использовать реагенты – коагулянты и сорбенты, полученные на основе промышленных и растительных отходов, что позволяет решить, как задачу утилизации отходов, так и очистки воды. Показано, что в настоящее время практически не решена проблема утилизации листового опада, который депонируется на полигонах коммунальных отходов и значительно усложняет их эксплуатацию. Проведена оценка негативного воздействия опада на объекты окружающей среды. Разработка способов переработки листового опада является актуальной задачей.

Во **второй главе** описаны объекты и методы исследований, а также оборудование, используемое при проведении экспериментов.

В **третьей главе** представлены результаты исследований о химическом составе сточных вод некоторых АЗС. Установлено, что в них содержатся нефтепродукты и мелковзвешенные вещества, которые включали песок, глинистые минералы, мел и частицы почвы.

Описаны условия получения коагулирующей суспензии. Для получения КС навеску ПЭСП обрабатывали 1н H_2SO_4 в следующих пропорциях: ПЭСП – 1 г; H_2SO_4 – 7 см³ (длительность обработки – 20 мин). Представлены обоснования использования коагулирующей суспензии для предочистки СВ и результаты по ее применению. На примере модельных вод, содержащих глину установлено, что рекомендуемым количеством коагулирующей суспензии является 1 см³/дм³. Исследовано влияние рН среды на процесс коагуляции. При рН = 7 и 9 наблюдается более эффективное осаждение модельных вод, чем при рН=5. Т.к. разрабатываемый способ очистки предназначен для удаления загрязнителей из СВ, в этой связи проверялась эффективность коагулирующего действия суспензии в отношении мелковзвешенных частиц в условиях присутствия сопутствующих загрязнителей. Проведенные исследования показали, что в условиях поликомпонентных растворов, коагулирующая суспензия вызывает осветление модельных коллоидно-дисперсных систем.

Описаны результаты исследований лигноцеллюлозного сорбционного материала на основе ОЛК. Представленные данные физических, сорбционно-химических характеристик, микрофотографии, дериватографический анализ, результаты ИК-спектров нативных и термообработанных образцов показал обоснованность выбранного материала в качестве основы для сорбента.

Были проведено ряд исследований по очистке модельных вод от ионов меди и никеля, нефтепродуктов.

Установлено, что высокая эффективность очистки растворов ионов меди и никеля достигается при использовании образцов сорбционного материала (СМ), полученных обжигом при температуре 400 °С. Рациональной дозой СМ для очистки модельных вод от ионов никеля и меди, следует считать 0,05 г/дм³ при $C_{исх} = 10$ мг/дм³. Доказана эффективность СМ, полученного из ОЛК, в отношении ионов меди и никеля. Для обработки СВ предложено использовать материал, обработанный при температуре 400 °С, поскольку эффективность извлечения при указанной температуре достигает 92% для Ni²⁺ и 94% для Cu²⁺.

Изотерму адсорбции ионов Cu²⁺ материалом ОЛК₄₀₀ обрабатывали согласно моделям Ленгмюра, Фрейндлиха, БЭТ. Результаты обработки показали, что лучше всего процесс описывается моделью Фрейндлиха. Коэффициент аппроксимации равен 0,9717, что показывает высокую степень соответствия модели исходным данным. Данная модель соответствует процессам сорбции на материале, имеющем неодинаковые по величине энергии сорбционные центры. Данное обстоятельство хорошо согласуется с данными о протекающих в ходе термической обработки растительных СМ физико-химических процессах – разложения химических компонентов, образования графитизированных или карбонизованных материалов.

Проведены исследования по использованию СМ для очистки модельных эмульсий, содержащих нефтепродукты; исходная концентрация загрязнителей составляла 0,1 г/дм³, доза сорбционного материала 5 г/дм³.

При очистке модельных эмульсий дизельного топлива и индустриального масла высокая эффективность отмечается уже при температуре термообработки ОЛК 250 °С (ОЛК₂₅₀), при повышении температуры эффективность возрастает незначительно.

Лучшие показатели эффективности извлечения нефти из модельных эмульсий у ОЛК₄₀₀. В то же время, можно отметить, что для ОЛК₂₅₀ эффективность очистки для эмульсий с концентрацией нефти 0,1 г/дм³ составляет 91%, что тоже является высоким результатом.

В четвертой главе представлены результаты испытаний способа обезвреживания СВ механического цеха ООО «Гофротара», г. Белгород.

При добавлении коагулирующей суспензии в количестве 2 см³/дм³ достигается эффективность очистки в 93% по мелковзвешенным веществам. Установлено, что в условиях текущего состава СВ механического цеха ООО «Гофротара» рекомендуемой дозой сорбционного материала является: ОЛК₂₅₀ - 2 г/дм³; ОЛК₄₀₀ – 1 г/ дм³. Проведенные испытания подтвердили высокую эффективность разработанного метода обезвреживания СВ.

По итогам проведенных исследований составлен акт промышленных испытаний обезвреживания СВ и разработана принципиальная технологическая схема процесса очистки СВ.

Отработанный СМ предложено утилизировать в качестве выгорающей и упрочняющей добавки при производстве керамических изделий строительного назначения. Изготовленные экспериментальные керамические образцы соответствуют значениям ГОСТ 530-2012 по

прочности на сжатие. Биотестирование водных вытяжек из измельченных керамических изделий показало отсутствие острого и хронического токсического воздействия на водоросли *Chlorella Vulgaris Beijer* и ракообразных *Daphnia Magna Straus*. Разработаны ТУ 23.32.11-001-02066339-2023 «Кирпич керамический полусухого прессования на основе глинистого сырья Ястребовского месторождения с добавлением осадка водоочистки».

Снижение платы за негативное воздействие на окружающую среду от размещения ПЭСП на полигонах и сброса загрязняющих веществ с поликомпонентными сточными водами в централизованную систему канализации составило 1 319 677 руб./год (в ценах 2022 года).

В пятой главе приведены исследования возможности использования СМ для обработки жиросодержащих стоков. Установлено, что модельные жиросодержащие СВ хорошо поддаются обезвреживанию при помощи ОЛК₄₀₀. В присутствии синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) обезвреживание идет намного эффективней, даже при малых количествах СМ. Добавление 0,6 г/дм³ материала позволяет достигнуть 92% эффективности, а при добавлении 1,5 г/дм³ – 98%. Исследования по интенсификации коагуляционной обработки КС в присутствии ОЛК₄₀₀, показали, что добавление мелкодисперсного ОЛК₄₀₀ позволило значительно повысить эффективность обработки, оптимальным соотношением оказалось 0,2 мл суспензии+ 0,3 г ОЛК₄₀₀ на 100 мл эмульсии.

Заключение диссертационной работы соответствует поставленным задачам, обосновано, логично и полно отражает результаты проведенного исследования.

Достоверность и степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием комплекса современных методов исследования и анализа, применением широко известных зарубежных и российских методических документов и лабораторного оборудования. Основные научные положения базируются на классических закономерностях, а результаты не противоречат имеющимся литературным научным данным. Полученные автором результаты обладают научной новизной.

Результаты работы апробированы на научных конференциях различного уровня, опубликованы в соответствующих сборниках материалов конференций. Основные положения работы изложены в 15 публикациях, из них 3 – в журналах, входящих в перечень ведущих рецензируемых научных изданий, 9 – в изданиях, индексируемых в международных реферативных базах цитирования Scopus, Chemical Abstracts.

Автореферат отражает и полностью соответствует содержанию диссертации. По содержанию, объектам и методам исследований диссертационная работа соответствует паспорту специальности 1.5.15. Экология.

В то же время диссертационная работа имеет ряд **вопросов, замечаний и пожеланий**:

1. Листовой опад, используемый соискателем в качестве объекта для получения сорбционных материалов, не является ТКО. Автор ссылается на Приказ Росприроднадзора от 22.05.2017 г. Однако в соответствии с письмом Письмо Минприроды России от 11 октября 2019

г. № 08-25-53/24802 «О направлении разъяснений по вопросу регулирования деятельности в области обращения с ТКО» п.3 Отходы, образующиеся в процессе содержания зеленых насаждений (ветки, листва, древесные остатки), не соответствуют определению ТКО, установленному Законом № 89-ФЗ, по основному признаку, так как являются отходами, образованными вне жилых помещений. Поэтому считаю не корректным называть опад листвы - ТКО.

2. Глава 5 «Очистка жиросодержащих сточных вод» стоит обособленно от всей структуры диссертации. В цели и задачи диссертации не входило исследование очистки сточных вод от жиров. В заключении нет пункта по данной главе. На стр. 115 написано, что ... модельные жиросодержащие воды были получены способом описанном в п 3.10. К сожалению, в диссертации данного пункта нет, и глава 3 заканчивается п. 3.9, есть небольшая информация на стр. 111. Так же не ясно каким способом определяли конечную концентрацию жиров в сточной воде после очистки.

3. В главе 3.9 исследовали очистку от нефтепродуктов сорбентами ОЛК после которой фильтровали через бумажный фильтр «белая лента», а затем контролировали конечную концентрацию и определяли эффективность очистки вод от НП. Возможно, в данном эксперименте сам бумажный фильтр будут улавливать НП и поэтому оценка эффективности сорбционной очистки не корректна.

4. Замечания по оформлению:

- многие графики не имеют предела погрешностей;
- в табл. 1.2 (стр. 16) не правильно приведены единицы измерения ХПК, БПК - мг/дм³, должно быть мгО/дм³ ;
- на стр 83 ОЛК₂₀₀, в таблице и по тексту ОЛК₂₅₀.

Заключение

Высказанные замечания не влияют на общую положительную оценку диссертационной работы и не снижают практической и научной ценности выполненных научных исследований

Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы. Диссертация и автореферат оформлены в соответствии с требованиями к такого рода документам, иллюстрированы наглядными рисунками, изложены лаконичным языком строго в научном стиле.

Все выводы, как по отдельным разделам, так и по диссертации в целом, показывают результативность проведенных исследований.

Диссертационная работа Святченко Анастасии Владимировны на тему «Очистка поликомпонентных сточных вод с использованием реагентов на основе лигноцеллюлозных отходов и пыли электродуговых сталеплавильных печей» представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, самостоятельное законченное научное исследование с грамотно поставленными и решенными задачами, посвященными решению актуальной

экологической проблеме – разработке способа очистки поликомпонентных сточных вод, содержащих нефтепродукты, тяжелые металлы и мелковзвешенные вещества. По своей новизне, значимости полученных результатов, личному вкладу автора диссертационная работа полностью соответствует специальности 1.5.15. Экология (технические науки).

Диссертация соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842 в действующей редакции, требованиям п. 9 «Положения о присуждения ученых степеней» и критериям, которым должны отвечать диссертации на соискание ученых степеней в соответствии с «Порядком присуждения ученых степеней в ПНИПУ», утв. ректором ПНИПУ от 09 декабря 2021 г., а ее автор, Святченко Анастасия Владимировна заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.5.15. Экология.

Официальный оппонент

доктор технических наук

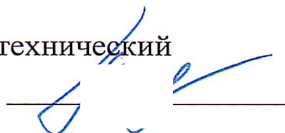
по специальности: 03.02.08 – Экология (в химии и нефтехимии)

профессор, профессор Высшей школы гидротехнического и

энергетического строительства

ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический

университет Петра Великого»



Политаева Наталья Анатольевна

«16» мая 2023 г.

Почтовый адрес: 195251, г. Санкт-Петербург, ул. Политехническая, дом 29, Гидрокорп.2, кабинет №301.

Телефон: 8-965-778-20-18

Электронная почта: politaeva_na@spbstu.ru

Я, Политаева Наталья Анатольевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации Святченко Анастасии Владимировны, и их дальнейшую обработку.



Политаева Наталья Анатольевна

«16» мая 2023 г.

Подпись Политаевой Натальи Анатольевны заверяю

.....

«16» 05 2023 г.



ФИО