

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по научно-инновационной
деятельности ФГБОУ ВО«Гамбовский государственный
технический университет»

доктор техн.

наук, Д. Ю. Муромцев

« » 2018 г.**ОТЗЫВ**

ведущей организации на диссертацию Милютиной Алёны Дмитриевны «Электрофлотационное извлечение высокодисперсных углеродных материалов из водных растворов в присутствии ПАВ и ионов цветных металлов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – физическая химия

Общая характеристика работы. Диссертационная работа состоит из введения, 7 глав, выводов и списка использованной литературы, включающего 155 источников. Диссертационная работа изложена на 192 страницах машинописного текста, содержит 60 таблиц, 84 рисунка и приложения.

Актуальность темы.

В настоящее время антропогенная деятельность человека привела к значительному снижению доступных запасов чистой питьевой воды. Как указано в IV Докладе ООН о состоянии водных ресурсов (WWDR4), около 1 млрд. человек не имеют доступа к питьевой воде, отвечающей требованиям качества, а ее доступность в городах по сравнению с 90-ми годами прошлого века снижается. В основном это связано с нерациональной деятельностью нефтегазовой, горнодобывающей и химической промышленности, безвозвратно использующих или загрязняющих воду, в том числе и потенциально доступную для употребления человеком. Вывод промышленностью воды из статуса питьевой может обеспечиваться множеством факторов, одним из которых является загрязнение ее солями тяжелых металлов и углеродными наноматериалами. При этом влияние на здоровье живых организмов последних до сих пор не совсем понятно.

Множество промышленных производств применяют углеродные наноматериалы в качестве добавок к композиционным материалам, сорбентам для органических и неорганических веществ и др. В связи с тем,

что в большинстве случаев данные материалы используются в виде водных суспензий, технологические растворы и промывные воды, содержащие углеродные наноматериалы (УНМ) и ионы тяжелых металлов, попадают в сточные воды. Эффективная сорбционная способность данных материалов по отношению к органическим веществам и ионам металлов, переводит их в наиболее опасную группу веществ, способных загрязнять биосферу.

Большинство известных методов очистки и обезвреживания сточных вод от ультрадисперсных частиц требуют больших затрат времени или являются дорогостоящими. К сожалению, экономическое положение многих предприятий не позволяет осуществить замену устаревших технологий очистки на более эффективные.

В связи с этим, разработка технологии для удаления УНМ из сточных вод методом электрофлотации представляется достаточно обоснованной, а сама тема исследования является актуальной.

Цель работы, которая заключается в разработке эффективного процесса электрофлотационного извлечения углеродных наноматериалов из водных растворов в присутствии поверхностно-активных веществ различной природы и ионов цветных металлов, находится в полном соответствии с актуальностью темы.

Научная новизна заключается в том, что автором впервые были определены закономерности адсорбции на границе раздела фаз новых УНМ (нанотрубки, наночешуйки) в водных растворах электролитов в присутствии ПАВ различной природы (NaDDS, Катинол, Triton X-100), позволяющие расширить область применения УНМ в качестве добавок в электроды, полимерные и композиционные материалы.

Установлены основные факторы (тип ПАВ, присутствие флокулянта и ионов металлов, pH, объемный электрический ток) влияющие на эффективность процесса электрофлотационного извлечения частиц ВДУМ, позволяющие достигать степени извлечения частиц УНМ на 95-99% и частиц активированного угля марки «ОУ-Б» на 90-99%, в первую очередь для систем H₂O-УНЧ-электролит-NaDDS.

Выявлена взаимосвязь происхождения УНМ, состава раствора, pH среды, природы и концентрации ПАВ (NaDDS, Катинол и Triton X-100) с поверхностными (ζ , R, pH₀, ККМ ПАВ) и сорбционными ($\Gamma(\text{Me}^{n+})$, где $\text{Me}^{n+} = \text{Al}^{3+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Co}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Cu}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$) характеристиками частиц УНМ, а также с процессом их электрофлотационного извлечения в присутствии различных ПАВ.

Практическая значимость работы заключается в том, что впервые были определены параметры электрофлотационного извлечения углеродного

наноматериала «Чешуйки» со средним гидродинамическим радиусом ≤ 1 мкм в присутствии поверхностно-активных веществ различной природы из водных растворов электролитов (NaCl , Na_2SO_4 , Na_2CO_3).

Предложены научно обоснованные технологические решения по процессу электрофлотационного извлечения УНМ из сточных вод и технологических растворов, содержащих хлориды, сульфаты, ионы металлов (Al^{3+} , Fe^{3+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+}) и ПАВ различной природы.

Разработана технология и проведены испытания на электрофлотационной установке производительностью $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ по извлечению частиц ВДУМ из сточных вод, образующихся в процессе производства УНЧ, УНТ на предприятии партнеров РХТУ им. Д.И. Менделеева (Московская обл., г. Химки).

Степень обоснованности и достоверности научных результатов обеспечивается многочисленными экспериментальными и опытно-промышленными испытаниями, анализом искомых компонентов, полученных с использованием современных методов и приборов, таких как объемнометрическая установка Nova 1200e, лазерный анализатор размера и заряда частиц Zetasizer Nano (Malvern), атомно-абсорбционный спектрометр КВАНТ-АФА, спектрофотометр ПромЭкоЛаб ПЭ-5300В. Основные результаты работы апробированы на российских и международных конференциях, а также опубликованы в 14 печатных работах, в том числе 8 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК и 5 статей в изданиях, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования Scopus и Web of Science.

Научные публикации достаточно полно отражают основное содержание диссертации. Выводы по результатам работы обоснованы и соответствуют цели исследований и положениям, выносимым на защиту. Диссертационная работа хорошо структурирована и иллюстрирована. Принципиальных замечаний по диссертационной работе Милютиной А.Д. у ведущей организации нет, однако имеются ряд вопросов и рекомендаций, которые не влияют на общую положительную оценку:

1. В диссертации целесообразно было бы указать характеристики и морфологические особенности используемых в работе углеродных нанотрубок и наночешуек.
2. Почему в ходе экспериментальных исследований не исследовалось влияние температурных и гидродинамических условий на электрофлотационное извлечение ультрадисперсных углеродных материалов?
3. В диссертационной работе нужно было указать особенности

конструкции рекомендуемого автором электрофлотатора.

4. Учитывалась ли при измерении рН суспензий сорбция молекул ПАВ на поверхности электродов?
5. Проводились ли исследование возможностей дальнейшей переработки флотошлама углеродных ультрадисперсных материалов?

Диссертационная работа Милютиной А.Д. представляет собой законченное научное исследование, характеризующееся научной новизной, целостностью и имеющее несомненную практическую ценность.

Заключение.

Диссертационная работа Милютиной А.Д. содержит решения важных технологических задач, таких как водоочистка, водоподготовка и извлечение высокодисперсных углеродных материалов из водных растворов. Работа содержит достаточно большой объем экспериментальных исследований.

Полученные автором выводы обоснованы и подтверждены экспериментальными данными. Диссертация написана ясным техническим языком и хорошо оформлена. Автореферат и публикации соискателя исчерпывающе отражают основные положения и содержание диссертационной работы.

Диссертационная работа Милютиной А.Д. «Электрофлотационное извлечение высокодисперсных углеродных материалов из водных растворов в присутствии ПАВ и ионов цветных металлов» соответствует паспорту специальности 02.00.04 – Физическая химия в пунктах 3 «Определение термодинамических характеристик процессов на поверхности, установление закономерностей адсорбции на границе раздела фаз...»; 10 «Связь реакционной способности реагентов с их строением...».

Полученные в диссертационной работе Милютиной А.Д. данные могут быть использованы в практической работе предприятий, ведущих свою деятельность в области водоочистки, водоподготовки, а также в области получения и применения углеродных материалов, в том числе таких предприятий как ООО «НаноТехЦентр (г. Тамбов), институте проблем химической химии РАН (п. Черноголовка, Московская область), Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (г. Владимир), ООО «OCSIAL RUSSIA» (г. Новосибирск).

Считаем, что представленная диссертация на тему «Электрофлотационное извлечение высокодисперсных углеродных материалов из водных растворов в присутствии ПАВ и ионов цветных металлов» соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения


ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 № 842, а ее автор – Милютина Алёна Дмитриевна, **заслуживает** присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Диссертация Милютиной А.Д. обсуждена, отзыв рассмотрен и утвержден на расширенном заседании кафедры «Химия и химические технологии» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» от «26» октября 2018 года, протокол № 11.

Заведующий кафедрой
«Химия и химические технологии»,
доктор технических наук

 А.В. Рухов

Профессор кафедры «Техника и
технологии производства нанопродуктов»,
доктор технических наук

 Е.Н. Туголуков

Подписи д.т.н. Туголукова Евгения Николаевича и д.т.н. Рухова Артема Викторовича заверяю:

Ученый секретарь Ученого совета
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Тамбовский государственный
технический университет»,
кандидат технических наук,



Г.В. Мозгова

02.11.2018

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный технический университет» (ФГБОУ ВО «ТГТУ»)

Почтовый адрес: Россия, 392000, г. Тамбов, Тамбовская обл., ул. Советская, д. 106

Телефон: 8(4752) 63-10-19

Эл. почта: tstu@admin.tstu.ru

Официальный сайт: <http://www.tstu.ru>