

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

диссертационного совета Д 212.204.06 на базе Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации, по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

аттестационное дело № \_\_\_\_\_  
решение диссертационного совета  
от «05» октября 2017 года, протокол № 12

о присуждении Ефремовой Екатерине Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Электрохимическое обезвреживание жидкофазных отходов, содержащих азосоединения и поверхностно-активные вещества» в виде рукописи по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, химические науки, принята к защите «25» мая 2017 года, протокол №11, диссертационным советом Д 212.204.06 на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства образования и науки Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 9, приказ о создании диссертационного совета от «11» апреля 2012 года № 105/нк).

Соискатель Ефремова Екатерина Николаевна, «15» мая 1989 года рождения, в 2011 году окончила Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Работает в должности инженера в Управлении капитального строительства Федерального государственного унитарного предприятия «Центральный институт авиационного моторостроения имени П.И. Баранова» Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

Обучалась в заочной аспирантуре на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации с «03» октября 2011 года по «03» октября 2015 года.

Диссертация выполнена на кафедре технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель - доктор химических наук, профессор Кузнецов Виталий Владимирович, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры общей и неорганической химии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Голованчиков Александр Борисович**, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры процессов и аппаратов химических и пищевых производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет», Волгоград;

доктор химических наук **Веденяпина Марина Дмитриевна**, гражданка Российской Федерации, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института органической химии имени Н.Д. Зелинского Российской академии наук, Москва, дали *положительные* отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический

университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, Иваново, в своем **положительном** заключении, подписанном исполняющим обязанности заведующего кафедрой технологии электрохимических производств, кандидатом технических наук, доцентом Шехановым Русланом Феликсовичем и утвержденном ректором, доктором физико-математических наук, профессором Бутманом Михаилом Федоровичем, указала, что Ефремова Екатерина Николаевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.03 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры технологии электрохимических производств «20» июня 2017 года, протокол № 12).

Соискатель имеет 8 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 34 страницы, в том числе 4 в научных журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. В публикации по теме диссертационной работы вошли результаты исследования по определению условий электродеструкции азобензола и ряда его производных азокрасителей в водных растворах, а также результаты исследования электроокисления поверхностно-активных веществ различной природы на ОРГА-электродах. Личный вклад автора составляет 70-80% и заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, анализе и обсуждении полученных результатов, и написании работ.

Соискателем опубликовано 4 работы в материалах всероссийских и международных конференций. Монографий, патентов, депонированных рукописей не имеет.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Кузнецов В.В., Ефремова Е.Н., Филатова Е.А., Пирогов А.В. Электрохимическая очистка сточных вод, содержащих азобензол // Изв. вузов. Химия и хим. технология. 2016. Т. 59. Вып. 12. С. 118–126.

2. Кузнецов В.В., Ефремова Е.Н., Филатова Е.А., Курдин К.А., Колесников А.В., Пирогов А.В. Электроокисление азобензола и ряда его производных в водных растворах // Вода. Химия и экология. 2016. Вып. 12. С. 75–81.

3. Кузнецов В.В., Ефремова Е.Н., Колесников А.В., Ачкасов М.Г. Очистка сточных вод от поверхностно-активных веществ методами электроокисления и электрофлотации. Роль природы поверхностно-активного вещества // Гальванотехника и обработка поверхности. 2016. Т. 24. С. 48–55.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, **все положительные**.

В отзывах указывается, что представляемая работа характеризуется высоким теоретическим и экспериментальным уровнем, имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии.

В отзыве руководителя проекта по реконструкции очистных сооружений Центрального института авиационного моторостроения имени П.И. Баранова Лучкина Сергея Александровича в качестве замечаний отмечено: на стр. 8 автореферата автор делает вывод о высокой степени минерализации органического соединения, однако численное значение данного параметра не представлено? Название диссертационной работы звучит как «электрохимическое обезвреживание жидкофазных отходов», однако реальные отходы различных производств в работе не рассматриваются, а исследуются лишь модельные растворы? На рис. 3 (стр.7) автор приводит хроматограмму анолита, непонятно почему при описании параметров гальваностатического режима автор приводит  $S_{кат}$ , а не  $S_{ан}$ ?. В отзыве доктора химических наук, профессора Энгельского технологического института (филиала) Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования

«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.» Поповой Светланы Степановны в качестве замечаний отмечено: отсутствуют сведения о статистической обработке экспериментальных данных. Хотелось бы увидеть в автореферате более детальное рассмотрение данных по электродеструкции ПАВ. В отзыве кандидата химических наук, профессора, профессора кафедры «Аппаратурное оформление и автоматизация технологических процессов» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский политехнический университет» Беренгартена Михаила Георгиевича в качестве замечаний отмечено: отсутствие в автореферате данных о точности эксперимента и доверительных интервалов для экспериментальных данных, приводимых в работе; на стр. 3 автореферата автор говорит, что «определены оптимальные условия...», однако приведенных в автореферате данных недостаточно, чтобы говорить об оптимальности, не указан критерий оптимизации, не приведены экспериментальные данные, из которых ясно следует, что выбранные условия являются именно оптимальными условиями; на стр. 5 приведены данные для насыщенного раствора азобензола в 0,5 М растворе, но не указано, почему выбраны именно насыщенный раствор и именно такая концентрация серной кислоты; в тексте автореферата много качественных определений, например слабощелочной, слабокислый (например, на стр. 13), но лучше было бы, чтобы выбранные значения рН были бы обоснованы соответствующими экспериментами. В отзыве доктора технических наук, профессора кафедры общей и неорганической химии Волгоградского государственного технического университета Фомичева Валерия Тарасовича в качестве замечаний отмечено: в ходе исследования процесса окисления ПАВ, наряду со снятием поляризационных кривых, полезно было бы изучить влияние электрохимических параметров на изменение величины поверхностного натяжения исследуемых систем. В отзыве доктора химических наук, профессора, проректора Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ангарский государственный технический университет» Истоминой Натальи Владимировны в качестве замечаний отмечено: автор не дает объяснений влияния материала анода на процесс электроокисления, тем более, что во многих случаях надежно доказано участие только активных форм кислорода. В отзыве доктора химических наук, профессора, члена-корреспондента Российской академии наук, профессора кафедры аналитической химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» Шпигуна Олега Алексеевича в качестве замечаний отмечено: в разделе «Положения, выносимые на защиту» (стр.3) автор указывает, что «Определена принципиальная возможность окисления различных азокрасителей», однако в общем виде это не так, здесь лучше было бы конкретизировать соединения, условия и т.п. На рис.3. (стр.7) не указано, что означают цифры 1 и 2. В отзыве кандидата технических наук, главного технолога Федерального государственного унитарного предприятия «Научно - производственный центр автоматики и приборостроения имени академика Н.А. Пилюгина» Носова Михаила Валентиновича в качестве замечаний отмечено: в диссертационной работе автор не оценивает энергозатраты на проведение процесса электродеструкции азосоединений и ПАВ различной природы, желательно было бы сравнить полученное значение с радиационной химией, фотохимией.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в области экологии, в том числе в вопросах очистки стоков различных производств, а также в вопросах технологии электрохимических процессов, которая подтверждена значительным количеством публикаций, монографий и патентов в данной области, и дает возможность оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

установлено, что деструкция азобензола происходит в результате вторичной реакции, протекающей между молекулами органического соединения и образующимися на аноде активными формами кислорода, идентифицированы продукты электрохимических трансформаций азосоединений и показано, что их окислительная деструкция протекает через стадию образования полифенольных соединений;

выявлено, что скорость электроокисления трудноудаляемого красителя оранжевого 2Ж возрастает в ряду анодных материалов ОРТА → Pt/Ti → PbO<sub>2</sub>;

доказано, что окисление неионогенных и анионных поверхностно-активных веществ на ОРТА-электродах происходит с высокой скоростью при потенциалах отрицательнее потенциалов выделения кислорода в фоновых растворах, не содержащих поверхностно-активные вещества;

определены условия безотходной электродеструкции азосоединений и поверхностно-активных веществ, не требующие решения проблем по регенерации сорбентов и утилизации концентрированных растворов органических веществ.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

предложена схема электроокисления азобензола, применимая также к электродеструкции азокрасителей (метилового красного и бриллиантового желтого), описывающая стадии процесса образования полифенольных соединений в растворе электролита с дальнейшей практически полной минерализацией органических молекул;

обнаружена корреляция между скоростью электроокисления азокрасителей и материалом анода при электролизе;

установлено, что деструктивное окисление анионных поверхностно-активных веществ возможно только в присутствии кислорода, в том числе попадающего в раствор одновременно с ПАВ в результате процесса электрохимического окисления компонентов среды, при этом электроокисление неионогенных поверхностно-активных веществ протекает с диффузионно-адсорбционным контролем;

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

рекомендованы режимы электролиза для обработки жидкофазных отходов, содержащих азобензол и азокрасители;

рекомендован режим электролиза для обработки отработанных технологических растворов, содержащих неионогенные и анионные поверхностно-активные вещества: ОРТА-электроды, pH = 2 или 12,  $i = 0.3 \text{ A/cm}^2$ ,  $t \approx 20$  минут,  $c_{\text{нпав}} = 0.1 \text{ г/л}$ ,  $c_{\text{апав}} = 0.01 \text{ г/л}$ ;

установлено, что метод электродеструкции нецелесообразно применять для очистки жидкофазных отходов от поверхностно-активных веществ катионной природы вследствие неэффективности процесса электрохимического окисления катиола.

Результаты работы могут быть рекомендованы для использования на предприятиях анилинокрасочной, полиграфической, лакокрасочной промышленности, в научно-исследовательских институтах при решении задач, связанных с очисткой сточных вод и отработанных технологических растворов, в фундаментальных проектах и прикладных работах, а также в учебном процессе по подготовке бакалавров и магистров по направлению химическая технология, в частности в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева, Ивановском государственном химико-технологическом университете и других учебных заведениях Российской Федерации.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– результаты получены на сертифицированном оборудовании, проверка средств измерения проведена в соответствии с регламентом, показана воспроизводимость результатов

исследования в различных условиях;

- теоретические представления основаны на известных литературных данных по теме диссертации и согласуются с ними;
- достоверность полученных результатов обеспечена использованием методик эксперимента, соответствующих современному научному уровню, и подтверждена их согласованностью;
- выводы диссертации обоснованы и согласуются с современными представлениями о технологии очистки стоков на промышленных предприятиях.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке основных задач исследования; проведении всех экспериментов; обработке и интерпретации экспериментальных данных; разработке основных методов эксперимента; личном участии в апробации результатов исследования; подготовке и оформлении основных публикаций по выполненной работе.

По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 05.17.03 - технология электрохимических процессов и защита от коррозии по формуле и области исследования в части пункта 1: «Теоретические основы электрохимических и химических процессов коррозии, электроосаждения, электросинтеза, электролиза и процессов, протекающих в химических источниках электрической энергии», пункта 9: «Экологические вопросы коррозии, противокоррозионных и электрохимических технологий. Очистка, регенерация, обезвреживание и утилизация отходов электрохимических производств и использование отходов в противокоррозионной технике».

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой содержится решение научной задачи, имеющей существенное значение для развития технологий в области очистки стоков промышленных производств, содержащих трудноудаляемые загрязнители: азосоединения и поверхностно-активные вещества.

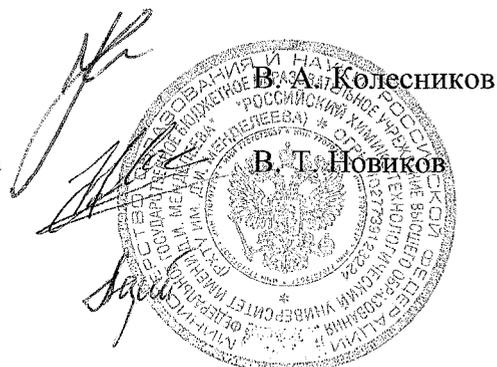
По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года № 842 (с изменениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата химических наук.

На заседании «05» октября 2017 года, протокол № 12, диссертационный совет принял решение присудить Ефремовой Екатерине Николаевне ученую степень кандидата химических наук по специальности 05.17.03 - Технология электрохимических процессов и защита от коррозии.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени - 16, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - 1.

Председатель диссертационного совета

Ученый секретарь диссертационного совета



В. А. Колесников

В. Т. Новиков