

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА

Д 212.204.05 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 «01» июня 2016 года, протокол № 7

О присуждении Якушину Роману Владимировичу, гражданину Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Интенсификация окислительно-восстановительных процессов в водных растворах с использованием метода электроразрядной плазмы» в виде рукописи по специальности 02.00.04 – Физическая химия, технические науки, принята к защите «16» марта 2016 года, протокол № 6, диссертационным советом Д 212.204.05 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 «29» октября 2014 года № 588/нк).

Соискатель Якушин Роман Владимирович, 12 декабря 1987 года рождения, в 2012 году окончил Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Обучался в аспирантуре в Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедре инновационных материалов и защиты от коррозии с 22.10.2012 по настоящее время.

Работает в должности старшего преподавателя кафедры физического воспитания в Российском химико-технологическом университете имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Диссертация выполнена на кафедре инновационных материалов и защиты от коррозии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор Колесников Владимир Александрович, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов, Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор Харламова Татьяна Андреевна, гражданка Российской Федерации, профессор кафедры общей и неорганической химии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» Министерства образования и науки Российской Федерации, Москва;

кандидат технических наук, Болдырев Вениамин Станиславович, гражданин Российской Федерации, доцент кафедры химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана» Министерства образования и науки Российской Федерации, 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 главным научным сотрудником, заведующим кафедрой технологии приборов и материалов электронной техники, доктором химических наук, профессором Рыбкиным Владимиром Владимировичем, и утвержденном проректором по научной работе, доктором химических наук, профессором Сырбу Сергеем Александровичем, указала, что автор диссертационной работы Якушин Роман Владимирович заслуживает присуждения степени кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия (отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры технологии приборов и материалов электронной техники 13 апреля 2016 года. Протокол № 8).

Соискатель имеет 24 опубликованных работ, из них 15 по теме диссертации, общим объёмом 55 страниц, в том числе 7 в научных журналах, включенных в перечень рецензируемых научных изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. В публикациях представлены результаты исследований современного метода очистки воды от ионов металлов, органических веществ и микроорганизмов. Соискателем опубликовано 6 работ в материалах международных конференций; получен 1 патент Российской Федерации. Все 24 работы соискателя написаны в соавторстве. Личный вклад соискателя заключается в планировании работ, проведении экспериментов, обсуждении полученных результатов и подготовке материалов к публикации, обеспечении внедрения и апробации оборудования на предприятиях и составляет 75-85%. Авторских свидетельств, депонированных рукописей и монографий не имеет. Наиболее значимые научные работы по теме диссертации: Якушин Р.В., Бродский В.А., Колесников В.А., Чистилинов А.В., Певгов В.Г. Исследование влияния разрядов низкотемпературной плазмы на валентное состояние переходных металлов в водных растворах и перспективы применения метода в процессе водоподготовки // Вода: химия и экология. – 2014. – № 3 (69). – С. 89-95; Якушин Р.В., Колесников В.А., Бродский В.А., Чистилинов А.В., Офицеров Е.Н. Интенсификация окисления органических веществ в водных растворах при обработке импульсными высоковольтными разрядами // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2015. – № 4. – С. 120-127; Якушин Р.В., Колесников В.А., Бродский В.А., Офицеров Е.Н., Чистилинов А.В. Исследование деструкции органических веществ в водных растворах под воздействием импульсных высоковольтных разрядов // Журнал прикладной химии. – 2015. – Т. 88. – Вып. 8. – С. 1221-1226.

На диссертацию и автореферат поступило 10 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 Семенова Сергея Юрьевича, директора Федерального государственного унитарного предприятия «Научно-технический центр радиационно-химической безопасности и гигиены» Федерального медико-биологического агентства России в качестве замечаний отмечено отсутствие в работе методологии определения конечных продуктов и оценки их токсического воздействия на окружающую среду, что крайне важно при осуществлении мониторинга промышленных сбросов. Неочевидна производительность устройства, заявленного на патент.

В отзыве доктора технических наук Крутько Эльвиры Тихоновны, профессора кафедры технологии нефтехимического синтеза и переработки полимерных материалов Учреждения образования «Белорусский государственный технологический университет» в качестве замечаний отмечено, что следовало бы провести оценку токсичности продуктов разложения органических

веществ, а также следовало бы представить спектральные характеристики не только барьерного, но и искрового разряда. Кроме того, из текста автореферата остается неясно, каким образом определялась концентрация пероксида водорода в системе, а также отмечено, что рассчитываемые в работе показатели степени извлечения малорастворимых соединений и изменение химического потребления кислорода растворов органических веществ имеют одинаковое обозначение -  $\alpha$ .

В отзыве доктора химических наук, профессора **Голубкова** Сергея Викторовича, вице-президента Российского союза химиков и Российского химического общества имени Д.И. Менделеева, заслуженного химика Российской Федерации рекомендовано использовать источник высоковольтного напряжения с возможностью изменения параметров тока. Также стоит уделить большее внимание анализу продуктов разложения органических веществ.

В отзыве кандидата технических наук **Макальского** Леонида Михайловича, доцента кафедры инженерной экологии и охраны труда Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в качестве замечаний отмечено, что неясно, какой длительности и формы использовались импульсы в воздействующих разрядах; наряду с использованными автором методов минералогического состава включений воды можно использовать мультисенсорный анализатор.

В отзыве кандидата технических наук **Мурашко** Кирилла Андреевича, старшего научного сотрудника кафедры технологии электрического привода Лаппеерантского технологического университета (Лаппееранта, Финляндия) в качестве замечаний отмечено, что в автореферате отсутствуют важные с точки зрения электротехники характеристики импульса тока, а также обоснования выбора концентраций объектов исследования.

В отзыве доктора физико-математических наук **Климова** Анатолия Ивановича, заведующего отделом экспериментальной магнитоплазменной аэродинамики и плазмохимии гетерогенных смесей Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Объединенный институт высоких температур Российской академии наук» в качестве замечания отмечено, что в диссертационной работе отсутствуют результаты параметрических исследований электрических разрядов, используемых в реакторе, (напряжение, ток, в разряде, частота разряда, импульсная мощность, вложенная в разряд). Это не дает возможности оптимизировать конструкцию предложенного лабораторного варианта реактора и его промышленного варианта.

В отзыве кандидата технических наук **Сысоева** Владимира Степановича, старшего научного сотрудника отделения Высоковольтного научно-технического центра Федерального государственного унитарного предприятия «Российский Федеральный ядерный центр» Всероссийского научно-исследовательского института технической физики имени академика Е.И. Забабахина в качестве замечаний отмечено, что недостаточно аргументированы преимущества предлагаемого метода окисления по сравнению с известными методами, применяемыми в настоящее время; не получены данные о температурном режиме обработки и об ее изменении при воздействии электрической плазмы на растворы; мало уделено внимания исследованию формы напряжения и характеристикам импульса тока при электрическом разряде (что может быть объяснено большими техническими сложностями при проведении таких высоковольтных измерений); недостаточно раскрыта уникальность применяемого генератора плазмы.

Отзывы доктора химических наук, профессора **Асанова** Усена Асановича, академика Национальной академии наук Кыргызской Республики, заслуженного деятеля науки Кыргызской Республики, кандидата технических наук **Петрова** Виктора Алексеевича, ученого секретаря Института информационных технологий Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» и кандидата технических наук **Цеханович** Ольги Михайловны, доцента кафедры сервиса и туризма Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Гжелский государственный университет» замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован сферой их научных интересов, что подтверждается их научными публикациями и позволяет определить научную и практическую значимость представленной диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- предложена новая конструкция устройства обработки водных растворов барьерным разрядом для реализации окислительно-восстановительных процессов с повышенной энергоэффективностью (45 кГц, 6 кВ, 0,1 кВт·ч/м<sup>3</sup>);
- установлено влияние основных факторов (диапазон pH, окислительно-восстановительный потенциал системы, исходная концентрация ионов металлов, введение кислорода воздуха), на эффективность окисления и последующего извлечения малорастворимых соединений металлов переменной валентности;
- определены технологические параметры процесса окисления фенола, хинона, бензофенона, бутанола-1, пропанола-1, пропанола-2, ацетальдегида, формальдегида, уксусной и муравьиной кислот в водных растворах с использованием реакторов искрового разряда (45 кГц; 2,5 кВ; 1,25 кВт·ч; скорость протока до 2 м<sup>3</sup>/ч; изменение показателя химического потребления кислорода до 97% за 10 циклов) и барьерного разряда (45 кГц, 6 кВ; 0,1 кВт·ч; скорость протока до 2 м<sup>3</sup>/ч; изменение показателя химического потребления кислорода до 87% за 10 циклов);
- показана перспективность обеззараживания воды, содержащей условно-патогенные микроорганизмы, методом электроразрядной плазмы.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- изучено влияние электроразрядной обработки (искровой и барьерный разряд) на физико-химические свойства растворов (скорость накопления пероксида водорода, pH, окислительно-восстановительный потенциал, концентрации ионов металлов, органических веществ и микроорганизмов);
- предложен подход к исследованию, состоящий в рассмотрении с равных позиций (идентичные электрофизические параметры источника тока, скорость протока жидкости, равные исходные концентрации веществ в растворах), позволяющий провести сравнение эффективности воздействия искрового и барьерного разрядов на водные растворы, содержащие неорганические и органические вещества, а также микроорганизмы.

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

- разработана новая конструкция устройства обработки водных растворов барьерным разрядом, научная новизна которого подтверждена патентом Российской Федерации № 161968 «Устройство обработки жидкостей барьерным разрядом»;
- технологический процесс обезвреживания сточных вод, содержащих органические вещества, апробирован в Публичном акционерном обществе «Нефтяная компания «Роснефть» – Московский завод «Нефтепродукт» (Москва) (0,6-2 м<sup>3</sup>/ч, удельная мощность до 2 кВт·ч/м<sup>3</sup>);
- технология обеззараживания воды с участием устройств обработки жидкости искровым и барьерным разрядом апробирована на участке линии по производству питьевой бутилированной воды первой категории в Обществе с ограниченной ответственностью «Да!Вода!» (Тверь).

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что результаты получены с использованием современного оборудования и стандартных методик, математическая обработка показала хорошую воспроизводимость результатов исследования, выводы диссертации обоснованы, не вызывают сомнений и согласуются с современными представлениями о процессах, протекающих в электроразрядной плазме.

Результаты работы могут быть рекомендованы для изучения и внедрения в научных и образовательных организациях, а также на предприятиях химического, технического и химико-технологического профиля для процесса водоочистки, а также могут быть рекомендованы для использования в фундаментальных проектах и в прикладных работах.

Личный вклад соискателя состоит в планировании работ, проведении экспериментов, обсуждении полученных результатов и подготовке материалов к публикации, обеспечении внедрения и апробации оборудования на предприятиях.

Диссертация охватывает основные вопросы поставленной научной задачи и соответствует критерию внутреннего единства, что подтверждается наличием последовательного плана исследования, непротиворечивой методологической платформы, основной идейной линии, концептуальности и взаимосвязи выводов. По своему содержанию диссертация отвечает паспорту специальности 02.00.04 – Физическая химия в части формулы специальности: пункта 5 «Изучение физико-химических свойств систем при воздействии внешних полей, а также в экстремальных условиях высоких температур и давлений»; пункта 7 «Макрокинетика, механизмы сложных химических процессов, физико-химическая гидродинамика, растворение и кристаллизация»; пункта 9 «Элементарные реакции с участием активных частиц»; пункта 11 «Физико-химические основы процессов химической технологии».

Диссертационный совет пришёл к выводу о том, что диссертация представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, которая направлена на интенсификацию окислительно-восстановительных процессов в водных растворах с использованием метода электроразрядной плазмы, разработанная новая конструкция устройства обработки водных растворов барьерным разрядом для реализации окислительно-восстановительных процессов позволяет спроектировать наиболее эффективную (для решения каждой конкретной задачи) установку для очистки воды, что имеет особо важное для промышленности значение.

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 наук.

На заседании «01» июня 2016 года протокол № 7 диссертационный совет принял решение присудить Якушину Роману Владимировичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 16 человек, из них 5 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 16, против присуждения учёной степени - нет, недействительных бюллетеней - нет.

Председатель диссертационного совета

Т. А. Ваграмян

Ученый секретарь диссертационного совета



О. В. Яровая