

## 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 «24» марта 2016 года, протокол № 4

О присуждении Гайдуковой Анастасии Михайловне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Извлечение металлов переменной валентности из водных растворов с использованием электрохимических и физических методов» в виде рукописи по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии, технические науки, принята к защите «21» января 2016 года, протокол № 3, 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 Гайдукова Анастасия Михайловна «8» ноября 1989 года рождения, в 2012 году окончила Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Работает в должности ведущего инженера кафедры технологии неорганических веществ и электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации. Обучалась в аспирантуре на кафедре технологии электрохимических процессов Российского химико-технологического университета имени Д. И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации с 22 октября 2012 по 22 октября 2016 года.

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

Научный руководитель, Колесников Владимир Александрович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой 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, Невский Александр Владимирович, гражданин Российской Федерации, профессор кафедры общей химической технологии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ивановский государственный химико-технологический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации, Иваново;

Кандидат технических наук, доцент, Камруков Александр Семенович, гражданин Российской Федерации, доцент кафедры «Плазменные энергетические установки (Э-8)», 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 учреждение науки Институт общей и неорганической химии имени Н.С. Курнакова Российской

академии наук, Москва, в своем **положительном** заключении, подписанном главным научным сотрудником лаборатории теоретических основ химической технологии, доктором технических наук, профессором Куловым Николаем Николаевичем и ученым секретарем секции Ученого совета, кандидатом химических наук Заходяевой Юлией Алексеевной и утвержденном заместителем директора, доктором химических наук Жижиним Константином Юрьевичем, указала, что автор Гайдукова Анастасия Михайловна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.03 – Технология электрохимических процессов и защита от коррозии (отзыв заслушан и одобрен на заседании секции «Теоретические основы химической технологии и разработка эффективных химико-технологических процессов» Ученого совета 17 февраля 2016 года, протокол № 69).

Соискатель имеет 12 опубликованных работ, все по теме диссертации, общим объемом 66 страниц, в том числе 6 в научных журналах, включенных в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций.

В публикации по теме диссертационной работы вошли исследования по изучению безреагентных методов очистки водных растворов от ионов металлов переменной валентности (электрофлотация, кавитация, электрохимическое окисление в окислительно-восстановительном модуле) и выбор оптимальных параметров процесса для наиболее полного окисления ионов металлов, исследования электрофлотационного процесса извлечения малорастворимых соединений церия (III, IV) из водных растворов и влияния физико-химических свойств среды (рН, флокулянты, ПАВ) на эффективность процесса извлечения.

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 6 работ в материалах всероссийских и международных конференций. Монографий, патентов, депонированных рукописей не имеет.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Гайдукова А. М., Бродский В. А., Колесников В. А., Канделаки Г. И. Способы интенсификации окислительно-восстановительных реакций в процессах удаления ионов железа(II) из водных растворов // Гальванотехника и обработка поверхности. 2013. №4. С. 47-53.

2. Гайдукова А. М., Бродский В. А., Колесников В. А. Очистка водных растворов от металлов переменной валентности с использованием оксидных рутениево-титановых электродов // Журнал прикладной химии. 2014. Т. 87. Вып.9. С. 1221-1226.

3. Гайдукова А.М., Бродский В.А., Колесников В.А. Влияние рН среды на физико-химические характеристики и эффективность электрофлотационного извлечения малорастворимых соединений церия (III, IV) из водных растворов // Журнал прикладной химии. 2015. Т. 88. Вып.9. С. 1300-1305.

На диссертацию и автореферат поступило 7 отзывов, все положительные. В отзывах указывается, что представляемая работа характеризуется высоким научным и экспериментальным уровнем, имеет большое научное и практическое значение и по своей новизне и актуальности соответствует требованиям Высшей аттестационной комиссии. В отзыве доктора технических наук, профессора Михаленко Михаила Григорьевича, директора института физико-химических технологий и материаловедения Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева» и доктора технических наук, профессора Плохова

Сергея Владимировича, профессора кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» того же университета, в качестве замечаний отмечено: 1) желательно дополнять технологические исследования по электрохимическому и химическому окислению ионов металлов данными о кинетике и механизме этих процессов, что позволяет выявить пути повышения их эффективности; 2) не обсуждается вопрос дальнейшего использования извлекаемых компонентов; 3) в автореферате не приведены сведения об экономических показателях предложенных технологических схем. В отзыве профессора кафедры «Технология электрохимических производств» Ивановского государственного химико-технологического университета, кандидата технических наук Юдиной Татьяны Фёдоровны в качестве замечаний отмечено: 1) из текста автореферата не совсем ясно с какой целью проводилась предварительная электрохимическая обработка поверхности электрода (с.5), т.к. далее из текста следует, что такая обработка проводилась для регенерации  $Ru^{4+}$  после протекания ОВ-реакции; 2) в тексте автореферата отмечено, что проведены опытно-промышленные испытания разработанных технологических решений (с.2); однако из дальнейшего текста автореферата не совсем ясно, где были проведены эти испытания, и каковы их результаты? В отзыве генерального директора общества с ограниченной ответственностью «Дельтапласт», кандидата химических наук Коваленко Виктора Яковлевича в качестве замечания можно отнести отсутствие технико-экономической оценки, что затрудняет использование разработанной технологии в промышленности. В отзыве доцента кафедры инновационных материалов и защиты от коррозии Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева, кандидата технических наук Абрашова Алексея Александровича в качестве замечаний отмечено: 1) в автореферате на стр. 7 отмечено, что в экспериментальных исследованиях по окислению ионов церия (III) в электрохимическом модуле использовали ранее полученные значения количества электричества и продолжительности предварительной обработки электрода, необходимой для полного восстановления рутения (III), а также значение плотности тока для режима с наложением поляризации на электрод. Здесь, по-видимому, закралась опечатка и имеется в виду полное окисление рутения (III), а не его восстановление; 2) в автореферате не указано на каких предприятиях проводились опытно-промышленные испытания разработанных технологий очистки воды, а также не приводится результат этих испытаний. В отзыве представителя компании общества с ограниченной ответственностью «Бекмен Культер», кандидата химических наук Кавыршиной Ксении Владимировны в качестве замечаний отмечено: 1) процесс электрохимического окисления проводился на модуле, состоящем из корпуса и двух электродов, выполненных из титана с нанесением оксидов титана и рутения. Но в методической части не указано о размерах электродов. Было ли проведено соотношение результатов очистки от размеров площадей электродов? 2) в названии таблицы 2 следует дополнить и «1 г/л  $Na_2SO_4$ »; 3) при получении данных о размерах частиц соединений железа в процессе электрофлотации не высказано предположение о том, почему размер частиц увеличивается при увеличении продолжительности процесса до 30 мин; 4) при исследовании различных концентраций водных растворов, содержащих металлы переменной валентности, были выбраны пограничные значения концентраций: 5, 10, 20 и 50 мг/л  $Me^{2+}$ . По какой причине выбирались данные концентрации? Соотносимы ли они с реальными значениями концентраций сточных вод? В отзыве научного руководителя общества с ограниченной ответственностью «Глобал СО», доктора технических наук, профессора Десятова Андрея Викторовича в качестве замечания отмечено отсутствие данных опытно-промышленных испытаний разработанных технологических решений, не приведено описание волнового устройства для создания кавитации. В отзыве декана факультета физико-математических и естественных наук,

заведующего кафедрой «Химия» Федерального государственного бюджетного общеобразовательного учреждения высшего профессионального образования «Пензенский государственный университет», доктора технических наук, профессора Перельгина Юрия Петровича в качестве замечаний отмечено: 1) в автореферате на стр. 4 в уравнении для определения степени очистки имеется опечатка; 2) автор не приводит экономическую оценку выбранных им методов очистки; 3) нет сравнительной оценки разработанных технологических решений с существующими методами очистки воды от ионов металлов переменной валентности.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован их высокой компетентностью в вопросах технологии электрохимических процессов, которая подтверждена значительным количеством публикаций и патентов в данной области, и дает возможность оценить научную и практическую значимость диссертации.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

*разработан* окислительно-восстановительный модуль на основе твердофазного Red/Ox процесса с электрохимической регенерацией окислителя ( $\text{Ru}^{4+}$ ) для окисления металлов переменной валентности ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$ ) в водных растворах и определены оптимальные условия высокой эффективности процесса;

*определены* оптимальные условия совместного окисления и электрофлотационного извлечения металлов переменной валентности ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ) в окисленной форме (оксид, гидроксид металла (III)) при pH 5 – 7 из водных растворов;

*разработаны* новые технологические решения использования электрохимического модуля окисления и электрофлотационного процесса извлечения для систем  $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}^{3+}$ ,  $\text{Co}^{2+}/\text{Co}^{3+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$ , обеспечивающие высокую эффективность процесса;

*впервые предложен к реализации* процесс электрофлотационного извлечения и разделения малорастворимых соединений  $\text{Ce}^{3+}/\text{Ce}^{4+}$  из водных растворов  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

на основании анализа экспериментальных и литературных данных по межфазным явлениям на границе раздела оксид металла – электролит, состава поверхностного слоя оксида и его электрокаталитических свойств разработан окислительно-восстановительный модуль на основе твердофазного Red/Ox процесса с электрохимической регенерацией окислителя ( $\text{Ru}^{4+}$ ) для окисления металлов переменной валентности в водных растворах. Определены оптимальные условия, при которых окисление ионов металлов  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$  протекает с высокой эффективностью в растворах  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  и  $\text{NaCl}$ ;

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

*разработаны* технологические решения совместного использования электрохимического модуля и электрофлотации для окисления и извлечения ионов металлов переменной валентности ( $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Ce}^{3+}$ ) из водных растворов, обеспечивающие высокую эффективность процесса;

*проведены* опытно-промышленные испытания разработанных решений для процессов водоподготовки и водоочистки водных растворов специалистами компании закрытого акционерного общества «Экологическая инжиниринговая компания». Результаты испытаний подтвердили технологическую возможность и экономическую целесообразность применения разработанных решений в системах водоочистки промышленных предприятий, а также для подготовки артезианской воды до норм СанПиН 2.1.4.1074-01.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

- экспериментальные данные получены на современном оборудовании, с анализом погрешностей и проверкой воспроизводимости определяемых величин;
- достоверность полученных результатов обеспечена использованием методик эксперимента, соответствующих современному научному уровню, и подтверждена их согласованностью;
- выводы диссертации обоснованы и не вызывают сомнения.

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

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 05.17.03 – технология электрохимических процессов и защита от коррозии в части п.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 на основании выполненных автором исследований изложены новые научно обоснованные технологические решения по извлечению соединений металлов переменной валентности из водных растворов с использованием электрохимических и физических методов для решения задач водоподготовки, очистки сточных вод, извлечения из водных сред металлов в качестве ценных вторичных материальных ресурсов, что снижает техногенную нагрузку на окружающую природную среду и имеет существенное значение для развития страны. 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, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

На заседании «24» марта 2016 года протокол № 4 диссертационный совет принял решение присудить Гайдуковой Анастасии Михайловне ученую степень кандидата технических 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 6 докторов наук по специальности и отрасли наук рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 17, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель заседания диссертационного совета

Т. А. Ваграмян

Ученый секретарь диссертационного совета

В. Т. Новиков

