

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.285.23 НА БАЗЕ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УРАЛЬСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ ПЕРВОГО  
ПРЕЗИДЕНТА РОССИИ Б.Н. ЕЛЬЦИНА», МИНИСТЕРСТВО  
ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ, ПО  
ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА  
НАУК

аттестационное дело № \_\_\_\_\_

решение диссертационного совета от **20.10.2016** № 14

О присуждении **Катаеву Алексею Владимировичу**, гражданство Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Физико-химические, экстракционные и комплексообразующие свойства функционализированных трет-карбоновых кислот Versatic» в виде рукописи по специальности 02.00.04 – Физическая химия принята к защите 05.07.2016, протокол № 7, диссертационным советом Д 212.285.23 на базе ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Минобрнауки России, 620002, Екатеринбург, ул. Мира, 19; диссовет создан приказом Минобрнауки России 09.11.2012, приказ № 717/нк.

**Соискатель** Катаев Алексей Владимирович, 1987 года рождения, в 2010 г. окончил ГОУ ВПО «Пермский государственный университет» по направлению «Химия»; в 2014 г. окончил очную аспирантуру ФГБУН «Институт технической химии» Уральского отделения Российской академии наук (г. Пермь) по специальности 02.00.15 – Кинетика и катализ; работает в должности младшего научного сотрудника лаборатории органических комплексообразующих реагентов в ФГБУН «Институт технической химии» (г. Пермь) Уральского отделения Российской академии наук, ФАНО.

Диссертация выполнена в лаборатории органических комплексообразующих реагентов ФГБУН Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук (г. Пермь), ФАНО.

**Научный руководитель** – доктор технических наук, профессор Радусhev Александр Васильевич, ФГБУН Институт технической химии Уральского отделения Российской академии наук, лаборатория органических комплексообразующих реагентов, ведущий научный сотрудник.

**Официальные оппоненты:**

Дегтев Михаил Иванович, доктор химических наук, профессор, ФГБОУ ВО "Пермский государственный национальный исследовательский университет", кафедра аналитической химии, заведующий кафедрой;

Первова Инна Геннадьевна, доктор химических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет» (г. Екатеринбург), кафедра физико-химической технологии защиты биосферы, заведующий кафедрой

дали положительные отзывы на диссертацию.

**Ведущая организация** ФГБУН Институт химии и технологии редких элементов и минерального сырья им. И.В. Тананаева Кольского научного центра Российской академии наук, г. Апатиты, в своем положительном заключении, подписанном **Касиковым Александром Георгиевичем**, кандидатом химических наук, доцентом, заведующим сектором гидрометаллургии кобальта, никеля и благородных металлов лаб. № 34, **Громовым Петром Борисовичем**, кандидатом технических наук, зав. лаборатории № 34, **Дьяковой Людмилой Владимировной**, кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником лаб. № 34 указала, что в целом диссертационная работа Катаева Алексея Владимировича представляет собой завершённое научное исследование, выполненное на актуальную тему на высоком теоретическом и экспериментальном уровне. Цели, сформулированные в диссертации, научно значимы для физической химии экстракционных процессов, так как установлены научно-

обоснованные решения по использованию новых реагентов для извлечения цветных металлов с помощью методов экстракции и флотации. Выводы, сделанные по работе, объективно отражают основное содержание диссертации, подтверждены достоверными физико-химическими методами исследований. Содержание автореферата и публикаций достаточно полно отражают содержание диссертационной работы и выносимых на защиту положений. По объему выполненной работы, полученным результатам, их научной и практической ценности диссертационная работа соответствует п. 9 Положения о присуждении ученых степеней, а ее автор Катаев Алексей Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Соискатель имеет 17 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 17 работ, опубликованных в рецензируемых научных изданиях – 6. Другие публикации по теме диссертации представлены в виде 11 тезисов докладов, опубликованных в материалах всероссийских (8) и международных (3) научных конференций. Общий объем 4,29 п.л. / 1,05 п.л. – авторский.

Наиболее значительные научные работы по теме диссертации:

1. Aleksandr V. Radushev, Tatiana D. Batueva & **Aleksey V. Kataev**. Versatic functional tert-carboxylic acids as metal extractive agents // Separation Science and Technology. 2015. V. 50. № 4. P. 512-519. (0,67 п.л. / 0,22 п.л.)
2. Радусhev А. В., Батуева Т. Д., Голышкин А. В., **Катаев А. В.** Физико-химические свойства амидов  $\alpha$ -разветвленных третичных карбоновых кислот // Башкирский химический журнал. 2012. Т.19. № 4. С. 79-82. (0,32 п.л. / 0,08 п.л.)
3. Радусhev А. В., Батуева Т. Д., **Катаев А. В.**, Чеканова Л. Г., Горбунов А. А. Физико-химические свойства 1,2-диацилгидразинов на основе  $\alpha$ -разветвленных третичных карбоновых кислот Versatic // Ж. общей химии. 2013. Т. 83. № 7. С. 1057-1060. (Radushev A. V., Batueva T. D., Kataev A. V. et al. // Rus. J. of General Chem. 2013. V. 83. № 7, P. 1311-1314). (0,35 п.л. / 0,07 п.л.)

4. Чеканова Л. Г., Батуева Т. Д., Радусhev А. В., **Катаев А. В.** Экстракция меди(II) 1,2-диацилгидразинами в присутствии сопутствующих металлов // Ж. неорг. химии. 2013. Т. 58. №11. С. 1549-1553. (Chekanova L. G., Batueva T. D., Radushev A. V., Kataev A. V. // Rus. J. of Inorg. Chem. 2013. V. 58. № 11. P. 1390-1394). (0,4 п.л. / 0,1 п.л.)
5. Батуева Т. Д., Радусhev А. В., Шавкунов С. П., Горбунов А. А., **Катаев А. В.** Гидразиды и N,N-диметилгидразиды трет-карбоновых кислот Versatic: физико-химические свойства // Химическая технология. 2014. Т. 15. № 11. С. 657-663. (0,59 п.л. / 0,12 п.л.)
6. Радусhev А. В., Ваулина В. Н., Харитоновa А. В., Халезов Б. Д., **Катаев А. В.**, Гаврилов А. Г. Экстракция никеля и кобальта из сернокислых растворов выщелачивания с использованием реагента на основе гидразидов высших изомерных кислот // Химическая технология. 2016. № 5. С. 223-227. (0,36 п.л. / 0,06 п.л.)

На автореферат поступило 8 положительных отзывов: от **Набойченко Станислава Степановича**, чл-корр. РАН, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой металлургии тяжелых цветных металлов ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»; **Шейна Анатолия Борисовича**, д.х.н., профессора, заведующего кафедрой физической химии ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»; **Медяник Надежды Леонидовны**, д.т.н., профессора, заведующего кафедрой химии ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет имени Г.И. Носова»; **Кудряшовой Ольги Станиславовны**, д.х.н., профессора, гл. научного сотрудника лаборатории гетерогенных равновесий Естественнонаучного института ФГБОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»; **Литвиновой Татьяны Евгеньевны**, д.т.н., профессора кафедры общей и физической химии ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»; **Кондратюка Игоря Мирославовича**, д.т.н., профессора кафедры общей и неорганической химии ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»; **Митрофановой**

**Галины Викторовны**, к.т.н., доцента, и. о. заведующего лаборатории флотационных реагентов и обогащения комплексных руд ФГБУН Горный институт КНЦ РАН (г. Апатиты); **Макарова Юрия Александровича**, главного специалиста по вопросам гидрометаллургии ЗАО «Русская медная компания» (г. Екатеринбург).

Отзывы содержат следующие критические замечания и вопросы: о переносе аммиака в органическую фазу при экстракции и выборе сульфатных растворов как среды (Кудряшова О.С.); о предполагаемом способе выделения никеля из экстракта и виде готового продукта (Макаров Ю.А.); о методах контроля установления экстракционного равновесия и изучения гидролитической устойчивости реагентов (Шеин А.Б.); о планировании эксперимента и доверительном интервале полученных результатов экстракции (Медяник Н.Л.); о возможностях образования сольватных комплексов в органической фазе и учете неидеальности водного раствора при расчете констант экстракции (Литвинова Т.Е.); о содержании железа в растворах выщелачивания окисленных никелевых руд Серовского месторождения и соотношении фаз при реэкстракции (Набойченко С.С.); об отсутствии в автореферате данных по токсичности и ПДК реагента класса диацилгидразинов (Митрофанова Г.В.); об отсутствии в автореферате данных о характеристиках исходного продукта (Кондратюк И.М.).

**Выбор официальных оппонентов обосновывается** тем, что они являются известными специалистами в области комплексообразования органических лигандов с металлами (Первова И.Г), в области экстракционного разделения и концентрирования ионов металлов (Дегтев М.И.), что подтверждается их публикациями в высокорейтинговых научных журналах. **Выбор ведущей организации обосновывается** наличием авторитетной научной школы по разработке технологий получения химических реагентов для горнодобывающей и других отраслей промышленности.

**Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований впервые исследованы физико-химические**

свойства шести новых производных трет-карбоновой кислоты Versatic 10 – гидразида, N',N'-диметилгидразида, 1,2-диацилгидразина, амида, N',N'-диэтил- и N',N'-дибутиламида, необходимые для оценки их в качестве экстрагентов (растворимость, кислотно-основные свойства, распределение между водной и органической фазами, устойчивость к гидролизу и окислению). **Установлено**, что по сравнению с аналогами на основе алифатических и алициклических кислот, изученные реагенты более устойчивы к гидролизу и окислению, хорошо совместимы с углеводородными растворителями. **Определены** условия экстракции ионов Cu(II), Co(II), Ni(II), Zn(II) с исследуемыми производными, **рассчитаны** константы экстракции Cu(II) и Ni(II). **Показано**, что разветвление и увеличение длины алкильного радикала ацильного фрагмента улучшают экстракционные свойства 1,2-диацилгидразинов: значение рН экстракции исследуемых катионов металлов смещается в более кислую область. **Установлено**, что амиды трет-карбоновых кислот Versatic обладают слабыми экстракционными свойствами и не склонны к комплексообразованию, но могут представлять интерес для флотации минералов. **Изучено** комплексообразование функционализированных кислот Versatic 10 с Cu(II) и Ni(II). Методами кондуктометрического титрования, насыщения и изомолярных серий **установлено**, что 1,2-диацилгидразин и N',N'-диметилгидразид образуют электронейтральные комплексы состава  $[M(HL)_2]$  и  $[ML_2]$  соответственно, а гидразид – заряженный катионный комплекс типа  $[M(HL)_3]SO_4$ . На основе данных элементного анализа,  $^1H$  ЯМР-, ИК-спектроскопии **предложены** графические формулы комплексов.

**Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что расширены** представления о взаимосвязи строения органических лигандов с функционально-активной гидразидной группой атомов и их физико-химическими свойствами и комплексообразованием по отношению к ионам металлов, а также поведению в гетерогенных процессах выделения и разделения элементов.

**Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: показана** пригодность использования 1,2-диацилгидразина кислоты Versatic 10 для очистки сточных вод от ионов цветных металлов, например меди с помощью флотации или флотоэкстракции; **установлено**, что амиды на основе кислоты Versatic 10 представляют интерес как реагенты для флотации руд и минералов; **показано**, что диметилгидразид кислоты Versatic 10 может быть использован для экстракции и разделения  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  и  $\text{Co}^{2+}$  из аммиачных растворов; **разработан** оптимальный способ предподготовки кубового остатка производства неодекановой кислоты с выделением фракции  $\text{C}_{15}\text{-C}_{19}$  трет-карбоновых кислот; по данному способу на базе ФГУП РНЦ «Прикладная химия» была **наработана** опытная партия (~18 кг) керосинового раствора трет-карбоновых кислот фракции  $\text{C}_{15}\text{-C}_{19}$ ; **изучены** возможности применения гидразида трет-карбоновых кислот фракции  $\text{C}_{15}\text{-C}_{19}$  для прямой экстракции Ni(II) и Co(II) из реального сульфатного раствора перколяционного выщелачивания окисленной никелевой руды Серовского месторождения; на основе проведенных исследований **предложена** принципиальная схема прямой экстракции Ni(II) из раствора выщелачивания окисленной никелевой руды с использованием гидразида Versatic фракции  $\text{C}_{15}\text{-C}_{19}$ , превосходящий зарубежный аналог Цианекс 301 по ряду технологических показателей.

**Оценка достоверности результатов исследования выявила, что** достоверность экспериментальных работ обеспечена использованием комплекса современного оборудования и хорошо себя зарекомендовавших методик физико-химического анализа. Развитые в работе теоретические положения **базируются** на фундаментальных законах химии, согласуются с ранее установленными теоретическими зависимостями и подтверждаются результатами экспериментов, полученными в ходе выполнения работ. **Использовано** сравнение авторских данных с теоретическими и экспериментальными данными, полученными ранее и представленными в литературе; **установлено, что** авторские результаты исследования физико-

химических, экстракционных свойств и комплексообразования функционализированных трет-карбоновых кислот хорошо согласуются с литературными данными по изучению реагентов на основе алифатических кислот нормального строения.

**Личный вклад соискателя** состоял в постановке задач исследования, планировании и проведении экспериментов, обработке и систематизации полученного экспериментального материала. Подготовка к публикации полученных результатов проводилась совместно с соавторами, причем вклад диссертанта был определяющим. Общая постановка целей и задач диссертационного исследования проведена совместно с научным руководителем работы.

На заседании 20 октября 2016 г. диссертационный совет принял решение присудить Катаеву А.В. ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 8 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 21 человека, входящих в состав совета, проголосовали: за 16, против 1, недействительных бюллетеней нет.

Председатель  
диссертационного совета

  
  
Черепанов Владимир Александрович

Ученый секретарь  
диссертационного совета

  
  
Неудачина Людмила Константиновна

20.10.2016