

Заключение диссертационного совета МГУ.014.6
по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук
Решение диссертационного совета от «23» октября 2024 г. № 129

О присуждении Сахоненковой Анне Павловна, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация «Карбонилгидриды технеция: синтез и реакционная способность» по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки) принята к защите диссертационным советом «11» сентября 2024 г., протокол № 122.

Соискатель Сахоненкова Анна Павловна 1997 года рождения, в 2020 году окончила кафедру радиохимии Института химии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет» по программе магистратуры, в 2023 году окончила очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения «Санкт-Петербургский государственный университет» на кафедре радиохимии Института химии по направлению 04.06.01 – «Химические науки», специальность 1.4.13 Радиохимия (химические науки).

Соискатель работает научным сотрудником лаборатории технологий медицинских изотопов отделения технологии изотопов Акционерного общества «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина».

Диссертация выполнена в лаборатории технологий медицинских изотопов отделения технологии изотопов Акционерного общества «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина».

Научный руководитель – доктор химических наук **Мирославов Александр Евгеньевич**, главный научный сотрудник отделения технологии изотопов Акционерного общества «Радиевый институт имени В.Г. Хлопина».

Официальные оппоненты:

Герман Константин Эдуардович – доктор химических наук, ведущий научный сотрудник с исполнением обязанности заведующего лаборатории химии технеция Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт физической химии и электрохимии имени А.Н. Фрумкина РАН;

Чернышева Мария Григорьевна – доктор химических наук, доцент, доцент кафедры радиохимии Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Московский Государственный Университет имени М.В. Ломоносова;

Виданов Виталий Львович – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник отдела радиохимических технологий Акционерного общества «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов им. А.А. Бочвара» - дали положительные отзывы на диссертацию.

Выбор официальных оппонентов обосновывался тем, что все они занимаются исследованиями в области радиохимии: Герман Константин Эдуардович является известным учёным в области радиохимии, биоорганической химии, химии радиоактивных элементов. Основные работы посвящены химии технеция, актинидов, радиоэкологии, ядерной трансмутации. Чернышева Мария Григорьевна является специалистом в области радиохимии, биохимии и коллоидной химии обладает высокой компетенцией в вопросах хелатирования радиоактивных металлов; Виданов Виталий Львович является специалистом в области радиохимии, в частности, обращения отработанного ядерного топлива. Публикации официальных оппонентов близки по своей направленности к теме рассматриваемой диссертационной работы.

Соискатель имеет 27 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации 3 работы, из них 3 статьи, опубликованные в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки).

1. Miroslavov A.E., Shishkina (Sakhonenkova) A. P., Sidorenko G.V., Gurzhiy V.V., Maltsev D.A., Kurysheva E.V., Hydrolysis of Hexacarbonyltechnetium(I) Cation: Formation and Structure of Technetium Carbonyl Hydride $^{99}\text{Tc}_3\text{H}(\text{CO})_{14}$ // *Inorganic Chemistry*. 2020 No. 59 V. 13 P. 9239 (DOI: 10.1021/acs.inorgchem.0c01145), (WoS, Q1, JIF 4.30, 0.76 п.л./30%)

2 Sakhonenkova A.P., Slastihina P.V., Sidorenko G.V., Tyupina M. Yu., Miroslavov A.E., Synthesis of $[\text{}^{99}\text{Tc}(\text{CO})_6]^+$ Cation under Ambient Conditions // *ChemistrySelect*. 2022 V. 7 P. e20220112 (DOI: 10.1002/slct.202201128), (WoS, Q2, JIF 1.90, 0.55 п.л./40%)

3 Sakhonenkova A.P., Miroslavov A.E., Sidorenko G.V., Alberto R., Besmer M.L., Gurzhiy V.V., Tyupina M.Yu., Existence and properties of $[\text{TcH}(\text{CO})_5]$ // *Organometallics*. 2024 (DOI: 10.1021/acs.organomet.4c00083), (WoS, Q1, JIF 2.60, 1.73 п.л./60%)

На автореферат поступило 3 дополнительных отзыва, все положительные.

Диссертационный совет отмечает, что представленная диссертация на соискание ученой степени кандидата химических наук является научно-квалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований решены вопросы, имеющие значение для развития радиохимии: 1) $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ впервые был получен в весовых количествах и спектроскопически охарактеризован. 2) впервые была разработана процедура синтеза $[\text{}^{99\text{m}}\text{TcH}(\text{CO})_5]$. Образование данного комплекса подтверждено методом ВЭЖХ. 3) исследована природа связи технеций-водород в $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ 4) получены и охарактеризованы новые карбонильные соединения технеция-99: $[\mu^3\text{-CO}_3(\text{}^{99}\text{Tc}(\text{bipy})(\text{CO})_3)_3]^{99}\text{TcO}_4$; $[\text{}^{99}\text{Tc}(\text{phen})_2(\text{CO})_2]^{99}\text{TcO}_4$ и $[\text{}^{99}\text{Tc}_3\text{H}(\text{CO})_{12}]$.

Практическая значимость работы состоит в том, то автором были разработаны эффективные методики синтеза высших карбониллов технеция-99, $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ и $[\text{}^{99}\text{Tc}(\text{CO})_6]\text{ClO}_4$ при атмосферном давлении. Описание химических и спектроскопических свойств $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ позволяет обнаружить его и предсказать поведение в различных средах, в том числе в растворах, образующихся в процессе переработки отработанного ядерного топлива. Также установлено, что $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ является удобным высоколетучим прекурсором для нанесения металлических покрытий технеция-99 методом MOCVD.

Диссертация представляет собой самостоятельное законченное исследование, обладающее внутренним единством. **Положения, выносимые на защиту**, содержат новые научные результаты и свидетельствуют о личном вкладе автора в науку: 1) в результате щелочного гидролиза $[\text{}^{99}\text{Tc}(\text{CO})_6]\text{ClO}_4$ образуются карбонилгидриды технеция-99: $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ и $[\text{}^{99}\text{Tc}_3\text{H}(\text{CO})_{12}]$. 2) $[\text{}^{99}\text{Tc}(\text{CO})_6]\text{ClO}_4$ может быть получен при атмосферном давлении по реакции прямого карбонилирования $[\text{}^{99}\text{TcBr}(\text{CO})_5]$ в присутствии AlCl_3 в растворе CH_2Cl_2 . 3) $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ образуется в весовых количествах при восстановлении $[\text{}^{99}\text{TcBr}(\text{CO})_5]$. 4) Связь Тс-Н в $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ имеет скорее ковалентную природу. 5) замещение карбонильных групп в $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ на моно и бидентатные ароматические амины сопряжено с разрывом связи Тс-Н. 6) в результате термолиза $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ при 80°C образуется ${}^{99}\text{Tc}_2(\text{CO})_{10}$, а при 300° металлический Тс-99. 7) $[\text{}^{99\text{m}}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ может быть получен при восстановлении $[\text{}^{99\text{m}}\text{TcI}(\text{CO})_5]$ боргидридом натрия в воде.

Личный вклад автора заключался в поиске, систематизации и анализе литературных данных; разработке методик синтеза целевых соединений; разработке методики и конструкции установки по нанесению покрытия металлического технеция-99 с применением $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ в качестве прекурсора; подготовке и постановке экспериментов по определению продуктов и механизма гидролиза $[\text{}^{99}\text{Tc}(\text{CO})_6]\text{ClO}_4$, химических свойств $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$ и продуктов термического разложения $[\text{}^{99}\text{Tc}_3\text{H}(\text{CO})_{12}]$ и $[\text{}^{99}\text{TcH}(\text{CO})_5]$; анализе и описании результатов экспериментов; интерпретации спектроскопических данных; обобщении полученных экспериментальных данных.

На заседании «23» октября 2024 г. диссертационный совет принял решение присудить Сахоненковой Анне Павловне ученую степень кандидата химических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 5 докторов наук по специальности 1.4.13 Радиохимия (химические науки), участвовавших в заседании, из 25 человек, входящих в состав, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Заместитель председателя диссертационного совета,

доктор физико-математических наук, профессор

_____/Черняев А.П./

Ученый секретарь диссертационного совета

кандидат химических наук

_____/Северин А.В./

«23» октября 2024 г.