

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 « ____ » _____ года, протокол № _____

О присуждении Зо Ёе Наингу, *гражданину Мьянмы*, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Разделение изотопов азота методом химобмена с термическим обращением потоков» по специальности 02.00.04 – Физическая химия, технические науки, принята к защите «16» апреля 2014 года, протокол № 9, диссертационным советом Д 212.204.05 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Министерства образования и науки Российской Федерации (125047, Москва, Миусская площадь, 3, приказ о создании диссертационного совета от «12» августа 2013 года № 419/нк).

Соискатель Зо Ёе Наинг, «9» января 1981 года рождения, гражданин Мьянмы, аспирант кафедры технологии изотопов и водородной энергетики Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации с 2008 года по настоящее время.

В 2001 году окончил в Мьянме Янгонский технологический университет по специальности «Технологическая химия». В 2006 году поступил в магистратуру Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации, которую закончил в 2008 году, защитив магистерскую диссертацию на тему «Изучение влияние температуры на фазовое равновесие в системе CO₂ – карбамат н-ДБА в органическом растворителе» и получив звание магистра техники и технологий по направлению «Химическая технология и биотехнология». В том же 2008 году поступил в аспирантуру Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации на кафедру технологии изотопов и водородной энергетики, которую окончил в 2014 году (приказом № 828 СТ от «28» ноября 2013 года срок обучения продлен до «1» апреля 2014 года).

Научный руководитель – кандидат химических наук Хорошилов Алексей Владимирович, доцент кафедры технологии изотопов и водородной энергетики Российского химико-технологического университета имени Д.И. Менделеева Министерства образования и науки Российской Федерации.

Официальные оппоненты:

Воротынцев Илья Владимирович, гражданин Российской Федерации, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры нанотехнологии и биотехнологии Института физико-химических технологий и материаловедения Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева Министерства образования и науки Российской Федерации, Нижний Новгород;

Алексеев Иван Александрович, гражданин Российской Федерации, кандидат технических наук, заведующий лабораторией разделения изотопов водорода федерального государственного бюджетного учреждения Петербургский институт ядерной физики имени

Б.П. Константинова Научно-исследовательского центра «Курчатовский институт», Гатчина, Ленинградская область,

дали **положительные** отзывы на диссертацию.

Ведущая организация – открытое акционерное общество «Высокотехнологический научно-исследовательский институт неорганических материалов имени академика А.А. Бочвара» Государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», Москва, в своем **положительном** заключении, подписанном кандидатом технических наук, старшим научным сотрудником Лизуновым Алексеем Владимировичем, кандидатом химических наук, председателем научно-технического совета отделения 230, главным экспертом Семеновым Александром Александровичем и ученым секретарем научно-технического совета отделения 230, инженером второй категории Аникиным Александром Сергеевичем и утвержденном доктором технических наук, профессором Ивановым Валентином Борисовичем, генеральным директором, отметила актуальность, научную новизну и практическую значимость диссертационной работы и указала на следующие недостатки: в материалах автореферата и диссертации нет сведений об исследованиях, позволяющих установить структуру и состав образующихся молекулярных комплексов экспериментальным либо расчетным путем, в то время как комплекс подобных исследований с использованием ядерного магнитного и протонного резонанса, инфракрасной спектроскопии и спектроскопии комбинационного рассеяния, рентгеноструктурного анализа и других методов мог бы существенно дополнить научную новизну работы и послужить основой для дальнейших исследований; в системах на основе метиламина практически для всех исследованных комплексообразователей характерна большая сорбционная емкость, чем в аналогичных системах на основе аммиака, однако системы с метиламином исключены из дальнейшего рассмотрения из-за превышения энтальпии образования таких комплексов по сравнению с аммиачными и большей токсичности метиламина, что требует хотя бы кратких расчетных обоснований; при определении энтальпии образования молекулярных комплексов применено уравнение изобары Вант-Гоффа (формула 2.16 на с.112), что при использовании значений мольного отношения корректно в случае образования одного соединения с известной *a priori* стехиометрией, а в исследуемых системах может иметь место одновременное образование различных молекулярных комплексов: принято стехиометрическое отношение «азотсодержащее соединение : комплексообразователь» 1:1 (реакция 2.19 там же) с константой равновесия $r/1-r$, где r – мольное отношение, что для комплексов с иной стехиометрией, например, 1:2, может привести к ошибкам в энтальпии образования; определение нижних температурных границ существования двухфазных систем было бы целесообразно сопроводить построением классических диаграмм «состав-свойство»; пункты 2 и 3 «Выводов» находят отражение только в тексте диссертации (отзыв заслушан и одобрен на заседании научно-технического совета Научно-исследовательского отделения разработки технологии и оборудования специальных неядерных материалов и изотопной продукции «29» мая 2014 года, протокол № 4/2014).

Соискатель имеет 10 опубликованных работ, все по теме диссертации, в том числе 2 работы в научных журналах, включенных в перечень российских рецензируемых научных журналов и изданий для опубликования основных научных результатов диссертаций. Все работы написаны в соавторстве с другими исследователями, общим объемом 33 страницы.

В работах представлены способы синтеза молекулярных комплексов аммиака и метиламина с органическими соединениями нескольких классов, результаты исследования фазового и изотопного равновесия в двухфазных системах с участием таких комплексных соединений, а также их физико-химические свойства. Личный вклад соискателя составляет

50-95% и заключается в непосредственном участии в планировании работ, проведении экспериментов, обсуждении полученных результатов и написании работ.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Хорошилов А.В., Чередниченко С.А., Зо Е Наинг Новые системы газ-жидкость для разделения изотопов азота методом химобмена // Перспективные материалы. Спец. выпуск. 2010, № 8. С. 310-314.

2. Хорошилов А.В., Зо Е Наинг, Чередниченко С.А., Анискина Н.А. Границы существования двухфазных систем «газообразные соединения азота и бора – их жидкие комплексные соединения» // Перспективные материалы. Спец. выпуск. 2011, № 10. С. 288-292.

3. Наинг Зо Е, Чередниченко С.А., Хорошилов А.В. Изотопное равновесие в системе аммиак – комплексное соединение аммиака с пентанолом-1 // Успехи в химии и химической технологии: Сб. науч. тр. Т. XXVI, № 7 (136). М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2012. С. 44 - 49.

На диссертацию и автореферат поступило 5 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, подписанном доктором технических наук, Мокровым Юрием Геннадьевичем, заместителем технического директора по науке и экологии, кандидатом технических наук, Нагорной Марией Григорьевной, исполняющей обязанности начальника центральной заводской лаборатории и кандидатом технических наук Логуновым Михаилом Васильевичем, заместителем начальника центральной заводской лаборатории по науке федерального государственного унитарного предприятия «Производственное объединение «Маяк» государственной корпорации по атомной энергии «Росатом», в качестве замечания отмечено, что «основные выводы по главе 5 работы, согласно тексту автореферата, сделаны по результатам единичного эксперимента, что может оказать влияние на их практическую значимость».

В отзыве кандидата технических наук Карпова Михаила Владимировича, ведущего научного сотрудника федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный научный центр Российской Федерации «Институт экспериментальной и теоретической физики» в качестве замечания отмечена небольшая небрежность в оформлении автореферата, а именно: в таблице 3 на странице 7 присутствует столбец со значениями коэффициента R^2 , а упоминание в тексте о нем отсутствует; в таблице 5 имеется опечатка в графе с размерностью потока аммиака, а также лишняя строка «продолжение таблицы 5»; в разделе 5.1 при описании используемой насадки не указаны ни тип, ни материал насадочного элемента.

В отзыве кандидата технических наук, заведующего лабораторией общества с ограниченной ответственностью «Научный центр «Малотоннажная химия» Левина Юрия Исааковича, в качестве замечания отмечено, что имеет место отсутствие доверительных интервалов на графиках экспериментальных результатов, некоторая необоснованность аппроксимации данных по вязкости на рисунке 4б, результаты по сравнению эффективности систем по критериям условного объема на рисунке 5 «могли бы быть более подробно обсуждены с теоретической точки зрения, в частности, исходя из структуры комплексообразователей».

Отзывы доктора физико-математических наук, профессора Вергуна Анатолия Павловича, профессора кафедры технической физики федерального государственного автономного образовательного учреждения «Национальный исследовательский томский политехнический университет» Министерства образования и науки Российской Федерации и кандидата физико-математических наук, доцента Сулаберидзе Георгия Анатольевича, доцента кафедры молекулярной физики федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего профессионального образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ» замечаний не содержат.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обоснован близостью научных исследований в части физико-химических основ процессов тонкого разделения смесей веществ, в том числе разделения изотопов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований: **разработан** способ разделения изотопов азота с целью концентрирования изотопа азот-15 при использовании двухфазной системы газообразный аммиак – его комплексное соединение с пентанолом нормального строения;

впервые:

- **получены** подробные и надежные данные по фазовому равновесию в двухфазных системах газ-жидкость на основе аммиака, метиламина и органических соединений различной природы: алифатических и ароматических спиртов, эфиров неорганических кислот, ароматических углеводородов и их производных;

- **установлено влияние** температуры на физико-химические свойства молекулярных комплексов: мольное отношение, плотность и вязкость жидкой фазы и показано, что динамическая вязкость молекулярных комплексов аммиака и метиламина меньше вязкости исходных комплексообразователей;

- исследован процесс термической диссоциации молекулярных комплексов аммиака с пентанолом нормального строения и **определены** значения остаточной концентрации азота аммиака в комплексообразователе;

- экспериментально **измерено** значение однократного коэффициента разделения изотопов азота в системе газообразный аммиак – комплексное соединение аммиака с пентанолом-1;

- **подтверждена** возможность умножения однократного эффекта разделения в условиях химического обмена азота с термическим обращением потоков в системе газообразный аммиак – комплексное соединение аммиака с пентанолом-1;

- **проведена оценка** перспективности практического использования химообменной системы газообразный аммиак – комплексное соединение аммиака с пентанолом-1.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

- продемонстрирована возможность оценки перспективности практического использования двухфазных систем по условным критериям удельного объема и энергетических затрат на обращение потоков фаз, численные значения которых найдены из относительно малого набора физико-химических характеристик таких систем;

- определена совокупность физико-химических свойств молекулярных комплексов аммиака с органическими комплексообразователями, позволяющая прогнозировать перспективность практического использования двухфазных химообменных систем на основе таких комплексных соединений.

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

- разработан способ контроля полноты обращения потоков при термической диссоциации комплексного соединения аммиака с пентанолом нормального строения;

- определены значения конечной концентрации изотопа азот-15 при его концентрировании от природного уровня с использованием химообменной системы газообразный аммиак - комплексное соединение аммиака с пентанолом-1.

Оценка достоверности результатов исследования выявила:

– в диссертационной работе использованы современные методы сбора и анализа научной информации;

– достоверность полученных результатов обеспечена использованием сертифицированного оборудования и методического обеспечения, соответствующих современному научному уровню, гарантирующих воспроизводимость и надежность результатов измерений, что подтверждается их согласованностью;

– выводы диссертации обоснованы и не вызывают сомнения и согласуются с современными представлениями о молекулярных комплексах в двухфазных газо-жидкостных системах, предложенных для разделения стабильных изотопов легких химических элементов, основными принципами разделения изотопов методом химического обмена и, в частности, с термическим обращением потоков фаз.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке основных задач исследования, проведении всех экспериментов, обработке экспериментальных данных и обсуждении полученных результатов; разработке основных методов эксперимента, подготовке 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 02.00.04 – Физическая химия по п. 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 разработку физико-химических основ процесса разделения изотопов азота методом химического обмена с безреагентным способом обращения потоков и имеет существенное значение для физической химии и технологии разделения изотопов азота, а также изотопов иных легких химических элементов.

По актуальности, новизне, практической значимости диссертация соответствует требованиям, установленным «Положением о порядке присуждения ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2014 года № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.


На заседании «25» июня 2014 года диссертационный совет принял решение присудить Зо Ёе Наингу ученую степень кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 20 человек, из них 5 докторов наук по специальности и отрасли науки рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за присуждение учёной степени – 20, против присуждения учёной степени – нет, недействительных бюллетеней – нет.

Диссертационный совет присуждает Зо Ёе Наингу ученую степень кандидата технических наук по специальности 02.00.04 – Физическая химия.

Председатель диссертационного совета, доктор
технических наук, профессор
Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат химических наук, доцент



 Т. А. Ваграмян

 О. В. Яровая