ОТЗЫВ

на автореферат диссертации **Содатдиновой Анджуман Садридиновны** «Комплексообразование серебра (I) с производными имидазолами в воде и водно-органических растворителях», представленного на соискание ученой степени доктора химических наук по специальностям:
1.4.2. Неорганическая химия и 1.4.5. Физическая химия

Ионы серебра и имидазол, каждый в отдельности, обладают антимикробной активностью. Поэтому вполне обоснованно предположить, что комплексные соединения на их основе могут проявлять синергетический эффект, представляющий интерес с точки зрения их потенциального практического применения.

Координационные соединения серебра(I) с имидазолом и его производными характеризуются разнообразием состава и строения. Изменение природы лиганда позволяет целенаправленно регулировать физико-химические свойства таких соединений. В связи с этим их исследование представляет значительный интерес как с теоретической, так и с практической точки зрения.

В диссертационной работе Содатдиновой Анджуман Садридиновой проведено комплексное исследование координационных соединений серебра(I) с алкил- и меркаптопроизводными имидазола в водных и водно-органических растворителях. Особое внимание уделено изучению влияния сольватации реагирующих частиц на равновесие комплексообразования. Для решения поставленных задач использованы физико-химические методы исследования, включая потенциометрическое титрование и термодинамический анализ.

Впервые исследованы процессы комплексообразования серебра(I) с алкил- и меркаптопроизводными имидазола в воде и смешанных растворителях: вода–метанол (H_2O–CH_3OH), вода–этанол (H_2O–C_2H_5OH), вода–диметилсульфоксид (H_2O–ДМСО) и вода–диметилформамид (H_2O–ДМФА) при различных соотношениях компонентов. Установлены состав и особенности строения образующихся комплексных соединений, а также определены их термодинамические характеристики устойчивости.

Методом межфазного распределения рассчитаны коэффициенты распределения и определены изменения энергии Гиббса переноса 2-метилимидазола (2МИМ), 2-этилимидазола (2ЭИМ), 2-меркаптоимидазола (2МИ) и 1-метил-2-меркаптоимидазола (1МИ) из воды в водно-этанольные и водно-диметилсульфоксидные растворы. Показано, что изменение

сольватного состояния производных имидазола, характеризуемое изменением энергии Гиббса переноса, зависит не только от состава бинарного растворителя, но и от природы заместителя в молекуле имидазола. Установлено влияние положения алкильного заместителя и меркаптогруппы на основные свойства исследованных производных имидазола.

На основании значительного массива экспериментальных данных проведён сравнительный анализ влияния природы растворителя и его состава на сольватацию исследуемых органических соединений. Установлены основные закономерности изменения термодинамических характеристик сольватации в зависимости от состава растворяющей среды.

Полученные результаты позволили установить следующие закономерности.

- Серебро(I) с алкилпроизводными имидазола образует линейные мономерные комплексы с координационным числом два, тогда как с меркаптопроизводными имидазола формируются трёхкоординационные комплексы тригонального строения.

- При координации алкилпроизводных имидазола донорным центром выступает пиридиноподобный атом азота имидазольного кольца, входящий в группу C=N. В случае меркаптопроизводных координационное взаимодействие осуществляется преимущественно через атом серы тиокарбонильной группы C=S имидазольного фрагмента.

- В трис-замещённом комплексном соединении состава $[Ag(1МИ)_3]NO_3$ нитрат-ион не входит во внутреннюю координационную сферу, а располагается во внешней сфере. При этом он участвует в образовании водородной связи с молекулой 1-метил-2-меркаптоимидазола.

Анализ экспериментальных результатов с использованием сольватационно-термодинамического подхода показал, что существенную роль в формировании исследованных комплексов играет энтальпийная составляющая. Установлено, что изменение сольватного состояния взаимодействующих частиц оказывает определяющее влияние на направление и энергетические характеристики процессов комплексообразования.

Проведённые исследования позволили определить стехиометрический состав, выявить особенности строения и охарактеризовать структуру ряда полученных комплексов. Разработаны методики их синтеза, а также изучены электрохимические свойства комплекса серебра(I) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом.

Замечания и пожелания

При общей положительной оценке диссертационной работы считаю необходимым отметить некоторые замечания и пожелания, направленные на дальнейшее развитие исследований в данной области.

1. Замечание по интерпретации физико-химических свойств иона серебра.

В тексте автореферата допущена неточность при характеристике поляризационных свойств иона серебра. Несмотря на положительный заряд (+1), ион Ag^+ обладает относительно высокой поляризующей способностью, обусловленной его электронным строением. При этом поляризующая способность характеризует влияние катиона на электронную оболочку соседних частиц, тогда как поляризуемость относится к способности самой электронной оболочки изменяться под действием внешнего электрического поля. Эти понятия следует разграничивать и использовать корректно.

2. Пожелания по дальнейшему развитию исследований.

- Для более полной характеристики строения и природы химической связи в полученных комплексах целесообразно использовать современные взаимодополняющие методы исследования, в частности спектроскопию ядерного магнитного резонанса (ЯМР), рентгеноструктурный анализ и квантово-химические расчёты. Их применение позволит получить дополнительную информацию о строении комплексов, электронной структуре и механизмах координационного взаимодействия, а также уточнить положение донорных центров лигандов.

- Результаты исследований желательно публиковать в авторитетных международных научных журналах, индексируемых в базах данных Scopus и Web of Science, что будет способствовать повышению международной видимости и научной цитируемости полученных результатов.

- Представляется перспективным включение экспериментальных данных о термодинамических характеристиках исследованных комплексов в международные базы данных термодинамических величин после соответствующей проверки, оценки точности и обеспечения сопоставимости данных. Это внесёт существенный вклад в развитие химии координационных соединений и термодинамики растворов.

Высказанные замечания и пожелания носят рекомендательный характер и не умаляют научной значимости проведённых исследований и полученных выводов, которые представляют собой ценный вклад в развитие химии координационных соединений серебра и физической химии растворов.

Заключение

В целом диссертационная работа Содатдиновой Анджуман Садридиновой на тему «Комплексообразование серебра(I) с производными имидазола в воде и водно-органических растворителях» представляет собой целостное, актуальное и завершённое научное исследование, обладающее существенной теоретической и практической значимостью.

Полученные автором результаты расширяют представления о закономерностях комплексообразования серебра(I) с алкил- и меркаптопроизводными имидазола, особенностях их координационного взаимодействия и роли сольватационных эффектов в водных и водно-органических средах. Установленные закономерности имеют значение для дальнейшего развития теории комплексообразования и термодинамики растворов.

Считаю, что диссертационная работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание учёной степени доктора химических наук по специальностям 1.4.2 «Неорганическая химия» и 1.4.5 «Физическая химия», а её автор, Содатдинова Анджуман Садридиновна, заслуживает присуждения искомой учёной степени.

Основание для положительной оценки работы: систематическое исследование закономерностей комплексообразования серебра(I) с производными имидазола в водных и водно-органических растворителях, а также определение сольватационных и кислотно-основных характеристик алкил- и меркаптопроизводных имидазола.

Мухамбеткали Буркитбаев,

доктор химических наук профессор кафедры неорганической и общей химии , факультета химии и химической технологии Казахского национального университета им.аль-Фараби (специальность 02.00.01 – неорганическая химия), Почетный академик НАН РК при Президенте РК ,

Адрес: Казахстан, 050040, г. Алматы, проспект аль-Фараби 71, сотовый +7-777-224-1952;
e-mail: mukhambetkali.burkitbayev@ kaznu.edu.kz

ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

Тақриз

ба автореферати диссертатсияи **Содатдинова Анҷуман Садридиновна** дар мавзуи «Комплексҳосилшавии нукра(I) бо ҳосилаҳои имидазол дар об ва ҳалкунандаҳои обӣ- органикӣ» барои дарёфти дараҷаи илмии доктори илмҳои химия аз рӯйи ихтисосҳои 1.4.2 – Химияи ғайриорганикӣ ва 1.4.5 – Химияи физикӣ

Ионҳои нукра ва имидазол, ки ҳар кадоме дар алоҳидагӣ дорои фаъолияти зиддимикробӣ мебошанд. Аз ин рӯ, бо асоси комилан мантиқӣ метавон тахмин намуд, ки пайвастагиҳои комплексии дар асоси онҳо ҳосилшуда метавонанд таъсири синергетикӣ зоҳир намоянд, ки ин аз нуқтаи назари истифодаи эҳтимолии амалии онҳо таваҷҷуҳи махсусро ба вуҷуд меорад.

Пайвастагиҳои координатсионии нукра (I) бо имидазол ва ҳосилаҳои он бо гуногунии таркиб ва сохтор тавсиф мешаванд. Тағйир додани табиати лиганд имкон медиҳад, ки хусусиятҳои физикию химиявии чунин пайвастагиҳо ба таври мақсаднок танзим карда шаванд. Аз ин рӯ, омӯзиши онҳо ҳам аз нуқтаи назари назариявӣ ва ҳам амалӣ аҳаммияти назаррас дорад.

Дар диссертатсияи Содатдинова Анҷуман Садридиновна таҳқиқоти комплексии пайвастагиҳои координатсионии нукра (I) бо алкил ва меркапто-ҳосилаҳои имидазол дар ҳалкунандаҳои обӣ ва обию органикӣ анҷом дода шудааст. Ба омӯзиши таъсири солвататсияи зарраҳои реаксия иштирккунанд ва инчунин ба мувозинати комплексҳосилшавӣ диққати махсус дода шудааст. Барои ҳалли масъалаҳои гузошташуда усулҳои физикию химиявии таҳқиқот, аз ҷумла титркунии потенсиометрӣ ва таҳлили термодинамикӣ истифода шудаанд.

Бори аввал равандҳои комплексҳосилшавии нукра (I) бо алкил ва меркапто ҳосилаҳои имидазол дар об ва ҳалкунандаҳои омехта: об–метанол (H_2O–CH_3OH), об–этанол (H_2O–C_2H_5OH), об–диметилсулфоксид (H_2O–ДМСО) ва об–диметилформамид (H_2O–ДМФА) ҳангоми таносубҳои гуногуни компонентҳо таҳқиқ карда шудаанд. Таркиб ва хусусиятҳои сохтории комплексҳои ҳосилшуда муайян гардида, инчунин тавсифҳои термодинамикии устувории онҳо ҳисоб карда шудаанд.

Бо усули тақсимшавии банифазавӣ коэффитсиенти тақсимшавӣ ва энергияи Гиббси гузариши 2-метилимидазол (2МИМ), 2-этилимидазол (2ЭИМ), 2-меркаптоимидазол(2МИ) ва 1-метил2-меркаптоимидазол (1МИ) аз об ба ҳалкунандаи обӣ-этанолӣ ва обӣ-диметисулфоксидӣ ҳисо карда шудааст. Нишон дода шудааст, ки тағйирёбии ҳолати саолватии ҳосилаҳои имидазол, тағйирёбии энергияи Гиббси гузариш на танаҳо аз таркиби ҳалкунандаи бинарӣ инчунин аз табиати ҷойивазкунанда дар молекулаи имидазол низ вобастагӣ дорад. Таъсири табиати ҷойивазкунандаи алкилӣ ва меркапто дар молекулаи имидазол муайян карда шудааст.

Дар асоси маҷмӯи васеи маълумоти таҷрибавӣ таҳлили муқоисавии таъсири табиати ҳалкунанда ва таркиби онро ба сольвататсияи пайвастагиҳои органикии мавриди таҳқиқ қароргирифта анҷом дода шудааст. Қонуниятҳои асосии тағйирёбии характеристикаҳои термодинамикии сольвататсия вобаста ба таркиби муҳити ҳалкунанда муайян карда шудаанд.

Натиҷаҳои бадастомада имкон доданд, ки қонуниятҳои зерин муайян карда шаванд.

- Нуқра(I) бо алкилҳосилаҳои имидазол комплексҳои мономерии хаттӣ бо адади координасионии ду ва бо меркаптоҳосилаҳои имидазол комплексҳои сохтори тригоналӣ бо адади координасионии се ҳосил мекунад.
- Координатсияшави дар алкилҳосилаҳои имидазол аз ҳисоби атоми нитрогени пиридинии гуруҳи C=N ба амал меояд. Дар ҳолати меркаптоҳосилаҳо бошад тавассути атоми сулфури гуруҳи тиокарбогилӣ C=S мегузарад.
- Дар пайвастагии комплексии трисивазшудаи таркиби мазкур $[Ag(1МИ)_3]NO_3$ иони нитрат ба сфераи дохилии координасионӣ дохил намешавад, балки дар сфераи берунӣ ҷойгир шудааст. Ҳамзамон, он дар ташаккули банди гидрогенӣ бо молекулаи 1-метил-2-меркаптоимидазол иштирок менамояд.

Таҳлили натиҷаҳои таҷрибавӣ бо истифода аз равиши сольвататсионӣ-термодинамикӣ нишон дод, ки дар раванди ташаккули комплексҳои мавриди таҳқиқ саҳми таркиби энталпиявӣ назаррас мебошад. Муайян карда шуд, ки тағйирёбии ҳолати сольвататсионии заррaҳои ба ҳам таъсиркунанда ба самт ва хусусиятҳои энергетикии равандҳои комплексҳосилшавӣ таъсири ҳалкунанда мерасонад.

Таҳқиқотҳои гузаронидашуда миконият медиҳанд, ки таркиби стехиометрӣ, сохти структурӣ ва тавсифи сохтории як қатори пайвастҳои комплексӣ муайян карда шаванд. Методикаи синтези пайвастҳои комплексӣ ба роҳ монда шуда, инчунин хосияти электрохимиявии пайвасти комплексии Нуқра(I) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол омухта шудааст.

Эродҳо ва тавсияҳо

Бо баҳои мусбие, ки ба кори диссертатсионӣ дода шуд инчунин якчанд эродҳо ва камбудиҳоро қайд кардан лозим аст, ки барои пешрафти таҳқиқоти оянда муфид мебошанд.

1. Эрод оид ба таҳлили хосиятҳои физико-химиявии иони нуқра.

Дар матни автореферат ҳангоми тавсифи хосиятҳои поляризатсионии иони нуқра нодурустӣ роҳ дода шудааст. Бо вуҷуди заряди мусбат доштанаш, иони нуқра (Ag^+) дорои қобилияти нисбатан баланди поляризатсиякунанда мебошад, ки он бо хусусиятҳои сохтори электронии ион алоқаманд аст. Ҳамзамон, бояд мафҳумҳои «қобилияти поляризатсиякунанда» ва «поляризатсияшавандагӣ» аз ҳам фарқ карда шаванд. Қобилияти поляризатсиякунанда таъсири катионро ба қабати электронии анион дар таркиби пайвастагиҳо ифода мекунад, дар ҳоле ки поляризатсияшавандагӣ қобилияти қабати электронии худи ионро барои тағйир ёфтани шакл ва

таҳсимоти зичии электронӣ зери таъсири майдони электрикии беруна тавсиф менамояд. Аз ин рӯ, ин ду мафҳумро бояд аз ҳам фарқ намуда, дар матни автореферат мутобиқи маънои физикӣ-химиявии онҳо дуруст истифода бурд.

2. *Тавсия барои рушди таҳқиқоти оянда*

- Барои тавсифи мукаммалтари сохтор ва табиати банди химиявӣ дар комплексҳои ҳосилшуда истифодаи усулҳои муосир ва ҳамдигарро пурракунандаи таҳқиқот, аз ҷумла спектроскопияи резонанси магнитии ядроӣ (РМЯ), таҳлили рентгеноструктурӣ ва ҳисобҳои квантӣ-химиявӣ мувофиқи мақсад мебошад. Истифодаи ин усулҳо имкон медиҳад, ки маълумоти иловагӣ оид ба сохтори комплексҳо, сохтори электронӣ ва механизмҳои таъсири мутақобилаи координатсионӣ ба даст оварда шуда, инчунин мавқеи марказҳои донории лигандҳо дақиқ карда шавад.
- Натиҷаҳои таҳқиқотро ба мақолаҳои илмӣ дар маҷаллаҳои бонуфузи байналмилалӣ, ки дар пойгоҳҳои маълумотии Scopus ва Web of Science индексатсия мешаванд, нашр намудан мувофиқи мақсад аст. Ин тадбир ба баланд гардидани намоёнии байналмилалӣ ва иқтибосшавии илмии натиҷаҳои бадастомада мусоидат хоҳад кард.

Пешниҳод мегардад, ки маълумоти таҷрибавӣ оид ба хусусиятҳои термодинамикии комплексҳои таҳқиқшуда пас аз санҷиши мувофиқ, арзёбии дақиқӣ ва таъмини муқоисашавандагии натиҷаҳо ба пойгоҳҳои байналмилалии маълумоти бузургиҳои термодинамикӣ ворид карда шаванд. Ин иқдом метавонад дар рушди химияи пайвастагиҳои координионӣ ва термодинамикаи маҳлулҳо саҳми назаррас гузорад.

Хулоса

Дар маҷмӯъ, диссертатсияи Содатдинова Анҷуман Садридиновна дар мавзуи «Комплексҳосилшавии нуқра(I) бо ҳосилаҳои имидазол дар об ва ҳалкунандаҳои обӣ- органикӣ» таҳқиқоти илмии мукаммал, мубрам ва анҷомёфта буда, дорои аҳаммияти назарраси назариявӣ ва амалӣ мебошад.

Натиҷаҳои бадастовардаи муаллиф доир ба қонуниятҳои комплексҳосилшавии нуқра бо алкил- ва меркаптопайвастаҳои имидазол, хусусиятҳои таъсири мутақобилаи координонии онҳо, инчунин нақши таъсири сольвататсионӣ дар муҳитҳои обӣ ва обию органикӣ тасаввуроти мавҷударо васеъ менамоянд.

Қонуниятҳои муқарраргардида барои рушди минбаъдаи назарияи комплексҳосилшавӣ ва термодинамикаи маҳлулҳо аҳаммияти муҳими илмӣ доранд.

Бар он назарам, ки диссертатсия ба талаботе, ки нисбат ба диссертатсияҳои барои дарёфти дараҷаи илмии доктори илмҳои химия аз рӯйи ихтисосҳои 1.4.2 – Химияи ғайриорганикӣ ва 1.4.5 – Химияи физикӣ ҷавобгӯ буда, муаллифи он Содатдинова Анҷуман Садридиновна он бошад, сазовори дарёфти дараҷаи илмии дархостшаванда мебошад мебошад.

Асос барои баҳои мусбат додан ба диссертатсия: таҳқиқоти систематикии қонуниятҳои комплексҳосилшавии нуқра(I) бо ҳосилаҳои имидазол дар маҳлулҳои обӣ ва обӣ-органикӣ, инчунин муайян намудани хусусиятҳои сольвататсионӣ ва кислотагӣ- асосии алкил- ва меркаптопайвастаҳои имидазол мебошад.

Мухамбеткали Буркитбаев, **имзо шуд**
доктори илмҳои химия профессори кафедраи химияи ғайриорганикӣ ва умумии факултети химия ва химияи технологии Донишгоҳи миллии Қазоқистон ба номи ал-Форобӣ (ихтисоси 02.00.01-хи́мияи ғайриорганикӣ), Академики фахрии АМИ ҶҚ назди Президенти ҶҚ,

Суроға: Қазқистон, 050040, ш. Алмата, куч. ал-Форобӣ 71, мобилӣ: +7 777-224-1952;
e-mail: mukhambetkali.burkitbyev@kaznu.edu.kz

Имзои Мухамбеткали Буркитбаев тасдиқ карда шуд имзо шуд

Республика Таджикистан
город Душанбе, район Исмоили Сомони.
« 12 » Ноября 2026 года.

Я, ШАРИФИ Р.Х. старший государственный нотариус государственной нотариальной конторы Министерства юстиции Республики Таджикистан района Исмоили Сомони города Душанбе, свидетельствую подлинность подписи, сделанной известным мне переводчиком БОБОЕВЫМ ШАХЗОДЖОНОМ КОМИЛДЖОНОВИЧЕМ в моем присутствии.

Личность его установлена.

Зарегистрировано в реестре за № 1- 25383

Взыскано государственной пошлины 4.68 д.

Государственный нотариус:

Пронумеровано, прошнуровано
и скреплено печатью на
листах

Republic of Tajikistan
Dushanbe city, Ismoili Somoni district.
November « 12 », 2026 year.

I, SHARIFI R.H. Head of the State Notary of the State Notary Office of the Ministry of Justice of the Republic of Tajikistan in Ismoili Somoni district of Dushanbe city certify the authenticity of signature of translator BOBOEV SHAHZODJON KOMILJONOVICH, who is known to me.

The identity of the signatory of the document has been established.

Registered in the Register No.1- 25383

State duty 4.68 d. paid.

STATE NOTARY: /sealed and signed/