ДОНИШГОҲИ МИЛЛИИ ТОҶИКИСТОН

Факултети химия

Кафедраи химияи ғайриорганикӣ

Ба ҳуқуқи дастнавис

УДК: 546.71
ББК: 24.1(2Т)
Ҳ - 18

ҲАМИДОВА Фируза Рауфовна

ПАЙВАСТАҲОИ КООРДИНАТСИОНИИ МОЛИБДЕН (V) БО 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛ ВА ТИОСЕМИКАРБАЗИД

02.00.01-Химияи ғайриорганикӣ

ДИССЕРТАСИЯ

барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои химия

Роҳбари илмӣ:
Азизқулова Она Азизкуловна
доктори илмҳои химия, профессор

Душанбе - 2023

МУНДАРИҶА

Саҳ.

Номгӯи ихтисораҳо ……..……..…..…... 4
Муқаддима……..……...… 5

БОБИ I. ШАРҲИ АДАБИЁТ

1.1. Пайвастаҳои координатсионии молибден бо як қатор лигандҳои органикии нитроген- ва сулфурдор……..……...….. 14
1.2 Пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол, 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион ва 8-оксихинолин……..….. 18
1.3. Пайвастаҳои координатсионии d-металлҳои интиқолӣ бо ҳосилаҳои 1,2,4-триазол……..…..… 28
1.4. Пайвастаҳои координатсионии d-металҳои интиқолӣ бо тиосемикарбазид ва ҳосилаҳои он ……...… 41
1.5. Омӯзиши раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол ва 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион .… 43
1.6. Таҳқиқи раванди комплексҳосилкунии d-металлҳои интиқолӣ бо ҳосилаҳои 1,2,4-триазол……..…..… 48

БОБИ 2. Мавод ва методҳои таҳқиқот

ТАҲҚИҚИ РАВАНДҲОИ КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ МОЛИБДЕН (V) БО 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛ ДАР МАҲЛУЛҲОИ 4,5-6,0 МОЛ/ HCl БО УСУЛИ ТИТРОНИИ ПОТЕНСИОМЕТРӢ

2.1. Таҳқиқи равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазол дар муҳити кислотаи хлорогидроген дар ҳароратҳои 273-338 К..... 57
2.2. Омӯзиши комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазол-тиол дар муҳити 6 мол/л HCl дар ҳароратҳои 273-338 К..... 58
2.3. Таъсири консентратсияи HCl ба раванди комплексҳосилкунии қиматҳои константаҳои устувории комплексҳои молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол……...… 79

БОБИ 3. ҚИСМИ ТАҶРИБАВӢ (Натиҷаҳои аз таҳқиқот бадастовардашуда)

3.1. Синтези пайвастаҳои координатсионии ибтидоии молибден (V), ва усулҳои таҳлили химиявии онҳо…….…….. 86
3.2. Синтези пайвастаҳои координатсионии моноядрогии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^1)…….…….…… 86
3.3. Синтези пайвастҳои координатсионии моноядрогии молибден (V) бо тиосемикарбазид (TSC)…….....…… 93
3.4. Синтези пайвастаҳои координатсионии дуядроии молибден(V) бо тиосемикарбазид…….…….....…. 95
3.5. Усулҳои гравиметрии таҳқиқи таркиби химиявии пайвастаҳои синтезшуда……...…. 97
3.5.1 Усули гравиметрии муайян намудани ҳиссаи массаи молибден..... 99
3.5.2. Муайян намудани ҳиссаи массаи ионҳои хлор ва бром дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ..... 101
3.5.3. Муайян намудани ҳиссаи массаи сулфур дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ..... 103
3.5.4. Муайян намудани ҳиссаи массаи молекулаҳои об дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ..... 105

БОБИ 4. ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКИЮ ХИМИЯВИИ ПАЙВАСТАҲОИ КОРДИНАТСИОНИИ МОЛИБДЕНИ(V)

4.1. Таҳқиқи спектрҳои инфрасурхи (СИ) пайвастаҳои тиосемикарбазидӣ ва 1.2.4-триазолтиолии молибден (V)..... 107
4.2. Таҳқиқи раванди термикии табдулоти пайвастаи координатсионии 1,2,4-триазолтиолии молибдени (V)…….……..….. 118
4.3. Усули кондуктометрии таҳқиқи ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^1) ва тиосемикарбазид (L)…….…….…... 126
Хулоса…….…….…. 137
Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқот.....…… 138
Руйхати адабиёт...……...……...…… 139
Интишорот аз руйи мавзуи диссертатсия……..……..... 162
Замима……..... 169

НОМГӮИ ИХТИСОРАҲО

TSC- тиосемикарбазид

ТКГ- тиокарбогидразид

ТГФ- тетрагидрофуран

A-TSC -1-атсетил-3-тиосемикарбазид

4-A-TA-4-амино-1,2,4-триазол

4-PhTSC-4-фенилтиосемикарбазид

4-МТТ - 4-метил-1,2,4-триазолитиол

L - лиганд

L - 1,2,4-триазолтиол

L^1 - тиосемикарбазид

3-ЭТ-4МТТ - 3-этил-4-метил-1,2,4-триазолтиол-5

СИ - спекри инфрасурх

ДМФА - диметилформамид

ДМСО - диметилсулфоксид

ДТА - таҳлили диференсиалии ҳарорати

TG - термогравиметрия

ДТG - термогравиметрияи диференсиалӣ

ΔE - потенсиали система

ñ - функсияи ҳосилшавии Биеррум

Г-галоген

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. Молибден яке аз микроэлементҳои муҳими таркиби ғизои инсон, ҳайвонот ва растаниҳо мебошад, ки барои ташаккули муътадил, сабзиш ва афзоиши организми зинда таъсири мусбат мерасонад. Ин элемент дар организми инсон барои нигоҳ доштани фаъолияти ферменти ксантиноксидаза, ки дар бофтаҳо мубодилаи нитрогенро метезонад, зарур мебошад. Намаки ҳалшавандаи тиомолибдати аммоний антогонисти мис буда, барои аз организм баровардани он мусоидат менамояд. Молибден барои технологияи муосир ниҳоят зарур мебошад. Қисми зиёди молибдене, ки дар саноат истифода мешавад, аз ҷумла дар металлургияи сиёҳ барои истеҳсоли пӯлодҳои ба гармӣ тобовар ва дигар навъҳои хӯлаҳо, инчунин дастгоҳҳои зудбурранда, тайёр намудани ноқилҳо, варақаҳо барои электроника, саноати радиотехникӣ, мавриди истифодаи васеъ қарор дорад. Дар айни ҳол пайвастаҳои гуногуни молибден, аз ҷумла, пайвастаҳои координатсионии онро бо лигандҳои органикӣ барои истеҳсоли моддаҳои биофаъол, рангу бор ва доруворихо истифода менамоянд.

Дар байни лигандҳои органикӣ пайвастаҳои синфи триазол ва ҳосилаҳои онҳо мавқеи хоса доранд. Зеро аксарияти ҳосилаҳои триазол дорои фаъолияти баланди биологӣ мебошанд. Инчунин ҳосилаҳои триазол дар саноати химия ҳамчун маҳсулоти мобайнӣ барои истеҳсоли катализаторҳои самаранок, равшанкунандаи оптикӣ, пластификаторҳо, ингибиторҳо ва гербитсидҳо истифода мешаванд.

Триазол ва ҳосилаҳои он бо хосият ва сохти гуногуни структуриашон диққати муҳаққиқонро ба худ ҷалб намудааст. Дар таркиби онҳо якчанд атомҳои донорӣ мавҷуд аст, ки қобилияти бо ионҳои металлҳо, бо тарзҳои гуногун: монодентатӣ, бидентатӣ ва бидентатӣ-кӯпрукчавӣ координатсия шуда, пайвастаҳои координатсионии таркибан мураккаб ва гуногунро метавонанд ҳосил намоянд.

Таҳлили систематикии адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки дар ду даҳсолаи охир, корҳои илмӣ-таҳқиқотӣ, ки ба омӯзиши раванди комплексҳосилкунии d-металлҳои интиқолӣ, бо лигандҳои органикии нитроген ва сулфурдори қатори алифатӣ ва гетеросиклӣ маълумот нисбатан каманд.

Дарачаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ. Дар адабиёт оид ба пайвастаҳои координатсионии молибден бо як қатор лигандҳои органикии нитроген ва сулфурдор, ба монанди 1-метил-2-меркаптоимидазол, 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион ва 8-оксихинолин, пайвастагиҳои координатсионии d-металлҳои интиқолӣ бо ҳосилаҳои 1,2,4-триазол ва равандҳои комплекҳосилкунии d-металлҳои интиқолӣ бо лигандҳои номбурда маълумот оварда шудааст.

Таҳлили адабиёт нишон дод, ки омӯзиши раванди комплексҳосилкунии молибден (V) дар маҳлул инчунин синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии моноядроӣ ва дуядроии молибден (V) бо лигандҳои органикии 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид дар муҳити кислотаҳои органикии якасоса омӯхта нашудааст.

Ҳамин тариқ дар кори диссертатсионии мазкур таҳқиқи раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4- триазолтиол дар муҳитҳои 4,5-6 мол/л HCI бо усули потенсиометрӣ, инчунин методикаи синтези 15 пайвастаҳои нави координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид коркард намуда, бо усулҳои муосири таҳқиқот, таркиб, сохт ва хосиятҳои пайвастаҳои синтезкардашуда муайян карда шуд.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо (лоиҳаҳо) ва ё мавзӯъҳои илмӣ

Кори диссертатсионии мазкур дар кафедраи химияи ғайриорганикии факултети химияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон иҷро гардидааст. Диссертатсияи номзадӣ мувофиқ ба нақшаи корҳои илмӣ-таҳқиқотии кафедраи химияи ғайриорганикии ДМТ “Пайвастҳои комплексии металлҳои интиқолӣ ва ҷанбаҳои татбиқи амалии онҳо (маводҳои полимерӣ-композитсионӣ, маводи доруворӣ, электролитҳо

барои руйпушкунӣ, истихроҷи металлҳои қиматбаҳо ва пароканда аз партовҳои истеҳсолӣ)” (рақами бақайдгирии давлатӣ № 0107 ТД 601). ба анҷом расидааст.

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Мақсади таҳқиқот. Омӯзиш ва муайян намудани қонуниятҳо дар раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити кислотаи гидрогенхлорид, синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид дар муҳитҳои кислотагӣ ва обӣ, инчунин раванди ҷойивазкунии лигандҳо дар пайвастаҳои координатсионии моноядроӣ ва дуядроии молибден (V) мебошад.

Вазифаҳои таҳқиқот:

- омӯзиши раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳитҳои 4,5-6 мол/л HCI ва ҳароратҳои 273-338 К. Бо истифода аз усулҳои замонавии физикию химиявӣ, муайян кардани собитҳои устуворӣ ва функсияҳои термодинамикии пайвастаҳои комплексӣ;

- бо усулҳои коэффитсиенти ҳароратӣ ҳисоб кардани функсияҳои термодинамикӣ (ΔH, ΔS ва ΔG) ва муайян кардани саҳми ΔH ва ΔS дар худ аз худ гузаштани раванди комплексҳосилшавӣ;

- коркарди усулҳои синтези пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид. Бо усулҳои гуногуни физикӣ-химиявӣ муайян намудани таркиб ва сохти пайвастаҳои координатсионии синтез кардашуда.

Объекти таҳқиқот: Омӯзиши раванди комплексҳосилкунӣ дар системаи $[MoOCl_5]^{2-}$-1,2,4-триазолтиол-HCI дар ҳароратҳои 273-338 К дар консентратсияҳои 4,5-6 мол/л HCI, инчунин ҷустуҷӯи усулҳои синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии моноядроӣ ва дуядроии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид мебошад.

Мавзуи таҳқиқот. Комплекҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити кислотаи гидрогенхорид дар ҳароратҳои 273-

338 К, инчунин синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид аст.

Навгониҳои илмии таҳқиқот

1. Аввалин маротиба раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлули кислотаи гидрогенхлорид дар ҳароратҳои 273-338 К омӯхта шуд. Бо истифода аз усулҳои замонавии физикию химиявӣ имконияти муайян кардани собитаҳои устуворӣ ва функсияҳои термодинамикии пайвастаҳои комплексӣ муҳайё гардид.
2. Муайян карда шуд, ки бо зиёд шудани ҳарорат, миқдори зарраҳои комплексӣ тағйир намеёбад, аммо собитҳои устувории заррачаҳои комплексӣ кам мешавад. Муқаррар карда шудааст, ки дар ҳама ҳароратҳо зина ба зина аз як то панҷто заррачаи комплексӣ ҳосил мешавад.
3. Бо теъдоди 15-адад пайвастаҳои нави координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид синтез карда шуд. Сохт ва таркиби пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда бо усулҳои таҳлили элементии химиявӣ, кондуктометрӣ, спектроскопияи инфрасурх ва термогравиметрӣ муайян карда шудааст.

Аҳамияти илмӣ-назариявӣ ва амалии таҳқиқот

- дар асоси таҳқиқотҳо ба даст овардани натиҷаҳои аниқ ва саҳеҳи қиматҳои экспериментали;
- муқоисаи натиҷаҳо бо натиҷаҳои дар адабиёт овардашуда, зоҳиркунии мувофиқатии онҳо;
- саҳеҳии қонуниятҳои назариявии муқарраршуда ва хулосаҳои асосии кори диссертатсионӣ бо асосҳои химияи координатсионӣ;
-моддаҳои синтезшуда бо усули муосири физикӣ-химиявӣ ва таносуби моддаҳои боҳамтаъсиркунанда, шароити оптималии реаксия вобаста аз омилҳои физикавию химиявӣ илман асоснок карда шудааст.

Аҳамияти илмию амалии таҳқиқот дар он аст, ки методикаи синтези пайвастаҳои координатсионӣ, ки дар диссертатсия коркард шудааст, барои синтези пайвастаҳои нави координатсионии d-металлҳои

интиқолӣ дорои лигандҳои органикии гетеросиклӣ мақсаднок истифода бурдан мумкин аст.

- натиҷаҳои кори диссертатсионӣ барои омӯзгорони фанни химияи ғайриорганикии барои гузаронидани лексия аз химияи ғайриорганикӣ ва курсҳои махсус, барои гузаронидани корҳои илмӣ таҳқиқотии магистрон, унвонҷӯён, корҳои курсӣ ва рисолаи хатми донишҷӯёни мактабҳои олӣ бо самти химиявӣ аз манфиат холӣ нест.
- пайвастаҳои координатсионии синтезкардашудаи оксохлоро 1,2,4-триазолтиолӣ ва тиосемикарбазидии молибден (V) моддаҳои нави устувори дорои фаъолияти баланди биологӣ буда, ба сифати моддаҳои биофаъол, инчунин катализатор ва наноиловаҳо ба маводҳои композитсионӣ истифода бурдан мумкин аст.

Нуқтаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

- муайянкунии собитҳои устуворӣ ва функсияҳои термодинамикии пайвастаҳои комплексии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлулҳои 4,5-6 мол/л HCI дар ҳароратҳои 273-338 К. Баҳодиҳии таъсири ҳалкунанда ва ҳарорат ба устувории пайвастаҳои комплексии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол;
- дарёфти қонуният дар тағирёбии функсияҳои термодинамикии пайвастаҳои комплексии Mo (V) бо 1,2,4-триазолтиол вобаста аз миқдори лиганд дар сфераи дохилии пайвастаҳои комплексӣ. Таъсири ΔH, ΔS ва ΔG (энергияи Гиббс) дар реаксияҳои комплексҳосилшавӣ;
- коркарди методикаи синтези пайвастаҳои нави координатсионии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид дар намуди моддаи сахт бо баромади максималии маҳсули реаксия. Натиҷаҳои омӯзиши хосиятҳои спектралӣ, ҳароратӣ ва кондуктометрии пайвастаҳои координатсионии ҳосилкардашуда.

Дараҷаи эътимоднокии натиҷаҳо: таҳқиқи раванди комплексҳосилшавии молибден (V) бо 1.2.4-триазолтиол барои муайян намудани функсияи ҳосилшавии комплексҳо, консентратсияи мувозинатии лиганд, бузургиҳои собити устуворӣ, ҳиссаи молии зарраҳои комплексӣ бо

усули потенсиометрӣ (дар таҷҳизоти компаратори Р-3003 МІ ва pH-метри П-25) истифода намудем.

Барои муайян намудани таркиб, сохт ва хосиятҳои моддаҳои синтезкардашуда таҳқиқотҳои зерин гузаронида шуд: кондуктометрӣ (дар таҷҳизоти HANNA "HI 8733 Conductivity meter), спектрҳои инфрасурх (дар асбоби "Specord IR-75" ва спектромер "SHIMADZU"), таҳқиқоти термогравиметрӣ(дар таҷҳизоти Паулик-Паулик-Эрдей, тамғаи Q-1500) анҷом додем.

Мутобиқати диссертатсия ба шиносномаи ихтисоси илмӣ

Диссертатсия ба якчанд банди шиносномаи ихтисоси 02.00.01- "Химияи ғайриорганикӣ" мутобиқат мекунад:

Мувофиқи банди 1. Таҳқиқи равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлулҳои 4,5-6,0 мол/л бо усули титронидани потенсиометрӣ.-бобҳои 2.1, 2.2 ва 2.3;

Мувофиқи банди 2. Синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид. -бобҳои 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 ва 3.5;

Мувофиқи банди 3. Хосиятҳои физикию химиявии пайвастаҳои координатсионии молибден (V). -бобҳои 4.1, 4.2 ва 4.3;

Саҳми шахсии довталаби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот:

муаллифи кори диссертатсионӣ дар ҳамаи марҳилаҳои таҳқиқот аз гузоштани масъала ва иҷрои амалҳои он то таҳлили натиҷаҳои бадастовардашудаи экспериментали иштироки бевосита намуд. Дар диссертатсия натиҷаҳои таҳқиқоти муаллиф оид ба омӯзиши равандҳои комплексҳосилкунии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити кислотаи гидрогенхлорид, инчунин оиди синтез ва таҳқиқи физикӣ химиявии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4- триазолтиол ва тиосемикарбазид баррасӣ шудааст.

Тасвиб ва амалисозии натиҷаҳои диссертатсия. Натиҷаҳои асосии кори диссертатсионӣ дар конференсияҳои зерин маърӯза ва муҳокима карда шуд:

-байналмилалӣ: конференсияи байналмилалӣ дар мавзӯи “Илми химияи муосир ва ҷанбаҳои амалии он”, Душанбе, 2006; “Кимиёи пайвастҳои алифатӣ, сиклии глитсерин ва соҳаҳои истифодабарии он”, Душанбе, 2016; Конференсияи IV-и илмии байналмилалӣ “Масъалаҳои кимиёи физикӣ ва координатсионӣ”, Душанбе, 2019; “Масъалаҳои муосири химия, татбиқӣ ва дурнамои онҳо”, Душанбе, 2019; “Дурнамои рушди таҳқиқи пайвастаҳои координатсионӣ ва истифодаи амалии онҳо”, Душанбе, 2022.

-ҷумҳуриявӣ: конференсияи ҷумҳуриявии илмӣ-назариявӣ ҳайати устодон ва корманони ДДМТ “Ба номи сулҳ ва хушбахтии рӯи замин” Душанбе, 2005; “15-солагии Истиқлолияти Ҷумҳурии Тоҷикистон”, “2700 солагии шаҳри Кӯлоб” ва “Соли тамаддуни ориёӣ”, Душанбе, 2006; “800-солагии шоир ва мутафаккири барҷаста Мавлоно Ҷалолуддини Балхӣ” ва “16-умин солгарди Истиқлолияи давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон”, Душанбе, 2007; “Дастовардҳои илми кимиё ва масоили таълими он”, Душанбе, 2007; “17-умин солгарди Истиқлолияти давлатии Ҷумҳуриии Тоҷкистон”, 1150 -солагии сардафтари адабиёти классикии тоҷику форс Абӯабдуллоҳи Рӯдакӣ ва соли бузургдошти забони тоҷикӣ”, Душанбе, 2008; “Перспективаҳои инкишофи таҳқиқот дар соҳаи химияи пайвастаҳои координатсионӣ”, Душанбе, 2011; “Дурнамои истифодаи технологияҳои инноватсионӣ ва такмили маълумоти техникӣ дар макотиби олии ИДМ”, Душанбе, 2011; “Комплексҳосилкунӣ дар маҳлулҳо”, Душанбе, 2012; “Пайвастҳои комплексӣ ва ҷанбаҳои истифодабарии онҳо”, Душанбе, 2013; “Силсилаи илмҳои табиӣ ва иқтисодӣ”, Душанбе, 2014; “700-солагии Мир Сайид Алии Ҳамадонӣ”, “Соли оила” ва даҳсолаи байналмилалии амалиёти “Об барои ҳаёт” солҳои 2005-2015, Душанбе, 2015; “25-солагии Истиқлолияти давлатии Ҷумҳурии Тоҷикистон”, Душанбе, 2016; “20-солагии Рӯзи Ваҳдати миллӣ” ва “Соли ҷавонон”, Душанбе, 2017; “Пайвастҳои комплексӣ ва ҷанбаҳои истифодабарии онҳо”, Душанбе, 2018; “Об барои рушди устувор, солҳои 2018-2028” ва “80-солагии Юсуфов Тилло Юсуфович”, “Синтези ҳосилаҳои нави глитсеринӣ аз

ҷиҳати биологӣ фаъол дар асоси амминокислотаҳо, пептидҳо ва фуллерен C_{60}”, Душанбе, 2018; “Солҳои рушди деҳот, сайёҳӣ ва ҳунарҳои мардумӣ (солҳои 2019-2021)” ва “400-солагии Миробид Сайидои Насафӣ”, Душанбе, 2019; “Ҳолати муосири илми химия ва истифодабарии дастовардҳои он дар хоҷагии халқи Ҷумҳурии Тоҷикистон”, Душанбе, 2019; “5500-солагии Саразми бостонӣ”, “700-солагии шоири барҷастаи тоҷик Камоли Хуҷандӣ” ва “Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)”, Душанбе, 2019; “Заминаҳои рушд ва дурнамои илми химия дар Ҷумҳурии Тоҷикистон”, Душанбе, 2020; “30-солагии истиқлолияти Ҷумҳурии Тоҷикистон, 110-солагии шоири халқии Тоҷикистон, қаҳрамони Тоҷикистон Мирзо Турсунзода, 110-солагии нависандаи халқии Тоҷикистон Сотим Улуғзода ва “20-солаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маъориф (солҳои 2020-2040)”, Душанбе, 2021; “Саҳми усулҳои замонавии таҳлил дар рушди илм ва истеҳсолот”, Душанбе, 2022.

Интишорот аз руйи мавзуи диссертатсия. Оид ба мавзуи кори диссертатсионӣ 6 мақола ба маҷаллаҳои тақризшавандаи КОА-и назди Президенти ҶТ ва 30 фишурдаи маърӯза дар маводи конференсияҳои байналмиллалӣ ва ҷумҳуриявӣ дарҷ гардидаанд.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Диссертатсия аз муқаддима, чор боб, хулосаҳои таҳияшуда, саҳифаи матни асосӣ, 32 тасвири графикӣ ва 24 ҷадвалро дар бар мегирад. Рӯйихати сарчашмаҳои истифодашуда аз 169 номгуй иборат буда, диссертатсия 170 саҳифаи чопии компютериро дар бар мегирад.

Дар муқкадима мубрамияти кори диссертатсионӣ мақсад, вазифа ва масоили таҳқиқот оварда шудааст. Инчунин навгонии илмӣ ва аҳамияти илмии кори диссертатсионӣ пешниҳод карда шудааст.

Дар боби аввали дисертатсия иттилоот ва таҳлил намудани адабиёти мувофиқ ба мавзӯи илмӣ оварда шуда, маълумот оиди хосиятҳои физикию химиявии 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид, соҳаҳои истифодаи онҳо дарҷ гардидааст. Оид ба ионҳои пайвастаҳои кооординатсионии як қатор

металлҳои интиқолӣ бо 1-метил-2-меркаптоимидазол, 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион, 8-оксихинолин, ҳосилаҳои тиосемикарбазид, триазол ва дигар лигандҳои сохташон хаттию гетеросиклӣ низ маълумот гирд оварда шудааст.

Боби дуюм қисми таҷрибавӣ буда, усулҳои таҳқиқоти потенсиомсетрии равандҳои комплексҳосилкунии молибден(V) бо истифодаи лигандҳо (дар асоси 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи он) дар маҳлулҳои 4, 5- 6,0 мол/л HCI, дар ҳудуди ҳароратҳои 273-338 К оварда шудаанд.

Дар боби сеюм усулҳои коркардшудаи синтези пайвастаҳои нави координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид дар маҳлулҳои HCI, CH_3COOH ва HCOOH, дар иштироки NH_4SCN пешниҳод гардидаанд. Дар асоси натиҷаҳои таҳлили элементӣ муайян карда шуд, ки вобаста аз таносуби Mo:L ва шароити гузаронидани таҷриба, пайвастаҳои координатсионии гуногунлиганди оксогалогенӣ, оксогидроксо-1,2,4-триазолтиолӣ ва тиосемикарбазидии молибден (V), ки сохт ва таркиби гуногун дорад, ҳосил мешаванд.

Дар боби чорум натиҷаҳои таҳқиқоти физикию химиявӣ оид ба муқаррар намудани таркиб ва сохти пайвастаҳои координатсионии синтезшудаи молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид, пешниҳод карда шудааст. Барои муайян намудани тарзи координатсияшавии 1,2,4-тиразолтиол ва тиосемикарбазид ба иони молибден (V) таҳлили спектри инфрасурхи молекулаҳои лиганди координатсиянашуда ва пайвастаҳои координатсионии синтезшударо анҷом додем.

Кори диссертатсия бо хулоса ва фехрасти адабиёти истифодашуда анҷом меёбад.

БОБИ I. ШАРҲИ АДАБИЁТ

1.1. Пайвастаҳои координатсионии молибден бо як қатор лигандҳои органикии нитроген- ва сулфурдор

Молибден яке аз микроэлементҳои асосӣ дар организми зинда ба ҳисоб меравад. Он дар бисёр бофтаҳои зинда мавҷуд аст ва барои нигоҳ доштани фаъолияти ферментҳое, ки дар катаболизми пуринҳо ва аминокислотаҳои сулфурдор иштирок мекунанд, зарур аст. Шакли фаъоли биологии ин элемент коферменти молибден (molybdenum cjfactor, Moco)- комплекси хурдмолекулаи хосияти ғайрисафедавӣ дошта мебошад, ки дар таркиби ферментҳо барои мубодилаҳои хоси каталитикӣ зарур аст. Moco коферменти чор ферментҳои муҳим аст: ксантиндегидрогеназа, ксантиноксидаза, сулфитоксидаза ва алдегидоксидаза. Ксантиндегидрогеназа ҳамчун катализатор барои табдили гипоксантин ба ксантин ва сипас ба кислотаи пешоб мусоидат мекунад. Ин фермент дар баробари ксантиноксидаза дар мубодилаи пурин (ташкили NADH аз NAD+) иштирок мекунад [1-2]. Пайвастаҳои координатсионии β-фенил-α-аланинати молибден (VI) ва диоксо-бис-ди (μ-диакво тетрагидроксооксомолибдати) гидразин ба сифати доруворӣ барои муолиҷа намудани беморихои ҷигар истифода мешавад [3].

Дар адабиёти [4] тафсири параметрҳои мутақобилаи қабати тунуки болои лигандҳо (компоненти A^L-тензор) барои як қатор комплексҳои оксогалогении Mo (V) таркибҳои $MoOГ_5^{2-}$ (Г = F, CI, Br, I) баррасӣ карда мешаванд. Нақши поляризатсияи спиниро муайян карда, таъсири ҳолати «гузариш» ба назар гирифта мешавад. Ҳангоми ҳисоб кардани компонентҳои A^L-тензор, онҳо қиматҳои параметрҳои ковалентиро, ки аз маълумоти таҷрибавӣ бо усули РПЭ ва барои як қатор пайвастаҳои таҳқиқшаванда спектроскопияи оптикӣ, истифода намуданд.

Кори [5] ба коркарди шароити синтез ва омӯзиши хосиятҳои гексамолибденохромат (III) бо катион никел-аммиаки таркиби $Ni(NH_3)_4 \cdot H\,[CrMo_6O_{18}(OH)_6] \cdot 10H_2O$ бо усули ренгенографӣ, спектри ИС

ва термогравиметрия бахшида шудааст. Нишон дода шудааст, ки кристаллҳои ҳосилшуда триклиникӣ мебошанд, α = 17,67, b = 14,87, c = 10,54 A, α = 131,810, β = 66,080, γ = 138,420, V = 1345,09 A, Z = 1345,09 A, pcal = 06,3 / 3,3 / 3,3 / 3,3 / 0,33 / 0,07. Аз ҷониби ин муаллифон инчунин хосиятҳои комплексҳои таркиби $H[CrMo_6O_{18}(OH)_6]\cdot 10H_2O$ бо комплекси катионии никел-аммиакӣ синтез ва таҳқиқ карда шудаанд. Барои тасдиқи фарқият ва тозагии Пайвастаи I синтезшуда, инчунин барои ба даст овардани маълумотҳои кристаллографӣ ва таҳлили маҳсулоти таҷзияи термикӣ таҳлили АРФ-ии ҳам худи пайвастаҳо ва ҳам маҳсулоти таҷзияи термикии он гузаронида шудааст.

Муқоисаи спектрҳои ИС-и пайвастаҳои синтезшуда айнияти онҳоро нишон медиҳад ва ин имкон медиҳад, ки раҳҳои фурӯбарӣ алоқаманд карда шаванд. Нишон дода шудааст, ки лаппишҳои асосии cis-MoO_2-гурӯҳҳо ва гурӯҳҳои купрукии Mo-O-Mo дар ҳудуди 1000-400 $см^{-1}$ ошкор карда мешаванд.

Таҳқиқоти муаллифони адабиёти [6] ба коркарди шароити синтез ва омӯзиши хосиятҳои физикӣ-химиявии гексомолибденоксалатованадати аммоний бо таркиби $(NH_4)_3[V(C_2O_4)Mo_6O_{18}(OH)_6]\cdot 3H_2O$ бахшида шудааст. Таркиби ин Пайваста бо роҳи спектроскопияи массавӣ ва спектри ИС, таҳлили термогравиметрӣ ва рентгенофазаӣ омӯхта шудааст. Барои тасдиқи тозагии пайвастаҳои синтезшуда, инчунин барои ба даст овардани маълумотҳои кристаллографи таҳлили ренгенофазавӣ гузаронида шудааст.

Муқоисаи штрихренгенограммаи I бо маълумотҳои PCPDFWIN нишон дод, ки пайвастаи $(NH_4)_3[V(C_2O_4)Mo_6O_{18}(OH)_6]\cdot 3H_2O$ тоза буда, ғашиҳои эҳтимолӣ надорад. Таҳлили спектрҳои ИС-и пайвастаҳои синтезшуда нишон медиҳад, ки раҳҳои нурфурӯбарӣ дар 1000-200 $см^{-1}$ ба гурӯҳҳои сис MoO_2 ва гурӯҳҳои купрукӣ Mo-O-Mo таалуқ доранд. Рахи интенсивии дар шакли дублет дар соҳаҳои 936-882 $см^{-1}$ ба лаппишҳои валентии гурӯҳҳои охираи сис- MoO_2 мувофиқат мекунад; раҳҳо дар

ҳудудҳои 562 ва 650 $см^{-1}$ мутаносибан ба лаппишҳои симметрӣ ва асимметрии фрагменти Mo -O дахл доранд. Раҳҳои дар 721 $см^{-1}$ ба намудҳои гуногуни бандҳои ванадий-оксиген (V-O) мувофиқат мекунад. Раҳҳои аз 361 $см^{-1}$ поёнтар мавҷуд буда аз сабаби лаппишҳои деформатсионии гурӯҳҳои сис- MoO_2 ва бандҳои купрукии Mo-O-Mo мебошанд. Лаппишҳои валентии дар ҳудудҳои 1050-1154 $см^{-1}$ ошкоршуда ба лаппишҳои анионҳои оксалат мувофиқат мекунанд.

Дар спектри инфрасурх (СИ) инчунин раҳҳои интенсивӣ дар ҳудуди 1397 $см^{-1}$ ошкор карда шудааст, ки ба лаппиши аммиак дар комплексҳои аммоний алоқаманд аст ва раҳҳои дар ҳудудҳои 1614 ва 3315-3011 $см^{-1}$ мавҷуд буда ба лапишҳои валентии об ва гурӯҳи гидроксил мувофиқанд.

Дар кори [7] барқароркунии фотохимиявии ионҳои d-металлҳо (Mo-W) дар иштироки спирти поливинил вобаста ба туршии маҳлулҳо ва таркиби муҳити газӣ, маълумот оварда шудааст. Таъсири нурҳои ултрабунафш ба ҳалшавандагии компонентҳои системаи спирти поливинил-аммоний гептомолибдат-об омӯхта шудааст. Механизми реаксияҳои фотохимиявӣ ва сохти комплексҳои полимерӣ-намакӣ низ муфассал оварда шудааст. Дар системаҳои полимерӣ-намакӣ пайдо шудани ҳосилаҳои мезаморфӣ, ки ба кристаллҳои моеъ монанд аст, ба сахтии индуксионии макромолекулаҳои полимери дар об ҳалшавандаи занҷири чандирдошта, аз ҳисоби комплексҳосилкунӣ бо полиионҳои ғайриорганикӣ, вобаста аст.

Дар кори [8] синтез ва омӯзиши спектри ИС ду комплекс: MoO_2 L-Solv, H_2 (L-салитсилал-2-бензимидазолилгидразон) Solv-ДМСО(I) ва ДМФА(II) оварда шудааст. Хулосаҳо оид ба сохти комплексҳои I ва II дар асоси спектри ИС, таҳлили ренгегоструктурӣ тасдиқ карда шудаанд. Дар кори мазкур натиҷаҳои синтез ва таҳлили спектроскопияи ИС-и ду комплекси солватшудаи дидиоксомолибдени (VI) бо салитсилал-2-бензимидазолилгидрозин (Y=NH,) MoO_2L-Solv, дар инҷо Solv=DMCO(I), DMФA(II) таркиби: $C_{16}H_{16}N_4MoO_4S$, $C_{17}H_{17}N_5MoO_4$,

$C_{15}H_{14}N_4MoO_4S$ оварда шудааст. Дар соҳаҳои 3600-3000 см$^{-1}$ дар натиҷаи комплексҳосилшавӣ лаппиши дарози бандҳои NH, CH ва OH-и молекулаи лиганд, ноаён мешавад.

Қайд кардан бамаврид аст, ки спектрҳои ошкоршудаи пайвастаҳо бо раҳҳои нурфурӯбарии интенсивӣ дар басомади 3460 см$^{-1}$, мушоҳида мешавад, ки ба банди NH-молекулаи гетеросиклӣ мансуб мебошад. Дар ҳудудҳои 1700-1500 см$^{-1}$ якчанд пикҳои интенсиви нурфурӯбарӣ дида мешаванд, ки дар ҳудуди 1634 см$^{-1}$ банди азометин ҳангоми координатсияшавӣ бо дар соҳаи басомади паст 22-23 см$^{-1}$ мегузарад, ки ин иштироки атоми нитрогени банди C=N дар координатсияшавӣ бо металлро нишон медиҳад. Тасдиқи иловагии ин афзоиши шиддатноки нурфурӯбарии банди азометин мебошад, ки аз ҳисоби ҳосилшавии фрагменти гидрозон (C = NN = C) дар ҳудудҳои 600-594 ва 480-414 см$^{-1}$ ба лаппишҳои валентии бандҳои Mo-N ва Mo-O ва дар ҳудудҳои 940-897 см$^{-1}$ ба лаппишҳои валентии симметрӣ ва асимметрии банди Mo = O гурӯҳи сис-MoO_2 мансуб аст.

Аз ҷониби муалллифони [9] бо воситаи гузаронидани HCI-и газмонанд дар маҳлул, комплекси таркиби $(Me_4N)_2[Mo_2O_2S_8]((Me_4N)_2$ [I]) ва комплекси таркиби $(Me_4N)_2[Mo_2S_2O_2CI_4]((Me_4N)_2$ [II]) синтез карда шудааст. Ҳангоми аз нав кристаллкунии $(Me_4N)_2[Mo_2S_2O_2CI_4]((Me_4N)_2$[II]) аз N,N-диметилфармамид (DMФA) пайвастаи $(Me_4N)[Mo_2S_2O_2CI_3$ $(DMF)_3]((Me_4N)$ [III]) ҳосил карда шудааст.

Дар кори [10] гуфта мешавад, ки пайвастаҳои дорои кластерҳои гидриди магний, метавонад тавассути оксидшавии ин металл бо галогенидҳои металлҳои валенти тағйирёбанда дошта, дар тетрагидрофуран (ТГФ) ба даст оварда шавад. Комплекси кластери гидриди магний ТГФ- $[MoHMg_{2.8}CI_{2.0}$ТГФ], ки изомеризатсияи 1-гексен ба 2-гексен, тавассути оксидшавии магнитӣ бо маҳлули $MoCl_5$ дар тетрафуран, катализ мешавад. Рафти реаксия аз рӯи тағйир ёфтани шиддати спектри 1H ЯМР-и моддаҳои ибтидоӣ ва маҳсули реаксионӣ назорат карда шудааст.

Муаллифони [11] усулҳои синтези пайвастаҳои нави координатсионии молибден (VI)-ро бо гидроксиламинҳои бо N-моноалкиливазшаванда коркард намуданд. Бо усули (РСА) АРС сохти $[MoO_2(C_2H_5NHO)_2]$ ва $[MoO_2(i\text{-}C_2H_5NHO)_2]$ муайян карда шудааст, ки координатсияи лиганд бо молибден бидентатӣ-хелатӣ буда, металлосикли сеузва NMoO ҳосил мешавад.

Муаллифони [12] Пайвастаи комплекси $[MoO_2(L)(CH_3OH)]$ (L-анионметоксисалитсилиден моноэтанол амин) синтез намуда, сохти он тавассути АРС (РСА) муайян карда шудааст. Пайвастаи координатсионии синтезкардашудаи молибден сохти октаэдрӣ дорад, бо ду оксо лиганд дар сис-ҳолат ба якдигар, бо ду атоми оксиген ва атоми N-лиганди (L) тридентатӣ (бис-хелат), инчунин бо атоми оксигени молекулаи метанол координатсия шудааст. Банди O-H...O (O..O 2.598A^0) молекулаҳоро дар псевдодимерҳои сентросимметрӣ якҷоя мекунанд.

1.2. Пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол, 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион ва 8-оксихинолин

Дар кори [13] пайвастаҳои координатсионии дуядроии гуногунлиганди молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптомидазол омӯхта шудаанд. Таркиби химиявии пайвастаҳои координатсионии дуядроии 1-метил-2-меркаптомидазоли молибден (V), ки дар таркибаш атсидолигандҳои гуногун доранд, бо истифода аз усули таҳлили элементии химиявӣ, потенсиометрӣ, спектрҳои инфрасурхӣ (СИ) ва кондуктометрӣ, муайян карда шудааст.

Ҳамин тавр, дар натиҷаи таҳқиқотҳои гузаронидашуда маълум гардид, ки дар муҳити обии этанолӣ ва кислотаҳои органикии якасоса бо пайвастаи координатсионии ибтидоӣ $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$ пурра таъсир мекунанд. Дар ин ҳолат ионҳои гидроксилии дохилисферавӣ миқдоран бо гурӯҳҳои карбоксилии кислотаҳои органикӣ иваз мешаванд.

Дар корҳои [14,15] маълумот оид ба синтези пайвастаҳои

координатсионии молибден (III) бо имидазол дар омехтаи H_2O-HCl-MeOH оварда шудааст. Пайвастаҳои координатсионӣ ҳангоми pH ~ 6 будан дар муҳити NH_4CH_3COO синтез карда шудаанд. Пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо метилимидазол, бензимидазол ва 2-метилбензимидазол низ ҳамин тавр синтез карда шуданд. Таркиби ҳамаи пайвастаҳои координатсионии синтезшуда бо маълумотҳои таҳлили элементии химиявӣ ва сохти онҳо бо усулҳои гуногуни физикӣ- химиявӣ тавсиф карда шудаанд.

Муаллифони [16,17] бо таъсири мутақобилаи $H_2[MoOГ_5]$ бо имидазол дар муҳити 6 мол/л HCl ва 7 мол/л HBr, дар таносуби Mo: L аз 1: 0,5 то 1: 6, пайвастаҳои нави координатсионии молибден синтез намуданд, ки дар маҳлул рангҳои сабз ё бунафш доранд. Аммо аз сабаби баланд будани ҳалшавандагӣ ва эҳтимолияти пайдоиши пайвастаҳои ба кам ҳалшаванда, ин муаллифон натавонистанд онҳоро дар шакли сахт ҷудо кунанд. Ҳангоми илова намудани миқдори муайяни 2-меркаптомидазол (2-МИ) ба маҳлулҳои $H_2[MoOГ_5]$ дар муҳити консентратсияҳои гуногуни НГ, пайвастаҳои координатсионӣ бо таркибҳои зерин ба даст оварда шуданд: $[Mo_2O_3L_4Г_4]\cdot 2H_2O$, $(LH)_2[MoOГ_5]$, ва $[Mo_2O_2L_2(OH)_2Г_4]\cdot 2H_2O$, дар инҷо Г-Cl, Br.

Муайян карда шуд, ки ба спектрҳои инфрасурхи (СИ)-и комплексҳои таркиби $[MoOL_2Г_3]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL_4Г]Г_2\cdot 2H_2O$ тағйирёбии басомати лаппиши пасти бандҳои υ (C = S)-ро дар муқоиса бо спектрҳои 2-меркаптомидазоли координатсиянашуда, ки дар 810-1020 $см^{-1}$ пайдо мешаванд, ба 20-40 $см^{-1}$тағйир меёбад. Максимумҳои раҳҳои нурфурӯбарӣ дар 1535 $см^{-1}$, ки асосан ба лаппишҳои валентии υ (C=N) банди лигандӣ алоқаманданд, дар спектрҳои ин комплексҳо мавқеи худро нигоҳ медоранд ва интенсивнокиро қариб тағйир намедиҳанд.

Мувофиқи [16], раҳҳо дар спектри имидазол дар 810 $см^{-1}$ ва бензимидазол дар 815 $см^{-1}$ ба лаппишҳои валентии υ(C=S) мувофиқат мекунанд. Муайян карда шуд, ки дар спектрҳои комплексҳои 2-меркаптомидазолии молибден (V) ин рах барои пайвастаҳои

координатсионии $[MoOL_2Cl_3]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL_4CI]CI_2\cdot 2H_2O$ мутаносибан дар 785 $см^{-1}$ ва 870 $см^{-1}$ ва барои аналогҳои оксобромидии онҳо гурӯҳи υ(C=S) дар 780 $см^{-1}$ ва 763 $см^{-1}$ пайдо мешаванд. Муаллифони кори мазкур дар спектрҳои комплексҳо тағйирёбии лаппишҳои пасти раҳҳои нурфурӯбарии υ(C=S)-ро ба назар гирифта, дар бораи иштироки гурӯҳии тиони сулфур дар координатсия бо молибден (V) тахмине ба миён гузоштанд. Муайян карда шуд, ки дар спектрҳои дарозмавҷи комплексҳои баррасишаванда дар ҳудуди 250-270 $см^{-1}$ раҳҳои иловагии ба лаппишҳои валентии υ (Mo-S) тааллуқ дошта мавҷуданд, ки бори дигар координатсияи монодентатии 2-меркаптомидазолро бо молибден (V) тасдиқ мекунад.

Барои комплексҳои таркиби $[MoOL_4Г]Г_2\cdot 2H_2O$ бо истифода аз маълумотҳои таҳқиқи кондуктометрӣ ва натиҷаҳои титронии потенсиометрии маҳлулҳои обии онҳо маълум шуд, ки дар сфераи берунаи пайвастаи координатсионӣ ду иони галоген мавҷуд аст. Дар асоси муқоисаи спектрҳои СИ-и пайвастаҳои координатсионии синтезшуда, дар соҳаҳои 960-970 $см^{-1}$ хатҳои нурфурӯбарӣ, ки ба гурӯҳи υ(Mo = O) тааллуқ дорад. Дар соҳаҳои спектрҳои дарозмавҷи 470-460 $см^{-1}$ хатҳои нурфурӯбарӣ ба гурӯҳи υ(Mo-O) ва дар соҳаҳои 325-340 $см^{-1}$ дар комплексҳои оксохлорид ва 265-273 $см^{-1}$ дар комплексҳои оксобромидӣ намоёншуда ба лапишҳои гурӯҳи υ(Mo-Г) мувофиқат менамоянд.

Дар [17-19] синтези пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптомидазол дар маҳлулҳои консентратсияшон гуногуни кислотаи гидрогенхлорид гузаронида шудааст. Муайян карда шуд, ки таъсири мутақобилаи $(NH_4)_2[MoOГ_5]$ бо 1-метил-2-меркаптомидазол дар муҳити 5-10 мол/л НГ зина ба зина ва баргарданда мегузарад. Дар ин ҳолат вобаста ба таносуби реагентҳои аввала ва консентратсияи кислотаи гидрогенхлорид дар намуди сахт, пайвастаҳои координатсионии $(LH)_2[MoOГ_5]$, $[MoOL_2Г_3]\cdot 2H_2O$, $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]$, $[Mo_2O_3L_4Г_4]\cdot 2H_2O$, $[Mo_2O_3L_2(OH)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ (Г - Cl, Br, L-1-метил-2-меркаптомидазол) тавсиф шудаанд.

Маълумотҳои таҳлили элементии химиявӣ, таркиби пайвастаҳои координатсионии синтезшуда тасдиқ мекунанд, ки дар 10 мол/л маҳлулҳои HCl ва 7 мол/л HBr дар иштироки атсетон, пайвастаҳои координатсионии берунисферавии анионӣ бо таркиби $(LH)_2[MoOГ_5]$ ҳосил мешавад. Ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамиди пайвастаҳои координатсионии анионӣ 140-163 $Ом^{-1}$ $см^2$- $мол^{-1}$ мебошад, ки ба электролитҳои навъи 2:1 мувофиқ аст. Қиматҳои ҷараёнгузаронии молярии (μ) маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои координатсионии таркиби $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]$, $[Mo_2O_3L_2Г_4]\cdot 2H_2O$ ва $[Mo_2O_3L_2(OH)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ амалан аз қиматҳои μ диметилформамид хеле кам фарқ мекунанд.

Нишон дода шуд, ки спектри инфрасурхи (СИ)-и 1-метил-2-меркаптомидазол бо раҳҳои интенсивӣ дар 1570 $см^{-1}$, 1340 $см^{-1}$, 1282 $см^{-1}$, 1250 $см^{-1}$, 1152 $см^{-1}$, 1095 $см^{-1}$ ва 1020 $см^{-1}$ тавсиф карда мешавад. Дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионӣ раҳҳо дар 1405 $см^{-1}$, 1340$см^{-1}$, 1282$см^{-1}$ ки ба лаппишҳои валентии ҳалқаи азолӣ CH_3, C=S ва C=C-и лиганд таалуқ доранд, нигоҳ дошта мешаванд ва раҳҳо дар соҳаҳои 1250 $см^{-1}$, 1152 $см^{-1}$ и 1095 $см^{-1}$ нопадид мешаванд. Дар баробари ин, дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионӣ раҳҳои нав пайдо мешаванд, ки интенсивнокии миёна ва баланд дар басомадҳои 1160 $см^{-1}$, 1103 $см^{-1}$, 1032 $см^{-1}$, доранд, метавон ба лаппиши валентии гуруҳи υ (C = S) мансуб донистанд.

Тағйирёбии ҳамин гуна лаппишҳои пастбасомади раҳҳои дар боло зикршуда дар спектрҳои комплексҳо ба координатсияи 1-метил-2-меркаптомидазол бо молибден (V) тавассути атоми сулфур таалуқ доранд. Максимуми рахи нурфурӯбарӣ дар басомати 1570 $см^{-1}$ дар спектри СИ-и лиганд ба лаппиши валентии банди υ (C= N) ва дар спектрҳои пайвастаи координатсионии $(LH)_2[MoOГ_5]$, баландшавии лаппишҳо. дар ин басомадҳо ба 20-40 $см^{-1}$ (1590 $см^{-1}$, 1610 $см^{-1}$)) протонишавии лигандҳоро дар муҳити 7-10 мол/л НГ тасдиқ менамояд. Дар муқоиса бо спектри координатсиянашудаи 1-метил-2-меркаптомидазол, дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионии

$[MoOL_2Cl_3]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL_2Br_3]\cdot 2H_2O$ дар омехтаи атсетон - 6 мол/л HCl, ё кислотаи атсетат синтез карда мешаванд, 7 мол/л HBr, дар 950-965 $см^{-1}$, хати интенсивӣ намоён мешавад, ки ба υ(Mo=O) тааллуқ дорад. Хати фурубарӣ дар басомати 735 $см^{-1}$ дар спектри лиганд ба υ(CS) + υ(CN) мансуб аст [20,21].

Нишон дода шудааст, ки дар спектрҳои пайвастаи координатсионии $[MoOL_2Г_3]\cdot 2H_2O$ интенсивнокии пасти ин хат ва тағйирёбии он дар ҳудудҳои басомади хурд ба 10-25 $см^{-1}$ мушоҳида мешавад, ки ин, бешубҳа, иштироки атоми сулфурро дар координатсияшавӣ бо молибден (V) нишон медиҳад. Хатҳои интенсивнокиашон баланд дар ҳудуди 3170 $см^{-1}$ дар спектрҳои лигандҳои ибтидоӣ ва спектри пайвастаи координатсионии $[MoOL_2Г_3]\cdot 2H_2O$ то 3258 $см^{-1}$ ва дар спектрҳои $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]$ мутаносибан то 3190 3170 $см^{-1}$ муайян карда шудаанд. Дар асоси тағйир ёфтани спектрҳои инфрасурхи (СИ)-и комплексҳо чунин хулоса бароварда шуд, ки атоми нитрогени лиганд дар координатсия бо молибден (V) иштирок намекунад. Дар спектри комплексҳои зикршуда $\upsilon(H_2O)$) дар 3375 $см^{-1}$ ва дар спектри пайвастаҳои координатсионии бромидӣ дар басомати 3420 $см^{-1}$ пайдо мешаванд.

Муаллифони [22,23] қайд кардаанд, ки ҳарорати дегидрататсияи пайвастаи координатсионии $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ аз ҳарорати дегидротатсияи пайвастаҳои координатсионии дуядроии $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ ва $[Mo_2O_2L_2(OH)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ каме зиёд аст ва ҳарорати дегидрататсияи пайвастаи координатсионии $[Mo_2O_3L_4Г_4]\cdot 2H_2O$, дар навбати худ, аз ҳарорати дегидрататсияи пайвастаҳои координатсионии димерии дар боло зикршуда як андоза баланд аст. Муайян карда шуд, ки дар каҷхатаи таҳлили диференсиалии ҳароратӣ (ДТА) эффектии максималии эндотермӣ барои пайвастаи $[MoOL_2Cl_3]\cdot 2H_2O$ дар ҳарорати 363 К ва барои $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ дар 378 К мушоҳида мешавад, ки ин далелро бо эҳтимолияти ҳосилшавии бандҳои гидрогенӣ дар байни молекулаҳои об ва молекулаҳои координатсияшудаи 1-метил-2-меркаптоимидазол дар

пайвастаи $[MoOL_2Г_3]\cdot 2H_2O$ шарҳ медиҳанд. Дар натиҷаи омӯзиши спектрҳои СИ-и маҳсули марҳилаи якуми таҷзияи термикии пайвастаҳои координатсионии дар боло тавсифшуда муайян карда шуд, ки дар басоматҳои 908 см$^{-1}$ ва 910 см$^{-1}$ рахи ба гурӯҳи υ (Mo-O) таалуқ дошта пайдо мешавад, ки ба фрагменти O=Mo-O-Mo=O хос аст. Барои муайян кардани маҳсули марҳилаи якуми таҷзияи термикии пайвастаҳои дуядроӣ $[Mo_2O_3L_2(OH)_2Г_2]\cdot 2H_2O$, $[Mo_2O_3L_2(H_2O)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ ва тасдиқи раванди пешниҳодшуда, дар атмосфераи ҳаво ва шароити изотермӣ , комплексҳо дар ҳарорати 380 К то массаи доимӣ гарм карда шуданд. Таҳлили спектрҳои ИС-и, 380 К пайвастаҳои комплексӣ нишон дод, ки дар спектрҳои онҳо нопадидшавии раҳҳои нурфурӯбарии лаппишҳои валентии υ_{as}(OH) ва υ_s(OH), ки ба молекулаи об хос аст, дар ҳудуди 3350-3450 см-^{1} ба назар мерасад, ки ин таҷзияи марҳалаи якуми мубодилаи термикии пайвастаҳои координатсиониро тасдиқ мекунад.

Дар натиҷаи таҳқиқоти мунтазами муаллифон [16,17,23] маълум гардид, ки аксари пайвастаҳои синтезшудаи координатсионии молибден (V) бо 2-меркаптомидазол ва бо 1-метил-2-меркаптомидазол бо ду молекулаи об кристаллизатсия мешаванд. Тахмин меравад, ки молекулаҳои об ҳалқаи панҷузваро бо ҳосил шудани банди гидрогенӣ байни гурӯҳи NH-и лиганд ва оксо гурӯҳи молибденил, пайваст мекунанд.

Дар [24] бо усули РМЭ комплексҳосилкунии $MoOCl_3$ бо 2-меркаптоимидазол, 2-меркаптобензоксазол ва 2-меркаптобензтиазол мавриди омӯзиш қарор гирифтааст. Муайян карда шуд, ки молибден (V) бо ин лигандҳо пайвастаҳои молекули $[MoOL_2Cl_3]$, ва бо комплексҳои тиопиколинилиди таркиби $[MoOL_2Cl_2]$ ҳосил менамояд, ки дар онҳо як молекулаи тиопиколинилид бо молибден (V) монодентатӣ ва дигараш бидентатӣ, яъне ба воситаи атомҳои сулфури гурӯҳи тион ва нитрогени анилидӣ координатсия мешавад.

Дар кори [25] спектрҳои фурӯбарии СИ-и пайвастаҳои координатсионии 1-метил-2-меркаптомидазоли молибден (V) пешниҳод

шудааст. Дар спектрҳои СИ пайвастаҳои дукаратавазшудаи: $[MoOL_2(SCN)_2Г]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL_2(C_2O_4)Г]\cdot H_2O$, ки бо таносуби молии Mo:L:SCN=1:2:2 ва Mo:L:C_2O_4=1:2:1 ба даст оварда шудаанд, дар ҳудуди басоматҳои 940-960 $см^{-1}$ рахи интенсивӣ пайдо мешавад, ки онро метавон ба лаппишҳои валентии гурӯҳи молибденилӣ υ(Mo=O) ва дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионии дуядрой бо таркибҳои: $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4L_2(OH)_4]$, $(NH_4)_2[Mo_2O_3L_2(SCN)_2(C_2O_4)_2]\cdot 2H_2O$ и $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4L_2(SCN)_2(CH_3COO)_2]$, ба ғайр аз раҳҳои нурфурӯбарии гурӯҳи υ(Mo=O), дар ҳудудҳои 710-730 $см^{-1}$ ва 2040-2060 $см^{-1}$ раҳҳои нави интенсивнокиашон миёна пайдо мешаванд, ки мувофиқан онҳоро ба лаппишҳои валентии гурӯҳҳои купрукӣ $\upsilon(Mo_2O_3)^{4+}$ ва $\upsilon(Mo_2O_4)^{2+}$ нисбат додаанд, инчунин лаппишҳои валентии раҳҳои нурфурӯбарии υ(OH) дар комплексҳои гурӯҳи гидроксил дошта дар басоматҳои 3430-3450 $см^{-1}$ пайдо мешаванд. Пайдошавии раҳҳои нурфурӯбарии υ(C≡N) -ро дар комплексҳои иони тиосианатдошта, ба манфиати координатсияи ионҳои тиосианат ба молибден (V) бо воситаи атоми N шарҳ додан мумкин аст. Дар спектрҳои СИ-и пайвастаҳои карбоксилатӣ дар ҳудуди 1430-1440 $см^{-1}$ ва 1655 $см^{-1}$, 1660 $см^{-1}$, 1665 $см^{-1}$ раҳҳои лаппиши υ (C=O) ва υ (C-O) мутаносибан пайдо мешаванд ва аз раҳҳои нурфурӯбарии онҳо дар спектрҳои кислотаҳои органикии координатсия намуда фарқ надоранд.

Дар кори [26] пайвастаҳои оксогалогеинидии координатсионии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион (L) оварда шудаанд. Синтези пайвастаҳои нави координатсионии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион дар маҳлулҳои 6 мол/л HCI ва 7 мол/л HBr дар ҳарорати муқаррарӣ ва ҳангоми гармкунӣ гузаронида шуданд. Системаи реаксионӣ ва таносуби молии Mo: L аз 1: 1 то 1: 6 мебошад. Таркиби пайвастаҳои координатсионии 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионии молибден (V) дар асоси маълумотҳои таҳлили элементӣ, омӯзиши спектрҳои инфрасурхӣ (СИ)-и пайвастаҳои ибтидоӣ ва ҳосилшуда, таҳқиқотҳои кондуктометрӣ ва потенциометрӣ тасдиқ карда шуданд.

Муаллифони [27] омӯзиши спектрҳои инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионро омӯхтанд. Ҳангоми омӯзиши спектрҳои СИ-и $[MoOL_2(OH)_2Cl]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL_2(OH)_2Br]\cdot 2H_2O$ нишон дода шудааст, ки раҳҳои нурфурӯбарии ба гурӯҳи C = S мувофиқ бо интенсивнокиии миёна дар ҳудудҳои 785 $см^{-1}$-1015 $см^{-1}$ пайдо мешавад. Тағйироти намоёншуда нишон медиҳад, ки молекулаи 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион дар ин пайвастаҳои координатсионӣ ба тариқи монодентатӣ бо иони молибден (V) тавассути атоми сулфури гурӯҳи тионӣ координатсия шудааст.

Дар адабиёти [28] пайвастаҳои координатсионии молибден (V) дар маҳлулҳои кислотаи мӯрча (HCOOH), кислотаи сирко (CH_3COOH) ва кислотаи гидрогенхлорид (HCl) бо таносубҳои гуногун синтез карда шудаанд. Барои муқаррар намудани мавҷудияти сфераҳои дохилӣ ва берунӣ дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ синтезкардашуда ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидии комплексҳо бо усули кондуктометрӣ омӯхта шуд. Таҳқиқотҳои гузаронидашуда нишон медиҳанд, ки пайвастаҳои синтезшудаи молибден (V) бо тиопирин ба электролитҳои заиф тааллуқ доранд ва дар сфераи дохилии комплексҳо молекулаи тиопирин, ионҳои хлорид, формиат, атсетат ва тиосианат мавҷуданд.

Муаллифони [29] ҷараёнгузаронии молярии (μ) маҳлули диметилформамидии $[MoOL_2(SCN)Cl_2]\cdot 2H_2O$ бо истифода аз усули кондуктометрӣ вобаста аз вақт, консентратсия ва ҳарорат (298 - 338 К) омӯхтанд. Ҳангоми омӯзиши вобастагии ҷараёнгузаронии пайвастаҳои координатсионӣ аз консентратсияи молярӣ маълум шуд, ки дар консентратсияи $1{,}03\cdot 10^{-3}$ мол/л ва ҳарорати 298 К, қимати μ -и маҳлули диметилформамидӣ ба 11,7-22,5 $Ом^{-1}\,см^{2}\,мол^{-1}$ баробар мешавад, ки он ба пайвастаҳои навъи ғайриэлектролитӣ хос мебошад. Ҳангоми сероб намудани маҳлул то консентратсияи $1{,}29\cdot 10^{-4}$ мол/л ва баланд намудани

ҳарорат (338 К) қимати μ зиёд шуда, ба 60-50 $Ом^{-1}см^{2}мол^{-1}$ баробар мешавад, ки ба электролитҳои заифи навъи 1: 1 мувофиқат мекунад.

Дар кори [30] пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 8-оксихинолин дар муҳити кислотаи атсетат ҳангоми гармкунӣ то ҳарорати 343 К дар таносубҳои аз 1:1 то 1:6 синтез карда шудааст. Пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда дорои ранги хокистарии баланд мебошанд. Таркиби пайвастаҳои ҳосилкардашуда бо усулҳои таҳлили элементии химиявӣ, спектрҳои инфрасурх ва усули кондуктометрӣ муайян карда шудааст.

Характери координатсияшавии молекулаи 8-оксихинолин бо иони молибден (V) бо усули спектрҳои инфрасурх дар асбоби SHIMADZU дар ҳудудҳои аз 400-4000 $см^{-1}$ дар равғани вазелинӣ ва ҳалби KBr муқаррар карда шуд.

Маълумотҳои спектри инфрасурхи пайвастаи координатсионии $[MoOL_2CI_3]\cdot H_2O$ бо спектрҳои 8-оксихинолин нишон дод, ки хатҳои нурфурӯбарии ба υ(OH) ва υ(C-N) таалуқдошта гум мешавад ё бо интенсивнокии хурд ба ҳудудҳои 3024-3340 $см^{-1}$ мелағжад. Таҳлили СИ пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда нишон медиҳад, ки $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ бо 8-оксихинолин вобаста ба таносуби байни моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда ва шароити гузариши реаксияи химиявӣ метавонад пайвастаҳои координатсионии моноядроӣ ва дуядроиро ҳосил намояд.

Муаллифон муайян намуданд, ки 8-оксихинолин ба иони молибден (V) дар пайвастаи координатсионии моноядроии $[MoOL_2Г_3]$ аз ҳисоби атоми оксигени гурӯҳи гидроксилӣ ба тариқи монодентатӣ координатсия мешавад. Аммо дар пайвастаи координатсионии $[MoOLГ_3]\cdot H_2O$, 8-оксихинолин ба тариқи бидентатӣ тавассути донорҳои атоми оксиген ва нитрогени пиридинӣ бо иони молибден (V) координатсия шудааст. Инчунин дар ҳудудҳои 680-720 $см^{-1}$ нурфурӯбари деформатсионии $\delta(H_2O)$ ба мушоҳида мерасад, ки он аз мавҷуд будани оби кристаллизатсионӣ шаҳодат медиҳад.

Дар [31] натиҷаи таҳқиқи хосиятҳои физикӣ-химиявии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 8-оксихинолин, ки дар муҳити 5 мол/л кислотаи атсетат ҳосил карда шудаанд, пешниҳод гардидааст. Бо усули кондуктометрӣ ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидӣ ва атсетонии пайвастаҳои нави синтезкардашуда омӯхта шудаанд. Нишон дода шудааст, ки дар маҳлулҳои диметилформамидӣ ва атсетонӣ пайвастаҳои координатсионии таҳқиқшудаи молибден (V) бо 8-оксихинолин ба электролитҳои навъи 1:1 ва баъзе аз онҳо ба ғайри электролитҳо мансуб мебошанд. Дар асоси таҳлили спектрҳои инфрасурхи 8-оксихинолин ва пайвастаҳои координатсионӣ, тарзи бо иони молибден (V) координатсия шудани молекулаи 8-оксихинолин муайян карда шудааст. Исбот шудааст, ки вобаста ба шароити амалӣ намудани синтези пайвастаҳои координатсионӣ ва таносуби байни моддаҳои ба ҳам таъсиркунанда (Mo:8-oxi) молекулаи лиганди органикӣ тавассути атоми нитроген ё оксигени гурӯҳи функсионалии гидроксил (–OH) ва нитроген, ба тариқи монодентатӣ ва бидентатӣ бо иони молибден (V) координатсия мешавад.

Дар кори [32] бо ёрии асбоби «Conductivy meter 8733» ҷараёнгузаронии молярии маҳлули диметилформамидии $[MoOL_2CI]CI_2 \cdot H_2O$ вобаста аз консентратсия дар ҳарорати 25 ^{0}C омӯхта шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки қимати μ-и маҳлули диметилформамидии $[MoOL_2CI]CI_2 \cdot H_2O$ ба 94,5 Ом$^{-1}$ см^2 мол$^{-1}$ баробар аст, қимати ҷараёнгузаронии ДМФА-и тоза 36,05 Ом$^{-1}$ см^2 мол$^{-1}$ мебошад. Ҳангоми серобкунии маҳлули диметилформамидии пайвастаи координатсионӣ қимати μ ба 135-150 Ом$^{-1}$ см^2 мол$^{-1}$ мерасад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки молекулаи ДМФА ҳангоми серобкунӣ ба дохили сфераи молекулаи $[MoOL_2CI]CI_2 \cdot H_2O$ ворид шуда, иони хлорро аз дохили сфера берун менамояд. Дар асоси ҷараёнгузаронии маҳлули диметилформамидии $[MoOL_2CI]CI_2 \cdot H_2O$ дар ҳарорати 25 ^{0}C, tgα, λ∞, $K_{дис}$ ҳисоб карда шуд ва муайян карда шуд, ки пайвастаи координатсионии диметилформамидии $[MoOL_2CI]CI_2 \cdot H_2O$ ба навъи электролити 1:2 мансуб мебошад.

Муаллифон Эгамбердиев А.Ш. ва дигарон [33] пайвастаҳои нави координатсионии гуногунлиганди молибден (V) бо 8-оксихинолин дар муҳити 6 моляраи кислотаи HCI - атсетон дар таносубҳои 1:1 то 1:6 синтез намудаанд. Дар асоси СИ, ҷараёнгузаронии молярӣ ва таҳлили элементии химиявӣ таркиб ва сохти пайвастаҳои координатсионии синтезкардашударо муайян намудаанд.

Дар кори [34] пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 8-оксихинолин дар муҳитҳои кислотаҳои органикӣ ва таносуби 1:2 синтез карда шудааст. Пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда кристаллҳои хурд ва ранги сабз доранд. Дар об, диметилформамид, диметилсулфоксид ҳал шуда, дар атсетон, этанол, эфир ва бензол ҳал намешаванд. Таркиби пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда бо усулҳои таҳлили элементии химиявӣ, спектрҳои инфрасурх (СИ) ва бо усули кондуктометрӣ муайян карда шудааст.

Дар кори мазкур [35] усулҳои синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 8-оксихинолин дар муҳити 6 моляраи кислотаи сирко бо таносубҳои 1:1 ва 1:2 оварда шудааст. Пайвастаҳои координатсионии ҳосилшуда кристаллҳои хурд буда, ранги сурхи қаҳваранг доранд. Муқаррар карда шудааст, ки ин пайвастаҳо дар диметилформамид, диметилсулфоксид ҳал мешавад, аммо дар атсетон, эфир ва бензол ҳал намешавад. Таркиб ва сохти пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда дар асоси натиҷаи таҳлили элементии химиявӣ, спектрҳои инфрасурх (СИ) ва усули кондуктометрӣ муайян карда шуд.

1.3. Пайвастаҳои координатсионии d-металҳои интиқолӣ бо ҳосилаҳои 1,2,4-триазол

Ҳосилаҳои триазол ҳамчун моддаҳои фаъоли биологии таъсироти гуногундошта истифода мешаванд, ки фаъолнокии антибактериалӣ, нейролептикӣ, гипотензивӣ ва спазмолитикӣ зоҳир мекунанд ва фаъолияти дилро танзим мекунанд. Онҳо ҳамчун лигандҳо ва комплексҳои металлоорганикӣ, ҳамчун равшанкунандаи оптикӣ,

маҳсулоти мобайнӣ барои истеҳсоли пластификаторҳо, ингибиторҳо, гербисидҳо ва катализаторҳо истифода мешаванд.

Пайвастаҳои координатсионии металлҳо бо ҳосилаҳои 1,2,4-триазолӣ бо гуногуни намуди структуриашон ва имкониятҳои истифода дар хоҷагии халқ диққати тадқиқотчиёнро ба худ ҷалб мекунанд [36-38]. Триазол ва ҳосилаҳои он, ки дар таркиби худ якчанд атомҳои донорӣ доранд, ки қобилияти бо ионҳои металлҳо бо тарзҳои гуногун: монодентатӣ, бидентатӣ ва бидентатӣ-купрукӣ координатсия мешаванд.

Дар кори [39] синтези пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо 1,2,4-триазол ва 1,2,4-триазолтиол дар муҳити обии этанол бо таносуби молии Cu:L аз 1:1 то 1:4. муяссар гардидааст. Таркиб ва сохти пайвастаҳои синтезшуда дар асоси маълумоти таҳлили химиявии элементӣ ва спектроскопияи СИ муайян карда шудаанд. Маълумотҳои таҳқиқоти физикӣ- химиявӣ нишон медиҳанд, ки дар натиҷаи таъсири мутақобилаи сулфати мис (II) бо лигандҳои номбурда пайвастаҳои координатсионии устувори якхела ҳосил мешаванд: $[CuL(H_2O)_2]SO_4$, $[CuL_2]SO_4$. $[CuL^I(H_2O)_2]SO_4$, $[CuL^I_2]SO_4$.

Дар адабиёти [40] омӯзиши спектроскопияи СИ-и пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо 1,2,4-триазолитиол-5 омӯхта шудааст. Нишон дода шудааст, ки дар спектри СИ-и 1,2,4-триазолотиол-5 хатҳои нурфурӯбарӣ бо интенсивнокии паст дар 2525 $см^{-1}$ ва 2580 $см^{-1}$ пайдо мешаванд, ки онҳоро ба лаппишҳои валентии протоншудаи ν (C-SH) - гурӯҳҳо нисбат додан мумкин аст. Ба ғайр аз ин, дар спектри лигандҳои органикӣ дар ҳудудҳои 1095 $см^{-1}$ ва 930 $см^{-1}$ хатҳои интенсивнокиашон миёна пайдо мешаванд, ки онҳоро муаллифон ба лаппишҳои якҷояи бандҳои ν (C-N) ва ν (C = S) мансуб донистаанд.

Дар адабиёти [41] пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо 1,2,4-триазолтиол-5 дар шакли сахт дар таносуби молии Cu:ТАТ-5 аз 1:1 то 1:2 ҳосил карда шудаанд. Муайян карда шудааст, ки дар синтез истифода намудани миқдори зиёдатии лиганд нисбат ба таносуби Cu:L = 1: 1 ва Cu:L-1: 2 боиси ҳосилшавии такшони омехтаи комплекси

ҳосилшуда ва миқдори барзиёди 1,2,4-триазолтиола-5, ки ба реаксия дохил нашуда мегардад. Нишон дода шудааст, ки дар таркиби ҳамаи пайвастаҳои синтезшуда оби координатсионӣ ва кристаллизатсионӣ мавҷуд аст, ки мавҷудияти онро маълумотҳои таҳлили химиявӣ ва спектроскопияи СИ тасдиқ мекунад. Муқаррар карда шуд, ки дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионии: $[CuL(H_2O)_2]SO_4$, $[CuL_2]SO_4 \cdot 2H_2O$, $[CuL_2]CI_2 \cdot 2H_2O$ хатҳои лаппишҳои деформатсионии лиганди гетеросиклӣ ба соҳаи басомади баланд ҷаҳиш мекунад ва дар 1490-1495 $см^{-1}$ ва 2080-2130 $см^{-1}$ намоён мешавад, ки ин координатсияи 1,2,4-триазолтиол-5-ро тавассути атоми нитрогени ҳалқаи гетеросиклӣ нишон медиҳад.

Муаллифони [42] синтез ва таҳқиқоти рентгении пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо 1,2,4-триазолитиол-5-ро омӯхтаанд. Таҳлили рентгенофазавӣ (ТРФ) дар дефрактометри PHILIPS- PW 1700 Cu Kα, афканишоти Ni - филтр, детектори синтилятсионӣ, тоби (шаг) 0,0150, ҳудуди ченкунӣ 2^0 аз 5^0 то 30^0 гузаронида шудааст. Дар ҳарорати муқаррарӣ ҳангоми ченкунӣ хокаи силитсий (с = 5.4309 A^0) ҳамчун стандарти беруна истифода шуд. Маълум мешавад, ки дифраксияи рентгении пайвастаҳои координатсионӣ инъикоси зиёд дорад, ки дараҷаи баланди кристаллии онҳоро нишон медиҳад. Интенсивнокии хатҳо аз рӯи ҷадвали 100-баллӣ баҳо дода шудааст. Намунаи дифраксияи рентгенӣ мувофиқи Г. Липсон шарҳ дода шудааст [43]. Параметрҳои ячейкаҳои элементарӣ (воҳидӣ) пайвастаҳои координатсионӣ бо дақиқии ± 0,02 A^0 муайян карда шуданд. Дар асоси тадқиқотҳои гузаронидашуда параметрҳои ячейкаҳо (воҳидӣ) ва навъи панҷараи кристалии пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо лигандҳои органикии гетеросиклӣ муайян карда шудаанд. Кристаллҳои $CuC_4N_6H_6S_2$ сингонияи ромбӣ мебошанд Пр.гр.: Z C2/c, бо параметрҳои ячейкаҳои элементарӣ α = 9,583, b = 12,85, c = 7,71 A.

Кори [44] ба омӯзиши спектроскопияи СИ-и пайвастаҳои координатсионии мис (II) бо 1,2,4-триазолтиол-5 ва 3-метил-1,2,4-

триазол-5, ки дар муҳити нейтралии обӣ-этанол ҳосил кардашуда, бахшида шудааст. Маълум аст, ки усули спектроскопияи СИ дар химияи пайвастаҳои координатсионӣ барои муқаррар намудани усули координатсияи лиганд бо ионҳои марказӣ васеъ истифода мешавад. Таҳлили спектрҳои СИ-и лигандҳои координатсияшуда нишон дод, ки дар басомадҳои 675 $см^{-1}$ ва 820 $см^{-1}$ хатҳои интенсивнокиашон миёна пайдо мешаванд, ки дар намуди сахт мавҷудияти 1,2,4-триазолиол-5-ро дар шакли ду таутомерӣ -тионӣ ва гурӯҳи сулфгидрилӣ маънидод карда шавад. Тағйирнопазирии хатҳои нурфурӯбарии гурӯҳи ν (C-N) дар 1495 $см^{-1}$ ва 1505 $см^{-1}$ дар молекулаҳои 1,2,4-триазол-5 ва 3-метил-1,2,4-триазолиол-5 ва дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионии синтезшуда оиди бо мис (II) мавҷуд набудан координатсия бо атомҳои нитрогени гетеросиклиро нишон медиҳанд. Спектрҳои пайвастаҳои координатсионии $[CuL_2(H_2O)_2]CI_2 \cdot 2H_2O$, $[CuL_2(H_2O)]CI_2 \cdot 2H_2O$ бо интенсивнокии миёна хатҳои нурфурӯбариро дар 810 $см^{-1}$-785 $см^{-1}$ нишон медиҳанд. Ин маълумотҳо координатсияи монодентатии молекулаи 1,2,4-ториазолетиол-5-ро бо ионҳои марказӣ тавассути атоми сулфури гурӯҳи тионӣ нишон медиҳанд. Дар спектри пайвастаи координатсионии (тиосианатор) $[CuL_2(SCN)_2] \cdot 2H_2O$, хати интенсивӣ дар 2045 $см^{-1}$ -2065 $см^{-1}$ пайдо мешавад; ин хатҳои нурфурӯбариро метавон ба иони тиосианатии дар сфераи дохилии комплекс ҷойгиршуда ν (C≡N) нисбат дод. Дар ҳудудҳои 3310 $см^{-1}$ - 3480 $см^{-1}$ дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионӣ хати васеъ бо интенсивнокии миёна мавҷуд аст, ки ба гурӯҳи ν (OH) молекулаҳои об таалуқ дорад.

Дар кори [45] пайвастаҳои координатсионии руҳ (II) бо 3-метил-1,2,4-триазолотиол-5 дар муҳити этанолӣ ва ҳарорати муқаррарӣ дар таносуби молии моддаҳои боҳамтаъсиркунанда Zn:L аз 1:0,5 то 1:4 ҳосил карда шудаанд. Бо усули кондуктометрӣ ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионии руҳ (II) дар ҳалкунандаҳои гуногун омӯхтаанд ва мавҷудияти сфераҳои дохилию берунии онҳо муқаррар намуданд. Омӯзиши вобастагии ҷараёнгузаронии молярӣ (μ)

маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои координатсионӣ аз ҳарорат нишон дод, ки пайвастаҳои: $[ZnLSO_4]\cdot 2H_2O$ ва $[ZnL_2(H_2O)_2]CI_2$ электролитҳои навъи 1:1 ва $[ZnLCI_2]\cdot H_2O$ ва $[ZnLSO_4]\cdot 2H_2O$ ба электролитҳои заиф мансуб мебошанд.

Дар кори [46] пайвастаҳои координатсионии нитратҳои Cu (II) ва Pb (II) ва перхлоратҳо бо 4-амин-1,2,4-триазол (АТ) $[Cu(AT)_4]X_2$ ва $[Pb(AT)_4]X_2$ тавассути спектроскопияи электронӣ ва РПЭ, инчунин бо усули рентгеноструктурӣ: омӯхта шудаанд. Сохти молекулавии пайвастаҳои координатсионӣ бо усули рентгеноструктурӣ муайян карда шудаст. Натиҷаҳои таҳқиқоти спектроскопии СИ нишон додаанд, ки 4-амин-1,2,4-триазол дар ин пайвастаҳо тавассути атоми нитрогени гетеросикл бо Cu (II) ва Pb (II) ба тариқи монодентатӣ координатсия мешавад. Маълумоти таҳлили ренгеностуктурӣ нишон додааст, ки дар пайвастаи координатсионии $Cu(AT)_4](CIO_4)_2\cdot 1/3\ H_2O$ дар ҳамвории экватории атоми мис дарозии қимати бандҳои Cu-N 2,01-2,11 A^0 ва дарозии бандҳои аксиалии Cu-N то 2,26-2,38 A^0 мерасад. Пайвастаҳои комплексии хлоридҳо, нитратҳои мис (II), кобалт (II), кадмий (II) ва дигар металлҳо бо 1,2,4-триазол синтез карда шудаанд. Таркиб ва сохти пайвастаҳои ҳосилшуда бо истифода аз усулҳои спектроскопияи СИ,-РПЭ, ченкунии магнитӣ ва рентгенографӣ омӯхта шуданд.

Пайвастаҳои координатсионии Cu (II) ва баъзе металлҳои интиқолӣ бо 1,2,4-триазол дар натиҷаи таъсири мутақобилаи намакҳои металл (Сме-0,2-0,4 г-ион/л) бо 1,2,4-триазол дар маҳлули этанолии турш, синтез карда шуданд [47].

Муаллифони [48] пайвастаҳои комплексии нитрат перхлорати мис (II)-ро ва бо 4-амин-1,2,4-триазол бо таркиби $Cu(AT)_3]CIO_4\cdot 0,5H_2O$, $[Cu(AT)_3](NO_3)_2$ ва $[Cu(AT)_2(NO_3)_2]$ омӯхтанд. Бо усулҳои спектроскопияи СИ ва таҳлили ренгеноструктури, ба чунин хулоса омаданд, ки 4-амин-1,2,4-триазол танҳо ба воситаи атомҳои нитрогени ҳалқа бо иони мис координатсия шудааст. Дар спектрҳои СИ-и комплексҳои нитратҳо се хати нурфурӯбарии гурӯҳи NH_2 дар ҳудудҳои басомадҳои 3325, 3290 ва 3217 $см^{-1}$ мутаносибан иваз мешаванд. Дар ин маврид ба ақидаи

муаллифон ивазшавии хатҳои нурфурӯбарии лаппишҳои валентии гуруҳи NH_2 дар ҳудудҳои басомади паст метавонад на танҳо дар натиҷаи комплексҳосилшавӣ, балки натиҷаи пайдо шудани бандҳои гидрогени байни лигандҳо ва анионҳо низ бошад. Барои 4-амин-1,2,4-триазол ду роҳи имконпазири координатсия вуҷуд дорад: атомҳои бидентатии N_1 ва N_2-и ҳалқа (координатсияи 1,2) ва атоми монодентатии N_1.

Леонова Т.Г. ва дигарон [49] пайвастаҳои комплексии Cu^{2+} ва Ni^{2}+-ро бо 4-амино-3,5-дигидразино-1,2,4-триазол синтез ва пайвастаҳои координатсионии ҳосилшударо бо таҷзияи термикӣ таҳқиқ намудаанд. Маълумоти термоаналитикӣ нишон додаст, ки таҷзияи пайвастаҳои координатсионии гирифташуда дар ду марҳила мегузарад, камшавии массаи комплексҳо аз 500 ^{0}C оғоз ёфта, то ҳарорати 900 ^{0}C давом меёбанд. Таҷзия бо экзо-эффектҳо дар каҷхатаҳои дифференсиалии таҳлили амали мешаванд.

Дар кори [50] пайвастаҳои координатсионии Cu (II) ва Co (II) бо 3,5-дифенил-4-амино-1,2,4-триазолро таркиби $CuLA_2{\cdot}H_2O$ (A-CI^-, Br^-), CuL_2A_2 (A-CI^-, Br^-, NO_3^-), $CoLA_2{\cdot}nH_2O$ (A-CI^-,Br^-) $CoL_2A_2{\cdot}nH_2O$ (A-CI^-, Br^-,NO_3^- n=1) синтез ва таҳқиқ шудаанд. Муаллифон муайян карданд, ки дар пайвастаҳои координатсионии ҳосилшуда, 3,5-дифенил-4-амино-1,2,4-триазол бо металл тавассути атоми N(1) ҳалқаи гетеросиклӣ ба тариқи монодентатӣ координатсия мешавад. Комплексҳо бо стехиометрияи Cu:L=1:1 аз ҳисоби функсияи купрукии анионҳо сохти биядроӣ доранд ва комплекси бо стехиометрияи Cu:L=1:2 гирифташуда моноядроӣ мебошанд. Барои пайвастаҳои координатсионии синтезшуда табиати ферро- ва ҳам антиферромагнитӣ мавҷуд аст.

Дар кори [51,48] натиҷаҳои омӯзиши пайвастаҳои координатсионии нитратҳои Cu (II) ва Co (II) бо 3-фенил-5,5-диметил-5,6-дигидро-1,2,4-триазол изохинолин, оварда шудааст. Пайвастаҳои координатсионии синтезшуда ба усулҳои рентгеноструктурӣ ва спектроскопияи СИ, -электронӣ таҳқиқ карда шудаанд. Сохти кристаллии пайвастаҳои координатсионӣ $[CuL_2(NO_3)_2]$, $[CoL_2(NO_3)]{\cdot}CH_3CN$ тавассути таҳлили ренгеноструктурӣ (ТРС) муайян

карда шудаанд. Атоми металлҳо бо 3-фенил-5,5-диметил-5,6-дигидро 1,2,4-триазоло (3,4-а) изохинолин тавассути атоми N дар мавқеи 2-и фрагменти триазол координатсия мешаванд. Полиэдрои координатсионии атоми Cu (II) дар комплекси $[CuL_2(NO_3)_2]$ бо ду қуллаи иловагии меҳвар квадратро ташкил медиҳад.

Муаллифони [52] бо ҳосилаҳои азометинии 4-амино-1,2,4-триазолтион-3 (H_2L) ва металлокомплексҳои дар асоси онҳо синтез карда шударо, дар доираи васеи ҳарорат таҳқиқотҳои магнитохимиявӣ гузаронидаанд. Дар баробари ин маълум гардид, ки дар ҳамаи комплексҳои таҳқиқшаванда дар асоси ионҳои паромагнитии металлҳо мубодилаи спинӣ зоҳир мешавад.

Бармин М.И. ва дигарон [53] шароити синтези пайвастаҳои координатсионии Fe (III) бо баъзе ҳосилаҳои аминии 1,2,4-триазолро коркард намудаанд. Оҳани (III) як қатор пайвастаҳои координатсиониро бо лигандҳои 3-амино-1,2,4-триазолом (L^1), 4-амино-1,2,4-триазолом (L^2),3,5-диамино-1,2,4-триазолом (L^3), ди[3-(5амино-1,2,4-триазолом)] (L^4) ва ди[3-(5-амино-триазолил)] метаном) (L^5), ки таркиби зерин доранд: $FeL^1_3(NO_3)_3]\cdot 0,5H_2O$, $[FeL^2_{1,5}(NO_3)_3]\cdot 0,5H_2O$, $[FeL^3_3(NO_3)_3]\cdot 0,5H_2O$, $[FeL^{4.5}(H_2O)_2(NO_3)_3]\cdot 0,5H_2O$ ҳосил мекунад. Пайвастаҳои синтезшуда дар асоси маълумоти спектроскопияи СИ ва ^{13}C РМЯ, термогравиметрӣ, магнитохимиявӣ ва таҳлили элементӣ тасдиқ карда шудаанд.

Муаллифони [54] пайвастаҳои координатсионии Cu(II)-ро бо 4-амино-1,2,4-триазол (4-А-ТА) дар маҳлулҳои ғайриобӣ синтез намуда, бо усулҳои гуногун омӯхтаанд. Дар баробари ин дар натиҷаи таҷрибаҳо маълум гардид, ки пайвастаҳои координатсииониии Cu (II) бо аминҳо дар муҳити атсетон нисбат ба муҳити пропандиол-1,2-карбонат, мустаҳкамтар мебошанд.

Аз ҷониби Ленова Т.Г. ва дигарон пайвастаҳои комплексии Ni (II) ва Cu (II) бо ҳосилаҳои триазолӣ, ки дар таркибаш гурӯҳи аминӣ ва гидразин (4-амино-3,5-дигидразино-1,2,4-триазол) доранд, синтез карда шудааст.

Муайян карда шудааст, ки лигандҳои органикии истифодашуда дар пайвастаҳои координатсионӣ бо тариқи полидентатӣ-купрукӣ координатсия мешаванд [55].

Дар [56] маълумот оид ба синтез ва таҳқиқ бо усулҳои спектроскопияи СИ, РПЭ, магнитохимиявӣ инчунин таҳлили термикии пайвастаҳои координатсионии 4-этил-1,2,4-триазол (РТТ) бо металлҳои интиқолӣ ва Mn, Fe, Co, Ni, Cu ва ғайра оварда шудааст. Дар натиҷа пайвастаҳои нави координатсионии нитратҳои ин металлҳо бо 4-(4-гидроксил)-1,2,4-триазол ба даст оварда шуданд. Таркиб ва сохти пайвастаҳои ба даст овардашуда дар асоси маълумотҳои спектроскопияи АРФ, АРС, электронӣ ва СИ таҳлил карда шудаанд [57]. Тадқиқотҳои спектроскопии СИ нишон дод, ки дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионии ба даст овардашуда хати нурфурубарӣ, ки ба лаппишҳои валентии (M-O) таалуқ дорад ошкор шудааст, инчунин хати нисбатан васеъ дар 3250 $см^{-1}$ пайдо шудааст, ки ба гидроксогурӯҳи координатсияшуда мувофиқ аст.

Дар [58] маълумот оид ба пайвастаҳои мураккаби Cu (II) бо баъзе ҳосилаҳои триазол оварда шудааст, ки бо усулҳои гуногуни физикӣ-химиявӣ омӯхта шудаанд.

Вернидуб Т.Я. ва дигарон дар [59] пайвастаҳои координатсионии Ni (II), Cu (II), Pb (II), Ca (II) ва Ba (II) бо карбогидразид ва 4-А-ТА синтез карданд. Нишон дода шудааст, ки лигандҳои органикии нишондодашуда бо ионҳои металлҳо пайвастаҳои дорои таркиби: $M(AT)_2(N_3)_2$, ки M=Ni,Cu,Mn,Zn,Cd $Ni(AT)_4(N_3)_2$ аст, ҳосил мекунанд. Дар [60] оид ба синтез ва омӯзиши пайвастаҳои комплексии хлоратҳо, броматҳо ва нитратҳои металлҳои гуногун бо 4-А-ТА маълумот дода шудааст.

Дар кори [61] маълумот оид ба таъсири мутақобилаи Cu (II) бо як қатор ҳосилаҳои триазол (триазол, пиразол, 3,5-дипиридил-1,2,4-триазол) оварда шудааст. Исбот шудааст, ки кам шудани радикалҳои (CH_2-) дар таркиби лигандҳои органикӣ ҳангоми комплексҳосилшавӣ,

тағйирот ба амал меорад. Дар айни замон, ворид кардани гурӯҳи CH_3 боиси тағирёбии шадиди координатсия ва хосиятҳои магнитӣ ва оксиду барқароршавӣ мегардад.

Дар [62] пайвастаҳои координатсионии мис (II) ва Co (II) бо чунин ҳосилаи триазол ба монанди 3,5-дифенил-4-амино-1,2,4-триазол синтез ва таҳқиқ карда шудаанд. Муайян карда шудаст, ки дар пайвастаҳои координатсионии ба даст овардашуда лигандҳои органикӣ бо металл тавассути атоми нитрогени (N) 1, ҳалқаи гетеросиклӣ координатсия мешавад.

Дар [63] маълумот оид ба синтез ва таҳқиқи рентгенографии пайвастаҳои координатсионии Cu (II) бо 1,2,4-триазолтиол оварда шудааст.

Дар кори [64] маълумот оид ба синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсиониии металлҳои дуваленти рӯҳ, кадмий, кобалт, никел ва сурб бо як қатор ҳосилаҳои триазол оварда шудаанд.

Муаллифони [65] усулҳои синтези пайвастаҳои координатсионии оҳани севалента, инчунин баъзе металлҳои дувалентаро бо 4-(пиридил-2-)-1,2,4-триазол пешниҳод намудаанд. Дар бораи синтез ва омӯзиши хосиятҳои пайвастаҳои координатсионии хром, манган, оҳан ва кобалт бо трехзолинтион маълумот дар [66] оварда шудааст. Муаллифони [67] хосиятҳо ва усулҳои координатсияшавии 1,2,4-триазол ва баъзе ҳосилаҳои моно-, ди- ва бисёр ивазшавандаро бо ионҳои металлҳои гуногун синтез ва мавриди омӯзиш қарор додаанд.

Дар кори [68] натиҷаҳои синтез ва омӯзиши пайвастаҳои координатсионии руҳ (II) бо 1,2,4-триазол дар муҳити обии этанол оварда шудааст. Комплексҳои $[ZnTrs(H_2O)_2(SCN)]\cdot(SCN)\cdot H_2O$ ва $[Zn(Trs)_2(H_2O)_2]\cdot(SCN)_2$ бо усулҳои спектроскопияи СИ ва кондуктометрӣ таҳқиқ карда шудаанд.

Дар кори [69] маълумот оид ба синтез ва омӯзиши сохти комплексҳои хлориди Hg (II) бо 4-метил-1,2,4-триазолитиол оварда шудааст. Дар асоси таҳқиқотҳои ренгеноструктурӣ нишон дода шудаст, ки монокристаллҳои комплекси симобии моноивазшавандаи (II)

ҳосилшуда бо таркиби HgL_2CI_2 дар сингонияи орторомбӣ бо гурӯҳи фазоии Pmn21кристаллизатсия мешаванд, ки дар он кунҷҳои $\alpha=\beta=\gamma=90^0$ мебошанд. Дарозии ду банди Hg-S якхела ва ба 2,420 A^0 баробар аст, дар ҳоле ки дарозии ду банди Hg-CI якхел нестанд, Hg-CI (1)=2, 653, Hg-CI (2)=2.673. Банди Hg-C (2) нисбат ба банди Hg-CI (1) 0,02 A^0 дарозтар аст. Дарозии банди C-S мувофиқи ҳисоббарориҳо ба 1.712 A^0 баробар аст.

Муаллифон дар кори [70] натиҷаҳои омӯзиши спектроскопии СИ-и комплексҳои 4-метил-1,2,4-триазоли Hg (II) пешниҳод намудаанд. Муайян карда шудаст, ки дар спектри СИ-и 4-МТТ-и озод дар 2520 $см^{-1}$ хатҳои нурфурӯбари пайдо мешаванд, ки ба лаппишҳои валентии гурӯҳи сулфидӣ мансубанд. Муқоисаи спектри СИ-и 4-МТТ-и озод бо спектрҳои комплексҳои хлорид ва бромиди Hg (II) нишон дод, ки дар соҳаи 1670-2700 $см^{-1}$ пикҳои нурфурӯбарӣ пайдо нашудаанд. Нопадидшавии хатҳои нурфурӯбарӣ, ки дар спектри 4-МТТ-и озоди ба гурӯҳи сулфидҳо тааллуқ доранд, бо табдил ёфтани ин гурӯҳ дар натиҷаи комплексҳосилшавӣ ба гурӯҳи тионӣ, алоқаманд мебошад.

Дар [71] натиҷаҳои омӯзиши хосиятҳои термодинамикии пайвастаҳои координатсионии оҳан (II) бо 1,2,4-триазолҳо оварда шудаанд. Бо усули калориметрияи адиабатии вакуумӣ вобастагии ҳарорат аз гармиғунҷоиши комплексҳои оҳани (II), ки таркиби $Fe(NH_{2trz})_3J_2$ дорад ва комплекси лигандҳои омехтадоштаи таркиби $Fe(Htrz)_{0.3}(NH_2trz)_{2.7}Si\ F_6{\cdot}H_2O$, ки дар он Htrz - 1,2,4-триазол ва NH_2trz - 4-амино-1,2,4-триазол омӯхта шудааст. Муаллифон муқаррар намудаанд, ки дар ҳудуди ҳароратҳои 106-330 К, дар пайвастаҳои координатсионии синтезшуда гузариши спини $^1A_1 \leftrightarrow {}^5T_2$мушоҳида мешавад. Аномалияи гармиғунҷоиш, ки ба гузариши спини $^1A_1 \leftrightarrow {}^5T_2$ ба комплекси $Fe(NH_2trz)_3J_2$ мувофиқ аст, дар ҳудуди аз 230 то 295 К мушоҳида мешавад ва максимуми он дар T_{trs}=270,8 К аст, барои комплекси $Fe(Htrz)_{0.3}(NH_2trz)_{2.7}Si\ F_6{\cdot}H_2O$ дар ҳудудии ҳарорати аз 200 то 300 К мушоҳида мешавад ва ҳангоми T_{trs}-262,3 К максимум дорад. Таҳқиқотҳо нишон доданд, ки характеристикаҳои термодинамикии

гузаришҳои спинӣ дар комплексҳои Fe (II) бо триазол аз таркиби химиявии (анион ва лигандҳои сфераи берунӣ) вобастагӣ доранд.

Лавренова Л.Г. ва дигарон [72] пайвастаҳои координатсионии таркиби $Fe(TP)_2Br_2$, $Fe(TP)_2Br_2 \cdot H_2O$, $Fe(TP)_2(BF_4)_2$, $Fe(TP)_2(ClO_4)_2 \cdot H_2O$, $Fe(ATP)_2$ $(ClO_4)_2 \cdot H_2O$, дар ин ҷо TP-1,2,4-тразол, ATP-4-амино-1,2,4-триазол. 1,2,4-триазол и 4-амино-1,2,4-триазол бо ионҳои Fe (II) координатсия шуда, пайвастаҳои полиядрой ҳосил мекунанд. Барои ҳама комплексҳои синтезшуда, ба истиснои $Fe(TP)_2Br_2$, гузариши баргарданда аз ҳолати спинии паст A_1 (S=0) ба ҳолати спинии баланд $^5T_2$(S=2), ба назар мерасад, ки боиси тағйирёбии ранг мешавад. (гулобӣ→сафед). Таҳқиқоти рентгенофазавии сохти пайвастаҳои координатсионӣ нишон дод, ки ҳамаи пайвастаҳо кристаллӣ мебошанд.

Муаллифони [73] пайвастаҳои координатсионии оҳани (II)-ро бо 3-(пиразинил)-1,2,4-триазол (L_2H) ва 1-метил-3-(пиразинил)-1,2,4-триазол (L_2Me) синтез ва таҳқиқ намудаанд. Пайвастаҳои координатсионии ҳосилшуда бо таркиби: $[Fe(L_2H)_3](ClO_4)_2$, $[Fe(L_2Me)_3]X_2(X=BF^{4-}PF^{6-})$, $[Fe(L_2Me)_3](ClO_4)_2 \cdot xH_2O$(x=0 ё ин ки 1) ва $[Fe(L_2Me)_3]$ $SO_4 \cdot 2H_2O$ бо истифода аз усулҳои гуногуни физикӣ-химиявӣ таҳқиқ карда шуданд. Натиҷаҳои синтез ва омӯзиши пайвастаҳои координатсонии Fe (II) бо 1,2,4-триазол ва 4-амино-1,2,4-триазол дар [74] оварда шудаанд. Хосиятҳои магнитии комплексҳои ҳосилшудаи таркиби $[Fe(ATP)_{2.5}] \cdot H_2O$ $[Fe(TP)_3$ $(NO_3)_2]$, дар инҷо АТФ-4-амин-1,2,4-триазол, ТП-1,2,4-триазол омӯхта шудаанд. Нишон дода шудааст, ки хосиятҳои магнитии пайвастаи координатсионии $[Fe(ATP)_{2.5}] \cdot H_2O$ нисбат ба $[Fe(TP)_3$ $(NO_3)_2]$ вобастагии мураккаби ҳароратӣ дорад.

Бармин М.И. ва дигарон [75] шароити синтези пайвастаҳои координатсионии Fe (III)-ро бо баъзе ҳосилаҳои аминии 1,2,4-триазол коркард намудаанд. Оҳани (III) як қатор пайвастаҳои координатсиониро бо 3-амино-1,2,4-триазолом (L^1), 4-амино-1,2,4-триазолом (L^2),3,5-диамино-1,2,4-триазолом (L^3), ди[3-(5амино-1,2,4-триазолом)] (L^4) ва ди[3-(5-амино-триазолил)] метаном) (L^5) бо таркибҳои зерин: $FeL^1_3(NO_3)_3] \cdot 0,5H_2O$, $[FeL^2_{1,5}(NO_3)_3] \cdot 0,5H_2O$, $[FeL^3_3(NO_3)_3] \cdot 0,5H_2O$,

$[FeL^{4.5}(H_2O)_2(NO_3)_3]\cdot 0,5H_2O$ ҳосил мекунад. Пайвастаҳои синтезшуда дар асоси маълумоти спектроскопияи СИ ва ^{13}C РМЯ, термогравиметрӣ, магнитохимиявӣ ва таҳлили элементӣ тасдиқ карда шуданд.

Шокирова О.Г. ва дигарон шароити синтези пайвастаҳои координатсионии Fe (III), Cu (II) ва дигар металлҳоро бо 4-(пиридил-2-)-1,2,4-триазол, ки таркибашон $[Fe_3L_8(Y_2O)_4](NO_3)_6$, $[Fe_3L_8(Y_2O)_4](ClO_4)_6$, $[Fe_3L_8(Y_2O)_4]Br_6$ ва $[Me_3(X)_8(H_2O)_4](NO_3)_6$ (Me=Co,Ni,Cu) мебошад, коркард намудаанд. Дар асоси маълумотҳои усулҳои гуногуни таҳлил таркиби пайвастаҳои химияви синтезкардашуда, муайян карда шудаст [76].

Аз ҷониби Ахмедов К.У. дар кори [77], маълумот оид ба синтез ва омӯзиши пайвастаҳои координатсионии Re (V) бо 1,2,4-триазолитиоли бо таркибҳои $[ReOLГ_2(OH)(H_2O)]$ $[ReOL_2Г_2(OH)]$, оварда шудааст.

Дар [78] муаллифи асар муайян кардааст, ки новобаста аз таносуби ибтидоии пайвастаҳои Re (V) бо триазол, дар муҳити 5-9 мол/л кислотаҳои галогенхлорид, пайвастаҳои координатсионии таркиби умумии $[ReO(OH)(TP)Г_2(H_2O)]\cdot 2H_2O$, дар инҷо Г-Cl,Br, TP-1,2,4-триазол ҳосил мекунанд. Муаллифони [79] шароитҳои оптималии синтези пайвастаҳои координатсионии рений (V) бо 1,2,4-триазоли, ки дар таркибаш ионҳои тиосианат ва хлорид доранд, пешниҳод намудаанд. Таркиби пайвастаҳои координатсионии Re (V) бо 1,2,4-триазол бо усули спектроскопияи СИ- тасдиқ карда шуд [80]. Муайян карда шуд, ки атоми нитрогени гурӯҳи NH дар координатсия бо рений иштирок намекунад. Бо назардошти ин маълумотҳои таҷрибавӣ ва инчунин маълумот дар бораи зичии абри электронии атомҳои N-и молекулаи 1,2,4-триазол [81], тахмин карда шуд, ки молекулаи гетеросикли 1,2,4-триазол бо рений (V) тавассути атоми нитроген, ки дар мавқеи 4-и гетероҳалқаи он ҷойгир аст, координатсия мешавад [80]. Оид ба омӯзиши таъсири мутақобилаи об бо комплексҳои 1,2,4-триазоли рений (V) [82] исбот карда шудааст, ки маҳсули реаксияҳои омӯхташуда пайвастаи координатсионии димерии таркиби $[Re_2O_3(TP)_2Г_2(H_2O)_2]\cdot 2H_2O$ мебошанд.

Муаллифони [83] таъсири мутақобилаи пайвастаи комплексҳои рений (V) таркиби $[ReO(OH)LГ_2(H_2O)]$-ро, дар инҷо L-1,2,4-триазол, ва

Г-Cl^-, Br^- бо баъзе ҳалкунандаҳои органикӣ мавриди омӯзиш қарор доданд. Муайян карда шуд, ки молекулаҳои ҳалкунандаҳои органикӣ, молекулаи обро дар сфераи дохилии комплекс иваз намуда, лигандҳои органикӣ ва лигандҳои галогениро аз сфераи дохилии комплекс бароварда наметавонанд. Комплексҳои синтезкардашудаи зерин [$ReO(OH)LГ_2S$], ки дар ин ҷо S-диметилфармамид (ДМФА), диметилсулфоксид (ДМСО) аст, Ру ва CH_3CN синтез намуданд. Исбот карда шудааст, ки ҳангоми гарм кардани ин комплексҳо дар марҳилаи якуми таҷзияи термикӣ молекулаҳои ҳалкунандаҳои органикӣ ва об хориҷ мешаванд, ки дар натиҷа пайвастаҳои координатсионии димерии таркиби [$Re_2O_3L_2Г_4$] ҳосил мешаванд. Ҳарорати ҷудошавии молекулаҳои органикӣ аз таркиби комплексҳои рений муқаррар карда шудааст, ки он бо силсилаи зерин Ру≥ CH_3CN> ДМФА > ДМСО кам мешавад.

Дар кори [84] натиҷаҳои омӯзиши таъсири 3-этил-4-метил-1,2,4-триазолтиол-5(3-ЭТ-4-МТ) ва пайвастаҳои координатсионии рений (V) бо 3-ЭТ-4-МТ муқовимат ба рӯшноӣ ва радиатсияи диатсетатселлюлоза оварда шудаанд. Муайян карда шуд, ки ҳангоми илова кардани 0,001% Пайвастаи координатсионии [$ReO(OH)L_2CI_2$], дар инҷо L- 3-ЭТ-4-МТ ба диатсетатселлюлоза (ДАС) муқовимати радиатсионӣ 1,2 ва бо афзоиши он то 3% 1,4 маротиба зиёд мешавад.

Дар [85] таъсири мутақобилаи аммиаки газӣ бо пайвастаҳои координатсионии дорои иони тиосианатии рений (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлули диметилкетон омӯхта шудааст. Натиҷаҳои таҷрибавии ба даст овардашуда муқаррар намуд, ки як иони тиосианат ба шакли депротонии тиомачевина мубаддал мешавад ва дуюмаш бо таъсири минбаъдаи аммиак, тағйир намеёбад. Муаллифони [86] таъсири мутақобилаи кислотаҳои гуногуни органикӣ ва ғайриорганикиро дар пайвастаҳои комплексии Re (V)-и гурӯҳи аминӣ дошта, омӯхтанд.

Муаллифони [87-89] пайвастаҳои координатсионии Re (V) -ро бо 3-этил-4-метил-1,2,4-триазолтиол (3-ЭТ-4МТТ) синтезро таҳқиқ кардаанд. Дар баробари ин раванди термолизи пайвастаҳои координатсионии рений бо ин лиганди органикӣ таҳқиқ карда шудааст. Пайвастаҳои

координатсионии тиосианатӣ ва аммиакии рений (V) бо 3-ЭТ-4МТТ таҳқиқ карда шудаанд.

Муаллифони [90] ба ҳосил кардани пайвастаҳои координатсионии рений (V) бо 4-пропил-1,2,4-триазол муваффақ шуданд. Таркиб ва сохти пайвастаҳои координатсионии ба даст овардашуда бо усулҳои спектроскопияи СИ ва магнитии электронӣ омӯхта шудаанд. Ин пайвастаҳои координатсионӣ ба ақидаи муаллифон гузариши спинии $^1A_1 \leftrightarrow {}^5T_2$ баргарданда ва термохромизм доранд. Комплекси таркиби $[Fe_3L_6(H_2O)_6](ReO_4)_6 \cdot H_2O$, ки ҳангоми кристаллизатсия аз маҳлули турши обии пайвастаи $[Fe_3L_6(ReO_4)_4(H_2O)_2](ReO_4)_2$ ҷудо карда шудааст, мувофиқи маълумоти таҳлили рентгеноструктурӣ сохти катионии хаттии сеядроя дорад. Дар спектри СИ-и 4-пропил-1,2,4-триазол, хат дар 1530 см$^{-1}$ ба лаппишҳои валентӣ деформатсионии ҳалқаи триазол мувофиқат мекунад. Ин хат, ки мавқеъаш ба координатсияи лиганд хеле ҳассос аст, дар спектрҳои комплекси $[Fe_3L_6(ReO_4)_4(H_2O)_2](ReO_4)_2$ $FeL_3(ReO_4)_2$ ба ҳудуди басомади 20 см$^{-1}$ тағйир меёбад ва дар 1550 см$^{-1}$ пайдо мешавад, ки ба фикри муаллифон ин координатсияи атомҳои нитрогени ҳалқаро бо металл нишон медиҳанд.

1.4. Пайвастаҳои координатсионии d-металлҳои интиқолӣ бо тиосемикарбазид ва ҳосилаҳои он

Дар кори [91] Пайвастаи координатсионии $[Re_2(TSCH)_2Cl_8]Cl_2$ синтез карда шуда, бо усулҳои гуногуни физикӣ-химиявии таркиби он муайян карда шудаст. Дар ин ҷо L- TSC-тиосемикарбазид мебошад. Муайян карда шудааст, ки дар аксар мавридҳо тиосемикарбазид ҳамчун лиганди бидентатӣ бо металлҳои гуногун бо координатсия мешавад [92].

Муаллифони [93,94] дар бораи коркарди шароити оптималии синтези пайвастаҳои комплексии рений (V) бо тиосемикарбазид маълумот пешниҳод кардаанд. Муайян карда шудааст, ки ба таркиби комплексҳои ҳосилшуда консентратсияи кислотаҳои гидрогалогенӣ хеле таъсир мерасонад.

Барои комплексҳое, ки дар таносуби гуногуни Re : TSC дар муҳити 5-6 мол/л HCI синтез карда мешаванд, дар асоси маълумотҳои таҳлили элементии химиявӣ ва як қатор усулҳои таҳқиқотҳои физики- химиявӣ таркиби пайвастаҳои $[Re_2O_3(TSC)_2Г_4]\cdot H_2O$, $[Re_2O_3\ (TSC)_4Г_4]\cdot 4H_2O$, $[ReO(TSC)_2Br]Br_2\cdot H_2O$ ва $[ReO(TSC)Br_3]$ ва аналогҳои хлориди он, муайян карда шуд. Дар асоси тағирёбии басомади пасти бандҳои ν(C=S) ва ν(NH)-и гурӯҳи аминокислотаҳо хулоса бароварда шуд, ки дар комплексҳои синтезшудаи рений (V), сарфи назар аз шароити синтез, координатсияи молекулаи тиосемикарбазид бо металл тавассути атоми сулфур ва атоми нитрогени гидразин амалӣ мешавад.

Муаллифони [95] шароитҳои оптималии синтези пайвастаҳои комплексии рений (V) бо 1-атсетил-3-тиосемикарбазид (ATSC) таҳия кардаанд. Муайян карда шудааст, ки ба таркиб ва хосиятхои физикию химиявии комплексҳои ҳосилшуда консентратсияи кислотаҳои гидрогенгалогени ва таносуби маводҳои ибтидои таъсири калон мерасонад. Муайян намуданд, ки дар муҳити кислотагӣ бо таносуби Re(V):ATSC≥0,5 гурӯҳи атсетил ҷудо мешавад ва комплексҳои тиосемикарбазидҳо ба амал меоянд.

Шароити оптималии синтези комплексҳои рений (V) бо 4-фенилтиосемикарбазид дар кори [96] пешниҳод карда шудаанд. Нишон дода шудааст, ки дар муҳитҳои 6 мол/л HCl ва 7 мол/л HBr дар таносуби $H_2[ReOГ_5]$:L≤1:0,5 комплексҳои $[ReOLГ_3(H_2O)]\cdot H_2O$ ҳосил мешаванд, дар он ҷо L 4-PhTSC аст. Муқаррар карда шудааст, ки шароити оптималии ба даст овардани комплексҳои таркиби $[ReOL_2Г_3]\cdot H_2O$ дар муҳитҳои 6 мол/л HCl ва 7 мол/л HBr ин таносуби компонентҳои ба реаксия дохилшаванда 1:2 аст. Дар асоси омӯзиши ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои нитробензолии комплексҳои рений (V) бо 4-фенилтиосемикарбазид муайян намудаанд, ки онҳо ба пайвастаҳои ғайриэлектролит мансуб мебошанд.

Дар асоси таҳлили маълумоти спектрҳои СИ, муайян карда шуд, ки молекулаи 4-фенилтиосемикарбазид бо рений (V) ба тавассути атоми сулфури гурӯҳи тионӣ ба тариқи монодентатӣ координатсия шудааст.

Дар кори [97] маълумот оид ба синтез ва омӯзиши хосиятҳои физикӣ-химиявии пайвастаҳои координатсионии рений (V) бо тиокарбогидразид (ТКГ) оварда шудааст. Нишон дода шудааст, ки вобаста ба таносуби моддаҳои ба реаксиядохилшаванда ва консентратсияи НГ, ки дар он Г- Cl, Br аст, рений бо ТКГ комплексҳои зеринро ҳосил мекунад:$[ReO(ТКГ)(SCN)Г_2]\cdot 2H_2O$, $[Re_2O_2(ТКГ)(SCN)(H_2O)Г_4]\cdot 2H_2O$, $[Re_2O_3(ТКГ)_2(SCN)_2Г_2]\cdot 2H_2O$. Муқаррар карда шудааст, ки дар муҳити 6 мол/л HCl ва 5 мол/л HBr дар таносуби Re:ТКГ=1:5 комплексҳои $[ReO(ТКГ)(SCN)Г_2]\cdot 2H_2O$ дар таносуби Re:ТКГ=1:0,5 $[Re_2O_2(ТКГ)(SCN)_2(H_2O)_2Г_4]\cdot 2H_2O$ ва дар муҳити 1 мол/л НГ, бо таносуби 1:0,5 $[Re_2O_2(ТКГ)(SCN)_2Г_4]\cdot 2H_2O$.ҳосил мешаванд.

Бо усули спектроскопии СИ исбот карда шуд, ки дар комплексҳои синтезшуда молекулаи ТКГ бо рений (V) ба воситаи атоми сулфури гурӯҳи тион ва нитрогени яке аз аминогурӯҳҳои гидразин ба таври дутарафа пайваст мешавад.

1.5. Омӯзиши раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол ва 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион

Дар кори [98] бо усули потенсиометрӣ комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол дар муҳити 6 мол/л HCI оварда шудааст. Ҳангоми комплексҳосилкунӣ аввал лиганди органикии 1-метил-2-меркаптоимидазол бо ёрии маҳлули 0,025 N I_2 оксид мешавад ва иони молибден (V) ба қисми оксиднашудаи лиганди органикии 1-метил-2-меркаптоимидазол зина ба зина координатсия мешавад.

Дар асоси қиматҳои ёфташудаи функсияҳои ҳосилшавӣ вобастагии (ñ) аз логарифмаи баръакси консентратсияи мувозинатии 1-метил-2-меркаптоимидазол -lg[L], каҷхаттаҳои ҳосилшавии зарраҳои комплексии

1-метил-2-меркаптоимидазолии молибден (V) дар маҳлули 6 мол/л HCl ва ҳарорати 298 К тасвир карда шуд. Дар системаи $[MoOCl_5]^{2-}$ - 1-метил-2-меркаптоимидазол - 6 мол/л HCl пай дар пай чор заррахои комплексӣ ҳосил мешаванд, ки дар таркибашон аз як то чор молекулаҳои оксиднашудаи 1-метил-2-меркаптоимидазол координатсия шудааст.

Муаллифони [99] дар асоси омӯхтани комплексҳосилкунии молибден (V) бо лиганди 1-метил-2-меркаптоимидазол функсияҳои термодинамикиро ҳисоб намудаанд. Дар асоси ҳисобкуниҳои функсияҳои термодинамикӣ каҷхатаҳои ҳосилшавӣ ва собитҳои устувории комплексҳои молибден (V) муқаррар карда шуд.

Кори [100] бо комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол дар муҳити 5 мол/л HCI дар ҳароратҳои 298 -338 К бахшида шудааст. Бо истифода аз электроди оксиду барқароршавии лиганди 1-метил-2-меркаптоимидазол бо усули Биеррум мақаррар карда шудааст, ки иони молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол зина ба зина 4-то заррачаи комплексӣ ҳосил менамояд. Қиматҳои функсияҳои термодинамикии равандҳои комплексҳосилкунии иони молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол ҳисоб карда шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки дар муҳити 5 мол/л HCI бо зиёд шудани ҳарорат қимати собитҳои ҳосилшавии комплексҳои молибден (V) кам мешавад. Ин аз он шаҳодат медиҳад, ки раванди комплексҳосилшавии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол раванди экзотермӣ мебошад.

Дар мақолаи [101, 102] раванди комплексҳосилкунии $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ бо 1-метил-2-меркаптоимидазол дар муҳити 4 мол/л HCI ва ҳарорати 318 К бо усули потенсиометрӣ оварда шудааст. Дар асоси қиматҳои бо усули потенсиометрӣ ба даст омада каҷхатаи ҳосилшавии заррахои комплексии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол дар ҳарорати 318 К , инчунин вобастагии ñ аз қиматҳои антилогарифмаи консентратсияи мувозинатии лиганд, сохта шуд. Муайян намуданд, ки молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол дар муҳити 4 мол/л HCI дар ҳарорати 318 К зина ба зина панҷ то зарраи комплексӣ ҳосил менамояд, ки дар таркиби онҳо аз як то панҷ молекулаи координатсияшудаи шакли оксиднашудаи 1-метил-2-меркаптоимидазол,

мавҷуд мебошад. Бузургии собитҳои устувории зинагӣ, ҳангоми зиёд шудани молекулаҳои координатсияшудаи 1-метил-2-меркаптоимидазол дар дохили сфераи координатсионии комплексҳо, кам мешаванд. Умуман, маълумотҳои таҷрибавие, ки мо ҳангоми омӯзиши комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол бо усули титронии потенсиометрӣ ба даст овардем, бо назарияи релаксатсия мувофиқат мекунанд, ки мувофиқи он молекулаҳои дохили сферавии лигандҳо якдигарро иваз карда метавонанд.

Қиматҳои зинагии собитҳои устувории пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1-метил-2-меркаптоимидазол дар ҳарорати 318 К ҳисоб намуданд. Инчунин бузургиҳои функсияҳои термодинамикӣ ва ҳудудҳои мавҷудият ва баромади максималии зарраҳои комплексии ҳосилшуда дар системаи $[MoOCl_5]^{2-}$ -(Ox/Red) 1-метил-2-меркаптоимидазол - 4 мол/л-HCI муайян карда шудаст. Бузургиҳои функсияҳои термодинамикӣ нишон медиҳанд, ки раванди ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1-метил-2-меркаптоимидазол бо молибден (V) экзотермӣ мебошад, яъне реаксия бо кам шудани энергияи дохилии система амалӣ гардида, аз ҳосилшавии бандҳои координатсионии устувор дар байни комплексҳосилкунанда ва 1-метил-2-меркаптоимидазол шаҳодат медиҳад. Таҳлили каҷхатаҳои тақсимшавии зарраҳои комплексии дар муҳити 4 мол/л HCl, ҳосил шудани комплексҳои: $[MoOLCl_4]^-$, $[MoOL_2Cl_3]^0$, $[MoOL_4Cl]^{2+}$, $[MoOL_4Cl]^{2+}$ ва $[MoOL_5]^{3+}$-ро нишон медиҳад. Муайян карда шуд, ки соҳаҳои мавҷудияти онҳо тақрибан якхела буда, вале қиматҳои баромади максималии (αi^{max}) шаклҳои мувозинатии комплексҳо дар ҳароратҳои 273-338 К аз якдигар фарқ мекунанд.

Муаллифони [103] бо истифода аз қиматҳои константаҳои ҳосилшавӣ барои ҳисоб кардани каҷхатаҳои тақсимоти ҳама шаклҳои комплексҳое, ки дар системаи молибден (V) - 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион - 6,5 моль/л HCl дар ҳарорати 328 К ҳосил мешаванд, истифода намудаанд. Ин имкон додааст, ки ҳудудҳои бартарияти ҳар як шакли комплекс муайян карда шаванд. Барои

пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион дар 6,5 мол/л HCl панҷ зарраҳои комплексӣ бо таркибҳои зерин ҳосил мешавад: $[MoOLCl_4]^-$; $[MoOL_2Cl_3]^{2-}$; $[MoOL_3Cl_2]^+$; $[MoOL_4Cl]^{2+}$; $[MoOL_5]^{3+}$ Муайян карда шуд, ки қимати максималии ҳосилшавии шаклҳои комплекс, аз тағирёбии ҳарорат вобастагӣ надорад.

Аз ҷониби муаллифони [104] таҳқиқоти раванди комплексҳосилкунии молибден (V)-ро бо тиопирин дар муҳити 5 мол/л HCl дар ҳарорати 273К бо усули потенсиометрӣ оварда шудааст. Муайян карда шудааст, ки дар ҷараёни титркунии системае, ки аз маҳлули тиопирин ва шакли оксидшудаи он бо маҳлули $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ иборат аст, афзоиши қимати потенсиали мувозинатӣ (ΔE) мушоҳида мешавад, ин аз он шаҳодат медиҳад, ки тиопирин бо молибден (V) координатсия шудааст. Бо муайян кардани қиматҳои ΔE дар ҳар як нуқтаи титронидан, қимати консентратсияи мувозинати тиопирин ҳисоб карда шудааст.

Функсияи ҳосилшавии Биеррум бо истифода аз қиматҳои таҷрибавии консентратсияи мувозинати тиопирин (L) ва консентратсияи аналитикии молибден (V), ки дар раванди комплексҳосилкунӣ иштирок мекунанд, ҳисоб карда шудааст.

Муаллифони [105], дар асоси таҳқиқоти гузаронидашуда ҳосилшавии панҷ зарраҳои комплексии моноядроии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионро дар муҳити 6,5 мол/л HCl ва ҳарорати 308К муайян кардаанд. Таҳлили маълумотҳо оид ба собитҳои хосилшавии пай дар пайии зарраҳои комплексӣ нишон дод, ки қимати K_1 аз қимати K_2 2,82 маротиба ва K_2 аз қимати K_3 1,74 маротиба зиёд аст. Дар ин ҳолат, қимати K_3 аз қимати K_4 1,63 маротиба зиёд аст ва собити чорум аз собити панҷум 1,62 маротиба зиёдтар мебошад. Нишон дода шудааст, ки зарраҳои комплексие, ки аз 1 то 2 молекулаи координатсияшудаи лиганд доранд, нисбат ба зарраҳое, ки зиёда аз се молекулаи 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионро пайваст менамоянд, устувортаранд. Инчунин маълум гардид, ки дар шароити таҷрибавии

интихобшуда, ду заррахои комплексии аввал нисбат ба заррахои минбаъда бо махсулнокии зиёдтар ҳосил мешаванд.

Дар кори [106] раванди баргардандаи оксидшавии тиопирин то дисулфиди мувофиқ муайян карда шудааст, бо усули потенсиометрӣ комплексҳосилшавиии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион дар муҳити 6 мол/л HCl омӯхта шудааст. Тадқиқотҳо нишон доданд, ки раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион зина ба зина ва баргарданда аст, зеро дар муҳити 6 мол/л HCl, вақте ки ба 1-фенил-2,3 маҳлули $(NH_4)_2[MoOCl_5]$ илова карда мешавад, тағйири пай дар пайи гузариши ранги маҳлул аз сабзи зумрад ба кабуд, баъд ба қаҳваранги сурхтоб мушоҳида мешавад. Тағйирёбии ранги маҳлул, зина ба зина гузариши раванди комплексҳосилшавиро тасдиқ намуда, баргарданда будани реаксияи ҳосилшавии комплексҳои молибден (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионро, нишон медиҳад.

Дар асоси таҳқиқотҳои гузаронидашуда маълум шуд, ки ҳангоми таъсири мутақобилаи $(NH_4)_2[MoOCl_5]$ бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион дар маҳлули 6 мол/л HCl 5 заррахои комплексӣ ҳосил мешаванд, ки устувории онҳо аз таносуби компонентҳои боҳамтаъсиркунанда вобаста аст ва тағирёбии ҳарорат ба қиматҳои собитҳои ҳосилшавии онҳо ба таври назаррас, таъсир мерасонад.

Муаллифони [107] комплексҳосилкунии молибденро (V) бо 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион дар муҳити 5 мол /л HCI дар ҳарорати 298 К мавриди омӯзиш қарор додаанд. Дар асоси қиматҳои амалии титронии потенциометрӣ, каҷхатаи вобастагии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тиони молибден (V) аз логарифми баръакси консентратсияи мувозинатии лиганд (-lg[L]), дар муҳити 5 мол/л HCI дар 298 К, сохта шуд. Муайян намуданд, ки бо зиёд шудани миқдори молекулаҳои координатсияшудаи 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион (i) қиматҳои pK_i, кам мешаванд. Қиматҳои максималии баромади заррахои

комплексии оксохлоро-1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионии молибден (V), ки аз каҷхатҳои таҳсимоти дар муҳити 5 мол/л HCl ва (298К) ҳисоб карда шуданд, маълум шуд, ки бо зиёд шудани шумораи молекулаҳои пайвастшудаи 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тион ҳосилшавии максималии комплексҳо (α_i^{max}) ба самти қиматҳои баланди консентратсияи мувозинати лигандҳои истифодашаванда мегузарад, ки ин аз кам шудани устувории комплексҳои ҳосилшудаи молибден (V) шаҳодат медиҳад.

1.6. Таҳқиқи раванди комплексҳосилкунии d-металлҳои интиқолӣ бо ҳосилаҳои 1,2,4-триазол

Дар кори [108] раванди комплексҳосилкунии мис (II) бо 1,2,4-триазолтиол-5 ҳангоми қувваи ионии 0,1 мол /л $NaNO_3$ омӯхта шудааст. Муайян карда шуд, ки дар муҳити нейтралӣ боҳамтаъсиркунии мис (II) бо 1,2,4-триазолтиол дар ҳудуди ҳароратии 273-338 К зина ба зина чор шакли комплексҳо ҳосил мешаванд. Барои баҳодиҳии характеристикаҳои термодинамикии раванди комплексҳосилкунӣ константаҳои устувории комплексҳои Си (II) бо 1,2,4-триазолиоли, ки аз каҷхатаҳои ҳосилшавӣ муайян карда шудаанд, истифода шуданд. Энергияи Гиббс аз рӯи муодилаи $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ҳисоб карда шуд. Таҳлили функсияҳои термодинамикии ҳисобшуда нишон медиҳад, ки қимати потенсиали изобарӣ-изотермикӣ ҳангоми зиёд шудани шумораи молекулаҳои координатсионии 1,2,4-триазолиол то андозае хурд мешавад. Ин далели таҷрибавӣ эҳтимолан бо афзоиши монеаҳои стерикӣ ҳангоми ворид шудани молекулаҳои минбаъдаи 1,2,4-триазолтиол ба сфераи дохилии комплексҳо алоқаманд аст.

Муаллифони [109] таҳқиқоти раванди комплексҳосилшавии мис (II) бо ин лиганд 1,2,4-триазолитиол дар ҳарорати 273-388 К дар қувваи ионии 0,01 мол/л $NaNO_3$ гузаронидaнд. Таҳқиқотҳо нишон доданд, ки раванди комплексҳосилшавии мис (II) бо 1,2,4-триазолитиол зина ба зина мегузарад. Аз рӯйи каҷхаттаҳои ҳосилшавии бо усули Биеррум сохташуда қиматҳои константаҳои пай дар пайи 1,2,4-триазолтиоли

комплексҳои мис (II)-ро пайдо карданд. Барои баҳодиҳӣ ба характеристикаҳои термодинамикии раванди комплексҳосилкунӣ, константаҳои устувории комплексҳои мис (II) бо 1,2,4-триазоли, ки аз каҷхатаҳои ҳосилшавӣ муайян карда шудаанд, истифода шуданд. Қимати ΔH аз рӯи тамоили тангенси кунҷи вобастагии IgK=f(1/T)), муайян карда шуд. Тағйирёбии бузургии энтропия (ΔS) аз буриши дар хати ордината бо ин хатҳои рост буридашуда муайян карда шуд. Таҳлили функсияҳои термодинамикии ҳисобшуда нишон медиҳад, ки қимати потенсиали изобарӣ-изотермӣ ҳангоми зиёд шудани шумораи молекулаҳои координатсионии 1,2,4-триазолиол-5, то андозае манфӣ мешавад. Ин далели таҷрибавӣ эҳтимолан бо афзоиши монеаҳои стерикӣ ҳангоми ворид шудани молекулаҳои минбаъдаи 1,2,4-тр-иазолтиол-5 ба сфераи дохилии комплексҳо, алоқаманд аст.

Азизқулова О.А. ва Солехова Г.Н. [110] равандҳои комплексии Cu (II)-ро бо 3-метил-1,2,4-триазолотиол-5 дар муҳити 6 мол /л HCl дар 298 К таҳқиқ намудаанд. Муайян намудаанд, ки ҳангоми илова намудани $CuCI_2$ ба 3-метил-1,2,4-триазолтиол-5 тағйир ёфтани ранги маҳлул аз кабуди тира ба сабз ба назар мерасад. Дар ин маврид афзоиши бузургии потенсиали система мушоҳида мешавад, ки ба гуфтаи муаллифон, иштироки 3-метил-1,2,4-триазолитиол-5-ро дар комплексҳосилкунии мис (II) нишон медиҳад. Дар маҳлул чор шакли комплекс ҳосил мешавад, ки барои ҳар кадоми онҳо қиматҳои константаҳои ҳосилшавӣ бо усули Биеррум ҳисоб карда шуданд: pK_1=4,68; pK_2=3,72; pK_3=3,38; pK_4=3,14. Нишон дода шудааст, ки координатсияи минбаъдаи лигандҳои органикӣ ба металл боиси паст шудани бузургии константаҳои устуворӣ мегардад. Комплексҳои Cu (II) бо 1,2,4-триазолтиол-5 (L1) ва 3-метил-1,2,4-триазолетиол-5 (L2), дар муҳити обии этанол ба даст оварда шудаанд [111]. Бо усули спектроскопии ИС муайян карда шуд, ки лигандҳои таҳқиқшуда бо мис (II) ба воситаи атоми сулфури гурӯҳи тион ба таври монодентӣ, координатсия мешаванд.

Дар [112] раванди комплексҳосилкунии мис (II) бо 1,2,4-триазолитиол (ТАТ) дар муҳити 6 мол/л HCl омӯхта шудааст. Нишон

дода шудааст, ки дар системаи мис (II)-1,2,4-триазолтиол - 6 мол/л HCl дар ҳарорати додашуда чор зарачаи комплексӣ пай дар пай, ҳосил мешаванд.

Муаллифони [113] раванди комплексҳосилкунии ионҳои мис (II)-ро бо 1,2,4-триазолитиол дар муҳити 6 мол/л HBr дар ҳудуди 273-338К таҳқиқ кардаанд. Дар асоси қиматҳои ёфташудаи константаҳои ҳосилшавӣ, қиматҳои функсияҳои термодинамикӣ бо усули коэффисиенти ҳарорати муайян карда шудаанд. Кори [114] ба омӯзиши раванди комплексҳосилкунии мис (II) бо 1,2,4-триазолитиол дар мухити 6 мол/л HCl дар 288 К бахшида шудааст. Нишон дода шудааст, ки дар шароити таҳқиқшуда чор зарачаи комплексӣ пай дар пай ҳосил мешавад. Бо зиёд шудани шумораи молекулаҳои координатсияшудаи 1,2,4-триазолтиол, қиматҳои pK_i кам мешаванд. Таносуби константаҳои ҳосилшавии пай дар пай нисбат ба ҳамдигар чунинанд: $K_1/K_2=4,10$, $K_2/K_3=2,34$ $K_3/K_4=2,57$.

Дар кори [115] маълумот оид ба омӯзиши комплексҳосилкунии мис (II) бо 1,2,4-триазолтиол(ТАТ) оварда шудааст. Муайян карда шудааст, ки ин комплексҳо аз ҷиҳати устуворӣ нисбат ба пайвастаҳои координатсионии Re (V) [116] бо ин лиганди органикӣ, бартарӣ доранд. Нишон дода шудааст, ки дар 273 К устувории комплексҳои триазолтиолии мис (II) дар муҳити 3 мол/л HCl, HBr, HNO_3, H_2SO_4 вобаста ба табиати атсидолиганд аз руи силсилаи зерин тагйир меёбад: $[SO_4]^{2-}<Br^-<NO_3^-<CI^-$.

Дар [117] бо истифода аз усули потенсиометрӣ раванди комплексҳосилкунии мис (II) бо 4-амин-5-меркапто-1,2,4-триазол, 4-амин-5-меркапто-3-метил-1,2,4-триазол дар муҳити обӣ ва ҳарорати 30^0C (қувваи ионӣ 0,1 мол/л KNO_3) таҳқиқ карда шуд.

Дар [118] натиҷаҳои омӯзиши раванди комплексҳосилшавии тилло (III) бо 1- фурфурилиденамино-1,3,4-триазол дар ҳарорати 298 К дар муҳити обӣ бо усули потенсиометрӣ, оварда шудаанд. Муаллифон муайян кардаанд, ки титрониии Au (III) бо маҳлули лиганди додашуда, потенсиали электродии тиллоро 67 мВ кам мекунад. Консентратсияи

мувозинатии ионҳои тилло [Au^{3+}] аз рӯи маълумоти титронии потенсиометрӣ муайян карда шуд. Бо усули Яцимирский шумораи зарраҳои комплексии дар маҳлул хосилшуда муайян карда шудааст. Муқаррар карда шудааст, ки дар системаи таҳқиқшуда се шакли комплекс пай дар пай ҳосил мешаванд. Ҳамин муаллиф дар кори [119] раванди комплексҳосилшавии тилло (III)-ро бо 1,3,4-триазол дар 298 К омӯхтаанд. Натиҷаҳои титронии потенсиометрӣ нишон додаанд, ки потенсиали электроди тилло дар система 91 мВ кам мешавад. Нишон дода шудааст, ки кунҷи тамоили каҷхатаи вобастагии ΔE аз -lg[L] ҳангоми гирифтани миқдори барзиёди 1,2,4-триазол 0,076 В/мол·л$^{-1}$ баробар аст, ки ба пайвастшавии чор молекулаи 1,2,4-триазол бо Au (III) мувофиқ меояд. Барои ҳама шаклҳои комплексҳо собитҳои устуворӣ ҳисоб карда шуданд, ки бо истифода аз онҳо диаграммаҳои тақсимшавӣ барои комплексҳои дар маҳлул ҳосилшуда сохта шуданд ва соҳаҳои бартарияти онҳо дар доираи васеъи консентратсияи 1,2,4-триазол нишон дода шуданд.

Муаллифони [120] равандҳои комплексҳосилшавии Ag (I)-ро бо 1,2,4-триазол дар ҳароратҳои гуногун (288-318 К) омӯхтаанд. Муайян карда шуд, ки ҳангоми ба маҳлули Ag^{+} илова кардани 1,2,4-триазол дар ҳарорати 298 К боиси 144 мВ кам шудани потенсиали электроди индикатори мегардад. Бо усули Яцимирский миқдори зарраҳои комплексии дар маҳлул ҳосилшуда муайян карда шудааст. Маълум карда шуд, ки дар маҳлул се зарраҳои комплексӣ пай дар пай ҳосил мешаванд. Собитҳои устувории умумии ҳосилшавии зарраҳои комплексӣ барои ҳар як зарраи комплексӣ, муайян карда шуд.

А.А. Аминҷонов ва дигарон комплексҳосилкунии Re (V)-ро бо 1,2,4-триазол дар доираи васеи ҳарорат омӯхтаанд. Баргардандагии электроди лиганди оксиду барқароркунанда (ОБ) дар асоси 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи он бо электроди платинагӣ таҳқиқ карда шудааст. Дар ин маврид ба муаллифон муяссар гардид, ки потенсиалҳои воқеии системаро дар ҳароратҳои гуногуни таҷриба ба даст оранд [121]. Бо ёрии электроди оксиду барқароршавӣ раванди

комплексҳосилкунии рений (V) дар муҳити 6 мол/л HCI дар ҳароратҳои гуногун, бо усули потенсиометрӣ ва собитҳои ҳосилшавии комплексҳои хлоридии рений (V) бо 1,2,4-триазолтиол, муайян карда шудааст.

Муаллифони [122] бо истифода аз электроди лигандӣ, ки дар асоси 3-метил-1,2,4-триазолитиол ва шакли оксидшудаи он ба роҳ монда шудааст, раванди комплексҳосилкунии рений (V)-ро бо 3-метил-1,2,4-триазолитиол омӯхтаанд. Муайян намуданд, ки се бузургии аввали собитҳои устувории 1,2,4-триазол нисбат ба комплексҳои аналогӣ бо оксохлоро-3-метил-1,2,4-триазолитиоли рений (V), бартарӣ доранд ва собитҳои чорум тақрибан қимати якхела доранд.

Дар [123] оид ба муайян кардани потенсиали стандартии раванди оксидшавии 3-М-ТТ ва муайян кардани собитҳои устувории комплексҳои рений бо ин лиганди органикӣ маълумот дода шудааст. Бо истифода аз усули титронии потенсиометрӣ, баргардандагии раванди оксиду-барқароршавии 4-метил-1,2,4-триазолтиол (4-МТТ) муайян карда шудааст. Муайян карда шуд, ки бо мавқеи 4 дохил намудани гурӯҳи метилӣ дар молекулаи 1,2,4-триазол боиси зиёд шудани потенсиал мегардад (E^0= 320,5 мВ). Комплекси рений (V) бо ин лиганди органикӣ дар асоси электроди баргардандаи оксиду барқароршавии 4-метил-1,2,4-триазолитиол (4-МТТ) омӯхта шуд. Нишон дода шудааст, ки баландшавии ҳарорат ба таркиби зарраҳои комплексии дар маҳлул ҳосилшуда, таъсир мерасонад. Муайян карда шуд, ки дар ҳудуди 273—308 К дар маҳлули 6 мол/л HCI устувории 4 зарраи комплексӣ ва дар ҳудуди 318-338 К танҳо барои се зарра муайян кардан мумкин аст.

Муаллифони [124] дар асоси омӯзиши комплексҳосилкунии Re (V) бо 4-метил-1,2,4-триазолтиол (4-МТТ) дар муҳити 6 мол/л кислотаи гидробромид нишон додаанд. ки дар системаи тадқиқшуда дар ҳароратҳои 273-338 К, дар маҳлул панҷ заррачаи комплексӣ ҳосил мешаванд. Дар баробари ин, бо муқоисаи устувории комплексҳои хлоридӣ ва ба ҳамин монанд комплексҳои бромидӣ нишон дода шудааст, ки комплексҳои бромидии 4-метил-1,2,4-триазолтиол нисбат ба комплексҳои хлоридӣ устувортаранд.

Дар [125-128] натиҷаҳои омӯзиши раванди комплексҳосилшавии Re (V) бо 3,4-диметил-1,2,4-триазолиол-5, 3-метил-4-фенил-1,2,4-триазолиол-5 ва 3- этил- 1,2,4-триазолом-5 дар маҳлули 6 ва 7 мол/л HCl, оварда шудааст.

Аминҷонов А.А. ва дигарон [129] бо усули потенсиометрӣ комплексҳосилкунии Re (V)-ро бо 4-метил-1,2,4-триазолитиол (4-МТТ) дар муҳити кислотаи бромид (7 мол/л HBr) омӯхтаанд. Муқаррар карда шуд, ки пайвастаҳои координатсионии оксобромиди рений (V) нисбат ба пайвастаҳои координатсионии оксохлоридиаш монанд мебошанд. Муқоисаи собитҳои устувории комплексҳои рений (V) дар муҳити 7мол/л HBr ва комплексҳои оксохлоридӣ дар 7 мол/л HCI нишон медиҳад, ки устувории комплексҳои оксобромидҳо дар ҳамаи ҳудудҳои ҳарорат нисбат ба комплексҳои аналоги оксохлориди рений (V) баландтар аст. Агар дар 298 К собити устувори якум ба $3,3\text{-}10^3$ баробар бошад, барои комплекси оксобромидӣ қимати $\acute{æ}_1=4,5\cdot10^3$ аст. Қиматҳои собитҳои устувории дуюм, сеюм ва чорум барои комплексҳои окохлоридӣ ба $2,1\cdot10^2$, 52;40 баробар мебошад, барои комплексҳои оксобромидӣ, қимати онҳо ба $\acute{æ}_2=1,2\cdot10^3$; $\acute{æ}_3=4,8\cdot10^2$ ва $\acute{æ}_4=1,8\cdot10^2$ аст. Дар муҳити кислотаи гидрогенхлоридӣ устувории чор зарраи комплексӣ ва барои комплекси оксобромидӣ дар 273-314 К устувории шакли панҷуми комплекс муайян карда шуд.

Муаллифони [130] комплекси ванадийи панҷвалентаро бо 4-метил-1,2,4-триазолитиол (4-МТТ) дар маҳлулҳои кислотаи сулфат (1 мол/л H_2SO_4) дар ҳарорати 288-318 К, омӯхтаанд. Муайян карда шуд, ки дар система панҷ шакли комплекс: комплексҳои моно-, ду-, се, чор ва панҷ ивазшудаи ванадий (V) ҳосил мешаванд. Муаллифон константаҳои устувории шаклҳои мураккаби комплексҳои дар маҳлул ҳосилшударо, муайян намудаанд. Функсияҳои термодинамикии ҳосилшавии комплексҳои ванадий (V) бо 4-метил-1,2,4-триазолитиол (4-МТТ) дар муҳити омӯхташуда ҳисоб карда шудаанд.

Муайян карда шуд, ки афзоиши шумораи молекулаҳои координатсионии лиганд дар сфераи дохилии комплекс, боиси зиёд

шудани энергияи озоди Гиббс (ΔG) мегардад. Ин далели таҷрибавиро муаллифон ҳамчун афзоиши монеаҳои стерикӣ ҳангоми ворид шудани молекулаҳои лигандҳои органикии минбаъда ба сфераи дохилии комплекс, шарҳ медиҳанд. Қимати энталпия ΔH бо зиёд шудани шумораи молекулаҳои пайвастшудаи 4-метил-1,2,4-триазолтиол тағйир меёбад, эффекти гармии максималӣ ба комплекси сеюм рост меояд.

Хулоса аз шарҳи адабиёт

Шарҳи адабиёти овардашуда нишон медиҳад, ки маълумот оиди синтези пайвастаҳои координатсионии d-металлҳои интиқолӣ ва молибден (V) бо лигандҳои органикии 5-6 ҷузъа ба монанди имидазол, пиразол, триазол ва ҳосилаҳои гуногуни нишон дода шудааст, инчунин сохт таркиб ва хосиятҳои фаъоли биологии онҳо тасдиқ карда шудааст. Дар баробари ин раванди комплексҳосилкунии d-металлҳои интиқолӣ бо лигандҳои гуногуни органикии нитроген ва сулфурдор омӯхта шудааст.

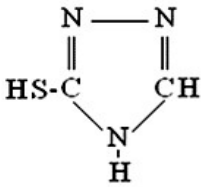
Дар асоси таҳлили адабиёт хулосаҳои зерин бармеояд:

- равандҳои комплексҳосилкунии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳитҳои 4,5-6,0 мол/л кислотаи гидрогенхлорид омӯхта нашудааст.
- оиди собитҳои устувории пайвастаҳои комплексии 1,2,4-триазолтиолии молибден (V) маълумот оварда нашудааст.
- оиди таъсири муҳити ионӣ ба усулҳои координатсияшавии 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид бо иони молибден (V) маълумот оварда нашудааст.
- оиди натиҷаҳои таснифи термодинамикии равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳитҳои кислотаи гидрогенхлорид дар ҳароратҳои 273-338 К баҳо дода нашудааст.
- дар бораи равандҳои синтез ва таҳқиқи пайвастаҳои координатсионии омӯхтани таркиб ва хосиятҳои пайвастаҳои нави координатсионии Mo (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид маълумод дода нашудааст.

Дар асоси гуфтаҳои боло, равандҳои комплексҳосилкунии Mo (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити консентратсияҳои гуногун HCl, таҳқиқи синтез, таркиб ва хосиятҳои физикию химиявӣ пайвастаҳои нави координатсионии синтезшударо мақсаднок омӯхтан зарур аст. Натиҷаҳои таҷрибавӣ маълумотро оиди қимати собитҳои устувории пайвастаҳои комплексии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ба даст овардан, имкон медиҳад.

Синтез ва таҳқиқи таркиб ва хосиятҳо, инчунин муқаррар намудани устувории термикии пайвастаҳои нави координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид, ки пайвастаҳои дорои хосияти хуби каталитикӣ, биологӣ ва ҷанбаҳои истифодаи пайвастаҳои координатсионии гуногунлиганди молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид дар саноати химия, коркарди нафт ва технологияи ба даст овардани металлҳои нодир ва пароканда барои консентронидан ва сементатсия аз маҳлулҳои технологӣ имконият медиҳад.

Дар зер таркиб, формулаи графикӣ ва баъзе хосиятҳои лигандҳои истифодашудаи органикӣ оварда шудааст.

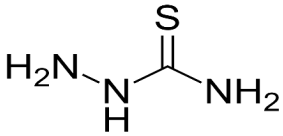


1,2,4-триазолтиол

Брутто формула - $C_2H_3N_3S$

Массаи молекулӣ - 101

Ҳарорати гудозиш -219-222 ^{0}C



тиосемикарбазид

Брутто формула - CH_5N_3S

Массаи молекулӣ - 91,13 г/мол

Ҳарорати гудозиш - 145,15^{o}C

Ба сифати ҳалкунанда ва реагентҳои ёрирасон истифода бурда шуд: HCI, HBr, HCOOH, CH_3COOH, C_2H_5OH, NH_4SCN.

БОБИ 2. Мавод ва методҳои таҳқиқот

ТАҲҚИҚИ РАВАНДҲОИ КОМПЛЕКСҲОСИЛКУНИИ МОЛИБДЕН (V) БО 1,2,4-ТРИАЗОЛТИОЛ ДАР МАҲЛУЛҲОИ 4,5-6,0 МОЛ/Л НСІ БО УСУЛИ ТИТРОНИИ ПОТЕНСИОМЕТРӢ

Таҳлили адабиёти илмӣ нишон медиҳад, ки дар ду даҳсолаи охир миқдори корҳое, ки ба омӯзиши комплексҳосилкунии d-металлҳои интиқолӣ, аз ҷумла, молибден (V) бо лигандҳои органикии нитроген- ва сулфурдори қатори алифатӣ ва гетеросиклӣ, синтез, омӯзиши таркиб ва хосиятҳои пайвастаҳои кординатсионие, ки дар намуди моддаи сахт ба даст оварда шудаанд, каманд. Оид ба равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) бошад, бо чунин ҳосилаҳои триазол ба монанди 1,2,4-триазолтиол ва ё ҳосилаҳои дигари он маълумот оварда нашудааст.

Дар натиҷаи омӯзиши мунтазами қобилияти комплексҳосилкунии металлҳои интиқолӣ бо ҳосилаҳои тиомочевина, имидазол, триазол ва тиосемикабазид, муаллифони [131-133] раванди оксидшавӣ-барқароршавии баргардандаро барои пайвастаҳои дар боло зикршуда муқаррар кардаанд. Ин равандҳо дар маҳлулҳои кислотаҳои гидрогенгалогенҳо, барои омода намудани электроди лигандии оксидшавӣ - барқароршавӣ истифода шудааст.

Баъдан, бо истифода аз электродҳои лигандии ташкилшуда реаксияҳои комплексҳосилкунии Re (V), Fe (II), Fe (III), Cu (II) ва дигар металлҳо дар маҳлулҳои 1,0-6,0 мол/л кислотаҳои гидрогенгалогенҳо ва сулфат таҳқиқ карда шуданд. Ин муаллифон, инчунин равандҳои комплексҳосилкунии металлҳои номбаршударо бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити турш таҳқиқ намудаанд. Муаллифони [105,110] бо усули титронии потенсиометрӣ раванди комплексҳосилкунии ионҳои мис (II)-ро бо истифода аз электроди лигандӣ дар асоси 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи он, дар қувваи ионӣ аз 0,01 то 1,0 мол /л ($NaNO_3$) ва ҳароратҳои 273 -338K мавриди омӯзиш қарор додаанд.

Муҳаққиқон муайян намуданд, ки ҳангоми таъсири мутақобилаи ионҳои мис (II) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити нейтралӣ чор пайвастаҳои координатсионӣ ҳосил мешаванд. Муайян карда шудааст,

ки 1,2,4-триазолтиол хосияти монодентатӣ зоҳир менамояд ва координатсияи он аз ҳисоби атоми донори сулфури гурӯҳи тионӣ амалӣ мешавад. Муаллифони [105,134] равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V)-ро бо 1-метил-2-меркаптоимидазол ва 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5 тион дар маҳлулҳои 1,0-7,0 мол/л кислотаи гидрогенхлорид дар ҳудуди ҳароратҳои 273-338К таҳқиқ карда шудааст.

Инчунин пайвастаҳои нави координатсионии молибден (V) -ро бо лигандҳои номбурда синтез намуда, таркиб ва хосиятҳои онҳоро бо истифода аз усулҳои гуногуни физикӣ-химиявӣ, омӯхтаанд. Оиди усулҳои омӯзиши равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳитҳои нейтралӣ ва турш, синтези пайвастаҳои координатсионӣ дар адабиёт қариб ягон маълумот оварда нашудааст. Бори аввал мо [135-138] равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V)-ро бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлулҳои 4,5-6,0 мол /л HCl дар ҳудуди ҳароратҳои 273-338 К бо усули титронидани потенсиометрӣ омӯхтем.

2.1. Таҳқиқи равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити кислотаи гидрогенхлорид дар ҳароратҳои 273-338 К

Муаллифони корҳои илмӣ-таҳқиқиқотии [45,139-141] комплекс-ҳосилкунии ионҳои Re (V), Cu (II), Fe (II) ва Fe (III) -ро бо ҳосилаҳои триазол дар маҳлулҳои аз 1,0 то 6.0 мол/л HCl дар ҳароратҳои 273-338 К мавриди омӯзиш қарор додаанд. Мо дар корҳои [142-146], равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V)-ро бо усули потенсиометрӣ, тавасуди компаратори шиддати Р-3003М1 ва pH-метр бо истифода аз электроди лиганди селективии оксидшавӣ-барқароршавӣ, ки дар асоси 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи он ташкил карда шудааст, омӯхтем. Таҳқиқотҳо дар ҳудуди ҳароратии 273 - 338 К дар маҳлулҳои 4,5 - 6,0 мол/л HCl гузаронида шуданд. Ҳарорат дар давоми таҷриба дар ячейкаи шишагӣ бо саҳеҳии ± 0,1 °С нигоҳ дошта мешуд.

Натиҷаҳои таҷрибаҳо нишон доданд, ки ҳангоми ба маҳлули 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи он илова намудани маҳлулҳои

кислотагии $(NH_4)_2[MoOCL_5]$ (дар ҳамаи маҳлулҳои аз 4,5 то 6,0 мол/л HCl) тағирёбии ранги системаи реаксионӣ ба амал меояд. Бояд қайд кард, ки танҳо дар маҳлули 4,5 мол /л HCl тағйирёбии ранги маҳлул кам ба назар мерасад ва дар ҳар як нуқтаи титронӣ тағийирёбии потенсиали система (ΔE) бо фарқияти 5-10 мВ ($\Delta E=E_2-E_1$) мушоҳида мешавад. Ин гуна тағйирёбии ночизи потенсиали система барои фаҳмидани ҳосилшавӣ ва устувории комплекси 1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар маҳлули 4,5 мол /л HCl душвор мебошад.

Дар маҳлулҳои 5,0-6,0 мол/л кислотаи гидрогенхлорид ҳангоми титронидани системаи таҳқиқшавандаи $[MoOCl_5]^{2-}$ - 1,2,4-триазолтиол-HCI бо маҳлули $(NH_4)_2[MoOCl_5]$ тағйироти пай дар пайи ранги системаи реаксионӣ аз сабзи кабудтоб ба кабуд, сипас ба сурх мушоҳида мешавад. Бо зиёд шудани консентратсияи $(NH_4)_2[MoOCl_5]$, ранги системаи таҳқиқшаванда боз сабз мешавад.

Тадқиқотҳо нишон доданд, ки илова намудани маҳлули барзиёди 1,2,4-триазолтиол ба ин система боиси пай дар пай тағйир ёфтани ранги маҳлули системаи реаксионӣ ва тағйирёбии потенсиали он мегардад. Тағйиротҳои мушоҳидашуда аз координатсия шудани шакли оксиднашудаи 1,2,4-триазолитиол бо молибден (V), шаҳодат медиҳанд. Дар асоси таҳқиқоти потенсиометрӣ муайян карда шуд, ки дар маҳлули 4,5 мол/л HCl раванди комплексҳосилшавӣ бо суръати хеле ночиз амалӣ мешавад.

Дар кори диссертатсионии мазкур раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлулҳои 4,5-5,0-6,0 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273-338 К, омӯхта шудааст.

2.2. Омӯзиши комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 6,0 мол/л HCl дар ҳароратҳои 273-338 К

Бо усули титронии потенсиометрӣ равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V), дар маҳлули 6,0 мол/л HCl, бо 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи (Ox/Red) он, дар ҳудудҳои ҳароратии 273-338 К омӯхта шуд. Консентратсияҳои гуногуни шакли оксидшуда ва барқароршудаи

лиганди органикӣ зимни оксид кардани миқдори эквимолекулярии 1,2,4-триазолтиол бо маҳлули 0,1 молярии йод дар маҳлули 6,0 мол/л HCl, ҳосил намудем.

Ҳангоми титронидани системаи таҳқиқшавандаи $[MoOCl_5]^{2-}$ - Ox/Red) - 1,2,4-триазолтиол - 6 мол/л-HCI, тағйирёбии потенсиали (ΔE) системаро бо истифода аз компаратори шиддати тамғаи Р-3003М1 дар ячейкаи шишагӣ, ки шакли оксидшуда ва барқароршудаи (Ox/Red)-1,2,4-триазолтиол дошт, андоза намудем. Вазифаи электроди индикаториро пластинкаи аз металли платина сохташуда ва электроди муқоисавӣ электроди хлорнуқрагӣ иҷро менамуданд. Барои доимӣ нигоҳ доштани ҳарорат (±0,5 ^{0}C) ячейкаи шишагӣ ба термостати обӣ пайваст карда шуд. Дар ҳар як ҳарорат 3-4 маротиба титронидани потенсиометрӣ гузаронидем. Натиҷаҳои ба даст омада бо усули [147,148] коркарди статистикӣ карда шуд. Консентратсияи мувозинати 1,2,4-триазолтиол бо усули [145,148] ва функсияи ҳосилшавӣ (ñ) бо усули Биеррум [139,149] ва истифодаи муодилаи:

$$\lg[L]=\frac{E_{авв.}-E_i}{1{,}983\cdot 10^{-4}\cdot T}+\lg C_L^{авв.}+\frac{1}{2}\lg\frac{V_{авв.}}{V_{ум.}}; \quad (1)$$

ҳисоб карда шудаанд.

Дар ин формулаҳо: $E_{ав}$ - потенсиали мувозинатии аввалаи система бе иштироки молибден(V);

E_i -потенсиали мувозинатии система дар ҳар як нуқтаи титронидӣ;

C_L - консентратсияи аввалаи лиганд;

$V_{аввала.}$ / $V_{умумӣ.}$ - таносуби ҳаҷми аввала ва умумии система;

T - ҳарорати таҷриба, К.

Бояд қайд намуд, ки барои системаи оксидшавӣ-барқароршавии: $[MoOCl_5]^{2-}$ -Ox/Red-1,2,4-триазолтиол-6,0 мол/л HCI бо усули графикии Биеррум, мо потенсиали стандартиро ҳисоб накардем, зеро $\Delta E = E_{ав}-E_{ox}$. Бинобар ин, потенсиали аввала системаи оксидшавӣ - барқароршавии мазкурро бе комплексҳосилкунанда ñ ҳисоб кардан мувофиқи мақсад мебошад. Афзалияти усули истифодашуда дар он аст, ки ба таври автоматӣ ҳисобкунии потенсиалҳои система, ба кам кардани қимати

потенсиали диффузионӣ мусоидат менамояд.

Мувофиқи тағйирёбии қимати потенсиали (ΔE) системаи $[MoOCl_5]^{2-}$-Ox/Red - 1,2,4-триазолтиол - 6,0 мол/л HCI, (дар ин ҷо Ox/Red шакли оксидшуда ва барқароршудаи 1,2,4-триазолтиол аст) консентратсияи мувозинатии лиганди гетеросиклӣ, ки дар раванди комплексҳосилшавӣ бо иони молибден (V) иштирок менамояд, муайян карда шуд. Баъдан қиматҳои ёфташудаи консентратсияи мувозинатии 1,2,4-триазолтиолро барои ҳисоб кардани миқдори зарраҳои комплексӣ, қиматҳои собитҳои устувории зарраҳои комплексии 1,2,4-триазолтиолии молибден (V) истифода намудем.

Ин имкон дод, ки қиматҳои функсияи ҳосилшавии Биеррумро (ñ)-ро бо формулаи зерин ҳисоб намоем:

$$ñ = \frac{C_L - [L]}{C_{Mo(V)}} \quad (2)$$

Бузургии функсияҳои ҳосилшавии (ñ) зарраҳои комплексии 1,2,4-триазолтиолии молибден (V), ки дар ҳар як нуқтаи титронӣ бо усули потенсиометрӣ ёфта шудаанд, дар ҷадвалҳои 1-7 оварда шудаанд.

Ҷадвали 1. Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 273 К дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L мол/л	$C_{Mo(V)}$ мол/л	-Lg[L]	ñ
1	2	3	4	5	6
1	22,0	0,014489	0,002756	2,775980	4,649890
2	23,3	0,014246	0,002877	2,803825	4,405420
3	24,1	0,013896	0,003052	2,824164	4,062342
4	25,3	0,013528	0,003236	2,851407	3,745243
5	27,9	0,013178	0,003411	2,904887	3,498672
6	29,4	0,012846	0,003577	2,937738	3,268875
7	31,4	0,012531	0,003735	2,980785	3,075387
8	33,9	0,012230	0,003885	3,031821	2,908927
9	35,0	0,011944	0,004028	3,057635	2,747714
10	37,6	0,011670	0,004165	3,109903	2,615772
11	38,7	0,011409	0,004295	3,135115	2,485684
12	40,9	0,011160	0,004420	3,180702	2,375520
13	43,0	0,010921	0,004540	3,224708	2,274358

14	44,9	0,010692	0,004654	3,265109	2,180601
15	46,2	0,010262	0,004869	3,297279	2,003861
16	47,2	0,009865	0,005068	3,324300	1,853048
17	48,4	0,009497	0,005251	3,354502	1,724328
18	49,9	0,009156	0,005422	3,389938	1,613595
19	51,4	0,008839	0,005581	3,425094	1,516518
20	53,4	0,008543	0,005729	3,470877	1,432198
21	54,2	0,008266	0,005867	3,491319	1,353853
22	55,0	0,008006	0,005997	3,513009	1,283902
23	55,7	0,007763	0,006119	3,532455	1,220696
24	56,1	0,007533	0,006233	3,548009	1,163109
25	57,2	0,007317	0,006341	3,572969	1,111692
26	57,9	0,007113	0,006444	3,593321	1,064309
27	58,2	0,006920	0,006540	3,604278	1,020060
28	59,2	0,006737	0,006631	3,629284	0,980528
29	60,0	0,006564	0,006718	3,649156	0,943623
30	61,0	0,006399	0,006801	3,672390	0,909694
31	61,8	0,006242	0,006879	3,692904	0,877990
32	62,0	0,006093	0,006953	3,701846	0,847716
33	62,8	0,005951	0,007025	3,721921	0,820170
34	64,0	0,005815	0,007092	3,748337	0,794766
35	64,9	0,005686	0,007157	3,770210	0,770676
36	65,7	0,005562	0,007219	3,789577	0,747906
37	66,8	0,005443	0,007279	3,814561	0,726744
38	67,4	0,005329	0,007335	3,831511	0,706402
39	68,8	0,005220	0,007390	3,861653	0,687763
40	70,0	0,005115	0,007442	3,887460	0,669920
41	70,6	0,005015	0,007493	3,902476	0,652585
42	70,9	0,004918	0,007541	3,912056	0,635937
43	71,2	0,004780	0,007610	3,923785	0,612418
44	71,8	0,004607	0,007696	3,942849	0,583771
45	72,0	0,004408	0,007796	3,956686	0,551238
46	72,0	0,004225	0,007887	3,966242	0,522011
47	72,7	0,004025	0,007987	3,988771	0,491105

Ҷадвали 2 - Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 288 К дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L мол/л	$C_{Mo(v)}$ мол/л	Lg[L]	ñ
1	2	3	4	5	6
1	56,4	0,014407	0,002797	2,742602	4,504721
2	57,8	0,013973	0,003014	2,773910	4,077906

3	58,5	0,013673	0,003164	2,790162	3,809569
4	59,0	0,013351	0,003325	2,805135	3,544636
5	60,7	0,013010	0,003495	2,840132	3,309168
6	62,3	0,012687	0,003657	2,873589	3,103524
7	63,0	0,012319	0,003841	2,892395	2,873961
8	63,7	0,012057	0,003972	2,909834	2,725832
9	64,7	0,011860	0,004070	2,931065	2,626304
10	65,7	0,011617	0,004191	2,952705	2,505702
11	66,6	0,011435	0,004283	2,971008	2,420529
12	67,8	0,011184	0,004408	2,996638	2,308685
13	68,8	0,010944	0,004528	3,019890	2,206095
14	70,0	0,010782	0,004609	3,043418	2,143119
15	71,0	0,010559	0,004720	3,064928	2,054417
16	71,4	0,010366	0,004817	3,077333	1,978165
17	72,7	0,010159	0,004920	3,103042	1,904466
18	73,5	0,010020	0,004990	3,120042	1,855875
19	74,8	0,009696	0,005152	3,150440	1,744649
20	75,6	0,009358	0,005321	3,171614	1,632035
21	76,3	0,009091	0,005455	3,191716	1,548763
22	77,1	0,008839	0,005581	3,211466	1,473734
23	78,0	0,008514	0,005743	3,234984	1,381194
24	78,8	0,008266	0,005867	3,254882	1,314065
25	79,9	0,008095	0,005952	3,278650	1,271558
26	80,5	0,007786	0,006107	3,298470	1,192641
27	81,0	0,007646	0,006177	3,310809	1,158720
28	82,0	0,007445	0,006277	3,334258	1,112262
29	83,2	0,007234	0,006383	3,360622	1,065044
30	83,6	0,007034	0,006483	3,373693	1,019861
31	84,0	0,006846	0,006577	3,387299	0,978491
32	84,5	0,006667	0,006667	3,401972	0,940554
33	85,0	0,006497	0,006752	3,416847	0,905543
34	86,3	0,006335	0,006832	3,443825	0,874597
35	87,2	0,006182	0,006909	3,464547	0,845074
36	88,4	0,005829	0,007086	3,499363	0,777886
37	89,6	0,005698	0,007151	3,524386	0,755067
38	90,2	0,005574	0,007213	3,539680	0,732715
39	91,6	0,005397	0,007302	3,572573	0,702486
40	92,3	0,005231	0,007385	3,590554	0,673570
41	93,1	0,004928	0,007536	3,618565	0,621910
42	94,1	0,004700	0,007650	3,645952	0,584919
43	94,8	0,004493	0,007753	3,666929	0,551775
44	96,1	0,004304	0,007848	3,699904	0,522958
45	96,6	0,004130	0,007935	3,716575	0,496205

Ҷадвали 3 - Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 298 К Дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L мол/л	$C_{Mo(v)}$ мол/л	Lg[L]	ñ
1	2	3	4	5	6
1	51,2	0,01461	0,00269	2,619119	4,533093
2	55,0	0,01413	0,00294	2,690524	4,116812
3	57,2	0,01375	0,00313	2,733137	3,805291
4	58,4	0,01339	0,00331	2,759704	3,521783
5	59,5	0,01325	0,00338	2,779551	3,431075
6	61,0	0,01281	0,00359	2,813469	3,138794
7	62,6	0,01241	0,00380	2,847156	2,894636
8	63,6	0,01217	0,00391	2,868583	2,763987
9	64,3	0,01194	0,00403	2,884185	2,640990
10	65,1	0,01172	0,00414	2,901738	2,530308
11	66,4	0,01146	0,00427	2,928817	2,408286
12	67,2	0,01126	0,00437	2,946208	2,316802
13	68,2	0,01106	0,00447	2,966575	2,234038
14	69,2	0,01083	0,00459	2,988476	2,137192
15	69,6	0,01071	0,00464	2,997024	2,090827
16	70,1	0,01060	0,00470	3,007744	2,047567
17	70,3	0,01052	0,00474	3,013092	2,012784
18	70,6	0,01039	0,00481	3,019988	1,962325
19	71,1	0,01030	0,00485	3,031216	1,933054
20	71,5	0,01010	0,00495	3,041475	1,856398
21	72,1	0,00990	0,00505	3,056720	1,787713
22	72,5	0,00971	0,00514	3,066812	1,722171
23	73,7	0,00953	0,00523	3,092377	1,666968
24	74,5	0,00936	0,00532	3,108738	1,612315
25	76,3	0,00903	0,00549	3,148173	1,515588
26	77,1	0,00872	0,00564	3,168911	1,425303
27	78,2	0,00843	0,00579	3,194297	1,346636
28	79,4	0,00803	0,00598	3,225598	1,242704
29	79,7	0,00767	0,00617	3,241031	1,150790
30	80,5	0,00734	0,00633	3,262952	1,072876
31	82,2	0,00694	0,00653	3,304684	0,986579
32	82,7	0,00658	0,00671	3,324981	0,910248
33	83,5	0,00626	0,00687	3,348248	0,845443
34	85,1	0,00596	0,00702	3,386881	0,791530
35	85,5	0,00570	0,00715	3,402387	0,741507
36	86,9	0,00545	0,00727	3,435884	0,699601
37	88,3	0,00523	0,00738	3,468476	0,662287

38	88,6	0,00502	0,00749	3,483292	0,627163
39	90,2	0,00479	0,00761	3,520610	0,589979
40	90,5	0,00457	0,00771	3,535813	0,555269
41	90,8	0,00438	0,00781	3,549564	0,524322
42	91,1	0,00420	0,00790	3,564268	0,496733
43	91,4	0,00403	0,00798	3,577420	0,471811

Ҷадвали 4 - Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 308 К дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L	$C_{Mo(v)}$	Lg[L]	ñ
		мол/л			
1	2	3	4	5	6
1	48,7	0,014717	0,002642	2,562320	4,534312
2	50,8	0,014331	0,002835	2,603752	4,177040
3	52,8	0,013964	0,003018	2,640781	3,869390
4	55,0	0,013616	0,003192	2,682902	3,615447
5	56,8	0,013285	0,003358	2,718182	3,386645
6	58,0	0,012969	0,003515	2,742539	3,174575
7	59,0	0,012668	0,003666	2,763992	2,985988
8	60,0	0,012381	0,003810	2,785002	2,819347
9	61,0	0,012106	0,003947	2,805899	2,671268
10	62,0	0,011844	0,004078	2,827017	2,539060
11	63,4	0,011592	0,004204	2,855066	2,425460
12	64,1	0,011351	0,004324	2,872059	2,314528
13	66,9	0,011120	0,004440	2,921833	2,234942
14	68,9	0,010480	0,004760	2,967750	1,975338
15	70,0	0,010092	0,004954	2,992776	1,832062
16	71,1	0,009733	0,005134	3,017179	1,708596
17	72,6	0,009085	0,005458	3,058140	1,504361
18	74,9	0,008518	0,005741	3,110896	1,348764
19	76,9	0,008018	0,005991	3,155607	1,221587
20	78,0	0,007679	0,006160	3,182796	1,140014
21	78,5	0,007368	0,006316	3,201421	1,067091
22	79,0	0,007082	0,006459	3,217562	1,002573
23	80,2	0,006903	0,006549	3,241933	0,966573
24	80,8	0,006650	0,006675	3,259993	0,914018
25	81,0	0,006416	0,006792	3,272366	0,865998
26	82,0	0,006198	0,006901	3,296081	0,824745
27	83,2	0,005993	0,007003	3,321671	0,787718
28	84,1	0,005802	0,007099	3,344572	0,753650
29	85,2	0,005401	0,007300	3,377000	0,682334
30	86,0	0,005195	0,007402	3,399328	0,647936

31	87,0	0,005005	0,007498	3,423141	0,617140
32	87,7	0,004623	0,007688	3,452129	0,555398
33	87,9	0,004435	0,007782	3,464241	0,525816
34	88,0	0,004262	0,007869	3,474522	0,499051

Ҷадвали 5 - Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 318 К дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L мол/л	$C_{Mo(v)}$ мол/л	Lg[L]	ñ
1	2	3	4	5	6
1	47,9	0,014797	0,002602	2,524462	4,538572
2	49,2	0,014560	0,002720	2,548560	4,313331
3	51,2	0,014182	0,002909	2,586278	3,983821
4	53,7	0,013823	0,003089	2,630819	3,717848
5	55,4	0,013481	0,003259	2,663339	3,470260
6	57,6	0,013157	0,003422	2,703015	3,265982
7	59,3	0,012847	0,003576	2,735910	3,078493
8	60,6	0,012552	0,003724	2,761873	2,905747
9	61,4	0,012270	0,003865	2,778532	2,743595
10	62,7	0,012000	0,004000	2,804270	2,607654
11	64,2	0,011742	0,004129	2,832439	2,487534
12	66,4	0,011495	0,004253	2,872072	2,387273
13	67,4	0,011258	0,004371	2,892597	2,282511
14	68,6	0,010942	0,004529	2,917629	2,149020
15	69,9	0,010520	0,004740	2,947551	1,981455
16	70,6	0,010130	0,004935	2,965901	1,833449
17	72,7	0,009733	0,005134	3,007858	1,704534
18	73,3	0,009398	0,005301	3,025287	1,594761
19	74,0	0,009085	0,005458	3,044201	1,499134
20	76,4	0,008792	0,005604	3,089016	1,423588
21	77,6	0,008518	0,005741	3,114277	1,349810
22	78,0	0,008137	0,005931	3,131021	1,247173
23	78,5	0,007994	0,006003	3,142792	1,211800
24	78,8	0,007767	0,006117	3,153654	1,154996
25	79,8	0,007552	0,006224	3,175430	1,106059
26	80,8	0,007156	0,006422	3,202649	1,016634
27	81,5	0,006800	0,006600	3,225626	0,940070
28	82,2	0,006477	0,006762	3,246322	0,874020
29	82,5	0,006114	0,006943	3,264854	0,802373
30	82,8	0,005612	0,007194	3,288079	0,708396
31	83,6	0,005390	0,007305	3,309502	0,670714
32	84,6	0,005136	0,007432	3,335489	0,628993

33	84,8	0,004906	0,007547	3,348322	0,590585
34	85,4	0,004695	0,007653	3,367212	0,557381
35	86,0	0,004501	0,007749	3,385858	0,527778
36	86,1	0,004323	0,007838	3,396214	0,500282

Ҷадвали 6 - Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 328 К дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L мол/л	$C_{Mo(v)}$ мол/л	Lg[L]	ñ
1	2	3	4	5	6
1	45,9	0,015424	0,002655	4,507781	2,461688
2	49,8	0,015125	0,002798	4,340571	2,525685
3	51,4	0,014638	0,003029	3,917499	2,557514
4	53,8	0,014368	0,003158	3,750807	2,597951
5	54,8	0,014000	0,003333	3,478608	2,618950
6	57,6	0,013582	0,003532	3,238200	2,668842
7	58,5	0,013317	0,003659	3,077984	2,686944
8	59,7	0,013000	0,003810	2,901380	2,710607
9	60,9	0,012877	0,003868	2,849573	2,731556
10	62,1	0,012581	0,004009	2,698112	2,753666
11	63,0	0,012297	0,004144	2,560034	2,772589
12	64,0	0,012026	0,004273	2,437721	2,793245
13	64,4	0,011767	0,004397	2,319515	2,804273
14	65,6	0,011519	0,004515	2,221302	2,826719
15	66,7	0,011053	0,004737	2,037426	2,853356
16	68,0	0,010833	0,004841	1,963850	2,877520
17	69,0	0,010420	0,005038	1,819156	2,901483
18	69,5	0,010225	0,005131	1,754898	2,913574
19	70,5	0,009856	0,005307	1,638863	2,936149
20	71,6	0,009512	0,005470	1,538616	2,960438
21	72,0	0,009192	0,005623	1,446455	2,975247
22	72,8	0,008893	0,005765	1,366621	2,994264
23	73,0	0,008478	0,005963	1,256820	3,006927
24	74,1	0,008101	0,006142	1,168197	3,033708
25	74,5	0,007982	0,006199	1,141587	3,042896
26	74,9	0,007867	0,006254	1,116314	3,052345
27	75,3	0,007756	0,006307	1,092429	3,062517
28	75,6	0,007541	0,006409	1,044708	3,072593
29	76,0	0,007241	0,006552	0,980631	3,088013
30	76,5	0,006877	0,006725	0,906107	3,106456
31	77,0	0,006626	0,006845	0,857698	3,121728
32	77,5	0,006393	0,006956	0,814396	3,137327

33	78,1	0,006176	0,007059	0,775601	3,153885
34	79,0	0,005974	0,007155	0,741481	3,175109
35	80,0	0,005784	0,007246	0,710659	3,197480
36	81,5	0,005606	0,007331	0,683966	3,227772
37	82,0	0,005385	0,007436	0,647549	3,244498
38	83,0	0,005132	0,007556	0,607959	3,269541
39	83,4	0,004901	0,007666	0,571843	3,286117
40	84,0	0,004691	0,007766	0,540078	3,304252
41	84,2	0,004498	0,007858	0,510964	3,316763
42	84,4	0,004320	0,007943	0,484727	3,328446

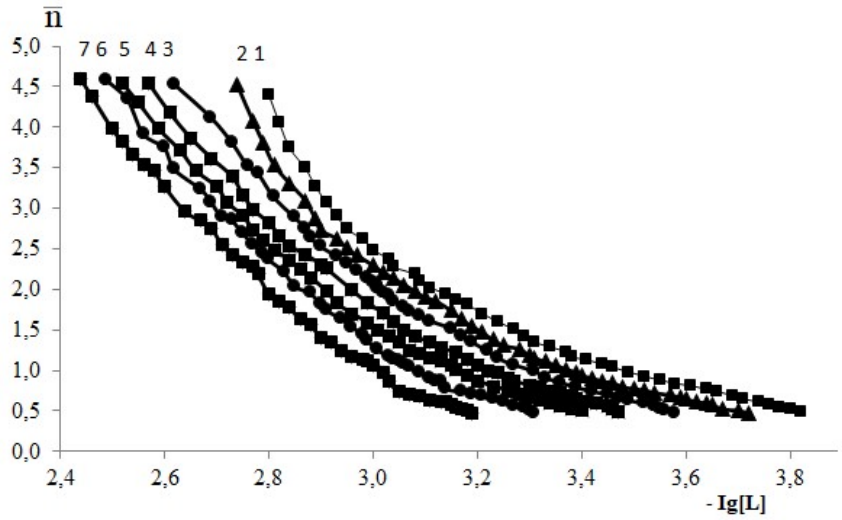
Ҷадвали 7 - Бузургии функсияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 338 К дар муҳити 6 мол/л HCl

№ п/п	ΔE, мВ	C_L	$C_{Mo(v)}$	Lg[L]	ñ
		мол/л			
1	2	3	4	5	6
1	5,0	0,015044	0,002478	4,591229	2,435600
2	6,8	0,014783	0,002609	4,357805	2,466683
3	8,2	0,014613	0,002693	4,223831	2,489901
4	9,4	0,014127	0,002936	3,773003	2,515871
5	10,6	0,013456	0,003272	3,239240	2,543874
6	12,3	0,012593	0,003704	2,695234	2,583319
7	14,2	0,012057	0,003972	2,433219	2,621077
8	16,1	0,011565	0,004218	2,222253	2,659188
9	18,1	0,011111	0,004444	2,047732	2,696787
10	20,1	0,010647	0,004676	1,883795	2,735705
11	22,1	0,010139	0,004930	1,717883	2,777469
12	25,6	0,009714	0,005143	1,606264	2,837585
13	27,3	0,009358	0,005321	1,505714	2,871038
14	28,1	0,009027	0,005487	1,411515	2,892128
15	29,6	0,008718	0,005641	1,333250	2,921888
16	30,6	0,008430	0,005785	1,260334	2,943643
17	31,3	0,008160	0,005920	1,193774	2,961436
18	31,8	0,007907	0,006047	1,132741	2,975578
19	32,2	0,007445	0,006277	1,024919	2,995052
20	34,4	0,007034	0,006483	0,944090	3,038970
21	35,3	0,006667	0,006667	0,870522	3,063896
22	37,3	0,006335	0,006832	0,812597	3,105962
23	37,9	0,006036	0,006982	0,757077	3,125285
24	38,7	0,005763	0,007119	0,709408	3,147102
25	39,5	0,005455	0,007273	0,657084	3,170213
26	40,3	0,005178	0,007411	0,612170	3,193299

27	40,6	0,004928	0,007536	0,571891	3,209267
28	41,3	0,004700	0,007650	0,537367	3,229348
29	41,6	0,004493	0,007753	0,506041	3,244198
30	41,7	0,004304	0,007848	0,477659	3,255646

Тавре ки аз маълумоти ҷадвалҳои 1-7 дида мешавад, ҳангоми титронии потенсиометрии системаи таҳқиқшаванда, қиматҳои функсияи Биеррум (ñ) дар ҳудуди ҳароратии 273-338 К аз 4,83 то 0,43 тағйир меёбад. Маълумоти таҷрибавии ба даст омада нишон медиҳанд, ки молибден (V) дар тамоми ҳудуди ҳароратӣ (273-338 К) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 6 мол/л HCl пай дар пай якчанд зарраҳои комплексии омехталиганд ҳосил мекунад.

Барои муайян кардани собитҳои устувории зинавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии ҳосилшуда дар маҳлули 6 мол/л HCl, усули графикии Биеррум истифода шудааст. Дар асоси қиматҳои ёфтшудаи функсияҳои ҳосилшавӣ (ñ) ва логарифми баръакси консентратсияи мувозинатии лиганди органикӣ 1,2,4-триазолтиол -lg(L), каҷхатаҳои ҳосилшавии зарраҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиол молибден (V)-ро дар маҳлули 6 мол /л HCl дар ҳудудҳои ҳароратии аз 273 то 338 К тартиб дода шуд (расми 1).



Расми 1 - Каҷхатаҳои ҳосилшавии комплексҳои 1,2,4-триазолтиолии Mo (V) дар ҳудудҳои ҳарорати аз 273 то 338 К дар муҳити 6 мол/л HCl

Аз расми 1 дида мешавад, ки дар системаи $[MoOCl_5]^{2-}$ - 1,2,4-триазолтиол - 6 мол/л HCl, ҳангоми таъсири мутақобилаи

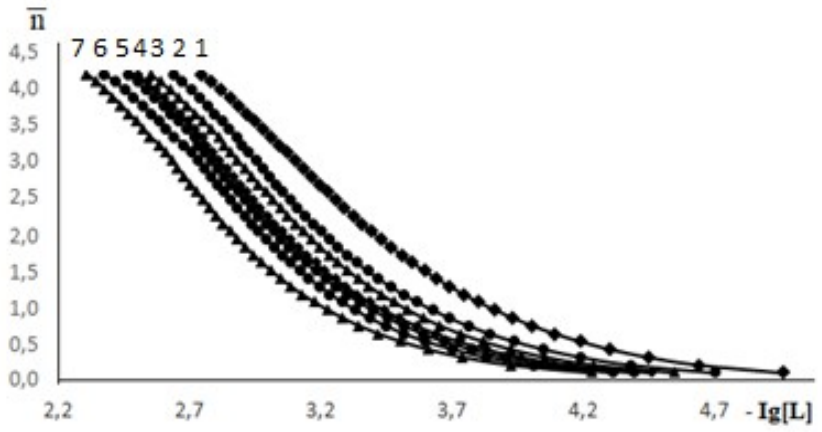
$(NH_4)_2[MoOCl_5]$ бо 1,2,4-триазолтиол дар маҳлули кислотаи гидрогенхлорид пай дар пай панҷ заррахои комплексӣ ҳосил мешавад, ки дар таркибашон аз як то панҷ молекулаи координатсияшудаи (шакли оксиднашудаи) 1,2,4-триазолтиол дорад. Бо истифода аз каҷхатаҳои ҳосилшавӣ ва вобастагиҳои ñ f(-logL), дар қиматҳои нимбутуни функсияи ҳосилшавии (ñ), бузургиҳои тақрибии собитҳои зинагӣ ва умумии (lgK) комплексҳои оксохлоро -1,2,4-триазолтиолии молибден (V)-дар муҳити 6 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273 то 338 K, ҳисоб намудем (ҷадвали 8).

Барои муайян намудани қиматҳои тақрибии собитҳои устувории зинагии комплексҳои ҳосилшуда, аз муодилаи (4.3), ки дар корҳои [149,150] оварда шудааст, истифода намудем:

$$\bar{n} = \frac{\beta_1[L] + 2\beta_2[L]^2 + 3\beta_3[L]^3 + 4\beta_4[L]^4 + 5\beta_5[L]^5}{1 + \beta_1[L] + \beta_2[L]^2 + \beta_3[L]^3 + \beta_4[L]^4 + \beta_5[L]^5}, \quad (3)$$

Дар ин муодила барои муайян намудани консентратсияи 1,2,4-триазолтиол, ки дар раванди комплексҳосилкунӣ иштирок мекунанд, қиматҳои ñ ва β истифода мешаванд. Дар ин ҷо: β-собити умумии устувории заррахои комплексии ҳосилшуда мебошад. Бо истифодаи муодилаи (4.3) вобастагии қимати ñ аз консентратсияи муайяншудаи лиганд - lg[L] тасвир карда шуда, тавассути усули графикии Биеррум қимати собитҳои устувории зинагии заррахои комплексии ҳосилшуда муайян карда шуданд.

Муодилаи (4.3) бо истифода аз консентратсияи муайяншудаи лиганд [L], зимни истифодаи барномаи компютерии таҳияшуда «Borland Delphi» ҳал карда шуд. Муодилаи P4y=0-ро бо усули нимтақсим ҳал намудем. Консентратсияи мувозинатии 1,2,4-триазолтиол барои қиматҳои ñ аз 0,5 то 4,5 муайян карда шуд. Пас аз муайян намудани қимати саҳеҳи консентратсияи лиганд [L], дар асоси вобастагии ñ аз -lg[L], барои комплексҳои ҳосилшудаи молибден (V) дар муҳити 6 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273-338 K, ба намуди графикӣ каҷхатаҳои ҳосилшавӣ, тартиб дода шуд (расми 2).



Расми 2 - Каҷхатаҳои ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳудуди ҳароратии 273 то 338 К, дар муҳити 6 мол/л HCl, баъд аз муайянкунии консентратсияи лиганд, бо истифодаи муодилаи 4.3

Дар ҷадвали 8 бузурии аниқкардашудаи собитҳои зинагии ҳосилшавии заррaҳои комплексии оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар муҳити 6 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273-338К оварда шудааст, ки бо истифодаи усули графикии Биеррум, муайян карда шудаанд.

Ҷадвали 8 - Қимати собитҳои устувории зинагии аниқкардашудаи пайвастаҳои комплексии оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар маҳлули 6 мол/л HCl дар ҳароратҳои 273-338 К

Т, К	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
273 К	$8,77\cdot10^3$	$2,59\cdot10^3$	$1,38\cdot10^3$	$8,06\cdot10^2$	$5,37\cdot10^2$
288 К	$5,13\cdot10^3$	$1,62\cdot10^3$	$8,84\cdot10^2$	$6,45\cdot10^2$	$5,12\cdot10^2$
298 К	$3,49\cdot10^3$	$2,69\cdot10^3$	$1,40\cdot10^2$	$7,82\cdot10^2$	$5,66\cdot10^2$
308 К	$2,90\cdot10^3$	$1,16\cdot10^3$	$6,81\cdot10^2$	$4,89\cdot10^2$	$3,60\cdot10^2$
318 К	$2,55\cdot10^3$	$1,11\cdot10^3$	$6,45\cdot10^2$	$4,36\cdot10^2$	$3,33\cdot10^2$
328 К	$2,04\cdot10^3$	$9,05\cdot10^2$	$6,07\cdot10^2$	$4,04\cdot10^2$	$2,90\cdot10^2$
338 К	$1,69\cdot10^3$	$7,13\cdot10^2$	$4,13\cdot10^2$	$3,46\cdot10^2$	$2,77\cdot10^2$

Ҷадвали 9 - Бузургии аниқ кардашудаи собитҳои ҳосилшавии зинагии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар муҳити 6 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273-338 К

Т, К	pK_1	pK_2	pK_3	pK_4	pK_5
273 К	3,94±0,18	3,41±0,11	3,14±0,11	2,91±0,12	2,73±0,13
288 К	3,71±0,14	3,21±0,11	2,95±0,10	2,81±0,11	2,71±0,12

298 К	3,54±0,14	3,43±0,13	3,15±0,11	2,89±0,12	2,75±0,10
308 К	3,46±0,12	3,07±0,12	2,83±0,10	2,69±0,11	2,56±0,10
318 К	3,41±0,12	3,05±0,10	2,81±0,11	2,64±0,11	2,52±0,10
328 К	3,31±0,14	2,96±0,10	2,78±0,11	2,61±0,11	2,46±0,10
338 К	3,23±0,11	2,85±0,10	2,62±0,13	2,54±0,11	2,44±0,10

Чи тавре ки аз маълумотҳои ҷадвали 9 дида мешавад, бо баланд шудани ҳарорат, қимати собитҳои устувории зинагии комплексҳо ба таври назаррас кам мешаванд. Аз ин рӯ, гуфтан метавон, ки баландшавии ҳарорат ба қимати собити устувории комплексҳо ва раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол таъсири манфӣ мерасонад. Инчунин аз маълумоти ин ҷадвал дида мешавад, ки қимати собитҳои устувории зинагӣ ҳангоми зиёд шудани миқдори молекулаҳои координатсияшудаи 1,2,4-триазолтиол дар дохили сфераи координатсионии комплексҳо кам мешаванд.

Далели мушоҳидашуда аз таҷрибаҳо бо монеаҳои стерикии аз ҳисоби молекулаҳои калони координатсияшудаи лиганд ва таъсири омили ҳароратӣ ба устувории зарраҳои комплексии ҳосилшуда шарҳ додан мумкин аст.

Умуман, маълумоти таҷрибаҳое, ки мо ҳангоми омӯзиши комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол бо усули потенсиометрӣ ба даст овардем, бо назарияи релаксатсия мувофиқат мекунанд, ки мувофиқи он молекулаҳои дохили сферавии лигандҳо якдигарро иваз карда метавонанд.

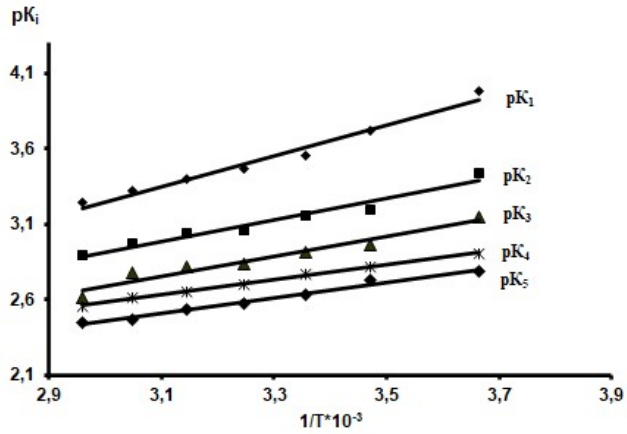
Баъдан, усули графикии Биеррум барои муайян кардани собитҳои устувории умумии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V), истифода шуд. Ба сифати мисол, дар ҷадвали 9 собитҳои устувории умумии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолитилии молибден (V) оварда шудаанд, ки бо ду усули мустақил: усули графикии Биеррум ва усули квадратҳои хурд ҳисоб карда шудаанд. Қиматҳои собитҳои устувории умумии зарраҳои комплексии (ҷадвали 10), дар маҷмуъ бо ҳам мувофиқат мекунанд.

Баъдан, барои ҳисобкуниҳо аз собитҳои устувории комплексҳо, ки аз каҷхатаҳои ҳосилшавӣ бо истифодаи консентратсияи мувозинатии аниқкардашудаи 1,2,4-триазолтиол ёфта шудаанд, истифода намудем.

Ҷадвали 10 - Бузургии собитҳои устувории умумии (lg β) комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V), ки бо усули графикии Биеррум муайян карда шудаанд

Ig β_1	Ig β_2	Ig β_3	Ig β_4	Ig β_5
$[MoOLCl_4]^-$	$[MoOL_2Cl_3]$	$[MoOL_3Cl_2]^+$	$[MoOL_4Cl]^{2+}$	$[MoOL_5]^{3+}$
3,98	7,42	10,57	13,47	16,44
3,72	6,92	9,88	12,70	15,43
3,56	6,72	9,63	12,40	15,03
3,47	6,53	9,37	12,07	14,64
3,40	6,44	9,26	11,91	14,44
3,32	6,29	9,07	11,68	14,15
3,24	6,13	8,74	11,29	13,74

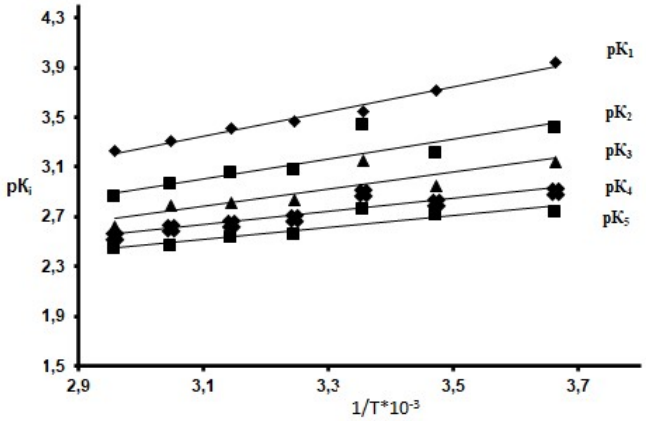
Дар расми 3 графики вобастагии pK_i аз 1/T барои комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳароратҳои 273-338 К ва муҳити 6 мол /л HCl оварда шудааст.



Расми 3 - Каҷхатаи амалии вобастагии pK_i аз қимати баръакси ҳарорат барои комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар муҳити 6 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273-338 К.

Аз расми 3 дида мешавад, ки дар тамоми ҳудудҳои ҳароратӣ вобастагии pK_i аз 1/T барои комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) хаттӣ буда, аз якхела амалӣ шудани раванди комплексҳосилкунӣ дар шароити додашуда шаҳодат медиҳад.

Дар расми 4 натиҷаи аниқкардашудаи вобастагии pK_i аз 1/T барои комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) оварда шудааст.



Расми 4. Натиҷаи аниққардашудаи вобастагии pK_i аз қимати баръакси ҳарорат барои комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар муҳити 6 мол/л HCl ва ҳароратҳои 273-338 К.

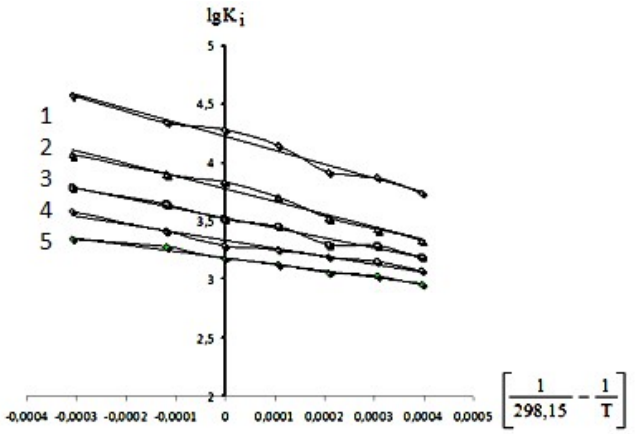
Маълум аст, ки муайян кардани қиматҳои функсияҳои термодинамикии равандҳои комплексҳосилкунӣ, имкон медиҳад, ки самти ин равандҳо ва табиати таъсири мутақобили компонентҳои боҳамтаъсиркунанда, муайян карда шавад.

Бо истифода аз маълумотҳои расми 4, мувофиқи қимати тамоили кунҷи (α)-и тангенси хатҳои рост, қиматҳои энталпия (ΔH) ва энтропия (ΔS) муайян карда шуданд. Барои ҳисоб кардани энергияи Гиббс аз формулаи ΔG=ΔH-T·ΔS истифода намудем.

Қимати функсияҳои термодинамикии ΔH ва ΔS реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳои молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол тавассути истифодаи муодилаи Глю ва Кларк [149], инчунин усули регресссивӣ муайян карда шудаанд (ҷадвали 11). Қимати ΔG-ро аз рӯи муодилаи Гиббс муайян кардем:

$$\lg K = -\frac{\Delta_r G^0}{R \cdot 298{,}15 \cdot 2{,}3} + \frac{\Delta H}{R \cdot 2{,}3}\left[\frac{1}{298{,}15} - \frac{1}{T}\right] \quad (4)$$

Дар муодилаи (4.4) қимати ΔH аз тангенси кунҷи тамоили вобастагии $\lg K_i$ аз $\left[\frac{1}{298{,}15} - \frac{1}{T}\right]$ ва қимати бурриши хатҳои рост бо тири ординат муайян карда шуданд (Расми 4). Қиматҳои энтропия (ΔS) мувофиқи муодилаи зерин ҳисоб карда шудааст: $\Delta S = \frac{\Delta H - \Delta G}{T}$



Расми 5 - Вобастагии lgK_i аз [(1/298,15) - (1/T)] барои реаксияи ҳосилшавии як-, ду-, се-, чор- ва панҷивазшуда комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V), дар 273-338К: 1 - lgK_1, 2 - lgK_2, 3 - lgK_3, 4 - lgK_4, 5 - lgK_5.

Чи тавре ки аз расми 5 дида мешавад, ҳангоми ҳосилшавии заррахои комплексӣ дар ҳудуди ҳароратии аз 273 то 338 К, вобастагии lgKi аз [(1/298,15)-(1/T)] хаттӣ буда, метавон гуфт, ки реаксияҳои комплексҳосилкунӣ бо механизми якхела мегузаранд.

Ҷадвали 11. Бузургиҳои термодинамикии тавсифи раванди ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳудуди ҳароратии 273 - 338 К, дар муҳити 6 мол/л HCl

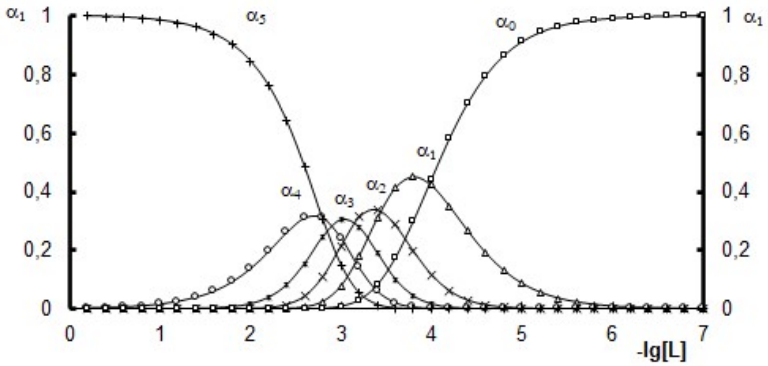
Таркиби пайвастаҳо	-ΔG, кҶ/мол	-ΔH, кҶ/мол	ΔS, Ҷ/К мол$^{-1}$
$[MoO]^{3+}$+ L = $[MoOL]^{3+}$	20,62 ± 6,54	19,53 ± 3,30	3,65 ± 8,85
$[MoOL]^{3+}$ +L=$[MoOL_2]^{3+}$	18,09 ± 6,16	13,73 ± 3,11	14,63 ± 7,22
$[MoOL_2]^{3+}$+L=$[MoOL_3]^{3+}$	16,68 ± 7,17	12,57 ± 3,62	13,80 ± 6,89
$[MoOL_3]^{3+}$+L=$[MoOL_4]^{3+}$	15,73 ± 1,48	9,89 ± 1,46	20,78 ± 2,46
$[MoOL_4]^{3+}$+L=$[MoOL_5]^{3+}$	15,06 ± 2,89	9,54 ± 0,75	17,36 ± 12,16

Дар асоси маълумотҳои ҷадвали 11, метавон гуфт, ки раванди ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) экзотермӣ аст. Яъне реаксия бо кам шудани энергияи дохилии система амалӣ гардида, аз ҳосилшавии бандҳои координатсионии мустаҳкам байни комплексҳосилкунанда ва 1,2,4-триазолтиол шаҳодат медиҳад. Маълум мешавад, ки омилҳои энталпия (ΔH) ва энтропия (ΔS) дар марҳилаҳои гуногуни реаксияи комплексҳосилкунӣ ба гузариши дақиқи раванд таъсири гуногун мерасонанд. Бузургии ΔS дар марҳилаи якуми

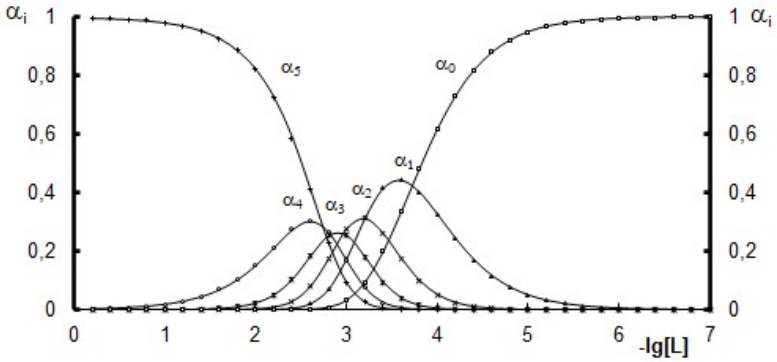
илова кардани як молекулаи 1,2,4-триазолтиол қимати мусбат ва дар марҳилаҳои дигар қимати манфӣ дорад. Мувофиқи маълумоти адабиёти [110,138], энтропия ҳангоми дар маҳлул пайдо шудани пайвастаҳои комплексӣ қиматҳои гуногун мегирад.

Эҳтимол, дар марҳилаи аввали ҳосилшавии заррачаҳои комплексии 1,2,4-триазолтиолии молибден (V), раванди солвататсия дар байни молекулаҳои лиганди органикӣ ва ҳалкунанда бартарӣ дошта бошад, ки ин ба қимати ΔS таъсир расонида, ба афзоиши бетартибӣ дар система мусоидат мекунад. Маълум аст, ки танҳо бо қимати манфии эффектҳои гармӣ (ΔH), реаксияи комплексҳосилшавӣ бемонеа мегузарад (ҷадвали 11). Ба ибораи дигар, дар ҳама марҳилаҳои бемонеа гузариши реаксияи комплексҳосилкунӣ омили энталпия саҳми асосӣ мегузорад. Инчунин аз маълумоти ҷадвали 11 дида мешавад, ки бузургии энергияи Гиббс (ΔG) дар тамоми марҳилаҳои ҳосилшавии комплексҳои молибден(V) қимати манфӣ дорад ва бо афзоиши миқдори молекулаҳои пайвастшудаи 1,2,4-триазолтиол ба мусбат наздик мешавад.

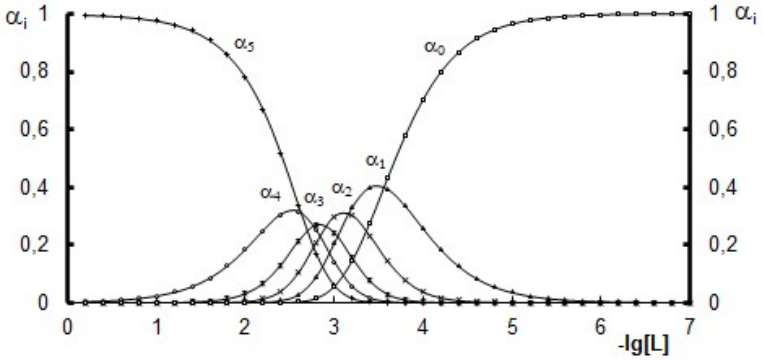
Аз қиматҳои ёфташудаи консентратсияи мувозинатии лиганд дар системаи $[MoOCl_5]^{2-}$ - 1,2,4-триазолтиол ва шакли оксидшудаи он - 6 мол/л HCl ва қиматҳои аниқшудаи собитҳои устуворӣ истифода намуда, каҷхатаҳои тақсимшавиро барои заррахои комплексии ҳосилшуда дар ҳудуди ҳароратии 273-338K тартиб додем (расмҳои 6-12).



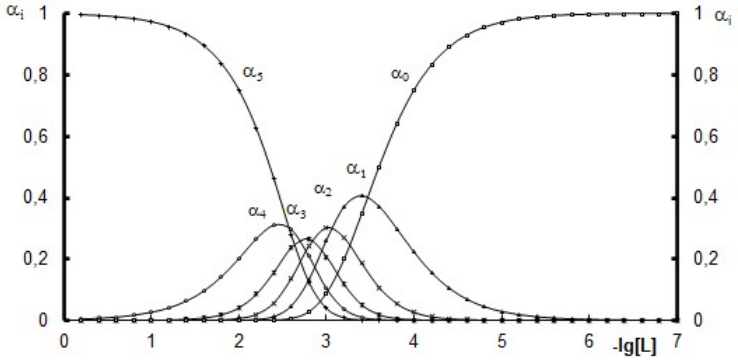
Расми 6 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 273 К ва муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



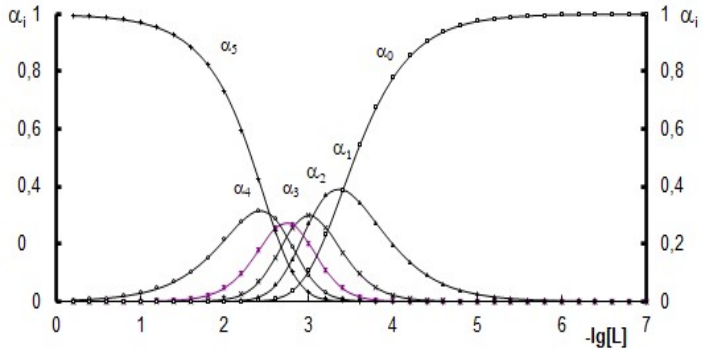
Расми 7 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 283 К ва муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$



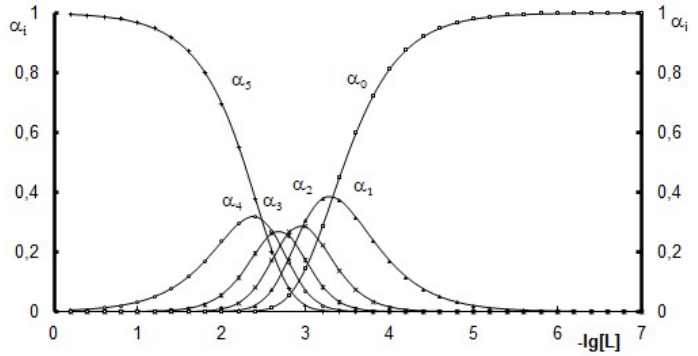
Расми 8 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 298 К ва муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



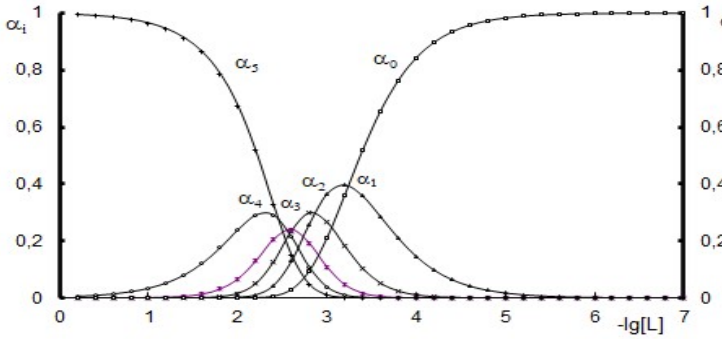
Расми 9 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 308 К ва муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



Расми 10 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) ва ҳарорати 318 К дар муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



Расми 11 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 328 К ва муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



Расми 12 - Каҷхатаҳои тақсимшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 338 К ва муҳити 6 мол/л HCl: α_0 - $(NH_4)_2[MoOCl_5]$; α_1 - $[MoOLCl_4]^-$; α_2 - $[MoOL_2Cl_3]^0$; α_3 - $[MoOL_3Cl_2]^+$; α_4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; α_5 - $[MoOL_5]^{3+}$.

Таҳлили каҷхатаҳои тақсимшавии заррачаҳои комплексӣ дар муҳити 6 мол/л HCl, ҳосил шуда: $[MoOLCl_4]^-$, $[MoOL_2Cl_3]^0$, $[MoOL_4Cl]^{2+}$, $[MoOL_4Cl]^{2+}$ ва $[MoOL_5]^{3+}$ нишон медиҳад, ки соҳаҳои мавҷудияти онҳо, тақрибан, якхела буда, вале қиматҳои баромади максималии αi^{max} шаклҳои мувозинатии комплексҳо дар ҳароратҳои 273-338 К аз якдигар фарқ мекунанд. Ин гуна фарқият вобаста будани ҳосилшавии комплексҳои моноядроиро аз қимати -Lg[L] тасдиқ менамояд (ҷадвали 9). Нишон дода шудааст, ки дар ҳудуди консентратсияи 1,2,4-триазолтиол аз $1\cdot10^{-4}$ то $1\cdot10^{-2}$ мол/л бо иони молибден (V) дар ҳарорати 273-338 К, комплекси моноивазшавандаи $[MoOLCl_4]^-$ ҳосил мешавад ва дарҷаи максималии ҳосилшавии ин заррача аз 38 то 43,5%-ро ташкил медиҳад.

Чи тавре ки дар боло қайд кардем, бо зиёд шудани консентратсияи мувозинатии 1,2,4-триазолтиол, ҳосилшавии пай дар пайи комплексҳои ду, се, чор ва панҷ ивазшуда амалӣ мешавад. Баландшавии ҳарорати раванди комплексҳосилшавӣ, ба баромади максималӣ α^{max} ва ба ҳудудҳои мавҷудияти шаклҳои заррачаҳои комплексии 1,2,4-триазолтиолии молибдени (V) таъсир мерасонад. Дар ин ҳолат, гузариши α^{max} ба соҳаи баландтари консентратсияи мувозинатии лиганди гетеросиклӣ ба назар мерасад ва дар маҷмуъ, баромади ҳамаи заррҳои комплексӣ, кам мешавад (ҷадвали 12).

Ҷадвали 12. Вобастагии баромади максималиии α_i^{max} шакли мувозинатии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳудуди ҳароратии 273-338 К, дар муҳити 6 мол/л HCl нисбат ба баромади ҳамаи заррҳои комплексӣ

Пайвастаҳо	Қимати -lg[L] ҳангоми α_i^{max}						
	273	288	298	308	318	328	338
$[MoOCl_5]^{2-}$ + L= $[MoOLCl_4]^-$	3,8	3,6	3,4	3,4	3,4	3,2	3,4
$[MoOLCl_4]^-$+ L=$[MoOL_2Cl_3]^0$	3,4	3,2	3,2	3,0	3,1	3,0	2,8
$[MoOL_2Cl_3]^0$+L=$[MoOL_3Cl_2]^+$	3,0	3,0	2,8	2,8	2,5	2,6	2,5
$[MoOL_3Cl_2]^+$+L=$[MoOL_4Cl]^{2+}$	2,6	2,5	2,6	2,6	2,4	2,5	2,4
$[MoOL_4Cl]^{2+}$+ L=$[MoOL_5]^{3+}$	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

Ҷадвали 13. Баромади максималии α_i^{max} комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 308 К дар муҳити 6 мол/л HCl

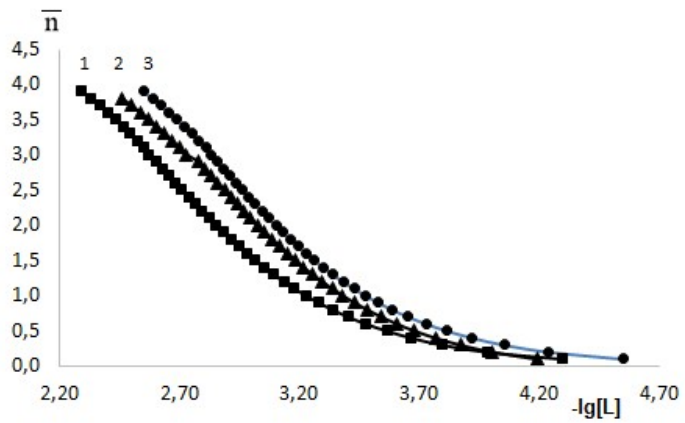
Реаксияҳои ҳосилшавии пайвастаҳо	Баромади максималии (α_i^{max}) зарраҳои комплексӣ						
	273	288	298	308	318	328	338
$[MoOCl_5]^{2-}$ + L= $[MoOLCl_4]^-$	0,45	0,44	0,39	0,41	0,38	0,37	0,39
$[MoOLCl_4]^-$+ L=$[MoOL_2Cl_3]^0$	0,34	0,31	0,30	0,29	0,30	0,28	0,29
$[MoOL_2Cl_3]^0$+L=$[MoOL_3Cl_2]^+$	0,30	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,24
$[MoOL_3Cl_2]^+$+L=$[MoOL_4Cl]^{2+}$	0,31	0,30	0,31	0,29	0,31	0,32	0,29
$[MoOL_4Cl]^{2+}$+L=$[MoOL_5]^{3+}$	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

2.3. Таъсири консентратсияи HCl ба раванди комплексҳосилкунӣ ва қиматҳои собитҳои устувории комплексҳои молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол

Ба раванди комплексҳосилкунӣ дар маҳлулҳо, ба ғайр аз консентратсия, ҳарорат ва табиати компонентҳои боҳамтаъсиркунанда, таркиби ионии муҳит низ таъсири назаррас мерасонад. Бо мақсади муайян намудани таъсири консентратсияи HCl ба устуворӣ ва таркиби комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V), мо равандҳои комплексҳосилшавиро дар муҳитҳои 4,5; 5,0 ва 6,0; мол/л HCl дар ҳудуди ҳароратии 273-338 К бе тағйир додани шароити гузаронидани таҳқиқоти потенсиометрӣ, ғайр аз консентратсияи кислотаи гидрогенхлорид, мавриди омӯзиш қарор додем.

Бояд қайд намуд, ки қиматҳои функсияҳои ҳосилшавӣ, миқдори зарраҳои ҳосилшуда ва собитҳои устувории комплексҳои молибден (V) бо ҳамон усулҳое муайян карда шуданд, ки дар раванди комплексҳосилкунӣ дар муҳити 6,0 мол /л HCl истифода шуда буданд. Ғайр аз ин, собитҳои устувории комплексҳо бо усули графикии Биеррум муайян ва тасдиқ карда шуданд.

Каҷхатаҳои ҳосилшавии комплексҳои молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар ҳарорати 298 К дар муҳити консентратсияҳои гуногуни HCl сохта шуданд (расми 13).



Расми 13 - Каҷхаттаҳои ҳосилшавии комплексҳои молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар ҳарорати 298 К дар муҳити HCl бо консентратсияҳои: 1- 4,5 мол/л; 2- 5,0 мол/л ва 3-6,0 мол/л.

Чи тавре ки аз расми 13 дида мешавад, ҳангоми тағйир ёфтани консентратсияи HCl шакли каҷхаттаҳо амалан тағйир намеёбанд, яъне тағйирёбии консентратсияи кислотаи гидрогенхлорид ба табиати реаксияи комплексҳосилкунӣ таъсир намерасонад. Ғайр аз ин, ҳангоми муқоисаи собитҳои устувории муайяншудаи (K_1, K_2, K_3, K_4, K_5) комплексҳои дар муҳитҳои аз 4,5-5,0 мол/л HCl омӯхташуда, нишон дод, ки қимати ҳамаи собитҳои устуворӣ бо каме фарқият аз якдигар ба таври қонунӣ тағйир меёбанд.

Дар ҷадвали 14 натиҷаҳои ҳисоби қиматҳои собитҳои устувории зинагии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиол молибден (V) дар муҳити 4,5-5,0 мол / л HCl он, аз каҷхаттаҳои ҳосилшавӣ бо усулҳои дар боло зикргардида, нишон дода шуданд.

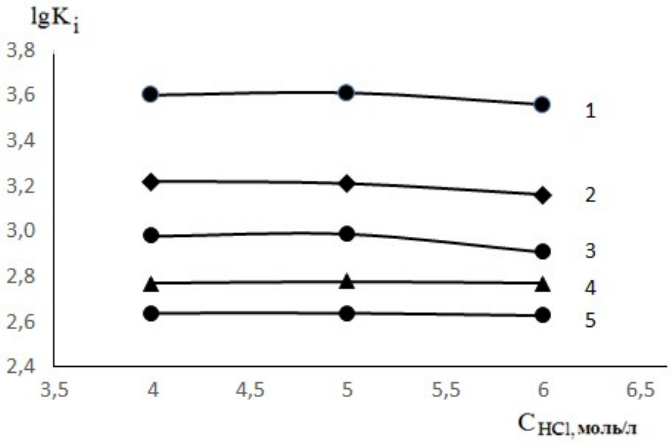
Тавре ки аз ҷадвали 14 (а, б) дида мешавад, бо баланд шудани ҳарорат, қимати собитҳои устувории зинагӣ, ки бо усули Биеррум муайян карда шудаанд, коҳиш меёбанд, вале афзоиши консентратсияи HCl боиси афзудани қиматҳои онҳо мегардад (расми 14). Натиҷаҳои зикршуда бо ҳодисаи зиёд солвататсияшавии ионҳои $(MoO)^{3+}$ ва молекулаҳои 1,2,4-триазолтиол дар маҳлулҳои консентронидаи кислотаи гидрогенхлорид, шарҳ дода мешавад.

Ҷадвали 14. Бузургии собитҳои зинагии ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳудуди ҳароратии 273-338 К ва 4,5 ва 5,0 мол/л HCl

а) консентратсияи HCl = 4,5 мол/л					
Т, К	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
273 К	$9,12\cdot10^3$	$2,75\cdot10^3$	$1,38\cdot10^3$	$7,59\cdot10^2$	$5,75\cdot10^2$
288 К	$5,01\cdot10^3$	$2,09\cdot10^3$	$1,23\cdot10^3$	$6,61\cdot10^2$	$5,01\cdot10^2$
298 К	$3,98\cdot10^3$	$1,66\cdot10^3$	$9,55\cdot10^2$	$5,89\cdot10^2$	$4,37\cdot10^2$
308 К	$3,02\cdot10^3$	$1,23\cdot10^3$	$7,94\cdot10^2$	$4,90\cdot10^2$	$3,39\cdot10^2$
318 К	$2,51\cdot10^3$	$1,12\cdot10^3$	$6,61\cdot10^2$	$4,47\cdot10^2$	$3,09\cdot10^2$
328 К	$2,04\cdot10^3$	$9,12\cdot10^2$	$5,89\cdot10^2$	$3,47\cdot10^2$	$2,69\cdot10^2$
338 К	$1,55\cdot10^3$	$7,59\cdot10^2$	$4,90\cdot10^2$	$3,09\cdot10^2$	$2,34\cdot10^2$

б) консентратсияи HCl = 5,0 мол/л					
Т, К	K_1	K_2	K_3	K_4	K_5
273 К	$9,77\cdot10^3$	$2,63\cdot10^3$	$1,41\cdot10^3$	$8,13\cdot10^2$	$5,62\cdot10^2$
288 К	$5,89\cdot10^3$	$2,14\cdot10^3$	$1,09\cdot10^3$	$6,46\cdot10^2$	$4,79\cdot10^2$
298 К	$4,07\cdot10^3$	$1,62\cdot10^3$	$9,77\cdot10^2$	$6,03\cdot10^2$	$4,37\cdot10^2$
308 К	$3,39\cdot10^3$	$1,35\cdot10^3$	$8,71\cdot10^2$	$5,25\cdot10^2$	$3,89\cdot10^2$
318 К	$2,51\cdot10^3$	$1,15\cdot10^3$	$7,24\cdot10^2$	$4,47\cdot10^2$	$3,39\cdot10^2$
328 К	$2,29\cdot10^3$	$9,33\cdot10^2$	$4,79\cdot10^2$	$3,39\cdot10^2$	$2,75\cdot10^2$
338 К	$1,12\cdot10^3$	$7,59\cdot10^2$	$3,98\cdot10^2$	$3,09\cdot10^2$	$2,45\cdot10^2$

Ҳамчун мисол, дар расми 13 вобастагии логарифмаи собити устуворӣ (lgK_i) аз консентратсияи кислотаи гидрогенхлорид барои комплексҳои оксохлоро- 1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар ҳарорати 298К нишон дода шудааст.



Расми 14 - Вобастагии lgK_i комплексҳои молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол аз консентратсияи HCl дар ҳарорати 298 К: 1 - lgK_1, 2 - lgK_2, 3 - lgK_3, 4 - lgK_4, 5 - lgK_5

Қимати устувории комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) -ро бо муодилаи Василева муайян намудем [138,140,151]:

$$\lg K^0 = \lg K_C - \frac{\Delta v \quad Z^2 A \cdot I^{1/2}}{1 + 1{,}6 \cdot I^{1/2}} + b \cdot I \text{, (5)}$$

Дар ин ҷо $\Delta vz^2 = \Delta vz^2_{\text{маҳс.реак.}} - \Delta vz^2_{\text{пайв. ав.}}$. Ин муодила барои ҳисоб кардани қиматҳои ΔH, ΔS ва ΔG зимни хосилшавии комплексҳои молибден (V) дар консентратсияҳои гуногуни HCl истифода шудааст.

Чи тавре ки аз муодилаи (5) дида мешавад, бузургии таъсири қувваҳои ионӣ ба қимати тавозуни термодинамикӣ аз аломати (зарбкунандаи) Δvz^2 вобаста мебошад.

Барои реаксияҳое, ки ба системаҳои таҳқиқшуда тааллуқ доранд ва комплексҳо бо зарядҳои гуногун ҳосил мешаванд, собитҳои мувозинатии реаксия аз қувваи ионӣ вобастагии кам доранд, ки онро вобастагии қимати $\lg K_i$ аз C_{HCl} дар таҷриба тасдиқ менамояд. Азбаски барои системаи $[MoOCl_5]^{2-}$ - 1,2,4-триазолтиол - 4,5-6,0 мол / л HCl аломати (зарбшавандаи) Δvz^2 тақрибан ба сифр баробар аст, тахмин кардан мумкин аст, ки аъзои дуюм дар муодилаи Василев, инчунин ба сифр баробар мешавад.

Ҳамин тариқ, собитҳои устувории умумии муайяншудаи комплексҳои оксохлор-1,2,4-триазолтиол, дар ҳарорати 298 К ба K_1 = 3,77, K_2 = 3,23, K_3 = 2,95, K_4 = 2,75, K_5 = 2,38 баробаранд.

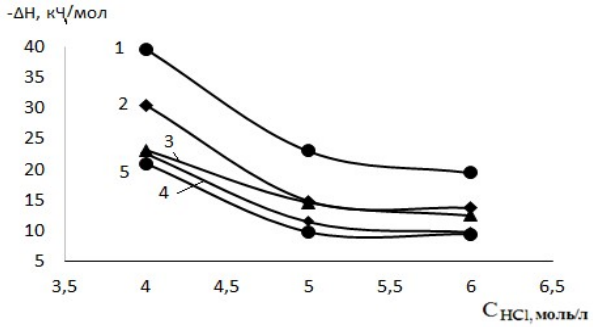
Маълум аст, ки дар асоси қиматҳои функсияҳои термодинамикӣ равандҳои комплексҳосилшавии бемонеа ё бо душворӣ гузаштани реаксияҳои химиявиро баҳо додан мумкин аст. Мо қиматҳои функсияҳои термодинамикии реаксияҳои комплексҳосилкунии молибден (V) -ро бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 4,5-5,0 мол /л HCl ва ҳарорати 298.15K муайян намудем, ки дар ҷадвали 15 оварда шудаанд.

Ҷадвали 15. Бузургии функсияҳои термодинамикии раванди ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) дар муҳити 4,5-5,0 мол/л HCl, ва ҳарорати 298 К

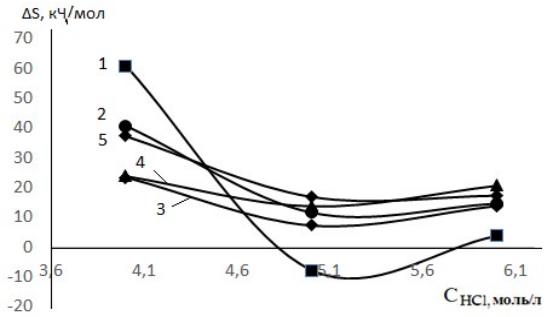
Таркиби пайвастаҳо	а) Консентратсияи HCl = 4,5 мол/л		
	-ΔG, кҶ/мол	-ΔH, кҶ/мол	-ΔS, Ҷ/мол$^{-1}$·
$[MoOLCl_4]^-$	24,98 ± 1,96	39,61 ± 4,50	60,70 ± 7,77
$[MoOL_2Cl_3]^0$	20,98 ± 0,91	30,57 ± 3,36	40,71 ± 6,04
$[MoOL_3Cl_2]^+$	18,71 ± 0,57	23,23 ± 3,88	23,23 ± 9,73
$[MoOL_4Cl]^{2+}$	17,34 ± 0,68	22,66 ± 3,85	23,96 ± 12,62
$[MoOL_5]^{3+}$	16,20 ± 3,19	21,02 ± 2,68	37,29 ± 8,80

Таркиби пайвастаҳо	б) Консентратсияи HCl = 5,0 мол/л		
	-ΔG, кҶ/мол	-ΔH, кҶ/мол	ΔS, Ҷ/мол$^{-1}$·
$[MoOLCl_4]^-$	24,11 ± 10,75	53,06 ± 5,43	99,76 ± 9,82
$[MoOL_2Cl_3]^0$	23,33 ± 3,51	26,75 ± 1,77	71,92 ± 5,82
$[MoOL_3Cl_2]^+$	16,92 ± 9,11	15,13 ± 4,61	6,00 ± 11,01
$[MoOL_4 Cl]^{2+}$	15,69 ± 5,24	11,57 ± 2,65	13,84 ± 8,70
$[MoOL_5]^{3+}$	14,94 ± 4,16	9,88 ± 2,11	16,97 ± 4,16

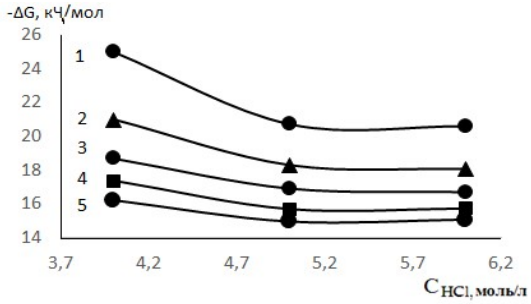
Чи тавре ки аз маълумотҳои ҷадвали 15 дида мешавад, дар ҳарорати 298 К афзоиши консентратсияи HCl ба қимати ΔH, ΔS ва ΔG-и раванди ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V) таъсири муайян мерасонад. Тасвирҳои графикии вобастагии ΔH, ΔS ва ΔG-и реаксияҳои ҳосилшавии комплексҳо аз консентратсияи HCl дар ҳарорати 298 К дар расми 15-17 оварда шудааст.



Расми 15. Вобастагии ΔH реаксияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии Mo (V) аз консентратсияи HCl: 1- $[MoOLCl_4]^-$; 2 - $[MoOLCl_3]$; 3 - $[MoOLCl_2]^+$; 4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; 5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



Расми 16. Вобастагии ΔS реаксияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии Mo (V) аз консентратсияи HCl: 1- $[MoOLCl_4]^-$; 2 - $[MoOLCl_3]$; 3 - $[MoOLCl_2]^+$; 4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; 5 - $[MoOL_5]^{3+}$.



Расми 17. Вобастагии ΔG реаксияи ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии Mo(V) аз консентратсияи HCI: 1 - $[MoOLCl_4]^-$; 2 - $[MoOLCl_3]$; 3 - $[MoOLCl_2]^+$; 4 - $[MoOL_4Cl]^{2+}$; 5 - $[MoOL_5]^{3+}$.

Маълумотҳои дар расмҳои 15-17 овардашуда нишон медиҳанд, ки бузургии вобастагии энталпия (ΔH), энтропия (ΔS) ва энергияи Гиббс (ΔG) аз консентратсияи HCl, дар фосилаи васеъ тағйир меёбад. Таҳлили каҷхатаҳои вобастагии тағйирёбии қиматҳои энтропия (ΔS) нисбат ба консентратсияи HCl нишон медиҳад, ки дар консентратсияи 4,5 ва 5,0 мол /л HCl, қиматҳои энтропияи комплексҳои ду ивазшуда қимати манфӣ доранд ва дар марҳилаҳои дигари раванди комплексҳосилшавӣ, ин функсия қиматҳои мусбат мегирад.

Масалан, дар муҳити 4,5 мол/л HCl ҳангоми ҳосилшавии комплексҳои як, ду, се, чор ва панҷ ивазшудаи молибден (V), якбора афзоиш ёфтани қиматҳои ΔS аз 23,5 то 0,07 Ҷ/мол мушоҳида мешавад. Чунин тағйиротро барои қиматҳои потенсиали изобарӣ-изотермии (ΔG) низ мушоҳида кардан мумкин аст. Таҳлили қиматҳои функсияҳои термодинамикии раванди комплексҳосилкунии Mo (V) бо 1,2,4-триазолтиол, ки дар ҷадвали 15 (а, б) оварда шудааст, нишон медиҳад, ки ин тағйиротҳо хосияти мураккаб доранд. Эҳтимол, чунин тағйироти

ҷаҳишноки қиматҳои ΔH, ΔS ва ΔG дар равандҳои комплексҳосилкунии молибден (V) дар маҳлулҳои нисбатан сероби HCl, ба гидролизи пайвастаҳои ибтидои вобастагӣ дорад. Маълум аст, ки дар баробари раванди гидролиз ҳамзамон воридшавии молекулаҳои ҳалкунанда ба сфераи дохилии комплексҳо, ва солвататсияи ҳам иони молибден (V) ва лиганди органикии гетеросиклӣ низ амалӣ мешаванд. Сарфи назар аз табиати мураккаби қиматҳои функсияҳои термодинамикии равандҳои комплексҳосилшавӣ дар маҳлулҳои 4,5-6,0 мол/л HCl, гуфтан мумкин аст, ки дар равандҳои комплексҳосилкунии Mo (V) зимни ҳосилшавии пайвастаҳои координатсионии 1,2,4-триазолтиолӣ консентратсияи кислота нақши муайянро иҷро менамояд.

Дар асоси гуфтаҳои боло, қайд кардан мумкин аст, ки дар раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар ҳудуди васеи консентратсияҳои кислотаи гидрогенхлорид ва дар ҳарорати 273-338 К, ҳосилшавии панҷ шакли комплексии молибден (V) муайян карда шудааст. Барои пайвастаҳои координатсионии дар боло оварда шуда собитҳои устуворӣ муайян ва тасдиқ карда шуда, қиматҳои функсияҳои термодинамикии комплексҳосилкунии Mo (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 4,5-6,0 мол/л HCl ва баромади максималӣ соҳаҳои мавҷудияти шаклҳои комплекс ва вобастагии онҳо аз логарифми баръакси консентратсияи мувозинатии 1,2,4-триазолтиол муайян карда шуданд. Натиҷаҳои таҷрибавии бадастомада имкон дод, ки шароити синтези пайвастаҳои нави координатсионии, 1,2,4-триазолтиолии молибден (V), ки қаблан дар адабиёт оварда нашудааст, коркард шуда, роҳҳои истифодаи амалии онҳо дар хоҷагии халқ, саноат ва барои эхтиёҷоти соҳаҳои гуногуни илм, муайян карда шавад.

БОБИ 3. ҚИСМИ ТАҶРИБАВӢ
(Натиҷаҳои аз таҳқиқот бадастовардашуда)

3.1. Синтези пайвастаҳои ибтидоии молибден (V), пайвастаҳои координатсионии ҳосилшуда ва усулҳои таҳлили химиявии онҳо

Моддаҳои ибтидои кислотаи оксопентахлоро ва оксопентабромо молибден ва намакҳои аммонии онҳо бо усули дар адабиёти муосир [152,153] овардашуда, синтез карда шуданд, ки моҳияти он чунин аст: миқдори ҳисоб кардашудаи парамолибдати аммонӣ аз нав кристалл кардашударо дар 100-150 мл маҳлули (1:1) -и HCl ҳал мекунанд. Ба маҳлули ҳосилшуда миқдори эквимолярии йодиди аммонийро кам-кам илова намудем. Омехтаи реаксиониро то пурра бухор шудани буғҳои йод гарм карда, мавҷудияти йод дар маҳлул бо истифода аз қоғази намноки крахмалӣ санҷида шуд. Маҳлулро дар ҳарорати хона хунук карда, ба он 100 мл маҳлули консентронидаи HCI (ρ=1,19 г/см^3) илова намудем. Кристаллҳои сабзи ҳосилшударо бо филтри шишагин полида, бо HCl (6 мол/л) шуста дар эксикатори вакуумии маҳлули консентронидаи (98%) кислотаи сулфат дошта, то массаи доимӣ хушк намудем. Баромади маҳсули реаксия 76-82% -ро ташкил медиҳад. Реаксия мувофиқи нақшаи зерин амалӣ мешавад:

$$(NH_4)_4[Mo_2O_7]\cdot 4H_2O+4NH_4J+10HCl=2(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O+2J_2+5H_2O.$$

Айнан бо ҳамин усул пайвастаи $(NH_4)_2[MoOBr_5]$ дар маҳлули 7 мол/л кислотаи бромид (HBr) синтез карда шуд [152,153].

Пайвастаҳои синтезкардашуда дар об, кислотаҳои минералӣ, спирти этил ҳалшаванда буда, дар атсетон камҳалшаванда, вале дар бензол, толуол, хлороформ ва эфири этилатсетат умуман ҳалнашаванда мебошанд.

3.2. Синтези пайвастаҳои координатсионии моноядроии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^1)

3.2.1. Синтези $[MoOL^1{}_2CI_3]\cdot 2H_2O$ (I). 0,0054 мол 1,2,4-триазолтиол дар 15 мл маҳлули6 мол/л HCI ҳал карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда кам- кам 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O$, ки дар 5 мл маҳлули 6 мол/л

HCI ҳал карда шудааст аст, илова намудем. Таносуби байни $(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O$:1,2,4-триазолтиол-5 ($L^1$) 1:2 -ро ташкил медиҳад. Системаи реаксиониро муддати 2-4 соат то ҳосилшавии таҳшони бунафши равшан омехта намудем. Барои кристаллизатсия шудани таҳшони ҳосилшуда маҳлулро бо таҳшон дар ҳарорати хона як шабонарӯз нигоҳ доштем. Сипас таҳшонро филтр карда аз маҳлул ҷудо намудем ва бо атсетон (20 мл) ва эфир (30 мл) шуста, то доимӣ шудани масса дар эксикатори KOH дошта, хушк намудем. Баромади маҳсулот нисбат ба баромади назариявӣ бо ҳисоби молибден 50,3% -ро, ташкил медиҳад.

Ёфташуда, бо %: Mo - 21.72; C - 11.17; H-1.95; N- 17.87; S -14.74; CI -23.97.

Барои $MoO_3C_4H_{10}N_6S_2CI_3$ ҳисобкардашуда бо %: Mo -21.03; C- 10.51; H- 2.19; N- 18.40; S-14.02; CI-23.33.

Пайвастаи синтезкардашуда дар этанол, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳал шуда, дар об, бензол, атсетон ва толуол ҳал намешавад.

Реаксияи ҳосилшавии пайвастаи координатсионӣ номуди зерин дорад:

$$(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O+L^I_2 =[MoO\ L^I_2CI_3]\cdot 2H_2O + 2NH_4CI$$

3.2.2. Синтези $[MoOL^I_2(SCN)_2CI]\cdot 2H_2O$ (II). 0,0054 мол 1,2,4-триазолтиол дар 15 мл маҳлули 6 мол/л кислотаи гидрогенхлорид шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда 0,0027 мол (1г) $(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O$-ро ҳал карда илова намудем, омехтаи реаксиониро бошиддат дар муддати 1 соат омехта карда, 0,0054 мол NH_4SCN кам -кам илова карда шуд ва то ҳосилшавии таҳшони сурхи қаҳваранг бо омехтакунаки магнитӣ омехта намудем. Таносуби молии Mo:L:SCN ба 1:2:2 баробар аст.

Маҳлулро бо таҳшон дар давоми 24 соат дар ҳарорати хона нигоҳ дошта, дар қифи шишагии Шотт №4 полида, бо атсетон (20 мл) ва эфир (25 мл) шустем. Сипас таҳшонро то массаи доимӣ дар эксикаторе, ки бо KOH пур карда шудааст, хушк намудем. Баромади пайвастаи координатсиони нисбат ба ҳисоби назариявии молибден 58% -ро ташкил медиҳад.

Ёфташуда, бо%: Mo-19.63; C-14.07; H-1.78; N-21.78; S-26.18; CI-7.73.
Барои $MoO_3C_6H_{10}N_8S_4CI$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo - 19.14; C - 14.35; H - 1.99; N - 22.33; S - 25.52; CI - 7,08.

Пайвастаи синтезкардашуда дар спирти этил, атсетон, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳалшаванда буда, дар об камҳалшаванда ва дар бензол, атсетон ва толуол ҳалнашаванда мебошад. Ҳосилшавии пайвастаи координатсионӣ мувофиқи нақшаи зерин амалӣ мешавад:

$$(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O+2NH_4SCN+2L^1=[MoOL^1_2(SCN)_2CI]\cdot 2H_2O+4NH_4CI$$

3.2.3. Синтези $[MoOL^1_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$ (III). Дар 25 мл маҳлули 6 мол /л HCOOH, 0,0054 мол 1,2,4-триазолтиолро ҳал намудем. Ба маҳлули ҳосилшуда оҳиста-оҳиста 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ илова карда, суспензияи ҳосилшударо бо омехтакунии шадид муддати 3-5 соат дар колбаи бо хунуккунаки баргарданда таҷҳизонидашуда (50-60^{0}C) гарм кардем. Таҳшони сурхи бунафштоби ҳосилшударо бо маҳлул муддати 24 соат дар ҳарорати хона нигоҳ дошта дар қифи шишагин филтр кардем ва бо атсетон (20 мл), эфир (15 мл) шуста, дар эксикатори бо KOH пуркардашуда то массаи доимӣ, хушк кардем. Баромади маҳсули реаксия -65% назар ба ҳисоби назариявӣ мебошад. Пайвастаи синтезшуда дар об, этанол, кислотаҳои минералӣ, ДМФА, ДМСО ҳал мешавад, дар эфир, атсетон, CH_3COOH ва дигар ҳалкунандаҳои органикӣ ҳалнашаванда аст.
Ёфташуда, бо %: Mo-21.13; C-11.62; H-1.88; N-18.67; S-13.87; CI-15.38.
Барои $MoO_5C_5H_{11}N_6S_2CI_2$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo - 20.60; C - 12.88; H - 2.36; N - 18.03; S - 13.73; CI - 15.24.

Ҳосилшавии пайвастаи координатсионӣ мувофиқи нақшаи реаксияи дар зер навишташуда амалӣ мешавад.

$$(NH_4)_2[MoOCI_5]+2L \xrightarrow{6\text{ мол/л HCOOH}} [MoOL_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O+2NH_4CI+HCI$$

3.2.4. Синтези $[MoOL^1_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ (IV). 0,0054 мол 1,2,4-триазолтиол дар 15 мл маҳлули 6 мол/л HCOOH ҳал карда шуд. Ба маҳлул кам- кам ва мунтазам 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ ва 0,0054 мол

NH_4SCN илова карда шуданд. Системаи реаксионии ҳосилшударо дар давоми 3 соат то ҳосилшавии таҳшин ва тағйирёбии ранг омехта намудем. Маҳлулро бо таҳшон дар ҳарорати хона 24 соат нигоҳ доштем. Рӯзи дигар таҳшони сурхи бунафштоб бо филтр ҷудо карда бо атсетон (30 мл) ва эфир (15 мл) шустем ва то доимии масса дар эксикатори бо KOH пуркардашуда хушконидем. Ин пайвастаи координатсионӣ бо таносуби молии $Mo:L^1:SCN$ = 1:2:2 синтез карда шудааст. Баромади пайвастаи нави синтезкардашуда нисбат ба миқдори ҳисоби назариявӣ 52% -ро ташкил медиҳад.

Ёфташуда, бо %: Mo - 19.34; C - 15.77; H - 1.87; N - 21.67; S - 25.88.

Барои $MoO_5C_7H_{11}N_8S_4$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo - 18.79; C - 16.44; H - 2.15; N - 21.92; S - 25,05.

Пайвастаи координатсионӣ дар спирти этил, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳал мешавад, дар об, бензол, атсетон ва толуол камҳалшаванда аст.

Муодилаи реаксияи ҳосилшавии ин пайваста намуди зерин дорад:

$$(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O+2NH_4SCN+2L^1+HCOOH=$$
$$=[MoOL^1_2(SCN)_2\ (HCOO)]\cdot 2H_2O + 4NH_4Cl+ HCl$$

3.2.5. Синтези $[MoOL^1_2Br_3]\cdot 2H_2O$ (V). 0.0036 мол 1,2,4-триазолтиол дар 15 мл маҳлули 7 мол/л HBr ҳал карда шуд. Синтез бо таносуби молии Mo:L =1:2. ичро карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда оҳиста-оҳиста 0.0018 мол $(NH_4)_2[MoOBr_5]$ илова намуда, муддати 1 соат то ҳосилшавии таҳшони кристаллии қаҳваранг бошиддат омехта намудем. Таҳшони ҳосилшударо дар қифи шишагин филтр карда, бо об (40 мл), атсетон (15 мл), эфир (20 мл) шустем ва дар эксикатори вакуумӣ дар болои KOH, хушк намудем. Баромади пайвастаи координатсионии синтезкардашуда нисбат ба ҳисоби назариявӣ 60% - ро ташкил дод.

Ёфташуда, бо %: Mo -16.87; C - 7.58; H - 1.45; N- 13.67; S- 11.02; Br-41.23.

Барои $MoO_3C_4H_{10}N_6S_2Br_3$ ҳисоб кардашуда бо %: Mo - 16,27; C - 8,14; H - 1,67; N - 14.24; S - 10.85; Br - 40,68.

Пайвастаи ҳосилшуда дар этанол, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳал мешавад ва дар об, бензол, атсетон, толуол ҳал намешавад. Муодилаи реаксияи ҳосилшавии пайвастаи $[MoOL^1{}_2Br_3]\cdot 2H_2O$ ин тавр тавсиф карда метавонем.

$$(NH_4)_2[MoOBr_5] + 2L^1 + 2H_2O = [MoOL_2{}^1Br_3]\cdot 2H_2O + 2NH_4Br$$

3.2.6. Синтези $[MoOL^1{}_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$ (I). 0,0036 мол 1,2,4-триазолтиол дар 20 мл маҳлули 7 мол/л HBr ҳал намудем. Ба маҳлул кам-кам 0,0036 мол NH_4SCN-ро илова намудем. Пас аз пурра ҳал шудани тиосианати аммоний ба болои маҳлули ҳосилшуда оҳиста-оҳиста 0,0018 мол $(NH_4)_2[MoOBr_5]$ илова намудем. Омехтаи реаксиониро муддати 2 соат бо шиддат, то ҳосил шудани таҳшони сурхи баланд омехта кардем. Таҳшонро бо маҳлул дар муддати 24 соат дар ҳарорати хона то пурра ҳосил шудани кристаллҳо нигоҳ доштем. Таҳшонро аз маҳлул бо истифодаи филтри Шотт ҷудо карда, баъд бо об (50 мл), атсетон (10 мл), эфир (10 мл) шуста, то доимии масса дар эксикатор бо KOH, хушк намудем. Баромади маҳсулот нисбат ба ҳисоби назариявӣ 63% -ро ташкил медиҳад.

Ёфташуда, бо %: Mo - 18.16; C - 12.59; H-1.61; N -19.83; S- 24.14; Br -15.15.

Барои $MoO_3C_6H_{10}N_8S_4$ Br ҳисобшуда, бо %: Mo - 17.58; C - 13,19; H - 1,83; N - 20.51; S - 23,44; Br - 14,65.

Пайвастаи ҳосилшуда дар этанол, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳал мешавад, аммо дар об, бензол, атсетон ва толуол ҳал намешавад.

Реаксияи ҳосилшавии пайвастаи координатсионӣ намуди зеринро дорад:

$$(NH_4)_2[MoOBr_5] + 2NH_4SCN + 2L^1 + 2H_2O =$$
$$= [MoOL_2{}^1(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O + 4NH_4Br$$

3.2.7. Синтези $[MoOL_2{}^1(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ (VII). 0.0054 мол 1,2,4-триазолтиол дар 15 мл маҳлули кислотаи сиркои консентронидашуда (CH_3COOH) ҳал карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда кам-кам 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O$ дар 6 мол/л HCl, илова карда шуд. Таносуби

молии байни $(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O$:1,2,4-триазолтиол ($L^1$)1:2-ро ташкил медиҳад. Системаи реаксиониро муддати 2 соат то ҳосилшавии таҳшони бунафши равшан омехта намудем. Барои кристаллизатсия шудани таҳшони ҳосилшуда маҳлулро бо таҳшон, дар ҳарорати хона як шабонаруз нигоҳ доштем. Сипас таҳшонро филтр карда аз маҳлул ҷудо намудем ва бо атсетон (20 мл) ва эфир (30 мл) шуста, то доимии масса дар эксикатори вакуумӣ хушк намудем. Баромади маҳсулот нисбат ба микдори баромади назариявӣ (ба ҳисоби молибден) 50,3%-ро ташкил медиҳад.

Ёфташуда, бо %: Mo-20.72; C-14.17; H-1.95; N-17.47; S-14.24; Cl-15.27.

Барои $MoO_5C_6H_{13}N_6S_2Cl_2$ ҳисобшуда бо %: Mo-20.00; C-15.00; H-2.71; N-17.80; S-13.33; Cl-14,79.

Пайвастаи координатсионии синтезшуда дар этанол, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳал мешавад, аммо дар об, бензол, атсетон ва толуол ҳал намешавад.

Реаксияи ҳосилшавии пайвастаи координатсионӣ намуди зерин дорад:

$$(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O + 2L^1 + CH_3COOH=$$
$$=[MoOL^1{}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O + 2NH_4Cl + HCl$$

3.2.8. Синтези $[MoOL_2{}^1(SCN)_3]\cdot H_2O$ (VIII). 0.0054 мол 1,2,4-триазолтиол дар 12 мл маҳлули 6 мол/л кислотаи формиат (HCOOH) ҳал карда шуд. Ба маҳлули ҳосилшуда 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O$-ро илова намудем, омехтаи реаксиониро муддати 1 соат бошиддат дар омехтакунаки магнитӣ омехта карда ба болои он кам-кам 0.0081 мол NH_4SCN, илова кардем. Омехтаи реаксиониро то ҳосилшавии таҳшон нигоҳ доштем. Пайвастаи координатсионии ҳосилшуда ранги сурхи қаҳваранг дорад. Таносуби молии Mo:L:SCN ба 1:2:3 баробар аст.

Маҳлулро бо таҳшон дар давоми 24 соат дар ҳарорати хона нигоҳ дошта, дар қифи шишагии Шотт №4 полида, бо атсетон (20 мл) ва эфир (25 мл) шустем. Сипас таҳшонро то доимии масса дар эксикатори

вакуумӣ хушк намудем. Ҳосилнокии пайвастаи координатсионӣ нисбат ба ҳисоби назариявии массаи молибден, 58% -ро ташкил медиҳад.
Ёфташуда, бо%: Mo -19.23; C-16.17; H-1.38; N- 24.25; S -32.18.
Барои $MoO_2C_7H_8N_9S_5$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo -18.97; C-16.60; H-1.58; N-24.90; S-31.62.

Пайвастаи координатсионӣ дар спирти этил, ДМФА, ДМСО ва кислотаҳои минералӣ ҳалшаванда аст, дар об камҳалшаванда ва дар бензол, атсетон ва толуол ҳал намешавад. Хосилшавии пайвастаи координатсиони мувофиқи реаксияи зерин амалӣ мешавад:

$$(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O+3NH_4SCN+2L^1=[MoOL^1_2(SCN)_3]\cdot H_2O+5NH_4CI$$

Натиҷаи таҷрибаҳои гузаронидашуда нишон медиҳанд, ки дар мавриди ба сифати моддаи аввала истифода намудани пайвастаи пентахлорооксомолибдати аммоний $(NH_4)_2[MoOCI_5]$, вобаста ба хосият ва таркиби муҳит, инчунин ҳарорат тиосемикарбазид ва 1.2.4-триазолтиол бо моддаи номбурда пайвастаҳои координатсионии моноядроӣ ва дуядроӣ ба монанди $[MoOL^1_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$, $[Mo_2O_3(TSC)_2(HCOO)_2(SCN)_4]_2H_2O$ ва ғайраҳо ҳосил карда метавонанд. Дар ингуна шароит молекулаи тиосемикарбазид ва 1.2.4.-триазолтиол ба тариқи монодентатӣ ё бидентатӣ бо молибден координатсия мешаванд.

Ҳамин тавр, натиҷаи таҷрибаҳои гузаронидашуда оид ба синтези пайвастаҳои координатсионии молибден (**V**) бо лигандхои органикии нитроген- ва сулфурдор, ба монанди тиосемикарбазид ва 1.2.4-триазолтиол имкон доданд, ки усулҳои маъмул ва соддаи ҳосилкунии пайвастаҳои координатсионии нав бо лигандҳои органикии мураккаб коркард шаванд. Усулҳои коркардшударо ҳангоми синтези пайвастаҳои координатсионии дигар металлҳои интиқолӣ дар муҳити нейтралӣ ва ё кислотаҳои минералӣ ва органикӣ истифода намудан, имконпазир мебошад.

3.3. Синтези пайвастаҳои координатсионии моноядрогии молибден (V) бо тиосемикарбазид (TSC)

3.3.1. Синтези $[MoO(TSC)_2(HCOO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ (XI). Ба 20 мл маҳлули 0,0054 мол тиосемикарбазид, ки дар 6 мол /л HCOOH ҳал карда шуда аст, 0.0027 мол $(NH_4)_2[MoOCl_5]$ илова карда шуд. Омехтаи реаксиониро бо хунуккунаки баргарданда муҷаҳазонида дар омехтакунаки магнитӣ мунтазам (50-60^{0}C) дар муддати 3-5 соат гарм намудем. Таҳшони ҳосилшуда дар ҳарорати хона 24 соат нигоҳ дошта шуд. Таҳшони сурхи бунафшчатобро бо филтри Шотт № 4 ҷудо карда, бо 3 мол / л HCOOH (20 мл), эфир (40 мл) шуста то доимии вазн дар эксикатор бо KOH, хушк намудем. Баромади маҳсулот -45% ташкил мекунад. Пайвастаи синтезшуда дар об, этанол, атсетон, HCOOH, ДМСО, ДМФА ҳал шуда дар бензол, толуол ҳалнашаванда мебошад.

Ёфташуда, бо %: Mo -22.04; C-8.76; H-2.82; N-18.03; S-15.01; Cl-16.62. Барои $MoO_5C_3H_{15}N_6S_2Cl_2$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo-21.52; C-8.07; H-3.36; N-18.83; S-14.35; Cl-15.92.

Пайвастаи синтезкардашударо бо муодилаи зерин ифода кардан мумкин аст:

$$(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O+2TSC \xrightarrow{6\text{ мол/л HCOOH}}$$

$$\xrightarrow{6\text{ мол/л HCOOH}} [MoOL_2(HCOO)Cl_2]\cdot 2H_2O+2NH_4Cl+HCl$$

3.3.2. Синтези $[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ (X). 0,0054 мол тиосемикарбазидро дар 30 мл маҳлули 6 мол /л HCOOH гарм карда ҳал намудем, сипас онро хунук намуда ба болояш кам - кам 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCl_5]$ ва 0,0054 мол тиосианати аммоний илова кардем. Омехтаи ҳосилшуда бо омехтакунаки магнитӣ дар муддати 3-4 соат то тағйир ёфтани ранг ва ҳосил шудани таҳшин нигоҳ доштем. Таҳшони ҳосилшуда бо ранги сурхи ҷигарӣ дар ҳарорати хона 6 соат нигоҳ дошта, бо филтри Шотт №4 ҷудо намудем ва бо атсетон (30 мл), эфир (50 мл) шуста то ҳосил шудани доимии масса дар эксикатор (KOH) хушк

намудем. Баромади маҳсулот нисбат ба миқдори назариявӣ 60% -ро ташкил менамояд. Пайвастаи координатсионии синтезкардашуда дар об, этанол, кислотаҳои минералӣ, ДМФА, ДМСО хуб ҳал мешавад, вале дар эфир, атсетон, диоксан ва бензол ҳалнашаванда аст.

Ёфташуда, бо %: Mo-20.09; C-11.85; H-2.57; N-21.27; S-26.77.

Барои $MoO_5C_5H_{15}N_8S_4$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo -19.55; C-12.22; H-3.05; N-22.81; S-26.07.

Пайвастаи синтезкардашуда мувофиқи реаксияи зерин мегузарад:

$$(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O+2L+2NH_4SCN \xrightarrow{6\,мол/л\ \ HCOOH}$$

$$\xrightarrow{6\,мол/л\ \ HCOOH} [MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O+ 4NH_4CI+HCI$$

3.3.3. Синтези **[$MoO(TSC)_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$ (XI)**. Дар 30 мл маҳлули гарми 6 мол/л CH_3COOH 0,0054 мол тиосемикарбазидро ҳал намуда, 0,0027 мол $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ бо ҳиссаҳои хурд илова намудем. Маҳлули реаксиониро 2-3 соат дар омехтакунаки магнитӣ омехта намуда, маҳлулро бо таҳшон муддати 5-6 соат нигоҳ доштем. Таҳшонии сурхи баланди ҳосилшударо бо роҳи филтронӣ ҷудо намудем. Таҳшонро бо маҳлули 3 мол/л CH_3COOH (15 мл), атсетон (20 мл) ва эфир (30 мл) шуста, онро то доимии масса дар эксикатор бо KOH хушк намудем. Баромади маҳсули реаксия нисбат ба миқдори назариявӣ ҳисобшуда ба 55% баробар аст. Пайвастаи координатсионӣ дар об, этанол, кислотаҳои минералӣ, ДМФА, ДМСО ҳал мешаванд, дар атсетон, эфир ва бензол ҳал намешавад.

Ёфташуда, бо %: Mo-19.55; C-13.85; H-2.57; N-21.57; S-25.77;

Барои $MoO_5C_6H_{17}N_8S_4$ ҳисобкардашуда, бо %: Mo-19.01; C-14.26; H-3.37; N-22,18; S-25.35.

Дар асоси натиҷаи таҳлили элементии химиявӣ ҳосилшавии пайвастаи навро мувофиқи реаксияи зерин нишон додан мумкин аст:

$$(NH_4)_2[MoOCI_5]\cdot 2H_2O+2TSC+2NH_4SCN \xrightarrow{6\,мол/л\ \ CH_3COOH}$$

$$\xrightarrow{6\,мол/л\ \ CH_3COOH} [MoO(TSC)_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O+4NH_4CI+HCI$$

3.3.4. Синтези $[MoO(TSC)_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$ (XII). Ба 25 мл маҳлули 0,0166 мол $(NH_4)_2[MoOCl_5]$, дар 6 мол/ л маҳлули HCOOH ҳал кардашуда бо омехтакунии шадид, дар давоми 4 соат кам-кам 0,0054 мол тиосемикарбазиди майдакардашуда ва 0,0081 мол тиосианати аммоний, илова карда шуд. Таносуби байни Mo:TSC:SCN=1:2:3. Таҳшони ҳосилшударо, ки ранги бунафши торик дорад, пас аз 20 соат дар кифи шишагини Шотт филтр карда, бо атсетон (20 мл), эфир (20 мл) шустем ва то доимии масса дар эксикатори вакуумӣ бо KOH хушк намудем. Баромад нисбат ба ҳисоби назариявӣ, бо назардошти микдори молибден, 66% -ро ташкил менамояд. Моддаи ҳосилшуда дар об, этанол, метанол, ДМФА, ДМСО ҳалшаванда ва дар атсетон, бензол, HCOOH ва эфир ҳалнашаванда аст.

Ёфтшуда, бо %: Mo-32.31; C-11.77; H-2.38; N-24.27; S-32.45.

Барои $MoO_3C_5H_{14}N_9S_5$ ҳисобшуда, бо %: Mo-31.75; C-11.90; H-2.77; N-25.0; S-31.75.

Пайвастаи координатсионӣ мувофики реаксияи зерин ҳосил мешавад:

$$(NH_4)_2[MoOCl_5]\cdot 2H_2O + 2TSC + 3NH_4SCN \xrightarrow{6\text{ мол/л HCOOH}}$$

$$\xrightarrow{6\text{ мол/л HCOOH}} [MoO(TSC)_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O + 5NH_4Cl$$

Бинобар ин мо тасмим гирифтем, ки барои тасдиқи ҳосилшавии пайвастаҳои моноядроӣ ва дуядроӣ вобаста ба таркиби моддаи аввала ва шароити таҷриба ба сифати моддаи аввалаи молибден (V) пайвастаи дигари он: $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2]$ синтез ва истифода намоем [13].

3.4. Синтези пайвастаҳои координатсионии дуядроии молибден (V) бо тиосемикарбазид

3.4.1. Синтези пайвастаи координатсионии $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2]$ (XIII). 0,0082 мол гептамолибдати аммоний $(NH_4)_6[Mo_7O_{24}]\cdot 4H_2O$ кристаллизатсия шударо дар 100 мл об ҳал карда, қатра-қатра 17 мл маҳлули 50%-и гидрати гидразинро илова намудем. Системаи реаксиониро дар муддати 4 соат (ҳарорати 70 ^{0}C) то ҳосил

шудани маҳлули сурхи қаҳваранг гарм кардем. Сипас маҳлулро дар ҳарорати хона хунук карда ба он 200 мл этанол илова намудем. Таҳшони ҳосилшударо пас аз 24 соат дар қифи шишагини Шотт № 4 полида аз маҳлул ҷудо карда, бо этанол (25 мл) шустем ва дар эксикатор бо КОН то доимии масса хушк намудем. Баромади маҳсулот нисбат ба массаи назариявии молибден 85%- ро ташкил менамояд.

Ёфташуда, %: Mo-45,53; N-12,56; H-3,48;

Барои $Mo_2O_{10}H_{18}N_4$, ҳисобкардашуда, %: Mo-45,07; N-13,15; H-4,22;

Дар асоси натиҷаҳои таҳлили химиявӣ ҳосилшавии моддаи аввалаи дуядроии молибден (V)-ро дар муҳити нейтралӣ бо муодилаи зерин навиштан мумкин аст:

$$2(NH_4)_6[Mo_7O_{24}]\cdot 4H_2O + 16N_2H_4\cdot H_2O =$$
$$=7(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2] + 10NH_3 + 3N_2 + 2H_2O.$$

3.4.2. Синтези $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$ (XIV). Дар 40 мл оби бо чанд қатра CH_3COOH туршкардашуда 0,0023 мол $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4)(H_2O)_2]$ - нав синтез карда шударо ҳал карда, ба маҳлули қаҳваранги ҳосилшударо то (70 - 80^{0}C) гарм намуда бо омехтакунӣ 0.0047 мол тиосемикарбазид кам- кам илова карда шуд. Таносуби молии $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4)(H_2O)_2]$:L ба 1:2 баробар аст. Омехтаи реаксионӣ муддати 3 соат то ҳосилшавии таҳшони қаҳваранг омехта карда шуд. Маҳлулро бо таҳшон дар муддати 24 соат дар ҳарорати хона нигоҳ дошта, ба он 100 мл этанол илова намуда, сипас таҳшони ҳосилшударо дар қифи шишагии Шотт № 4 полида, барои аз ғашҳои тасодуфи тоза намудан бо атсетон (20 мл), эфир (25 мл) шуста дар эксикатори вакуумӣ дар болои КОН то доимии масса хушк кардем. Баромади пайвастаи координатсионӣ нисбат ба ҳисоби назариявии молибден 56%-ро ташкил намуд.

Ёфташуда, %: Mo-33.92; C-4.97; H-3.45; N 23.82; S-12.66.

Барои $Mo_2C_2H_{24}N_{10}O_8S_2$ ҳисобкардашуда,%: Mo-33.57; C-4.19; H-4.20; N-24.48; S-11.19.

Пайвастаи ҳосилшуда дар кислотаҳои минералӣ, диметилфармамид ҳал мешавад ва дар об, бензол, толуол ва дигар ҳалкунандаҳои

органикии ғайриқутбӣ ҳал намешавад. Ҳосилшавии пайвастаи координатсионӣ мувофиқи реаксияи зерин амалӣ мешавад:

$$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2] + 2TSC=(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(TSC)_2] +2H_2O$$

3.4.3. Синтези $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2(TSC)_2(SCN)_2]$ (XV). Синтези пайвастаи координатсионии дуядроӣ (XIII) дар таносуби молии $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4)(H_2O)_2]:NH_4SCN:TSC=1:2:2$ бо усули барои пайвастаи (**XV**), таҳияшуда амалӣ карда шуд. Ин пайваста тавассути омехтакунӣ ва гармкунии шадиди миқдорҳои ҳисобкардашудаи пайвастаи дуядроии аввала бо тиосианати аммоний ва тиосемикарбазид амалӣ карда шуд. Маҳлули таҳшондорро муддати 24 соат дар ҳарорати хона нигоҳ дошта, сипас таҳшонро аз маҳлул тавассути филтронидан ҷудо карда, бо атсетон шуста дар эксикатори вакуумӣ дар болои KOH хушк кардем. Баромади Пайвастаи синтезкардашуда нисбат ба ҳисоби назариявии молибден 66% -ро ташкил мекунад.

Ёфташуда,%: Mo-30.08; C-6.64; H-2.66; N 25.18; S-18.97.

Барои $Mo_2C_4H_{22}N_{12}O_6S_4$ ҳисоб карда шуда, %: Mo-29.36; C-7.34; H-3.36; N- 25.69; S-19.57.

Пайвастаи координатсионии ҳосил карда дар кислотаҳои минералӣ, этанол, диметилфармамид, диметилсулфоксид ҳалшаванда буда, дар об ва дигар ҳалкунандаҳои органикӣ ҳалнашаванда мебошад. Ин пайваста мувофиқи реаксияи зерин ҳосил мешавад:

$$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2]+2NH_4SCN+2TSC=$$
$$=(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2(SCN)_2(TSC)_2]+ 2NH_4OH+ 2H_2O.$$

3.5. Усулҳои гравиметрии таҳқиқи таркиби химиявии пайвастаҳои синтезшуда

Барои муайян намудани таркиби химиявии пайвастаҳои бинарӣ ва координатсионӣ, инчунин омӯхтани хосиятҳои физикӣ-химиявии моддаҳои нави ҳосилкардашуда усулҳои гуногуни классикӣ ба монанди усули гравиметрӣ ва усулҳои замонавии ИС-спектроскопӣ, рентгенографӣ ва рентгеноструктурӣ, потенсиометрӣ, кондуктометрӣ, кулонометрӣ, атомӣ-атсорбсионӣ, термогравиметрӣ ва дигарҳо хеле

васеъ истифода мешаванд. Ҳоло барои таҳқиқи таркиби элементии пайвастаҳои нави ҳосилшуда бештар усулҳои гравиметрии миқдорӣ истифода мешаванд.

Усули гравиметрӣ ё таҳлили химиявии миқдорӣ ба ҳисоб кардани массаи моддаи таҳқиқшаванда, ё қисмҳои таркибии он дар намуди пайвастаҳои таркибашон доимӣ асос карда шудааст.

Ин усулро асосан барои таҳқиқи таркиби элементии маъданҳои кӯҳӣ, минералҳо, нафт, ангиштсанг, слансҳои сӯзанда, газ, намакҳои гуногун, пайвастаҳои координатсионӣ, миқдори молекулаҳои оби кристал-лизатсионӣ дар таркиби пайвастаҳои гуногун ва ғайра истифода менамоянд.

Мо усулҳои гравиметрии таҳлили элементиро истифода намуда, массаи (ҳиссаи молии) ҳар як элементи химиявии дар таркиби пайвастаҳои координатсионии синтезкардаамон мавҷуд бударо муайян намудем.

Дар усули гравиметрӣ бо назардошти массаи моддаи таҳлилшаванда, ҳиссаи молии ҳар як элементи химиявӣ бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$g = m \cdot F / W_{(X)} \cdot 100\% \qquad (6)$$

Дар ин формула:

g- массаи моддаи таҳқиқшаванда,

$W_{(X)}$- ҳиссаи молии элементи муайяншаванда, X %,

F- омили (фактори) гравиметрӣ мебошад,

m- массаи таҳшини бадастомада.

Омили гравиметрӣ (F) ҳиссаи элементи муайяншавандаро дар намуди массаи гравиметрӣ нишон медиҳад.

Омили гравиметри (F)-ро бо формулаи $F=a/b\cdot(M_X/M_{г.ф})$ ҳисоб менамоянд.

Дар ин ҷо:

a ва **b**-ададҳои бутун буда, ба онҳо массаи молӣ зарб мешавал, то ин ки ададі молҳо дар сурат ва маҳрач бо миқдори эквивалентӣ баробар бошанд.

M_X, $M_{г.ф}$ мувофиқан массаи молии моддаи таҳқиқшаванда грамм / мол мебошад.

Ҳамин тавр, донистани омили гравиметрӣ барои ҳар як намуди пайвастаи химиявӣ ё элемент имконият медиҳад, ки ин усулро истифода намуда, ҳиссаи молии элементи химиявӣ дар таркиби ҳаргуна пайвастаҳои химиявӣ муайян карда шавад.

3.5.1. Усули гравиметрии муайян намудани ҳиссаи массаи молибден

Муайян кардани массаи металлҳо дар таркиби моддаи нави синтезшуда ба истифодаи усулҳои гуногун, аз ҷумла, усули гравиметрии классикӣ ва усулҳои ҳаҷмӣ асос карда шудааст. Зимни истифодаи усули гравиметрӣ металли матлуб ба намуди пайвастаи камҳалшаванда ё металли холис ҳосил карда шуда, сипас массаи (ҳиссаи массаи молии) он дар таркиби пайвастаи таҳлилшаванда муайян карда мешавад [17,153].

Барои муайян намудани таркиби химиявии пайвастаҳои синтез кардашуда қариб ҳамаи гурӯҳҳои усули таҳқиқи гравиметрӣ истифода карда мешавад. Масалан, усули гравиметрии муайян намудани молибден дар таркиби пайвастаҳояш ба барқарор кардани он ҳангоми гармкунӣ дар ҷараёни гидроген асос карда шудааст. Фарқи байни массаи намунаи барои таҳлил гирифташуда ва массаи моддаи дар раванди реаксияи оксидшавӣ-барқароршавӣ ҳосилшаванда, массаи молибденро дар таркиби пайвастаи таҳқиқшаванда ташкил менамояд ва он бо грамм ё фоиз ҳисоб карда мешавад.

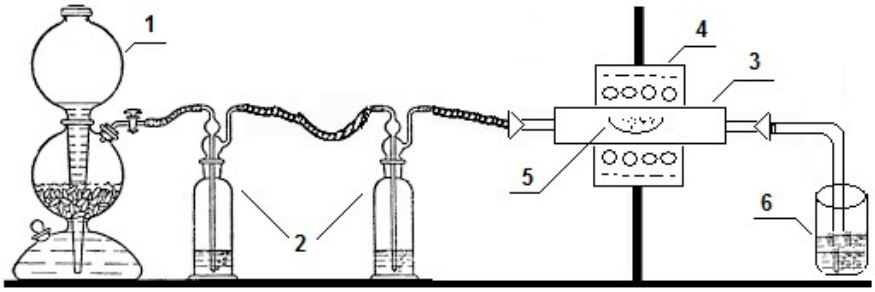
Барои муайян намудани миқдори молибден дар таркиби пайвастаи координатсионӣ аз асбоби дар расми 18 тасвир шуда истифода намудем. Барои аз ғашҳо холис намудани пайвастаи координатсионии таҳқиқшаванда аввал онро дар маҳлули кислотаи HCl (1:1) кристаллизатсия карда, то доимии масса хушк кардем. Сипас пайвастаи тозакардашударо бо гидроген барқарор карда массаи молибден дар таркиби он муайян карда шуд.

Барои иҷрои ин амал 0,3-0,5 г моддаи синтезшударо ба дохили қаиқчаи кварсӣ, ки массаи он пешакӣ дар тарозуи аналитикӣ баркашида

мешавад, гузоштем. Қаиқчаро бо пайвастаи таҳқиқшаванда ба дохили найчаи кварсии асбоб гузошта, аз он дар муддати 10-15 дақиқа гидрогени хушк интиқол дода шуд. Гидрогенро дар асбоби Кипп зимни таъсири мутақобили алюминийи металлӣ, ё ягон металли дигари фаъол (Zn) ба маҳлули 30% - и NaOH мувофиқи реаксияи зерин, ҳосил намудем:

$$2AI + 2NaOH + 6H_2O = 2Na[AI(OH)_4] + 3H_2\uparrow$$

Гидрогени ҳосилшуда ба воситаи найчаи газгузар ба зарфҳои Дрексел, ки кислотаи сулфати консентронида доранд, интиқол намуда, хушк кардем ва аз найчаи кварсии асбоб, ки дар дохили он қаиқча бо моддаи таҳлилшаванда гузошта шудааст, ба самти стаконе, ки дар охири асбоб гузошта шудааст ва як миқдор об дорад, тавассути найчаи газгузар равона намудем. Маълум аст, ки гидроген дар об хеле кам ҳал мешавад. Бинобар ин дар муддати 3-5 сония пайдо шудани ҳубобчаҳои гидроген дар болои оби стакон аз герметикӣ будани система ва барои реаксияи оксидшавӣ-барқароршавӣ кифоя будани ҳаҷми гидроген маълумот медиҳад. Маълум аст, ки гидроген бо оксиген омехтаи таркандаи хатарнок (гази тарканда) ҳосил менамояд. Бинобар ин барои пешгирӣ намудани ҳосилшавии чунин омехта аз дохили система 10-15 дақиқа гази гидроген интиқол дода мешавад.



Расми 18. Асбоб барои муайян кардани миқдори молибден бо усули гравиметрӣ: 1-асбоби Кипп; 2-зарфҳои Дрексел; 3- печи электрикӣ; 4-найчаи кварсӣ; 5-қаиқча, 6-стакони обдор

Сипас, бо истифодаи идоракунак (латтор) ҳарорати печи (3) электрикиро оҳиста-оҳиста баланд намуда, дар муддати 40-50 дақиқа ва ҳарорати 650-700 ^{0}C пайвастаи таҳқиқшавандаро сӯзонидем. Дар раванди реаксия гидроген онро барқарор менамояд. Дар ин ҳолат моддаҳои дигари дар рафти реаксияи ҳароратии оксидшавӣ-барқароршавии пайвастаи координатсионӣ ҳосилшаванда сӯхта, газҳо

гуногун ва буғҳои обро ҳосил менамоянд, ки онҳо бо ҷараёни гидроген аз дохили асбоб ба стакони обдор ронда мешаванд. Дар охир, барқароршавии пурра бо гидроген амалӣ гардида, молибдени металлӣ ба намуди кристаллҳои хокистарранги сӯзанмонанди ҷилонок ҳосил мешавад. Барқароркуниро бори дигар дар муддати 25-30 дақиқа дар ҳарорати 650-700 ^{0}C дар иштироки гидроген такрор намуда, системаро то ҳарорати хона хунук мекунем. Қаиқчаи кварсиро аз асбоб бароварда, 5-7 дақиқа ба дохили эксикатори вакуумӣ бо кислотаи сулфати консентронида, гузоштем. Баъдан қаиқчаро бо моддаи боқимонда дар тарозуи аналитикӣ баркаш намуда ва массаи молибдени металлии ҳосилшуда муайян ва ҳиссаи массаи он бо % мувофиқи формулаи зерин ҳисоб карда шуд:

$$Mo\% = \frac{m_1 \cdot 0.2956 \cdot 100}{m_2 \cdot F}, \quad (7)$$

Дар ин формула:

m_1 - массаи боқимондаи модда бо грамм, баъди барқароркунӣ;

m_2 - массаи аввалаи намунаи пайвастаи координатсионӣ бо грамм;

F - омили гравиметрӣ барои молибден - 0,2956.

Истифодаи ин усул имконият медиҳад, ки ҳиссаи массаи молибден дар таркиби намакҳои дучанда ва пайвастаҳои координатсионӣ бо саҳеҳии 0,1-0,3% муайян карда шавад.

3.5.2. Муайян намудани ҳиссаи массаи ионҳои хлор ва бром дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ

Асбоб ва зарфҳо: тарозуи аналитикӣ, термостат, плиткаи электрикӣ, эксикатор, колбаҳои ҳаҷмашон 50 ва 100 мл, қаламчаи шишагин, қифи шишагини муқаррарӣ ва қифи Шотт, коғази филтрӣ бо «лентаи кабуд».

Реагентҳо: моддаи таҳқиқшаванда, маҳлули консентронидаи HNO_3, маҳлули 5% - и $AgNO_3$.

Ионҳои хлор дар таркиби пайвастаҳои гуногуни химиявӣ бо усули аргентометрӣ муайян карда мешавад [151,153]. Ин усул ба таҳшин кардани ионҳои хлор дар намуди намаки камҳалшавандаи AgCI асос

карда шудааст. Массаи ионҳои хлор дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ ин тавр муайян карда шудааст.

Дар тарозуи аналитикӣ 0,2- 0,3 г пайвастаи координатсионии таҳқиқшавандаро баркашида, ба стакони шишагии ба гармӣ тобовар дар 50 мл оби муқатар ҳал карда, барои вайрон намудани пайвастаи координатсионӣ ба он 1-2 мл маҳлули консентронидаи кислотаи HNO_3 илова намудем. Барои тезонидани раванди таҷзияи ин пайваста маҳлули ҳосилшударо муддати 20-25 дақиқа дар болои плиткаи электрикӣ ҷӯшонида, сипас то ҳарорати хона хунук кардем. Маҳлулро дар қифи шишагии коғази филтри «лентаи кабуд» дошта полида, ба филтрати ҳосилшуда 50 мл оби муқаттар илова намудем ва ба колбаи ҳаҷмаш 100 мл рехта, бо иловаи оби муқаттар ҳаҷми маҳлулро то 100 мл расонидем. Аз маҳлули ҳосилшуда дар 4 стакон 25 миллилитрӣ намуна гирифта, ба онҳо маҳлули 5% - и нитрати нуқра - $AgNO_3$ илова кардем. Дар натиҷа ранги маҳлули намунаҳо хира шуда, оҳиста-оҳиста таҳшини сафеди хлориди нуқра AgCI ҳосил шуд, ки қисман дар болои маҳлул шино мекард. Барои коагулятсияи таҳшини хлориди нуқра AgCI маҳлулҳоро бо таҳшин дар ҳарорати 60 - 80 ^{0}C гарм карда, як шабонарӯз дар торикӣ гузоштем. Дар натиҷа ионҳои хлориди дар маҳлул боқимонда низ ба намуди намаки AgCI таҳшин шуданд. Барои санҷиши пурра таҳшин шудани ионҳои хлорид, ба маҳлул якчанд қатра маҳлули 5%- и $AgNO_3$ мечаконем. Ҳангоми ба маҳлулҳои ҳосилшуда илова намудани якчанд қатра маҳлули $AgNO_3$ ва 20-30 дақиқа нигоҳ доштани онҳо маҳлули болои таҳшин дигар хира нашуд, мо ба пурра таҳшин шудани ионҳои хлор боварӣ ҳосил намудем. Сипас, таҳшинро бо маҳлул омехта намуда, дар қифи Шотт полидем ва бо маҳлули он 0,55%-и нитрати нуқра шустем. Таҳшини AgCI-ро ба термостат гузошта, дар ҳарорати 105 ^{0}C хушконидем ва дар эксикатори ваакумӣ то ҳарорати хона хунук карда, дар тарозуи аналитикӣ баркашидем. Ҳиссаи фоизии массаи хлор бо формулаи зерин ҳисоб карда шуд. Омили ҳисоб (гравиметрӣ) барои ионҳои хлор 0,2474 ва барои иони бром 0,4255 мебошад.

$$Cl\% = \frac{a \cdot 0,2474}{B} \cdot 100 \qquad (8)$$

Дар ин формула:

а- массаи таҳшини ҳосилшуда;

В - массаи намунаи пайвастаи таҳқиқшаванда;

F= 0,2474 омили ҳисоби иони хлор мебошад.

3.5.3. Муайян намудани ҳиссаи массаи сулфур дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ

Асбобҳои зарурӣ: термостат, спиртовка, тарозуи аналитикӣ, ҳамомчаи обӣ, эксикатори ваакуумӣ, қаламчаҳои шишагин, қифҳои шишагин, косачаҳои (тигел) фарфорӣ, колбаи ченакдори ҳаҷмаш 100 мл, қайчӣ барои нигоҳ доштани тигел, стаконҳои ҳаҷмашон 100 ва 200-250 мл ба гармӣ тобовар, коғази филтрӣ бо «лентаи кабуд».

Реагентҳо ва усулҳои тайёр кардани онҳо. Маҳлули 3М хлориди барий $BaCI_2$, кислотаи 6 М-и гидрогенхлорид HCI (р=1,17г/см^3), кислотаи консентронидаи нитрат HNO_3, маҳлули 10%-и хлориди аммоний NH_4CI.

Миқдори сулфур дар таркиби маъданҳои табии сулфидӣ, сулфатҳо ва дигар пайвастаҳои гуногуни химиявӣ бо усули гравиметрӣ, ба намуди намаки камҳалшавандаи сулфати барий $BaSO_4$ ва ё бо истифодаи асбоби муосири **“Анализатор”** муайян карда мешавад. Барои таҳшин кардани сулфур аввал онро то иони сулфат оксид карда, баъд бо маҳлули обии туршкардашудаи хлориди барий $BaCI_2$ таҳшин менамоянд. Сулфати барий ($BaSO_4$)дар маҳлулҳои обӣ зимни таъсири мутақобили ионҳои SO_4^{2-} ва Ba^{2+} мувофиқи реаксияи зерин ҳосил мешавад.

$$SO_4^{2-} + Ba^{2+} \rightarrow BaSO_4 \downarrow$$

Ин усулро мо барои муайян намудани миқдори сулфур дар таркиби пайвастаҳои координатсионии ҳосилкарда истифода намудем.

Тарзи иҷрои таҳлил. 0,5 г намунаи пайвастаи координатсиониро дар тарозуи аналитикӣ баркашида, ба стакони химиявии ба гармӣ тобовари ҳаҷмаш 200-250 мл гузошта, ба он 100 мл оби муқаттар рехтем. Ба суспензияи ҳосилшуда 2-3 мл маҳлули консентронидаи кислотаи нитрат HNO_3 илова намуда, омехтаро бо чароғаки спиртӣ (спиртовка) ё плиткаи электрикии то анҷом ёфтани ҳориҷшавии газҳои NO ва NO_2

ҷӯшонидем. Бо илова намудани кислотаи HNO_3-и консентронида газ бошиддат хориҷ мешавад, бинобар ин маҳлул то пурра шаффоф шудан ҷӯшонида мешавад. Баъдан маҳлул бо истифодаи қифи шишагии Шотт полида, ба колбаи ченакдор рехта ҳаҷми онро бо илова намудани оби муқаттар ба 100 мл расонидем. Сулфури дар таркиби лигандҳои пайвастаи координатсионӣ буда то ионҳои SO_4^{2-} оксид мешаванд. Барои пурра аз маҳлул рондани ионҳои нитрати боқимонда ба маҳлули ҳосилшуда 2 мл маҳлули 6 М HC1 илова намуда, дар плиткаи электрикӣ омехтаро то ҷӯшидан гарм карда, 6 мл маҳлули гарми 3 М $BaC1_2$ рехтем. Баъд ба маҳлули гарм оҳиста, қатра-қатра тариқи мунтазам омехтакунӣ бо қаламчаи шишаги маҳлули гарми $BaC1_2$ илова намудем. Стаконро бо маҳлул ва таҳшини ҳосилшуда ба ҳаммомчаи обии ҷӯшидаистода гузошта, сулфати барийро таҳшин намудем. Бояд қайд кард, ки агар дар ин маврид хирашавии маҳлул ба чашм нарасад, пас таҳшиншавии пурраи $BaSO_4$ амалӣ гардидааст. Стакони таҳшин доштаро дар муддати 2-3 соат ба ҳаммомчаи обии ҷӯшидаистода гузошта баъд таҳшин ва маҳлулро бо қаламчаи шишагӣ омехта намуда, дар қифи филтрдошта полидем ва якчанд маротиба аввал бо оби муқаттар, сипас бо моеъе, ки дар 100 мл оби муқаттар 8-10 қатра маҳлули 6 М HCl дорад, шуста аз ионҳои барзиёди барий тоза намуда онро хушконидем. Хушконидани филтр, тафсонидан ва сӯзонидан (калсинатсия)-и таҳшин дар ҳарорати 600-700 °С иҷро карда шуд.

Мувофиқи массаи таҳшини дар натиҷаи тасфонидан ҳосилшуда миқдори ионҳои сулфат (С, мол/л) дар таркиби маҳлули пайвастаи таҳқиқшаванда бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад.

$$C = mF \cdot 1000 / V\, M_{SO_4}, \quad (9)$$

Дар ин формула:

m - массаи шакли гравиметрӣ, г;

F = 0.4120 - омили гравиметрии $BaSO_4$;

V - ҳаҷми маҳлули таҳқиқшаванда, мл;

M_{SO_4} = 96 - массаи молекулии иони сулфат.

Ҳамин тавр, истифодаи усули гравиметрӣ имконият медиҳад, ки миқдори сулфур дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ ё моддаҳои

гуногуни органикӣ, маъданҳои табиию полисулфидӣ муайян карда шавад.

3.5.4. Муайян намудани ҳиссаи массаи молекулаҳои об дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ

Миқдори оби кристаллизатсионӣ ва обе, ки дар сфераи дохилии пайвастаҳои координатсионӣ мавҷуд аст, бо усули гравиметрӣ [22,151] ва усули ИК-спектроскопӣ [21] муайян карда мешавад. Яке аз усулҳое, ки барои муайян намудани миқдори оби кристаллизатсионӣ ва оби “озод” (намнокӣ) истифода мешавад, усули Фишер аст.

Усули Фишер ва усули А.П. Елпсур усули химиявӣ буда, истифодаи онҳо имконият медиҳад, ки суммаи молекулаҳои оби кристаллизатсионӣ ва оби “озод”-и дар таркиби пайвастаҳои ғайриорганикӣ ва органикӣ буда, муайян карда шавад. Дар ин усулҳо реагенти Фишер истифода мешавад.

Мо барои муайян намудани об дар таркиби кристаллогидратҳои намакҳои дучанда ва пайвастаҳои координатсионӣ аз усули оддитарини гравиметрӣ, ки муаллифони кори [26] пешниҳод кардаанд, истифода намудем.

Аввал массаи оптималии моддаи таҳқиқшаванда, ки барои ёфтани миқдори об зарур аст, ҳисоб карда мешавад. Ҳангоми интихоби массаи аввалаи оптималӣ ба эътибор гирифтан лозим аст, ки дар вақти то саҳеҳии ±0.0002 г баркашидани намуна дар тарозуи аналитикӣ, хатоии нисбӣ набояд аз ± 0,2 % зиёд шавад. Барои муайян намудани массаи об массаи аввалаи намунаи пайвастаи таҳқиқшавандаро тавре ҳисоб менамоянд, ки пас аз хориҷ шудани оби таркиби он, массаи боқимонда на камтар аз 0,1 г бошад.

Масса (m, г)-и барои таҳлил зарурӣ бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$m = 0.1 \cdot 100 / C, \quad (10)$$

Дар ин формула:

С- ҳиссаи массаи назариявӣ ҳисоб кардашудаи об дар таркиби моддаи таҳқиқшаванда аст.

Массаи аввалаи оптималии намунаи пайвастаи таҳқиқшаванда, яъне пайвастаи координатсиоонӣ ё намаки дучанда набояд аз 0,28 грамм зиёд бошад.

Миқдори ҳисобшудаи пайвастаи координатсионии таҳқиқшавандаро дар тарозуи аналитикӣ то саҳеҳии ±0.0002 г баркашида, ба дохили бюкси хушк ё тигели фарфории пешакӣ баркашидашуда гузоштем. Баъд бюксро ба дохили термостат (шкафи хушкунанда) гузошта, дар муддати ~ 1 соат дар ҳарорати 100-110 °С гарм кардем. Маълум аст, ки дар ин гуна ҳарорат оби кристаллизатсионӣ бухор мешавад. Бинобар ин бюкс (тигел) - ро зуд аз термостат бароварда, дар эксикатори ваакумӣ дар муддати 15-20 дақиқа хунук карда, дар тарозуи аналитикӣ баркашидем. Бори дигар бюксро бо пайвастаи боқимонда ба дохили шкафи хушккунанда гузошта, онро дар ҳарорати 110-120 ^{0}С 20-25 дақиқа гарм кардем. Сипас бюксро бо моддаи боқимонда то доимӣ шудани массаи намуна ба дохили эксикатор гузошта то ҳарорати хона хунук кардем. Ҳиссаи массаи оби кристаллизатсионӣ (С, %) дар таркиби пайвастаи координатсионӣ бо формулаи зерин ҳисоб карда шуд :

$$C\% = m - m_{боқим} \cdot 100 / m, \quad (11)$$

Дар ин формула,

m - массаи аввалаи баркаши пайвастаи координатсионӣ, г;

$m_{боқим.}$ - массаи боқмондаи моддаи таҳқиқшуда пас аз хушконидан, г.

Ҳамин тавр, истифода намудани усули гравиметрии зикршуда имконият медиҳад, ки аввал дар ҳудуди ҳароратҳои 100-110 °С миқдори молекулаҳои оби кристаллизатсионӣ ва дар ҳароратҳои 110-140 °С оби координатсионии дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ буда муайян карда шавад.

Дар ҷадвали 16 ба формулаҳои химиявӣ ва миқдори массаи элементҳои химиявии дар таркиби пайвастаҳои координатсионии ҳосилшудаи молибден (V) бо лигандҳои тиосемиарбазид (L) ва бо 1,2,4-триазолтиол-5 (L^I) мавҷуд буда оварда шудааст, ки бо усулҳои гуногуни гравиметрӣ муайян шудаанд.

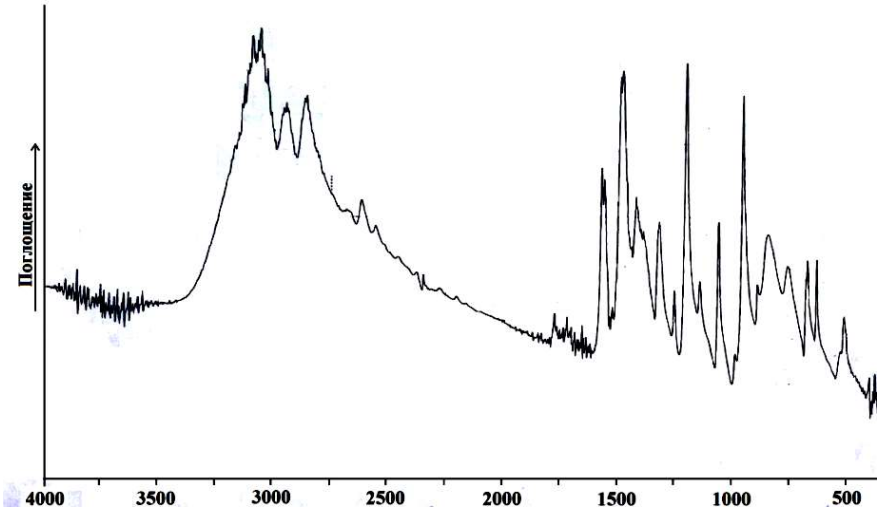
БОБИ 4. ХОСИЯТҲОИ ФИЗИКӢ ХИМИЯВИИ ПАЙВАСТАҲОИ КОРДИНАТСИОНИИ МОЛИБДЕН(V)

4.1. Таҳқиқи спектрҳои инфрасурхи (СИ) пайвастаҳои тиосемикарбазидӣ ва 1,2,4-триазолтиолии молибден (V)

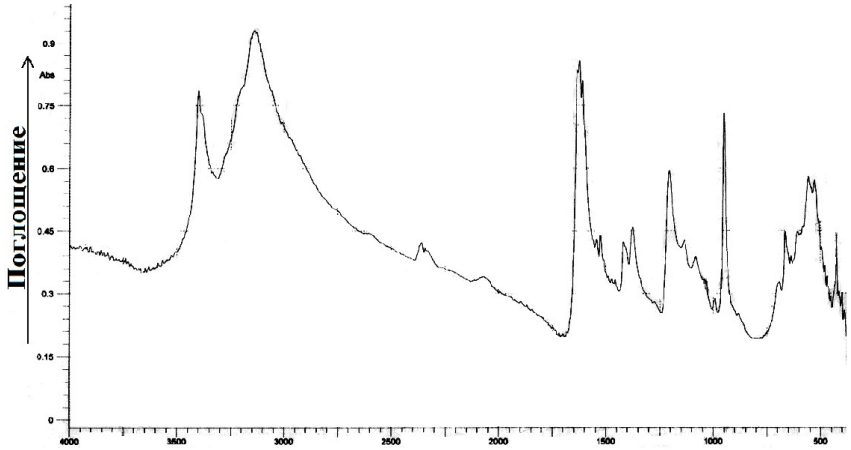
Барои муайян намудани тарзи координатсия молекулаҳои 1,2,4-триазолтиол (L^1), тиосемикарбазид (L) ва атсидолигандҳо бо иони молибден (V), спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи - (СИ) пайвастаҳои дар асоси лигандҳои номбурда ҳосилшуда ва лигандҳои озод (координатсиянашуда) дар ҳудудҳои 400-4000 см$^{-1}$ омӯхта шуданд.

Барои иҷрои таҳқиқот спектрҳои инфрасурхи (СИ) 1,2,4-триазолтиол, тиосемикарбазид, пайвастаҳои координатсионии $(NH_4)_2[MoOCI_5]$, $[MoOL^1{}_2Cl_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2Br_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$ дар асбоби “SHIMADZU” ба намуди суспензия дар вазелин ва ҳаб бо KBr муайян карда шуданд.

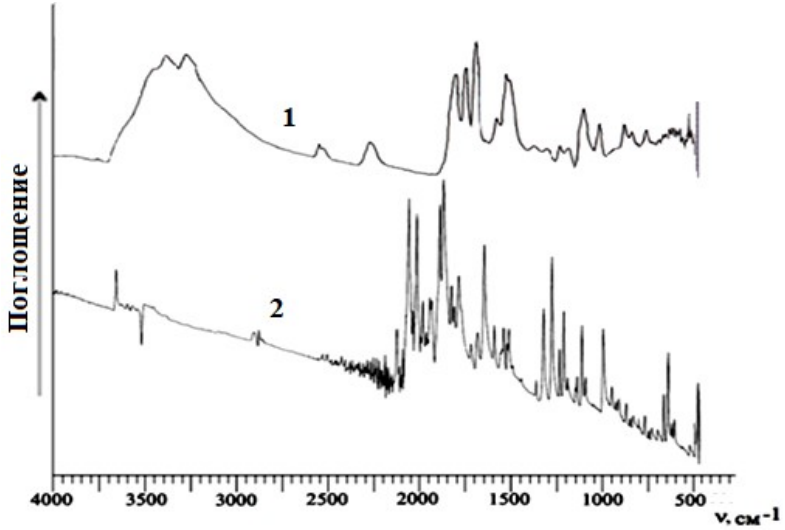
Тафсири спектрҳои СИ мувофиқи маълумоти адабиёти [154,155] таҳқиқ карда шуд. Дар расмҳои 19, 20, 21 спектрҳои инфрасурхи СИ - 1,2,4-триазолтиол-5, моддаи аввалаи $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ ва баъзе пайвастаҳои координатсионии синтезшуда тасвир карда шудааст.



Расми 19. Спектрҳои инфрасурхи 1,2,4-триазолтиол



Расми 20. Спектрҳои инфрасурхи $(NH_4)_2[MoOCl_5]$



Расми 21. Спектри СИ пайвастаҳои координатсионӣ
1. $[MoOL^1{}_2(HCOO)Cl_2]\cdot 2H_2O$, 2. $[MoOL^1{}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$.

Таҳлили спектрҳои инфрасурх (СИ)-и 1,2,4-триазолтиол ва пайвастаҳои координатсионии синтезшуда нишон медиҳанд, ки дар спектри лиганди 1,2,4-триазолтиол хатҳои нурфурӯбарии интенсивӣ ва миёна дар ҳудудҳои 754,17 см$^{-1}$; 798,53 см$^{-1}$; 952,84 см$^{-1}$;1074,35 см$^{-1}$; 1159,22 см$^{-1}$; 1211,30 см$^{-1}$; 1298,09 см$^{-1}$; 2040,69 см$^{-1}$; 2279,86 см$^{-1}$; 2432,24 см$^{-1}$; 2667,56 см$^{-1}$; 2854,65 см$^{-1}$; 2927,94 см$^{-1}$; 3026,31 см$^{-1}$; 3134,33 см$^{-1}$ пайдо мешаванд. Маълум аст, ки чунин лигандҳои тиамидӣ, ба монанди 1,2,4-триазолтиол, тиосемикарбазид ва дигар ҳосилаҳои онҳо асосҳои заиф мебошанд. Вобаста аз табиати муҳит, ин пайвастаҳо дар ду шакли таутомерии тиолӣ ё тионӣ мавҷуд буда метавонанд.

Азбаски синтези пайвастаҳои координатсионии молибден (V) дар муҳитҳои кислотагӣ гузаронида шудаанд, тахмин кардан мумкин аст, ки мавҷудияти ин ё он шакли молекулаҳои координатсияшудаи 1,2,4-триазолтиоли дар таркиби пайвастаҳои координатсионӣ буда аз табиати ионии муҳит вобаста мебошад. Аз ин рӯ, пайдошавии хатҳои нурфурӯбарӣ дар ҳудудҳои 675 $см^{-1}$ ва 820 $см^{-1}$ дар спектри 1,2,4-триазолтиол (L) -и озод ва хати дуплетии интенсивнокиаш миёна дар ҳудудҳои 746$см^{-1}$ ба мо имкон медиҳад, ки ҳангоми дар шакли моддаи сахт мавҷуд будани лиганди истифодашуда эҳтимолияти дар ду шакли таутомерӣ - тионӣ ва сулфгидрилӣ қарор доштани онро тафсир намоем, чунки ин ҳолат бо маълумоти дар адабиёти [156,157] овардашуда мувофиқ аст. Вале фарз кардан мумкин аст, ки хатҳои дар ҳудудҳои 755-765 $см^{-1}$ пайдошуда эҳтимолан ба лаппишҳои валентии гурӯҳи тионии молекулаи 1,2,4-триазолтиол таалуқ дошта бошанд.

Муқоисаи спектри СИ-и 1,2,4-триазолтиол бо спектрҳои пайвастаҳои координатсионии дар кори [158] синтезшуда нишон медиҳад, ки хатҳои нурфурӯбарӣ дар ҳудудҳои 746-754$см^{-1}$, 624-630,754$см^{-1}$ ва 2555-2617 $см^{-1}$, ки ба лаппишҳои валентӣ- деформатсионии ҳалқаи азолӣ, γ (C-H) ва γ (NN),
ν(NH)-и бандҳои гетеросиклӣ таалуқ доранд, дар спектрҳои СИ пайвастаҳои омӯхташуда бетағйир боқӣ мемонанд ва нопадидшавӣ ё пастшавии интенсивнокии хатҳои нурфурӯбарӣ дар ҳудудҳои 825$см^{-1}$,1010$см^{-1}$ ва 1025 $см^{-1}$ мушоҳида мешавад, ки ба лаппишҳои гурӯҳи (C = S)-и ба иони молибден (V) координатсияшудаи лиганди органикӣ мансуб ҳисобидан мумкин аст.

Хатҳои нурфурӯбарӣ дар ҳудудҳои 1560, 2098 $см^{-1}$ дар спектри инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии 1,2,4-триазолтиолии молибден (V), ки ба лаппишҳои банди (C=N)-и гетеросикл таалуқ дорад, дар спектри пайвастаҳои: $[MoOL^1{}_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL_3(HCOO)CI]CI\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL_2(SCN)_2(CH_3COO)]\cdot 2H_2O$ амалан бетағйир мемонанд. Ин далели

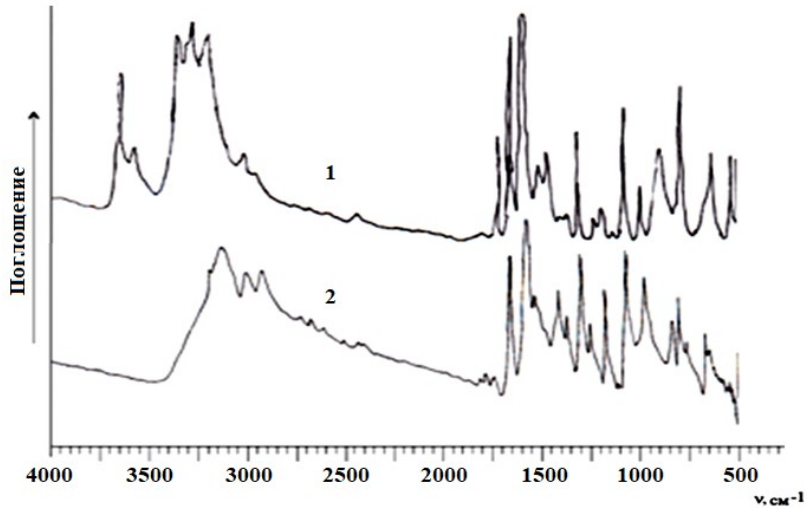
нишон медиҳад, ки атомҳои нитрогени ҳалқаи азолӣ дар координатсияи иони комплексҳосилкунанда иштирок намекунанд.

Дар спектрҳои инфрасурхи ҳамаи пайвастаҳои координатсионӣ, ки бо таносуби молии Mo:L аз 1:2 то Mo:L = 1:4 ҳосил карда шудаанд, хатҳои интенсивӣ дар соҳаҳои 948-974 $см^{-1}$, пайдо мешаванд, ки мувофиқи маълумоти адабиётҳои [158,159] метавонад ба лаппишҳои валентии гурӯҳи молибденилӣ γ (Mo = O) мансуб бошанд,

Дар спектри инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии молибден(V) бо 1,2,4-триазолтиол, ки дар таркибашон иони координатсияшудаи тиосианат доранд, ғайр аз хатҳои нурфурӯбарии 740-815$см^{-1}$ ва 985-1005 $см^{-1}$, ки мувофиқан ба лаппишҳои валентӣ(γ_s) ва деформационии(γ_8) бандҳои Mo=O, Mo=S ва Mo-N хос мебошанд, боз дар соҳаҳои 785-825 $см^{-1}$ хатҳои нурфурӯбарии интенсивнокиашон паст мушоҳида карда шуданд. Эҳтимол ин хатҳо ба лаппиши деформатсионии банди γ (C=S) мансуб бошанд.

Тағйиротҳои ошкоршуда дар спектрҳои нурфурубарии пайвастаҳои координатсионӣ аз координатсияи монодентатии молекулаи 1,2,4-триазолтиол ба иони молибденил (MoO^{3+}) тавассути атомҳои сулфур шаҳодат медиҳанд.

Бояд қайд кард, ки ҳангоми таҳлили спектрҳои инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии: $[MoOL^1{}_2(SCN)_2CI]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(SCN)_2(HCOO)]\cdot 2H_2O$, $[MoOL_2(SCN)_2(CH_3COO)]\cdot 2H_2O$, мавҷудияти хатҳои хоси нурфурӯбарии як қатор гурӯҳҳои функсионалӣ аз ҷумла, γ (OH)-3350-3380, γ(SCN) -2040-2056, γ(C-N)-1560-2098, γ_{as}(C-H) - 1298-1305,1364-1354 $см^{-1}$ ва лиганди органикӣ мушоҳида карда шуд. Дар расми 22 спектри нурфурӯбарии инфрасурхи пайвастаи координатсионии дар кори [160] синтез ва таҳқиқ кардашуда бо таркиби $[MoOL^1{}_2(SCN)_2CI]\cdot 2H_2O$ нишон дода шудааст.

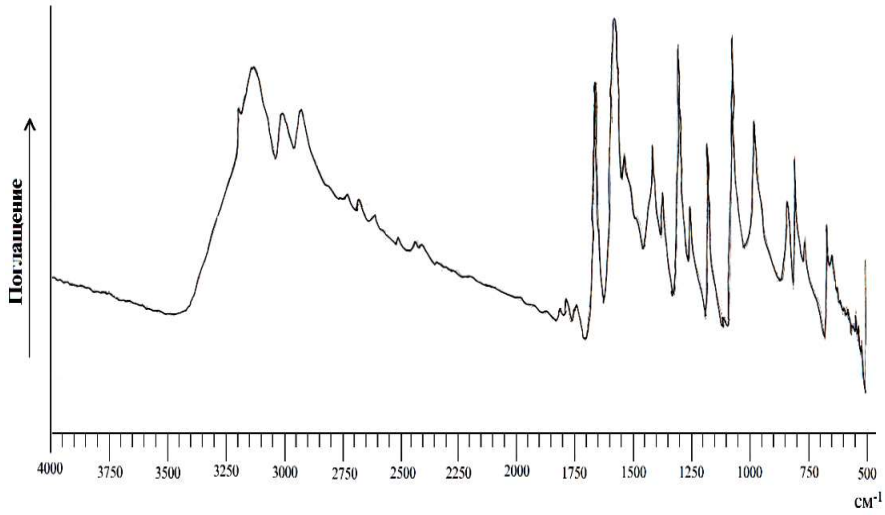


Расми 22. - Спектрҳои инфрасурхи (**СИ)** пайвастаҳои координатсионии 1. $[MoOL_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$, 2. $[MoOL_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$

Ошкор шудани хатҳои интенсивнокиашон миёнаи нурфурӯбарии гурӯҳи ν(C=N) дар ҳудудҳои 2040-2056 см$^{-1}$ дар спектри пайвастаҳои координатсионии тиосианатии таркиби: $[MoOL^1{}_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL^1{}_2(SCN)_2(CH_3COO)]\cdot 2H_2O$ метавонад далели ба тариқи монодентатӣ, тавассути атоми донори сулфур ба иони молибденил (MoO^{3+}) координатсия шудани ионҳои тиосианат ва молекулаи 1,2,4-триазолтиол бошад [154,160]. Ҳангоми муқоисаи спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии карбоксилатии таркиби: $[MoOL^1{}_2(HCOO)Cl_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ бо спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи $[MoOL^1{}_2Cl_3]\cdot H_2O$ ва $[MoOL^1{}_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$ муайян карда шуд, ки ионҳои формиат ва атсетат дар иштироки молекулаҳои координатсияшудаи 1,2,4-триазолтиол, бо иони молибденил (MoO^{3+}) танҳо ба тариқи монодентатӣ координатсия мешаванд.

Таҳлили спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи пайвастаҳои карбоксилатии молибден (V) нишон медиҳад, ки интенсивнокии хатҳои нурфурӯбарии гурӯҳи γ(C=O)-и ионҳои атсетат ва формиат дар спектрҳои пайвастаҳои координатсионии таркиби $[MoOL^1{}_2(HCOO)Cl_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1{}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ ва

$[MoOL^1{}_2(SCN)_2(CH_3COO)]\cdot 2H_2O$ аввал паст шуда, баъдан ба самти нурфурӯбарии интенсивнокии баланд майл мекунанд ва дар соҳаҳои 1064 - 1080 $см^{-1}$ пайдо мешаванд.



Расми 23. Спектрҳои инфрасурхи пайвастаи координатсионии $[MoOL_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$

Дар спектри инфрасурхи ин пайвастаҳо тағйирёбии хурди хатҳои нурфурӯбарии γ (C = O) гурӯҳи карбонилии ионҳои формиат ва атсетат ба 20-25 $см^{-1}$ нисбат ба спектри онҳо дар ионҳои аввалаи координатсиянашудаи формиат ва атсетат, ба назар мерасад. Чунин тағйирёбии ками хатҳои нурфурӯбарии банди (C=O) ба иони молибден (MoO^{3+}) координатсия шудани ионҳои формиат ва атсетатро тавассути атомҳои оксигени гурӯҳи карбонил тасдиқ мекунад.

Тиосемикарбазид H_2N-CS-NH-NH_2- (TSC) ва ҳосилаҳои он яке аз синфҳои хеле муҳими лигандҳои гетероатомии органикӣ мебошанд. Мавҷудияти чор атомҳои донор, аз ҷумла се атом нитроген ва як атом сулфур дар молекулаи тиосемикарбазид қобилияти координатсияшавии ин лигандҳоро баланд мекунад, ва ин имкон медиҳад, ки пайвастаҳои нави координатсионии d-металлҳои интиқолӣ бо таркиб ва хосиятҳои гуногун синтез карда шаванд.

Дар кори [161], натиҷаҳои синтез ва таҳқиқи хосиятҳои пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо тиосемикарбазид, оварда шудааст, ки дорои атсидолигандҳои гуногун мебошанд.

Барои муайян кардани тарзи ба атоми марказӣ координатсия шудани молекулаи лигандҳои омӯхташуда, спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи моддаҳои аввала $(NH_4)_2[MoOCI_5]$, H_2N-CS-NH-NH_2 ва пайвастаҳои координатсионии таркиби умумии $[MoOL_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$-и дар муҳитҳои кислотаҳои формиат ва атсетат ҳосилшударо омӯхтем. Дар натиҷа муқаррар карда шуд, ки пайвастшавии лигандҳои номбурда бо иони молибден тавассути банди координатсионӣ ё(ба таври дигар, донорӣ-аксепторӣ) амалӣ мешавад [17].

Таҳлили спектрҳои инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии тиосемикарбазид нишон медиҳад, ки лаппишҳои валентии гурӯҳи $\gamma(NH_2)$ молекулаи тиосемикарбазид дар спектри ҳамаи пайвастаҳои таҳқиқшуда амалан тағйир намеёбанд ва бо интенсивнокии миёна дар ҳудудҳои 3150-3250 $см^{-1}$,пайдо мешаванд.

Дар баробари ин, дар соҳаҳои лаппишҳои валентӣ ва деформатсионии гурӯҳи γ(C=S)-и молекулаи тиосемикарбазид ва γ(COO-) кислотаҳои фомиат ва атсетат тағйироти назаррас ба мушоҳида мерасад. Гурӯҳи γ(C = S) дар спектри пайвастаҳои координатсионии омӯхташуда дар соҳаи 1012-810$см^{-1}$ ва хати нурфурӯбарии ионҳои γ_s (COO-) дар соҳаҳои 1350-1380 $см^{-1}$, γ_{as} (COO-) мутаносибан дар соҳаҳои 1580-1610 $см^{-1}$ пайдо мешаванд. Муқоисаи спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи лиганди гетероатомии органикӣ ва пайвастаҳои координатсионии синтезшуда нишон медиҳад, ки координатсияи тиосемикарбазид ба молибден (V) тавассути атомҳои сулфури гурӯҳи тионӣ ба таври монодентатӣ, ва ионҳои формиат ва атсетат тавассути атомҳои оксигени гурӯҳи карбоксил амалӣ мешаванд. Дар спектри нурфурӯбарии инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии тиосианатии таркиби $[MoO(TSC)_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$-и молибден(V) дар ҳудудҳои 2040-2050 $см^{-1}$ хатҳои нави нурфурӯбарии интенсивӣ пайдо мешаванд. Дар асоси маълумоти дар адабиёт буда [157,160] ин хатҳоро ба лаппишҳои валентии γ (SCN^-) шомил ҳисобидан мумкин аст. Гузариши ин хатҳо ба соҳаи

басомади хурд дар муқоиса бо спектрҳои иони SCN^--и молекулаи озоди тиосемикарбазид координатсияи онро ба молибден (V) тавассути атомҳои нитроген тасдиқ менамояд. [159,161].

Таҳқиқоти спектроскопии спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурх нишон медиҳанд, ки дар пайвастаҳои координатсионии дар муҳити турш синтезшуда, молекулаи тиосемикарбазид, тиосианат, формиат ва атсетат молибден (V) ба таври монодентӣ координатсия мешаванд. Дар ин ҳолат, дар раванди координатсияи ин лигандҳо афзалият ба атоми донори сулфури шакли тионии молекулаи тиосемикарбазид ва оксигени ионҳои карбоксилат дода мешавад.

Омӯзиши спектрҳои инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии дуядроии тиосемикарбазидии таркиби $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2]$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(TSC)_2(OH)_2(SCN)_2]$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(TSC)_2(SCN)_4]$ нишон доданд, ки дар спектрҳои онҳо хатҳои нурфурӯбарии интенсивӣ дар ҳудудҳои 710-740 $см^{-1}$, 870-1030 $см^{-1}$, 940-960 $см^{-1}$, 2045-2060 $см^{-1}$, 3200-3270 $см^{-1}$, ки ба γ(Mo-O), γ(Mo=O)-и гурӯҳи кӯпрукчагии $[Mo_2O_4]^{2+}$, γ(C=S), γ(CN), γ(NH_2) и γ(OH) мувофиқан таалуқ доранд.

Хатҳои интенсивнокиашон миёна дар ҳудуди 1615 $см^{-1}$ дар спектри $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4(H_2O)_2]$ ба лаппишҳои деформатсионии молекулаҳои координатсияшудаи об мувофиқат мекунанд. Муқоисаи спектри нурфурӯбарии инфрасурхи пайвастаҳои тиосианат-тиосемикарбазидии дуядроӣ бо спектрҳои пайвастаҳои аввала нишон медиҳад, ки хатҳои нурфурӯбарии гурӯҳи γ(CN)-и иони тиосианид ва гурӯҳи ν(C = S) молекулаи тиосемикарбазид бо тағирёбии 15-20 $см^{-1}$ ба ҳудуди басомади паст майл мекунанд. Ҳамзамон, дар ҳудудҳои 1000-1020 $см^{-1}$ хатҳои нурфурӯбарии банди γ(C=S)-и молекулаи тиосемикарбазид ва хатҳои нурфурӯбарии γ(SCN^-)-и ионҳои тиосианат дар соҳаҳои 2045- 2065 $см^{-1}$ мушоҳида мешаванд, ки тарзи координатсияи лигандҳои омӯхташударо тасдиқ мекунанд. Тағйироти ошкоршуда доир ва табиати спектрҳои лигандҳои координатсияшуда ва спектри пайвастаҳои координатсионӣ бори дигар координатсияшавии ионҳои тиосианатро тавассути атомҳои

нитроген ва атоми сулфури гурӯҳи тионии молекулаи тиосемикарбазидро тасдиқ менамояд [160,161].

Дар ҷадвали 16 тавсифи хатҳои нурфурӯбарии гурӯҳҳои функционалии хоси лигандҳои омӯхташуда дар спектрҳои инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид оварда шудааст.

Дар зер формулаи химиявии пайвастаҳои координатсионии таҳқиқшуда оварда шудааст.

I. $(NH_4)_2[MoOCI_5]$

II. (L^1 -1,2,4-триазолтиол) $N_3H_3C_2S$

III. $[MoOL^1{}_2CI_3]\cdot H_2O$

IV. $[MoOL^1{}_2(SCN)_2CI]\cdot 2H_2O$

V. $[MoOL^1{}_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$

VI. $[MoOL^1{}_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$

VII. $[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$

VIII. $[MoOL_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$

IX. $[MoOL_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$

X. $[MoOL_2(SCN)_2(CH_3COO)]\cdot 2H_2O$

Ҳамин тариқ, таҳлили умумии маълумотҳое, ки дар натиҷаи таҳқиқоти элементӣ ва дигар усулҳои физико-химиявии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид, нишон доданд, ки таркиби химиявии онҳо ба формулаҳои пешниҳодшуда комилан мувофиқ аст.

Ҷадвали 16. Тавсифи тағйирёбии максималии хатҳои гурӯҳҳои функционалии хоси лигандҳои омӯхташуда дар спектрҳои нурфурӯбарии инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^I) ва тиосемикарбазид (L)

Ҳудуди басомад, $см^{-1}$	Пайвастаҳои координатсионии таҳқиқшуда										Муво-фиқат
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
400-600	528,50 557,43	505,35 526,57 580,57		393,48 499,56				511,14 632,65 673,16	387,69 460,99 468,7 505,35 540,07 576,72 594,08		(Mo-O) (N-H)
600-800	600,52	624,94 669,3 702,09 746,45		659,66 765,74		754,17 798,53		765,1	630,72 669,3 696,3	624,94 698,23 736,81	(C=S) (Mo=O) (C-OH)
800-1200	948,98 1082,07 1134,14	848,68 945,12 1060,85 1138 1188,15	956,69 974,05 1064,71 1093,64	862,18 950,91 1006,84 1068,56 1105,21 1193,94	877,61 956,69 1074,35	952,84 1074,35 1116,78 1136,07 1159,22	966,34	846,74 891,11 954,76 1058,92 1141,86	826,53 846,75 891,11 916,19 937,4 968,27 995,27 1024,2 1055,06	871,82 950,91 1033,85 1078,21 1147,65	(Mo=S) ν_S (SO) (NH_2) (Mo=O)
1200-1400	1203,58 1375,25	1259,52 1305,81 1363,67	1203,58	1257,59 1278,81 1354,03		1211,3 1298,09	1205,51 1396,40	1201,65 1251,8 1319,31	1074,35 1083,99 1159,22	1211,30 1354,03 1398,39	ν (C=O)

								1388,75	1242,16 1402,25 1527,62 1544,98 1560,41		
1400-1800	1608,53	1460,11 1560,41	1734,01 1749,44	1400,32 1479,40 1546,91 1608,63	1560,41 1649,14 1697,36	2854,65 2927,94	1751,3 1998,25	1419,61 1458,18 1481,33 1558,48 1570,06 1774,51	1637,56 1699,29 1734,01 1749,44 1869,02 1890,24 1944,25	1508,33 1562,34 1614,42	ν (C-N) ν (S-C-N)
1800-2400	2065,76 2330,01 2358,94 2584,61 3385,07 3398,57	1992,47 2098,55 2137,13 2198,85 2252,86 2378,23 2474,67 2555,68 2669,48	1992,47 2324,22 2345,44	1895,43 2360,87	1801,51 1942,32 2056,12 2334,72 2360,87	2040,69 2279,86 2372,44			2270,22 2330,01	2065,76 2331,94	ν_S (COO) ν (C-O) ν (CH_2)
2400-4000			2804,50 3024,38 3134,33	2885,51 2947,23 3150,24 33213,41 3190,56 3518,16 3589,53	2796,78 2850,79 3008,95 3097,68 3111,18 3145,90	2432,24 2538,32 2667,56 2808,36 3026,31 3069,1 3134,33	2808,36 2935,66 2987,74 3016,87 3107,32 3192,13 3203,76	2617,40 2858,51 2935,66 3113,66	2563,40 2808,36 3022,45 3132,40	3170,97 3284,77 3383,14	ν(NH_2)+(OH)

4.2. Таҳқиқи раванди термикии табодулоти пайвастаи координатсионии 1,2,4-триазолтиолии молибден (V)

Аз адабиёт [162,163] маълум аст, ки бисёр пайвастаҳои координатсионии молибден, мис, оҳан, ванадий, платина, палладий ва дигар металлҳо бо лигандҳои гуногуни ғайриорганикӣ ва органикӣ ҳамчун катализаторҳои муҳими баландҳарорат, дар коркарди нафт, равандҳои синтези пайвастаҳои органикӣ, дар истеҳсоли кислотаи сулфат, гидрогенхлорид ва дигар кислотаҳо, аз маъданҳои табиӣ ҷудо намудани элементҳои нодир ва микроэлементҳо, дар саноати кайҳонӣ, ҳамчун нано-иловаҳо ба маводи полимерӣ барои баланд бардоштани муқовимати рӯшноӣ ва зидди шуоъҳои гамма ва ғайра, васеъ истифода мешаванд.

Маълум аст, ки муқаррар намудани омили ҳароратӣ чӣ дар синтез ва чӣ дар табдил ва ташаккули пайвастаҳои нави координатсионӣ роли калон мебозад. Ин тадқиқот, аз як тараф, барои муайян кардани ҳудуди ҳарорате, ки дар он комплексҳои ҳосилшуда дар равандҳои технологӣ истифода шуда метавонанд, аз тарафи дигар, барои пайгирии пайдоиши пайвастаҳои наве, ки дар шароити муътадил синтез карда намешаванд, шароити заруриро ба вуҷуд меоваранд.

Дар корҳои [22,23] равандҳои таҷзияи термикии 1-метил-2-меркаптомидазол ва пайвастаҳои координатсионии молибден (V) тавассути тензиметрия ва термогравиметрия омӯхта шудаанд. Муайян карда шудааст, ки комплексҳои таҳқиқшуда баландҳарорат ва бисёрзинагӣ мебошанд. Муқаррар кардани устувории термикии комплексҳои молибден (V), ки дар ҳолати сахт ҷудо карда шудаанд ва равандҳои физикӣ-химиявӣ, ки ҳангоми термолизи онҳо ба амал меоянд, тавассути усули термогравиметрия дар ҳудудҳои ҳарорати 273-970 К бо дериватографи Паулик-Паулик Эрдей, Q-1500 бо суръати гармкунӣ 5-10^0/дақ ва вазни намуна 0,3-0,5 г, гузаронида мешаванд.

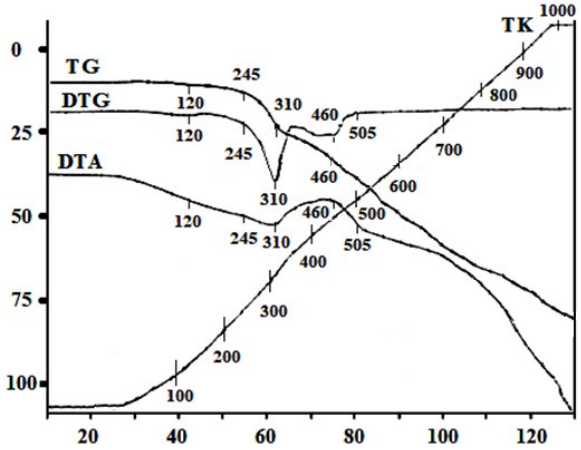
Тадқиқотҳои термогавиметрии пайвастаҳои координатсионии молибден(V) бо 1,2,4-триазолтиол дар ҳарорати 293-1273 К, гузаронида шуданд. Тафсири ин дериватограммаҳо мувофиқи [128,163] амалӣ шудааст. Ба сифати мисол, дар расми 24 дериватограммаи пайвастаи

таркиби $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ нишон дода шудааст. Дериватограммае, ки барои ин пайваста гирифта шудааст, ба дериватограммаи комплексҳои $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Br_2]\cdot 2H_2O$, монанд аст. Чи тавре ки аз дериватограмма дида мешавад (расми 24) таҷзияи термикии комплекси $[MoOL^{I}_2(CH_3COOH)Cl_2]\cdot 2H_2O$ раванди бисёрмарҳила ва мураккаб мебошад.

Дар марҳилаи аввал фурубарии гармӣ аз ҳарорати 318 К хати каҷи DTA оғоз гардида дар 473 К анҷом меёбад. Қуллаи максималии эффекти эндотермӣ ба ҳарорати 361,89 К рост меояд. Ин эффекти эндотермӣнишон медиҳад, ки ду молекулаи оби кристаллизатсионӣ, мувофиқи реаксия зерин аз таркиби молекулаи пайвастаи координатсионӣ, ҷудо мешавад.

$$[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O \rightarrow [MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]+2H_2O$$

Барои тасдиқи талафоти вазн, ки аз хати каҷи TG-и дериватограмма муайян карда мешавад, пайвастаи таҳқиқшавандаро то ҳарорати 473 К гарм намуда, пас аз хунук намудан доимӣ шудани вазн, мекашанд. Нишон дода шуд, ки талафоти умумӣ 7,2% -ро ташкил мекунад, ки ин, воқеан, ба хориҷ шудани ду молекулаи об мувофиқат мекунад. Дар асоси маълумотҳои таҳқиқоти термогравиметрӣ метавон гуфт, ки дар марҳилаи якуми термолизи пайвастаҳои таҳқиқшуда раванди хушкшавии термикӣ ва ҷудошавии молекулаҳои оби кристаллизатсионӣ ба амал меояд.



Расми 24 - Дериватограммаи пайвастаи координатсионии

$[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$

Марҳилаи дуюми таҷзияи термикии пайвастаи координатсионӣ $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ дар ҳароратҳои 473-643 К ба амал меояд. Дар ин марҳила дар хати каҷи ДТА қуллаи максималии эффекти эндотермӣ дар ҳарорати 574,69 К ба назар мерасад. Равандҳои мураккаби физикӣ-химиявӣ бо талафоти 20,65 мг вазн ва як қатор эндо- ва экзо эффектҳои термикӣ бо ҷудошавии гази кабонат ва молекулаи H_2O, ки ҳангоми вайроншавии иони атсетат ба амал меояд, мувофиқи реаксияи зерин мегузарад:

$$[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]+7/2O_2\rightarrow[MoOL^{I}_2CI_2]+ 2CO_2+3/2H_2O$$

Марҳилаи сеюми таҷзияи термикии пайвастаи координатсионии таҳқиқшавандаи $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ дар ҳароратҳои 646-710 К амали мешавад. Хати каҷи DTA дар ҳароратҳои 659, 683, 694 ва 710 К як қатор эффектҳои эндо ва экзотермиро нишон медиҳад. Ҳар яке аз ин эффектҳои гармӣ ба тағйироти муайяни таркиби химиявии пайвастаи координатсионӣ мувофиқат мекунад.

Муқаррар карда шуд, ки дар марҳилаи охирини таҷзияи термикии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ камшавии масса ба 40% мерасад. Таъсири экзотермӣ дар ҳудудҳои ҳарорат аз 498 то 773 К аз ҳамдигар бо хосияти қуллаҳои муайян фарқ мекунанд. Эҳтимол, ин экзо-эффектҳо ва гудохташавии комплекс ё вайроншавии лигандҳои органикӣ бо гузаштан ба фазаи гази ва ҳосилшавии моддаи сахти оксиди молибден (VI), оварда расонад:

$$[MoOL^{I}_2CI_2]+O_2\rightarrow MoO_3 +SO_2+NO_2+H_2O+CI_2$$

Қиматҳои муайянкардашудаи талафоти масса, ки ба ду молекулаи координатсияшудаи 1,2,4-триазолтиол мувофиқанд, бо маълумоти дар адабиёт овардашуда мувофиқат менамояд.

Ҳангоми муайян кардани параметрҳои кинетикии раванди таҷзияи термикии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ маълумотҳои каҷхатаҳои TG ва DTG истифода шуданд. Дар ҳудудҳои ҳарорати 783-1198 К хатти каҷи TG (бо назардошти маълумоти хати каҷи ДТG) ба чор қисм тақсим карда шуда, барои ҳар кадоми онҳо тағйирёбии массаи умумии ($\Delta m_{умумӣ}$) комплекс ҳисоб карда шуд. (Ҷадвали 17).

Ҷадвали 17 - Маълумоти таҳқиқоти термогравиметрии пайвастаи координатсионии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$

Ҳудуди термолиз ва бузургии Δm	$T_{авв.}$	T_{max}	$T_{ох..}$	m_0	m_i	Δm_i	α_i	T_i	$1/T_i$	θ
I $\Delta m_{ум..}$= 12,73 мг	432	471	512	100	97,26 95,44 91,83	2,73 4,55 8,18	0,21 0,36 0,64	448 471 576	0,002222 0,002123 0,001736	-22 0 +106
II $\Delta m_{ум.}$ = 27,27 мг	514	557	661	86,97	82,72 80,02 76,34 71,83 65,44	4,53 7,26 10,05 15,44 21,85	0,16 0,26 0,41 0,58 0,81	516 536 561 588 615,1	0,001935 0,001866 0,001774 0,001697 0,001628	-43 -23 +4 +31 +55
III $\Delta m_{ум.}$= 7,27 мг	663	733	783	60,0	58,18 57,27 54,25	1,82 2,73 5,75	0,25 0,37 0,79	676 709 739	0,001479 0,001410 0,001353	-57 -24 +6
IV $\Delta m_{ум}$ = 22,73 мг	783	899	1012	52,73	49,09 43,64 39,09 35,46	3,64 9,09 13,64 17,27	0,16 0,40 0,60 0,76	816 847 884 932	0,001225 0,001181 0,001131 0,001073	-83 -52 -15 +33

Барои таҷзияи термикии пайвастаи координатсионии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$, қиматҳои параметрҳои кинетикӣ бо истифода аз муодилаи Коутс-Редферн (K.R.) [164] ҳисоб карда шуданд:

$$\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{(1-n)T^2}\right]=\frac{-E}{RT}+\ln\left[\frac{AR}{\Phi E}\right] \text{ ҳангоми } n \neq 1, \quad (12)$$

$$\ln\left[\frac{-\ln(1-\alpha)}{T^2}\right]=\frac{-E}{RT}+\ln\left[\frac{AR}{\Phi E}\right] \text{ ҳангоми } n = 1, \quad (13)$$

Дар ин ҷо: n - дараҷаҳои формулаҳои математикӣ, ки баробаранд:0; 0,33; 0,50; 0,66; 1,0; 2,0;

α - дараҷаи табдилёбии комплекс дар ҳарорати таҷрибаҳо (К)

R - доимии универсалӣ (кҶ/мол);

E -Энергияи фаъол(кҶ/мол);

Ф - суръати гармкунии мавод (бо сония).

Қиматҳои ҳисобшудаи α^1 ба қисмҳои чапи ифодаҳо (12) ё (13)гузошта графики вобастагии $\ln\left[\frac{-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]$ аз баръакси ҳарорат 1/T сохта шуд.

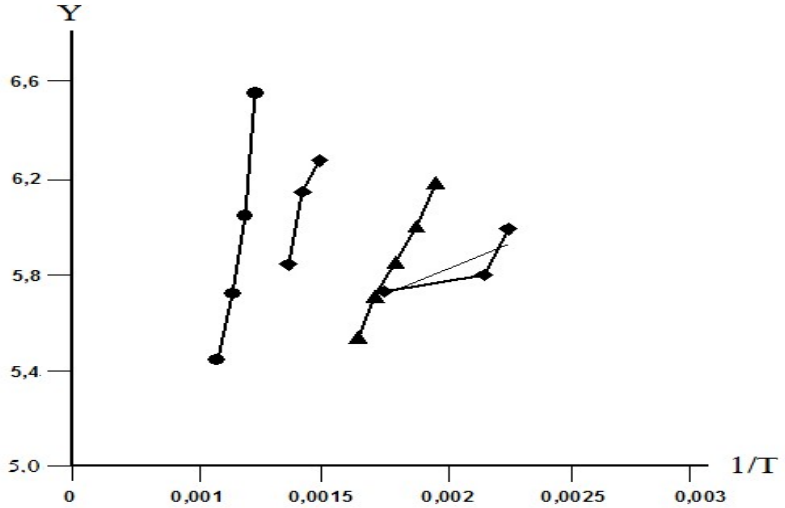
Дар расми 25 графики вобастагӣ $\ln\left[\frac{-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]$ аз 1/T барои раванди тачзияи термикии моддаи таҳқиқшаванда $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ оварда шудааст.

Бо роҳи муайян намудани кунҷи тамоили (φ) хатҳои рост энергияҳои фаъолият мувофиқи муодилаи (4.4) ҳисоб карда шуданд. Қиматҳои собитҳои Аррениус (A, s^{-1}) аз хати росте, ки меҳвари ординатаро бурида мегузарад, муайян карда шуданд. Энергияи фаъолнокӣ ва собитҳои Аррениус (A) инчунин бо истифода аз муодилаҳои Хоровитс-Метсгер (Х.М.) муайян карда шуданд [128, 129]:

$$\ln\left[\frac{1-(1-б)^{1-n}}{1-n}\right]=\ln\frac{ART_5^2}{ЦЕ}-\frac{E}{RT_5}+\frac{Eи}{RT_5^2}\text{ - для } n\neq 1, \quad (14)$$

$$\ln\left[-\ln(1-\alpha)\right]=\frac{E\theta}{RT_5^2}\text{ - для } n=1, \quad (15)$$

Дар ин ҷо $\theta=T-T_s$; T_s -ҳарорат дар қуллаи ДТG

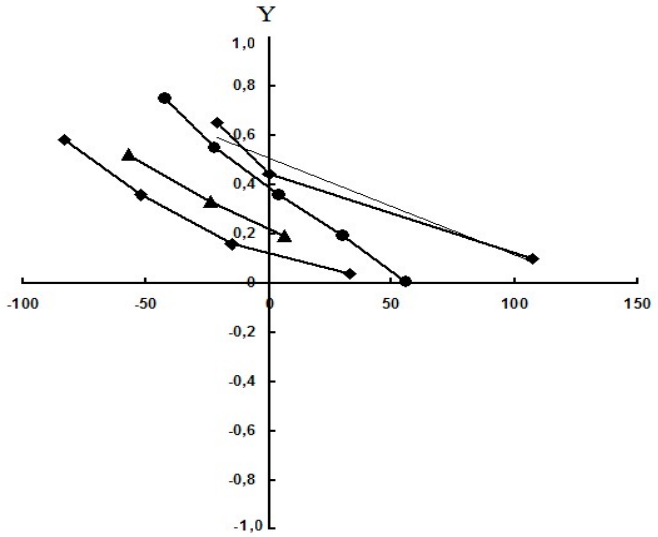


Расми 25-Вобастагии $\ln\left[\frac{-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]$ аз 1/T раванди термикӣ барои пайвастаи координатсионии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$

Дар асоси муодилаҳои (4.4)-(4.7) графики вобастагии $\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]=$ Y аз 1/T сохта шуд (расми 4.25). Бо истифода аз муодилаи Еф=RTφ ва кунҷи тамоили хатҳои рости (φ) бузургии энергияи

фаъолноки Еφ ҳисоб карда шуданд. Аз буриши меҳвари ордината собити Аррениус (расми 4.25) ва коэффисиенти координатсияи r^2 бо усули квадратҳои хурдтарин аз муодилаҳои (4.4)-(4.7) ҳисоб карда шуд.

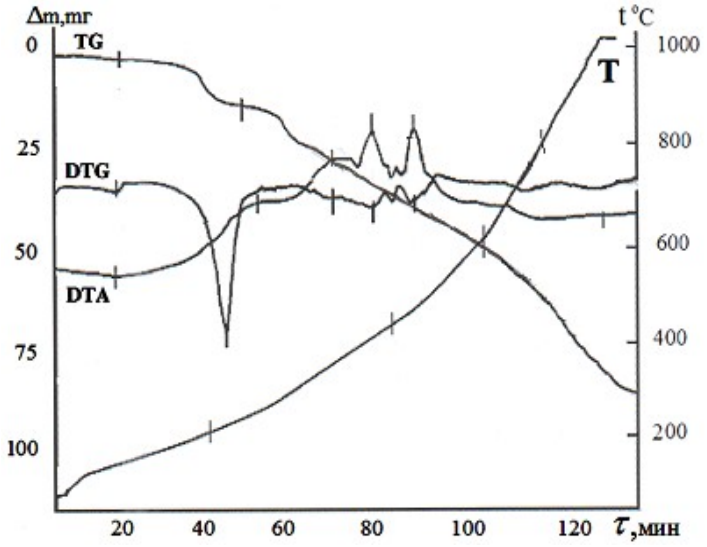
Барои пайвастаҳои зикршуда, энергияи фаъолият E_φ дар асоси расмҳои 25 ва 26 ҳисоб карда шуда, қиматҳои собити Аррениус (A, s^{-1}) ва характеристикаҳои термодинамикии раванди комплексҳосилшавӣ вобаста ба тағйирёбии ҳарорат ҳисоб карда шуд, ки дар ҷадвали 18 оварда шудаанд.



Расми 26- Вобастагии $\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right] = f(\theta)$ раванди таҷзияи термикии пайвастаи координатсионии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$

Ҷадвали 18 - Бузургиҳои термодинамикии раванди термолизи пайвастаи координатсионии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$-$L^{I}$-1,2,4-триазолтиол

Ҳудуди термолиз	Ҳисоб аз рӯи муодила	E, кҶ/мол	ΔH, кҶ/мол	ΔG, кҶ/мол	- ΔS, кҶ/мол	A, c^{-1}
I	К.Р. Х.М.	9,25 7,43	5,315 3,584	5,3463 3,6176	0,06022 0,06312	$5,31\cdot10^3$ $2,33\cdot10^3$
II	К.Р. Х.М.	16,67 19,34	11,9907 14,7511	12,0242 14,7836	0,06250 0,06136	$3,32\cdot10^3$ $4,56\cdot10^3$
III	К.Р. Х.М.	27,16 27,95	21,6682 22,4083	21,7087 22,4502	0,06436 0,06587	$2,37\cdot10^3$ $1,54\cdot10^3$
IV	К.Р. Х.М.	58,42 46,84	51,9521 40,3521	52,0033 40,3978	0,06771 0,06060	$1,2\cdot10^4$ $7,89\cdot10^3$



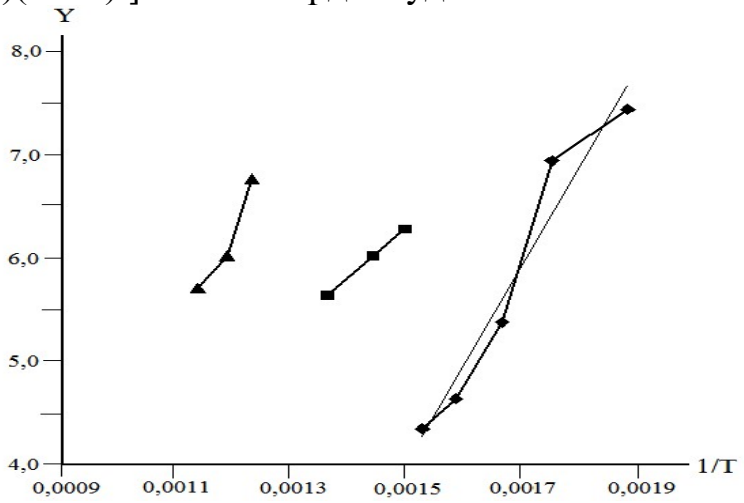
Расми 27 - Дериватограммаи пайвастаи координатсионии $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$

Маълумотҳое, ки аз тавсифи равандҳои физикӣ химиявии таҷзияи термикии пайвастаи координатсионӣ тиосианидии 1,2,4-триазолтиол $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ ба даст меоянд, дар ҷадвали 19. оварда шудаанд.

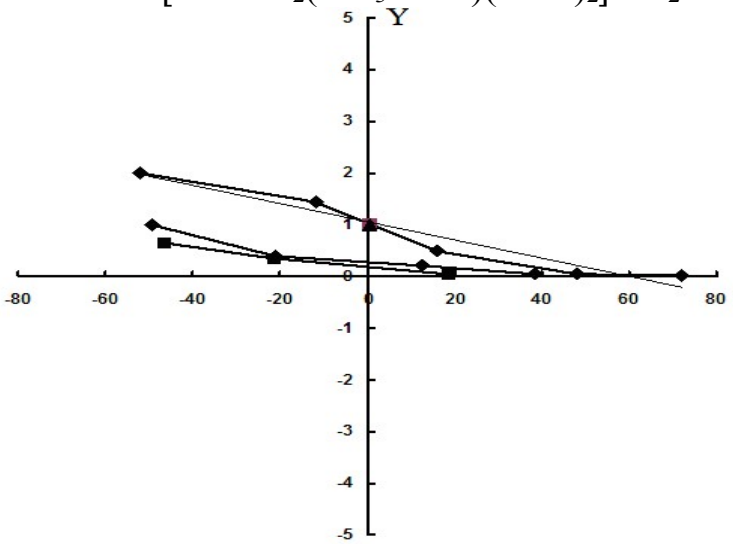
Ҷадвали 19-Натиҷаҳои раванди таҷзияи термикии пайвастаи координатсионӣ $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$

Ҳудуди термолиз ва бузургии Δm	$T_{аввала}$	T_{max}	$T_{охира}$	m_0	m_i	Δm_i	α_i	T_i	$1/T_i$	θ
I $\Delta m_{ум.}$ = 12,73 мг	487	584	672	50	49,82 49,41 40,33 35,45 34,66	0,13 0,54 9,67 14,53 15,35	0,0098 0,037 0,63 0,91 0,92	534 572 603 634 656	0,001873 0,001742 0,00165 0,001574 0,001525	-51 -13 +15 +47 +74
II $\Delta m_{ум.}$ = 27,27 мг	671	716,21	801,01	32,81	33,062 32,27 30,63	0,81 1,60 3,26	0,23 0,37 0,81	670,4 695,7 735,6	0,001493 0,001435 0,001356	-46,5 -21,2 +18,3
III $\Delta m_{ум.}$ = 7,27 мг	801,01	863,2	936	26,12	25,002 22,58 20,96 18,53	0,82 3,21 4,83 7,22	0,12 0,397 0,61 0,897	815,7 843,3 881 904	0,001227 0,001188 0,001132 0,001102	-49,4 -23 +17,1 +38,3

Дар расми 28 вобастагии $\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]-f(1/T)$ ва аз расми 29 вобастагии $\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]=f(\theta)$ ба раванди таҷзияи термикии пайвастаи $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ оварда шудааст.



Расми 28 - Вобастагии $\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]=f(1/T)$ аз раванди термолизи пайвастаи координатсиони $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$



Расми 29 - Вобастагии $\ln\left[\frac{1-(1-\alpha)^{1-n}}{1-n}\right]=f(\theta)$ дар таҷзияи термикии пайвастаи координатсионӣ $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$

Дар асоси маълумоти таҳқиқоти термогравиметрии комплекси тиосианидии оксоатсетато 1,2,4-триазолтиол ($[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$), қиматҳои тавсифии термодинамикӣ барои раванди таҷзияи термикии он муайян карда шуданд, ва натиҷаҳои ҳисоб карда шуда дар чадвали 20 оварда шудаанд.

Ҷадвали 20 - Бузургиҳои термодинамикии равандҳои таҷзияи термикии пайвастаи координатсионӣ $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$

Ҳудуди термолиз	Ҳисоб аз рӯи муодилаи	E, кҶ/мол	ΔH, кҶ/мол	ΔG, кҶ/мол	- ΔS, кҶ/мол	A, c^{-1}
I	К.Р. Х.М.	46,45 51,17	43,6142 46,2743	43,6566 46,3132	0,07126 0,06682	$3,32\cdot 10^2$ $1,12\cdot 10^3$
II	К.Р. Х.М.	42,34 38,13	34,3567 32,1865	36,8173 34,2351	0,06437 0,6864	$2,59\cdot 10^3$ $7,87\cdot 10^2$
III	К.Р. Х.М.	107,32 62,76	35,1144 54,6045	36,1564 55,6502	0,04792 0,05245	$3,11\cdot 10^5$ $7,79\cdot 10^4$
IV	К.Р. Х.М.	57,51 45,78	50,9532 41,3528	51,0033 41,3978	0,05733 0,05026	$1,1\cdot 10^4$ $7,91\cdot 10^3$

Ҳамин тариқ, дар натиҷаи таҳқиқоти термогравиметрии гузаронидашуда маълум гардид, ки таҷзияи термикии ҳамаи пайвастаҳои координатсионии синтезшуда, аз ҷумла $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ ва $[MoOL^{I}_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ раванди муракаб ва бисёрзинагӣ аст. Нишон дода шудааст, ки дар ҳудудҳои ҳароратҳои 373-1253 К, ҳангоми гарм кардани пайвастаҳои координатсионии таҳқиқшаванда равандҳои физикӣ химиявӣ ба амал меоянд, ки бо тағйир ёфтани массаи онҳо ба назар мерасад. Дар марҳилаҳои алоҳида равандҳои хушкшавии термикӣ, вайроншавии лигандҳои органикии координатсияшуда ва ҳосилшавии микдори зиёди моддаҳои газӣ мушоҳида мешавад. Дар асоси маълумотҳои таҳлили элементии маҳсулоти боқимондаи таҷзияи термикии пайвастаҳои координатсионии таҳқиқшуда муқаррар карда шуд, ки маҳсули ниҳоии он сеоксиди молибден - MoO_3 мебошад.

4.3. Усули кондуктометрии таҳқиқи ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^{I}) ва тиосемикарбазид (L)

Усули ҷараёнгузаронии молярӣ **(μ)** яке аз усулҳои муҳими физикӣ-химиявии таҳлили пайвастаҳои координатсионӣ мебошад. Ин усул имконият медиҳад, ки дар асоси қимати **(μ)** миқдори ионҳои дар натиҷаи диссотсиатсия электролитии пайвастаҳои химиявӣ дар маҳлул ҳосил мешаванд, навъи электролит ва мавҷуд будани сфераи дохилӣ ва берунии пайвастаҳои координатсионӣ пешгӯӣ ва муайян карда шавад.

Талаботи асосии усули кондуктометрӣ он аст, ки пайвастаи таҳлилшаванда бо ҳалкунандаи интихобшуда набояд таъсири мутақобил (химиявӣ) дошта бошад. Ин талабот чунин маъно дорад, ки қобилияти комплексҳосилкунии ҳалкунанда бо атоми (иони) марказӣ нисбат ба лигандҳои координатсияшуда бояд камтар бошад.

Усули кондуктометрии омӯзиши ҷараёнгузаронии моляриро танҳо пас аз таҳлили таркиби химиявӣ ва пешниҳод намудани формулаи химиявии пайвастаҳои координатсионӣ, ё дигар пайвастаҳо, истифода менамоянд. Барои омӯхтани ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои пайвастаҳои координатсионӣ аз ячейкаи шишагии сарпӯшдор ва асбоб барои табдил додани ҷараёни тағйирёбанда ба ҷараёни доимӣ Р-5021, ки дар басомади $1 \cdot 10^4$ Гс коркунанда ва электроди платинагӣ,истифода намудем. Ғайр аз ин барои иҷрои таҳлили зикршуда асбоби HANNA «HI- 8733 Conductivitymetter»-и дар ҳароратҳои 273-338 К коркунанда истифода шудааст. Тибқи истифодаи ин усул ҷараёнгузаронии молярии (**μ**) маҳлули моддаҳои гуногун дар ҳалкунандаҳои обӣ ё ғайриобӣ дар ҳарорати доимӣ омӯхта шуд.

Ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионӣ дар аксар ҳолатҳо дар маҳлулҳои обӣ омӯхта мешавад. Вале баъдан чун ҳалкунанда истифода намудани об баъзе мушкилиҳо дорад. Молекулаҳои об тавассути ҷуфти электронҳои тақсимнашудаи атоми оксиген қобилияти баланди комплексҳосилкунӣ (ҳосилшавии аквакомплексҳо) зоҳир менамоянд. Аз ин хотир, молекулаҳои об дар раванди ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионӣ метавонанд дар сфераи дохилӣ лигандҳоро иваз кунем. Ғайр аз ин ҳангоми ҳал кардани дар об, онҳо метавонанд гидролиз шаванд. Дар ингуна ҳолат баҳодиҳии дуруст ба сохт ва хосиятҳои пайвастаҳои таҳлилшаванда, душвор мегардад.

Барои омӯхтани ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионӣ, бояд ҳалкунандае интихоб карда шавад, ки он қобилияти баланди диэлектрикии доимӣ ва часпакии хурд бошад.

Маълум аст, ки ҷараёнгузаронии молярӣ аз маҷмуи ҳаракати алоҳидаи ионҳои гуногун иборат мебошад. Ионҳои дорои заряди якхела тақрибан ҳаракати якхела доранд. Катион ва анионҳое, ки радиуси якхела ва зарядҳои муқобили якхела доранд, ҳаракати онҳо аз якдигар хеле кам фарқ мекунанд. Таҳқиқотҳои мо нишон доданд, ки аксарияти пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо лигадҳои гетеросиклӣ дар диметилформамид нағз ҳал мешаванд.

Бо назардошти ин гуфтаҳо имконият пайдо шуд, ки тавассути истифодаи усули кондуктометрӣ қимати ҷараёнгузаронии молярӣ (μ) ва навъи онҳо муайян карда шавад. Мувофиқи таҳқиқоти [17,165] барои маҳлули диметилформамидии электролитҳои навъи 1:1 қимати ҷараёнгузаронии молярӣ аз 65 то 90 $Ом^{-1}·см^{2}·мол^{-1}$, электролитҳои навъи 1:2 (2:1) қимати **μ**~130-170 $Ом^{-1}·см^{2}·мол^{-1}$, ва барои электролитҳои навъи 1:3 (3:1) ва 1:4 (4:1) мувофиқан 200-240 ва 300 $Ом^{-1}·см^{2}мол^{-1}$ мебошанд.

Ин маълумотро ба эътибор гирифта зимни омӯхтани ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо тиосемикарбазид ва 1,2,4-триазолтиол ба сифати ҳалкунанда диметилформамидро истифода намуда, навъи электролит ва мавҷудияти сфераи дохилӣ ва берунии пайвастаҳои синтезшударо муайян намудем. Натиҷаи таҳқиқоти иҷрокардаи муаллифони дар боло зикршударо мо барои муқоиса истифода намудем.

Бо усули кондуктометрӣ ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои $[MoOL^{1}_{2}Cl_{3}]·2H_{2}O$, $[MoOL^{1}_{2}Br_{3}]·2H_{2}O$, $[MoOL^{1}_{2}(SCN)_{2}Cl]·2H_{2}O$, $[MoOL^{1}_{2}(SCN)_{2}Br]·2H_{2}O$, $[MoOL^{1}_{2}(CH_{3}COO)(SCN)_{2}]·2H_{2}O$, $[MoOL^{1}_{2}(HCOO)CI_{2}]·2H_{2}O$, $[MoOL^{1}_{2}(HCOO)(SCN)_{2}]·2H_{2}O$, $(N_{2}H_{5})_{2}[Mo_{2}O_{4}(OH)_{4}L_{2}]$, $(N_{2}H_{5})_{2}[Mo_{2}O_{4}(OH)_{2}L_{2}(SCN)_{2}]$ омӯхта шудаанд.

Дар ин формулаҳо: L- тиосемикарбазид, L^{1}- 1,2,4-триазолтиол мебошад. Пайвастаҳои $[MoOL^{1}(CH_{3}COO)_{2}Cl]·H_{2}O$, $[MoOL^{1}(SCN)_{3}]·2H_{2}O$,[бошад, дар маҳлули кислотаи атсетат ва омехтаи он бо $NH_{4}SCN$ ҳосил карда шудаанд.

Ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои зикршуда вобаста аз консентратсия ва ҳарорат омӯхта шудааст. Қимати ҷараёнгузаронии моляри (μ)-ро бо формулаи. дар адабиёт [165,166] овардашуда ҳисоб карда шудааст.

$$\mu = \frac{K(æ - æ_p)\cdot 100}{C}, \qquad (16)$$

Дар ин формула:

К - собити зарф;

æ - ҷараёнгузаронии хоси маҳлули пайвастаи координатсионӣ;

$æ_p$ - ҷараёнгузаронии хоси ҳалкунанда;

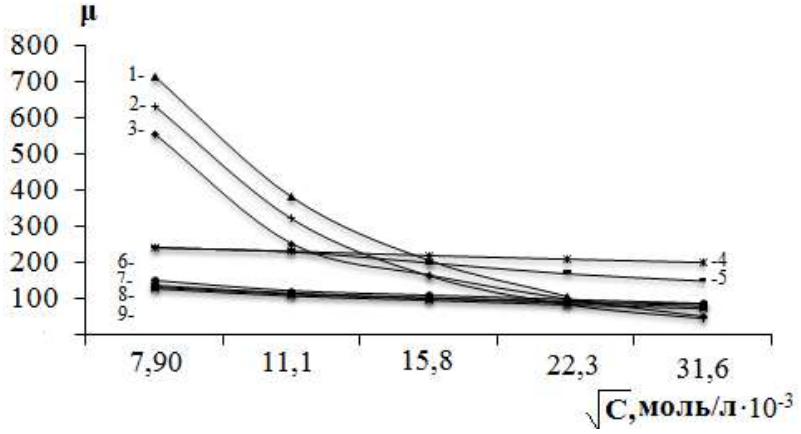
С - концентрацияи пайвастаи координационнӣ.

Мувофиқи маълумоти дар [167,168] овардашуда ҷараёнгузаронии молярии маҳлул ё гудохтаи пайвастаҳои химиявиро андоза карда, дараҷаи диссотсиатсияи онҳоро ҳисоб карда метавонем. Дар асоси қимати дараҷаи диссотсиатсия пайвастаҳои таҳлилшударо ба электролитҳои қавӣ ё заиф ҷудо менамоянд. Таҳқиқотҳои ичро намудаи мо собит намуданд, ки пайвастаҳои координатсионии синтез кардашудаи молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид дар маҳлули диметилформамид ва диметилсулфоксид нағз ҳал мешаванд. Дар кори [165] ҳудуди қиматҳои ҷараёнгузаронии молярӣ барои электролитҳои навъи гуногун дар баъзе ҳалкунандаҳои органикӣ нишон дода шудааст. Бинобар ин барои андоза намудани қимати ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионии нави молибден (V) ба сифати ҳалкунанда мо диметилформамидро истифода намудем. Азбаски, дар байни пайвастаҳои координатсионии ҳосил кардаи мо электролитҳои заиф ва ғайриэлектролитҳо мавҷуд мебошанд, бинобар ин омӯзиши ҷараёнгузаронии молярӣ вобаста аз консентратсия ба мақсад мувофиқ мебошад. Муайян карда шуд, ки барои электролитҳои қавӣ қимати lgμ аз √C вобастагии хаттӣ дорад, вале барои электролитҳои заиф ин вобастагӣ хаттӣ намебошад. Дар ҷадвали 21 қимати ҷараёнгузаронии молярии (**μ**) маҳлулҳои пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид вобаста аз консентратсия ва ҳарорати 298 К оварда шудааст.

Ҷадвали 21. Қимати ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои координатсионии оксогалогено-тиосемикарбазидии (L) ва оксогалогено-1,2,4-триазолтиолӣ (L^1) молибден (V) вобаста аз консентратсия, ($C=1\cdot10^{-3}$ мол/л, $\upsilon=1\cdot10^4$ Гц, T=298 К)

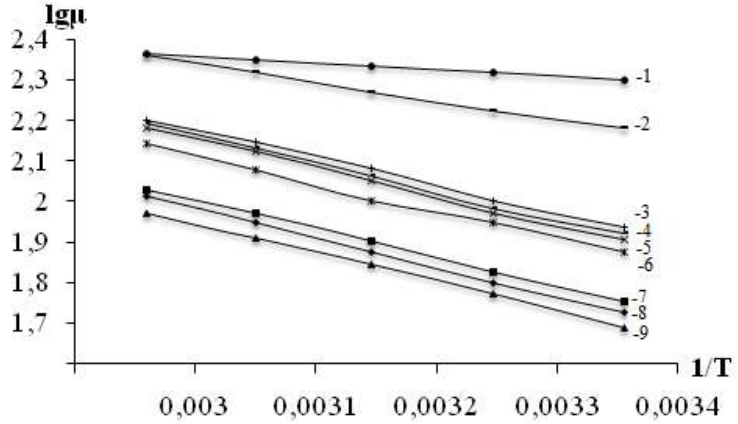
Пайвастаҳо	Халку-нанда	μ, $Ом^{-1}\cdot см^2\cdot мол^{-1}$				
		Консентратсия, мол/л				
		$1,0\cdot10^{-3}$	$5,0\cdot10^{-4}$	$2,5\cdot10^{-4}$	$1,25\cdot10^{-5}$	$6,25\cdot10^{-5}$
$[MoOL^1_2Cl_3]\cdot2H_2O$	ДМФА	65,5	84,1	99,5	108,8	119,2
$[MoOL^1_2Br_3]\cdot2H_2O$	ДМФА	73,8	89,3	100,9	110,7	123,7
$[MoOL^1_2(SCN)_2Cl]\cdot2H_2O$	ДМФА	34,3	41,8	57,5	68,7	77,6
$[MoOL^1_2(SCN)_2Br]\cdot2H_2O$	ДМФА	41,9	57,8	64,0	71,4	80,2
$[MoOL^1_2(CH_3COO)Cl_2]\cdot2H_2O$	ДМФА	35,4	39,9	42,4	60,6	75,7
$[MoOL^1_2(SCN)_3]\cdot2H_2O$	ДМФА	55,2	71,5	94,5	102,7	112,7
$[MoOL_2(HCOO)Cl_2]\cdot2H_2O$	ДМФА	61,7	82,5	96,4	106,8	116,4
$[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot2H_2O$	ДМФА	31,6	38,8	46,8	57,7	64,6
$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$	ДМФА	22,5	28,9	36,1	48,3	54,4
$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$	ДМФА	25,2	32,7	41,8	54,1	61,7

Аз ҷадвали 21 дида мешавад, ки ҳангоми паст кардани консентратсия “серобкуни“-и маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои зикршуда қимати ҷараёнгузаронии молярӣ (**μ**) вобаста аз навъи электролит зиёд мешавад. Нишон дода шуд, ки вобастагии муайяншуда бо натиҷаҳои дар адабиёти [165] овардашуда мувофиқат мекунад. Дар расми 30 вобастагии lgμ аз √C барои пайвастаҳои координатсионии оксогалогено-1,2,4-триазолтиолӣ (L^1) ва оксогалогено-тиосемикарбазидии (L) молибден (V) тасвир карда шудааст.



Расми 30. Қимати вобастагии lg μ аз √C барои пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид:

1-$[MoOL_2Cl_3]\cdot 2H_2O$;
2-$[MoOL_2Br_3]\cdot 2H_2O$;
3-$[MoOL^1{}_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$;
4-$[MoOL^1{}_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$;
5-$[MoOL^1{}_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$;
6.-$[MoOL^1{}_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$;
7-$[MoOL_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$;
8-$[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$;
9-$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$;
10-$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$.



Расми 31. Вобастагии lg μ аз 1/T барои пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^1)ва тиосемикарбазид(L):

1-$[MoOL_2Cl_3]\cdot 2H_2O$;
2-$[MoOL_2Br_3]\cdot 2H_2O$;
3-$[MoOL^1{}_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$;
4-$[MoOL^1{}_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$;
5-$[MoOL^1{}_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$;
6.-$[MoOL^1{}_2(SCN)_3]\cdot 2H_2O$;
7-$[MoOL_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$;
8-$[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$;
9-$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$;
10-$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$.

Чи тавре ки дар боло қайд карда шуд, барои пайвастаҳои ғайриэлектролитӣ вобастагии lgμ аз √C зимни хурд кардани консентратсия хаттӣ мебошад. Аз ин бузургиҳо истифода намуда, мо барои пайвастаҳои координатсионии навъи электролитҳои заиф дараҷаи диссотсиатсияро ҳисоб кардем (ҷадвали 22). Вале барои пайвастаҳои координатсионии ғайриэлектролитӣ, аввал бо усули Фуосс ва Брэй [169] собити диссотсиатсия ва баъд дараҷаи диссотсиатсия ҳисоб карда шуд.

Ҷадвали 22. Қиматҳои tgα, λ∞ ва $K_д$ -и пайвастаҳои координационии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол

№т/р	Пайвастаҳо	tgα	λ∞	$K_{дисс.}$
1	$[MoOL^1{}_2Cl_3]\cdot 2H_2O$	0,286	83,3	$1,72\cdot 10^{-3}$
2	$[MoOL^1{}_2Br_3]\cdot 2H_2O$	0,218	71,4	$1,52\cdot 10^{-3}$
3	$[MoOL^1{}_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$	0,342	131,6	$1,29\cdot 10^{-3}$

4	$[MoOL^1_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$	0,541	312,5	$8,65\cdot 10^{-4}$
5	$[MoOL^1_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$	0,248	476	$2,61\cdot 10^{-4}$
6	$[MoOL_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$	0,376	769	$2,44\cdot 10^{-4}$
7	$[MoOL(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$	0,505	141	$1,79\cdot 10^{-3}$
8	$[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$	0,421	625	$3,36\cdot 10^{-4}$
9	$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$	0,641	526	$6,09\cdot 10^{-4}$
10	$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2\ (SCN)_2]$	0,322	556	$2,89\cdot 10^{-4}$

Дар ҷадвали 23 қимати ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолии молибден (V), оварда шудаанд, ки дар ҳароратҳои 25-65^{0}C андоза шудаанд.

Ҷадвали 23-Қимати ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидии пайвастаҳои координатсионии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол дар ҳароратҳои 25-65 ^{0}C, $C_{комп.}=1\cdot 10^{-3}$

Пайвастаҳо	Халку-нанда	Ҳарорат				
		25^{0}C	35^{0}C	45^{0}C	55^{0}C	65^{0}C
$[MoOL^1_2Cl_3]\cdot 2H_2O$	ДМФА	65,5	79,7	91,6	101,5	109,7
$[MoOL^1_2Br_3]\cdot 2H_2O$	ДМФА	73,8	79,2	85,5	98,5	111,4
$[MoOL^1_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$	ДМФА	34,3	43,2	54,5	65,5	70,6
$[MoOL^1_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$	ДМФА	41,8	52,6	61,6	67,9	71,1
$[MoOL^1_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$	ДМФА	35,4	41,3	48,4	52,4	58,4
$[MoOL^1_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$	ДМФА	55,2	67,0	78,0	91,2	101,0
$[MoOL(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$	ДМФА	61,7	75,4	81,5	99,4	106,3
$[MoOL_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$	ДМФА	31,6	40,6	47,4	54,4	57,5
$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$	ДМФА	22,5	31,5	38,7	40,3	47,3
$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$	ДМФА	25,2	29,9	34,5	47,0	54,0

Аз ҷадвали 23 дида мешавад, ки қимати ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионӣ ҳангоми баланд шудани ҳарорат дар ҳудуди васеъ тағйир меёбанд. Инчунин маълум шуд, ки қимати **μ**-и маҳлулҳои онҳо аз навъи электролит ва ҳарорат вобастагӣ дорад. Барои пайвастаҳои координатсионии $[MoOL^1_2Cl_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2Br_3]\cdot 2H_2O$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$ ҷараёнгузаронии молярии маҳлулҳои диметилформамидии вобаста аз ҳарорат дар ҳудудҳои 47-111 Ом$^{-1}$см^{2}мол$^{-1}$ тағйир ёфта, дар ҳарорати 25^{0}C қимати **μ** ба ҷараёнгузаронии пайвастаҳои ғайриэлектролит, наздик мешавад. Аммо дар ҳарорати 45^{0}C

қимати ҷараёнгузаронии молярии ин пайвастаҳо афзуда, аввал ба қимати **μ**-и электролитҳои навъи 1:1 ва баъдан, дар ҳароратҳои баланд зиёд шуда, ба қимати ҷараёнгузаронии молярии электролитҳои 1:2 наздик мешавад. Натиҷаи таҳқиқоти иҷрошуда аз он шаҳодат медиҳад, киҷараёнгузаронии пайвастаҳои координатсионии $[MoOL^{I}_{2}Cl_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^{I}_{2}Br_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^{I}_{2}(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^{I}(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$ дар ҳарорати 25 ^{0}C ба ғайриэлектролитҳо наздик бошанд, дар ҳарорати баланд диссотсиатсияи электролитии онҳо зиёд шуда, эҳтимол раванди ивазшавии атсидолигандҳои сфераи дохилӣ ба молекулаҳои ҳалкунанда амалӣ мешавад ва пайвастаҳои нави координатсионии навъи электролити 1:1 ҳосил мешаванд. Барои маҳлулҳои ДМФА-и $[MoOL^{I}_{2}(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ дар ҳароратҳои 25-65^{0}C ҷараёнгузаронӣ аз 35,4 то 58,4 Ом$^{-1}$·см^2·мол$^{-1}$ тағйир меёбад, Ба пайвастаҳои комплексии дар боло зикршуда баландшавии ҳарорат ба ҷараёнгузаронии пайвастаҳо он қадар таъсири назаррас надорад.

Чи тавре ки таҳқиқотҳо нишон медиҳанд, тағйирёбии қимати ҷараёнгузаронии молярии комплексҳои омӯхташударо бо ивазшавии ионҳои хлорид ва тиосианат бо молекулаҳои қутбии диметилформамид алоқаманд кардан мумкин аст. Пайвастаи $[MoOL^{I}_{2}(CH_3COO)Cl_2]\cdot 2H_2O$ аз дигар пайвастаҳои таҳлилшуда бо он фарқ мекунад, ки дар таркибаш дуто ионҳои хлор дорад. Ҷараёнгузаронии ин пайваста дар ҳудуди ҳароратҳои 25-65^{0}C аз 55,2- 61,7 ва аз 101-106,3 Ом$^{-1}$·см^2·мол$^{-1}$ тағйир ёфта, ба электролитҳои навъи 1:2 хеле наздик аст. Натиҷаи таҳқикот нишон дод, ки ин пайвастаи координатсионӣ дар ҳудуди ҳароратҳои омӯхташуда ба намуди электролити навъи 1:1 боқӣ мемонад. Таҳлили натиҷаҳои экспериментали нишон медиҳанд, ки дар ҳароратҳои баландтар аз 35^{0}C зимни зиёд шудани диссотсиатсияи ин пайвастаҳо ионҳои хлор, ё молекулаҳои оби дар сфераи дохилӣ бударо молекулаҳои диметилформамид ба осонӣ иваз менамоянд. Вале дар ин шароит молекулаҳои координатсияшудаи 1,2,4-триазолтиол иваз намешаванд, чунки қобилияти комплексҳосилкунии молекулаи лиганди гетеросиклӣ нисбат ба молекулаҳои ҳалкунанда хеле зиёд буда, қимати энергияи

робитаи координатсионии байни иони молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид нисбат ба робитаи байни иони комплексҳосилкунанда бо молекулаи ҳалкунанда бартарии калон дорад. Қимати ҷараёнгузаронии молярии маҳлули диметилформамидии дар таҷриба муайяншударо истифода намуда, бо усули графикӣ энергияи фаъолшавии ҷараёнгузаронӣ, ё нерӯи фаъолшавии раванде, ки суръати ҳаракати ионҳоро муайян менамояд, бо истифодаи муодилаи зерин ҳисоб карда шуд.

$$E_{фаъол}=\cdot 2{,}303\cdot Ig\ \lambda\mu= E_{\lambda} / R\cdot 1/ T \qquad (17)$$

Дар ин муодила:

λ-қимати ҷараёнгузаронии эквивалентӣ;

μ-ҷараёнгузаронии молярӣ;

$E_{фаъол}$- энергияи фаъолшавӣ;

R- муқовимат;

T- ҳарорат

Дар ҷадвали 24. Қимати tg α ва $E_{фаъол.}$, дар асоси натиҷаҳои таҷрибавии ҷараёнгузаронии молярӣ, ки муайян карда шудааст, оварда шудаанд.

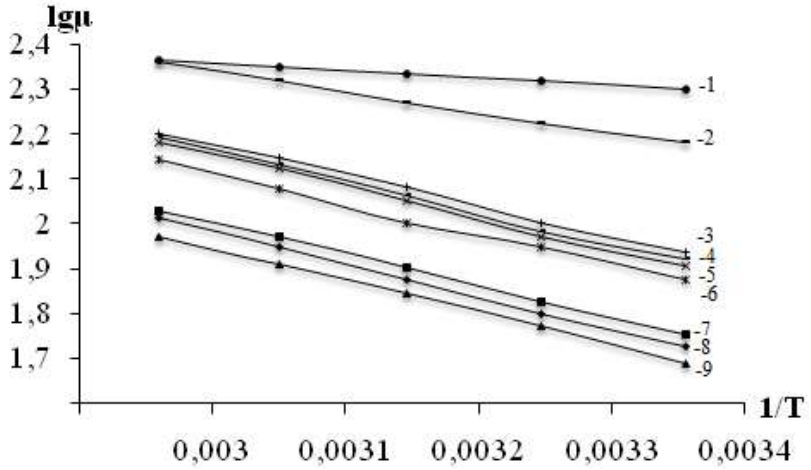
Ҷадвали 24 - Қимати tg α ва $E_{фаъол.}$ барои пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол (L^1) ва тиосемикарбозид (L)

№ т/р	Пайвастаҳо	- tg α	$E_{фаъол.}$ Кҷ /мол
1	$[MoOL^1_2Cl_3]\cdot 2H_2O$	470	39,07
2	$[MoOL^1_2Br_3]\cdot 2H_2O$	580	48,22
3	$[MoOL^1_2(SCN)_2Cl]\ 2H_2O$	230	19,12
4	$[MoOL^1_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$	450	37,41
5	$[MoOL^1_2(SCN)_2(CH_3COO)]\cdot 2H_2O$	510	42,40
6	$[MoOL^1_2(CH_3COO)CI_2]\cdot 2H_2O$	340	28,26
7	$[MoOL(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$	430	35,37
8	$[MoOL(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$	390	32,42
9	$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$	250	20,78
10	$(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$	160	13,30

Аз бузургиҳои ҷадвали 24-ум дида мешавад, ки ҷараёнгузаронии молярӣ аз навъи электролите, ки пайвастаҳои синтезшуда ба онҳо шомиланд, вобаста аст. Қимати ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои: $[MoOL^1_2Cl_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2Br_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$ ва $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$ ба ҷараёнгузаронии ғайриэлектролитҳо мувофиқ аст.

Тавре ки дар боло гуфта шуд, каме зиёд шудани қимати **μ** эҳтимол ба қисман диссотсиатсия шудани сфераи дохилии ионҳои комплексӣ ва пайдошавии ионҳои гуногун дар маҳлул вобаста бошад.

Дар расми 32 вобастагии **lgμ** аз баръакси ҳарорат (1/ T) барои пайвастаҳои координатсионии таҳқиқшуда, тасвир карда шудааст.



Расми 32. Вобастагии lg μ аз 1/T барои пайвастаҳои координатсионии: $[MoOL^1_2Cl_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2Br_3]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(SCN)_2Cl]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(SCN)_2Br]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(CH_3COO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(HCOO)CI_2]\cdot 2H_2O$, $[MoOL^1_2(HCOO)(SCN)_2]\cdot 2H_2O$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_4L_2]$, $(N_2H_5)_2[Mo_2O_4(OH)_2L_2(SCN)_2]$

Аз расми 32-юм дида мешавад, ки барои пайвастаҳои координатсионӣ вобастагӣ хаттӣ буда, вале кунҷҳои тамоили ростхаттаҳо фарқ мекунанд, ки аз табиати иони комплексӣ вобаста мебошанд. Маълум аст, ки энергияи фаъолшавӣ барои ба ҳолати фаъол овардани ионҳо ва заррачаҳои дар маҳлул буда зарур мебошад. Пас гуфтан мумкин, ки барои пайвастаҳои координатсионии навъи ғайриэлектролитӣ қимати ададии энергияи фаъолшавии $E_{фаъол.}$ ҷараёнгузаронии молярӣ нисбат ба пайвастаҳои координатсионии навъи

электролитӣ бояд зиёдтар бошад ва инро мо дар таҷриба мушоҳида намудем.

Ҳамин тавр, омӯхтани ҷараёнгузаронии молярии пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо лигандҳои нитроген- ва сулфурдори органикӣ имкон дод, ки онҳоро бо электролитҳо ва ғайриэлектролитҳо табақабандӣ карда шавад. Ғайр аз ин дар асоси таҳқиқоти иҷрошуда собити $К_{дис.}$ ва дараҷаи диссотсиатсия $\boldsymbol{\alpha}_{дис.}$ ҳар як пайвастаи координатсионӣ ҳисоб карда шуда, мавҷудияти сфераи дохилӣ ва берунии онҳо исбот гардид. Инчунин нишон дода шуд, ки омили ҳарорат ба ҷараёнгузаронии комплексҳои ҳосил кардашуда таъсири гуногун дорад ва бо баланд шудани ҳарорат дараҷаи диссотсиатсияи баъзе аз пайвастаҳои таҳқиқшуда афзуда, раванди ивазшавии атсидолигандҳои дохилисферавӣ ба молекулаҳои ҳалкунанда, ба осонӣ амалӣ мешавад.

Хулосаҳо

1. Бо усули титронидани потенсиометрӣ, тавассути истифодаи лиганди оксидшавӣ барқароршавӣ, раванди комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 4,5-6,0 мол/л HCI ва ҳароратҳои 273-338 К омӯхта шуд. Дар асоси маълумотҳои таҷрибавӣ бо усули Биеррум қиматҳои зинагии собитҳои устувории ҳамаи шаклҳои комплексҳо, инчунин функсияҳои термодинамикии раванди ҳосилшавии комплексҳои оксохлоро-1,2,4-триазолтиолӣ дар системаи $[MoOCI_5]^{2-}$-1,2,4-триазолтиол-HCI ҳисоб карда шуд [М-4, 6, 15, 26, 29, 27, 33, 36].
2. Шароити оптималии синтези 15-адад пайвастаҳои нави координатсионии моноядроӣ ва дуядрогии молибден (V) коркард карда шуд [М-2, 7, 8, 10, 14].
3. Таъсири консентратсияи моддаи аввала ва лиганди органикӣ ба сохт ва таркиби пайвастаҳои координатсионии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид муқаррар карда шуд, инчунин пайвастаҳои координатсионии дуядрогӣ, ҳосил мешаванд, ки дар таркибашон иони купрукчагии $[Mo_2O_3]^{4+}$ мавҷуд мебошад. [М-1, 13, 18, 21, 23].
4. Таҳлили спектроскопияи инфрасурхи пайвастаҳои координатсионии синтезкардашуда нишон медиҳад, ки молекулаи 1,2,4-триазолтиол ва тиосемикарбазид бо иони молибден (V) ба тариқи монодентатӣ, тавассути атоми сулфури гурӯҳи тионӣ координатсия мешаванд [М-9, 20, 24].
5. Бо усули кондуктометрӣ ҷараёнгузаронии молярии маҳлули диметилформамидии оксогалогено-1,2,4-триазолтиолӣ ва оксогалогено-тиосемикарбазидии пайвастаҳои координатсионии молибден(V) омӯхта шуд. Дар натиҷа сфераи дохили ва берунӣ, ба кадом навъи электролит мансуб будани пайвастаҳои

координатсионӣ, инчунин формулаҳои химиявии моддаҳои синтезкардашуда тасдиқ гардид [М-11, 17].

6. Омӯзиши раванди табдили термикии пайвастаҳои координатсионии 1,2,4-триазолтиолии молибден(V) дар ҳудуди ҳароратҳои 298-970К нишон дод, ки раванди таҷзияи термикии онҳо серзинаю мураккаб мебошад. Муқаррар карда шудааст, ки маҳсули ниҳоии раванди табдили термикии пайвастаҳои координатсионӣ сеоксиди молибден-MoO_3 мебошад [28].

Тавсия оид ба истифодаи амалии натиҷаои тақиқот

Бори аввал коркарди методикаи синтези пайвастаҳои координатсионии молибден ба даст оварда шуда, вобастагии таъсири ҳалкунанда ба комлексҳосилшавии онҳо ва устувории термодинамикӣ, ба инкишофи химияи координатсионӣ, ҳиссаи калон мегузоранд. Дар асоси лигандҳои органикии таҳкикшуда ва пайвастаҳои координатсионии онҳо, ҳамчун электролитҳои самаранок дар соҳаҳои гуногуни саноат, хоҷагии халк ва барои эхтиёҷоти бисёр соҳаҳои илм истифода бурда мешаванд.

РӮЙХАТИ АДАБИЁТ

1. Оберлис, Д. Биологическая роль макро-и микроэлементов у человека и животных / Д. Оберлис, Б. Харланд, А. Скалный // Санк-Петербург: Наука -2008. - 544 с.
2. Стефалкина, Е.В. Лекарственные средства. / Е.В. Стефалкина // - М.:ОЛМА -ПРЕСС, -2006. -960 с.
3. Гайфутдиннова, Р.К. Диоксо-бис-D-L-бета-фенил-альфа-аланинато-молибден, проявля-ющий свойства восстановителя структуры печени при гепатозе / Р.К. Гайфутдиннова, В.Н. Байматов, Г.Р. Шакирова, Ю.И. Муринов и др. // Авторское свидетельство СССР к патенту РФ, с. 1991 регистр. № 494165-04.
4. Муравьев В.И., Лигандные сверхтонкие взаимодействия в оксогалогенидных комплексах Mo(V). / В.И. Муравьев. // Координационная химия, 2006, том 32, №7, с. 512-516
5. Орешкина, А.В., Синтез и иследование гексомолибденохромата (III) с никель-аммиачным катионом состава $Ni(NH_3)_4 \cdot H[CrMo_6O_{18}(OH)_6] \cdot 10H_2O$. / А.В. Орешкина, Г.З. Казиев, S. Holguin Quinones, Т.Ю. Глазунова, Т.А. Трипольская. // Журнал неорганической химии, 2007, том 52, №9. с. 1487-1490.
6. Орешкина, А.В. Синтез и исследование гексамолибденооксалатованадата аммония. / .В. Орешкина, Г.З. Казиев. // Журнал неорганической химии, 2010, том 55, № 1, с.30-32.
7. Остроушко, А.А. Строение и свойства молибдатных и вольфраматных комплексов поливинилового спирта. / А.А.Остроушко, Н.В. Вилкова, Ю.В. Могильников // Журнал общей химии, 2002, Т.72, Вып.1.с.3-11.
8. Аброменко, В.Л. Синтез и ИК-спектры сольватированных комплексов диоксомолибдена(VI) с салицилаль-2-бензимидазолилгидразоном. / В.Л. Аброменко, В.С. Сергиенко // Координационная химия, 1996, том 2, №7, с. 520-521.
9. Огиенко, Д.С. Синтез и строение комплексов $\{Mo_2S_2O_2\}^{2+}$ с лабильными лигандами $-Cl^-$ и DMF. / Д.С. Огиенко, А.И. Смоленцев,

Д.А. Баширов, М.Ю. Афонин, П.а. Петров, С.Н.Конченко. // Координационная химия, 2015, том 41,№11, с.687-692.

10. Масленников, С.В. Изомеризация 1-гексена в 2-гексен, катализируемая продуктом окисления магния пятихлористым молибденом в тетрагидрофуране. / С.В.Масленников, И.А. Айвазьян, Ю.А.Курский, И.В.Спирина // Журнал общей химии. 2003. Т.73. Вып.8. с 1394-1395.
11. Бейрахов, А.Г. Комплексы молибдена(VI) с N-замещенными гидроксиламинами. / А.Г. Бейрахов, И.М. Орехова, Е.Г. Сахаров, Л.В. Гоева, А.В. Чураков, М.Д. Суражская, Ю.Н. Михойлов // Журнал неорганической химии, 2013, том 59, №12, с.1589-1554.
12. Сергиенко, В.С. Синтез, кристаллическая и молекулярная структура комплекса $[MoO_2(L)(CH_3OH)]$ (L^{2-}анионметоксисалицилиден моноэтанол-амина). / В.С. Сергиенко, В.Л. Аброменко, Ю.Н. Михайлов, М.Д. Суражская // Журнал неорганической химии, 2014, том 59, № 11, с.1503-1506.
13. Азизкулова, О.А. Биядерные разнолигандные координационные соединения молибден (V) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом. / О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаева. // Доклады АН РТ 2010, том 53 №3, С. 196-201.
14. Prasad, K.M. Molybdenum (III) complexes with some imidazoles / K.M. Prasad, A.N. Tripathy, N.M. Thakur // Polyhedron. 1991. V. 10. N3. P. 323-325.
15. Азизкулова, О.А. Оксогалогенидные комплексы молибдена (V) с биоактивными полифункциональными органическами лигандами / О.А. Азизкулова // Докл. АН Республики Таджикистан. 1997. Т. XL. № 11-12. С. 17-21.
16. Азизкулова О.А. Комплексные соединения молибдена (V) с 2-меркаптоимидазолом // Матер. научн. теоретич. конф. проф. препод. состава и студентов, посвящ. 1100-летию Государства Саманидов. Душанбе, 1999. С. 62.
17. Азизкулова, О.А. Комплексные соединения молибдена (V) с

тиоамидными лигандами и производными пропанола-2 / О.А. Азизкулова // Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора химических наук. Душанбе 2000. С. 47.

18. Азизкулова, О.А. Координационные соединения молибдена (V) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом / О.А. Азизкулова, А.Х. Каландаров, Н.С. Салимов, Л.Р. Холикова // Коорд. соед. и аспекты их применения. (сборник научных трудов). Душанбе. 1993. Вып. 2. Ч.II. С. 137-144.
19. Азизкулова, О.А. Синтез и исследование разнолигандных комплексов молибдена (V) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом и ацетилтиосемикарбазидом / О.А. Азизкулова, А.А. Аминджанов // Материалы XVIII Всесозного Чугаевского совещания по химии комплексных соединений. Минск.1990.Ч.I. С. 36.
20. Азизкулова, О.А. Синтез и исследование координационных соединений меди (II) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в водно-органической среде. / О.А. Азизкулова, Л.Р. Холикова // Материалы республиканской конференции “Экологические проблемы и контроль качества воды”. Душанбе. 2003. С. 18-19.
21. Азизкулова, О.А. ИК-спектрокопическое исследование оксалато-1-метил-2-меркаптоимидазольных комплексов молибдена (V) / О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаеа // Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов ТГНУ, посвященной “15-й годовщине независи-мости Республики Таджикистан”, “2700-летию города Куляба” и “Году арийской цивилизации”. Душанбе. 2006. Ч.1. С. 87-88.
22. Азизкулова, Твердофазные превращения комплексных соединений молибдена (V) с 1-метил-2-меркаптиоимидазолом / О.А. Азизкулова, А.Б. Бадалов, А.А. Аминджанов, К.Н. Назаров // Материалы международной научно-практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения одного из основателей Таджикского Технического Университета Сулейманова А.С. Душанбе. 1998. С. 27.
23. Азизкулова, О.А. Термическое разложение 1-метил-2-

меркаптоимидазола / О.А. Азизкулова, А.А. Аминджанов, А.Б. Бадалов, Ш.Б. Мирзоева // Материалы Международной научно - практической конференции посвященной 80-летию со дня рождения одного из основателей Таджикского Технического Университета Сулейманова А.С., Душанбе, 1998. С. 28.

24. Ларин, Г.М. Изучение методом ЭПР комплексообразования $MoOCl_3$ с различными азолами и α -тиопиколинамидом / Г.М. Ларин, М.М. Юнусов, А.А. Кузнецова, С.Б. Бойкова, П.Н. Соложенкин // Координационная химия. 1978. Т.4. Вып. 8. С. 1228-1233.
25. Азизкулова, О.А. Абдулхаева М.И. **//** ИК-спектроскопическое исследование 1-метил-2-меркаптоимидазолных координационных соединений молибдена (V) / О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаева // Известия АН РТ ,№1 (146), 2012. С. 59-64.
26. Азизкулова, О.А., Эгамбердиев А.Ш. Оксогалогенидные координационные соединения молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом. // Вестник Таджикского национального Университета серия естественных наук Душанбе 2018, № 1. С.146-152.
27. Эгамбердиев, А.Ш. ИК-спектроскопическое исследование координационные соединения молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом (тезис). / А.Ш. Эгамбердиев // Материалы международнойконференции “Актуальные проблемы современной физики” посвященной 80-летию памяти Заслуженного деятеля науки и техники Таджикистана, доктора физико-математических наук, профессора Нарзиева Бозора Нарзиевича (18 апреля 2018 года), Душанбе - 2018. С. 142-144.
28. Эгамбердиев, А.Ш. Координационные соединения молибдена (V) с тиопирином. / А.Ш. Эгамбердиев // Сборник материалов республиканской научно-теоретической конференции, (17-18 мая 2013 года). Душанбе 2013. С.351-355.
29. Азизкулова, О.А. Синтез и кондуктометрическое исследование растворов координационного соединения молибдена (V) с тиопирином (L). / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И.

Абдулхаева // Наука и инновация (научный журнал) Серия естественных и экономических наук. Душанбе “Сино” 2014 С.105-107.

30. Эгамбердиев, А.Ш. Исследование состава и свойств 8-оксихинолиновых координационных соединений молибдена (V) / А.Ш. Эгамбердиев, О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаева // Сборник материалов XIII Нумонвские чтения. Достижения химической науки за 25 лет Государственной независимости Республика Таджикистан, посвящённые 70 - летию образования Института химии имени В.И. Никитина АН Республики Таджикистан. Душанбе 2016. С. 69 - 72.
31. Азизкулова, О.А. Исследование состава и свойств координационных соединений молибдена (V) с 8-оксихинолином (статья). / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев // Вестник Таджикского национального Университета серия естественных наук Душанбе. 2018. №2. С.136-141.
32. Эгамбердиев, А.Ш. Синтез и кондуктометрическое исследование растворов координационного соединения молибдена (V) с 8 – оксохинолинов / А.Ш. Эгамбердиев, О.А. Азизкулова, Ш.Х. Холиков, М.И. Абдулхаева // Материалы республиканской конференции на тему: Перспективы исследований в области химии глицерина: Синтез новых производных биологически активных веществ на аснове аминокислот. Душанбе - 2015 С. 97 -100.
33. Эгамбердиев, А.Ш. Синтез и исследование разнолигандных координационных соединений молиб-дена (V) с 8-оксохинолином / А.Ш. Эгамбердиев, О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаева // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвяшенной “700 - летю Мир Саида Али Хамадони”, “Году семьи и Международному десятилетию действия “Вода для жизни” 2005 - 2015 годы. С. 24 - 25.
34. Азизкулова, О.А. Физико-химические исследования оксохинолиновых координацион-ных соединений молибдена (V) / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, Ш.Х. Холиков, М.И. Абдулхаева // Материалы республиканской научно-теоретической

конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ независимости республики Таджикистан". Душанбе 2016 С. 90-91.

35. Азизкулова, О.А. Оксихинолиновые координационные соединения молибдена / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева // Материалы международной конференции "Комплексные соединения и аспекты их применения" Душанбе - 2018. С. 106-109.
36. Лавренова, Л.Г. Координационные соединения переходных металлов с 3,4,5-триамино-1,2,4-триазолом / С.В. Ларинов, В. Н. Икорский // Журн. Неорган.химии-1987.-Том32-№8.-М.1925-1930.
37. Лавренова, Л.Г. Координационные соединения нитратов металлов с 3,5-диамино-1,2,4-триазолом / Л.Г. Лавренова, С.В. Лариновой, Л.А. Шелудякова // Изв. СО АН СССР. Сер.хим.наук. -1984. -№17. -Вып. 6. -С. 66-70.
38. Лавренова, Л.Г. Синтез и исследование комплексов переходных металлов с 3,5-диметил-4-амино-1,2,4-триазолом / Л.Г. Лавренова, И.А. Байдина, В.Н. Икорский // Журн. Неорган.химии.-1992. -Т.37. -№3. -С. 630-636.
39. Азизкулова, О.А. Синтез и изучение свойств комплексных соединений меди (II) с некоторыми производными 1,2,4-триазола. / О.А. Азизкулова, Л.Р. Холикова, У.М. Джурабеков // Материалы научной-теоретической конференции профессорского-преподавательского состава и студентов, посвященной году образования и технических знаний часть 1. Душанбе 2010. С. 79-81.
40. Джурабеков, У.М. ИК-спектроскопическое исследование координационных соединений меди (II) с 1,2,4-триазолтиолом-5 / У.М. Джурабеков // Материалы республиканской научной конференции: «Химия: исследования, преподавание, технологии», посвященной «Году образования и технических знаний» (29-30 сентября). Душанбе 2010. С. 177-179.
41. Азизкулова, О.А. Синтез и исследование координационных соединений меди (II) с 1,2,4-триазолтиолом-5. / О.А. Азизкулова, У.М.

Джурабеков // Известия Академии наук Республики Таджикистан отделение физико-математических, химических, геологических и технических наук №1 (142). 2011. С. 60-66.

42. Азизкулова О.А., Туйчиев Ш., Джурабеков У.М. Синтез и рентгенографические исследования координационных соединений меди (II) 1,2,4-триазолтиолом-5 / О.А. Азизкулова, Ш. Туйчиев, У.М. Джурабеков // Вестник Таджикского национального Университета (спец выпуск посвящен 20-летию Независимости Республики Таджикистан.) №6 (70). Душанбе: «Сино» 2011. С. 45-48.
43. Липсон, Г. Интерпретатция порошковых ренгенограммы. / Г. Липсон, Г. Стипп // М: Мир.1972. 384 с.
44. Азизкулова, О.А. ИК-спектры координационных соединений меди (II) с 1,2,4-триазолтиолом-5 и 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5. / О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков Х.С. Давлатова // Вестник Таджикского национального Университета (научный журнал) серия естественных наук 2015, № 1/2 (160). С. 183-185.
45. Азизкулова, О.А. Координационные соединения цинка(II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом-5. / О.А. Азизкулова, Г.Н. Солехова // Известия АН РТ отд.физ-мат,хим.геолог. и тех. наук. №4(161), 2015 г. УДК 541.54:546.47.С.105-112.
46. Синдицкий, В.И. Строение координационных соединений металлов с 4- амино-1,2,4-триазолом в качестве монодентатного лиганда / В.И. Синдицкий, В.И. Сокол, А.Е. Фогельзан // Журн.неорг.химии.-1987. Т. 32. Вып. II. С. 2726-2729.
47. Лавренов, Л.Г. Комплексы переходных металлов с 1,2,4-триазолом / Л.Г. Лавренов, С.В. Ларионов, З.А. Гранкина, В.Н. Икорский // Журн.неорг.химии.-1983. -Т.28. -Вып.2. -С.442-447.
48. Синдицкий, В.И. Колебательные спектры и строение координационных соединений металлов с 4-амино-1,2,4-триазолом в качестве монодентатного лиганда / В.И. Синдицкий, В. И.Сокол, А.Е. Фогельзанг // Журн. неорг. химии. -1987. -Т.32. -Вып. 8. -С. 1950-1955.
49. Леонова, Т.Г. Комплексы Ni^{2+} и Cu^{2+} с 4-амино-3,5-дигидразино-1,2,4-

триазолом / Т.Г. Леонова, С. В. Ларионов, Л.А. Шелудякова // Журн.общ. химии. -1987. -Т. 57. -Вып. 11. -С. 2590-2593.

50. Бушуев, М.Б. Синтез и исследование координационных соединений меди (II) и кобальта (II) с 3,5-дифенил-4-амино-1,2,4-триазолом / М.Б.Бушуев, А.В. Вировец, Д.Ю. Наумов // Журн.коорд.химии. -2006.-Т.32.-№5.-С.323-335.
51. Сокол, В.И. Синтез и свойства комплексов 3-фенил-5,5-диметил -5,6-дигидро-1,2,4-триазоло[3,4-а] ихохинолина с нитратами меди (II) и кобальта (II) / В.И. Сокол, В.В. Давыдов, Н.Ю. Меркурьева / Журн.коорд. химии.-2006. -Т.32. -№6.-С.419-432.
52. Васильченко, И.С. Строение и магнетохимические свойства медных комплексных соединений азометинов N-триазолтионов / И.С. Васильченко, А.С. Бурлов, Т.Е. Шестакова // Журн. коорд. химии. -2010.-Т.36.-№3. -С.191-199.
53. Бармин, М.И. Координационные соединения Fe(III) с аминопроизводными 1,2,4триазола / М.И. Бармин, Е.Л. Касатикова, И.Б. Караулова, В.В. Мельников // Журн. коорд. химии. -1996. -Т.22. -№6. -С. 462-465.
54. Мирошников, О.Н. Взаимодействие перхлората меди (II) с азотсодержащими основаниями в неводных средах / О.Н. Мирошников, В. А. Калибабчук, А. Д.Гарновский, Л.В.Глущенко // Журн. коорд. химии. -1988 -Т. 14. -Вып. 12.-С. 1625-1628.
55. Леонова, Т.Г. Комплексы Ni^{2+} и Cu^{2+} с 4-амино-3,5-дигидразино-1,2,4-триазолом / Т.Г.Леонова, Л.С.Варионов, Л.А.Шелудякова // Журн. общ.химии. -1987. -Т. 57. -Вып. II. -С. 2590-2593.
56. Vos, G. Complexes of 1,2,4-triazole, Part.XVI. Binuclear compiexes of transition metall(II) the ocyanates With 4-Ethyl-1,2,4-triazole / G Vos, J.G. Haasnoot, W.L. Groeneveld // Z. Naturforsch-36 B. 1981 -P. 802-808.
57. Billing, D.E / The infrared spectra of some cobalt, nickel and copper complexes of heteroaromatic amines / D.E. Billing // J. inorg. nucl. chem. -1969. -V.31. -P. 137-143.
58. Азизкулова, О.А. Физико-химические исследования

координационных соединений меди(II) с некоторыми производными 1,2,4-триазолтиола и ацетилтиомочевины. / У.М. Джурабеков, Х.С. Давлатова, Л.Р. Холикова, Г.Н. Солехова // Сборник Международной конференции:»Комплексные соединения и аспекты их применения». -Душанбе-2013.-С.99-106.

59. Вернидуб, Т.Я. Комплексные соединения азидов металлов с карбогидразидом 4-амино-1,2,4-триазолом / Т.Я. Вернидуб, В.П. Синдицкий, А.Е. Фогельзанг // Тез. докл. 17. Всесоюз. Чугаевского сов. по химии комплексных соединений. Минск, 1990. -Ч.2. -С. 319.
60. Фогельзанг, А.Е. Синтез и исследование координационных соединений хлоратов, броматов и нитратов металлов с 4-амино-1,2,4-триазолом / А.Е. Фогельзанг, Т.Я. Вернидуб, В.П. Синдицкий // Тез.докл. 17. Всесоюз. Чугаевского сов.по химии комплексных соединений. -Минск. -1990. -Ч.2. -С. 320.
61. Reediik, J. Azde-containing chelating ligands and ther biding to copper ions / J. Reediik / XXVI Jnternational conference on coondination chemistry.-1988 / -Portugal. -MS -2, L. 102.
62. Бушуев, М.Б.Синтез и строение комплексов кобальта (II) и меди (II) с 3,5-дифенил-4-амино-1,2,4-триазолом / М.Б. Бушуев, А.В. Вировиц Д.Ю., Наумов, Ю.Г. Шведенков, Л.А. Шелудякова, Л.Г. Лавренова, В.Н. Елохина // Матер. XXI межд. Чугаевской конф. по координац. химии, Киев. -2003, -С.215.
63. Азизкулова, О.А. Синтез и ренгенографические исследования координационных соединений меди (II) с 1,2,3-триазолтиолом / О.А. Азизкулова, У.М.Джурабеков // Вестник Таджикского национального Унивкрситета (научный журнал) серия естественных наук. -2011. -№6(70). -С. 45-48
64. Чеботарев, А.Н. Координационные соединения тетрафтороборатов металлов с азотсодержащими органическими основаниями и концепция ЖМКО Пирсона / А.Н. Чеботарев, М.В. Шестакова, В.Е. Кузьмин // Матер. XXI межд. Чугаевской конференции по коорд.химии. Киев. -2003. -С. 137.

65. Шакирова, О.Г. Координационные соединения Fe(III), Co(II), Ni(II) и Cu(II) с 4-пиридил-1,2,4-триазолом / О.Г. Шакирова, Л.Г. Лавренова, Ю.Г. Шведенков, Г.А. Березовский, Д.Ю. Наумов, Л.А. Шелудякова, С.В. Ларионов, Г.В. Долгушин / Матер. XXI межд. Чугаевской конференции по коорд. химии, Киев, 2003, -С. 415-416.
66. Sengupta, S.K. Complexes of Cr(III), Mn(III), Fe(III) and Co(III) with Triazolinethiones / S.K. Sengypta, S.K. SSahni, R.N. Kapoor // Jndian J. Chem. -1980. -A. 19. -N. 7. -P. 703-705.
67. Лавренова, Л.Г. Координационные соединения металлов 1-го переходного ряда с 1,2,4-триазолтиолами- синтез, структура, свойства/ Л.Г. Лаврёнова, М.Б. Бушуев, О.Г. Шакирова / Матер. XXI межд. Чугаевской конф. по коорд.химии, г. Киев. -2003. -С. 87-88.
68. Бобоева, Б.Т. Тиосианатсодержащие комплексы цинка (II) с 1,2,4-триазолом / Б.Т. Бобоева, Д.Ч. Мирзохонов // Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук. -2015. -1/3(164). -С. 123-126.
69. Haasnoot, J.G. 1,2,4-Triazol complexes.III.Comlexes of transition metal(II) Nitrates and Fluoborates/ J.G.Haasnoot, W.L. Grocheveld // Z. Naturforch 1977.-B. 326.-P.533.
70. Аминджанов, А.А. Синтез и структура хлоридного комплекса ртути(II) с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом / А.А. Аминджанов, Н.Г. Кабиров, Дустмохаммад Самиипагале / Изв. АН РТ. Отд. Физ. -мат., хим., геол. И техн. Н.-2012.-№2(147).-С.65-70.
71. Березовский, Г.А. Термодинамические свойства комплексов Fe(II) с 1,2,4-триазолами / Г.А. Березовский, Д.П. Пщур, О.Г. Шакирова, Л.Г. Лавренова // Химическая термодинамика и термохимия.-2009.-Т.83.-№11.-С.2015-2019.
72. Лавренова, Л.Г. Спиновый переход в координационных соединениях железа(II) с 1,2,4-триазолами/ Л.Г. Лавренова, В.Н. Икорский, В.А. Варнек // Коорд.химия.-1990.-Т.16.-№2.-Вып.5-С.654-601.
73. Faye, E. Iron complexes of 3-(pyrazinyl)-1,2,4-triazole ligands / E. Faye, E. Bradfondp, P. Lee, // Polyhedron Volume 23, lssue 2004, P. 2141-2151.

74. Лавренова, А.Г. Высокотемпературный спиновый переход в координационных соединениях железа (II) с триазолами. // А.Г. Лавренова, В.Н. Икорский, И.М. Оглезнева, С.В. Ларинов // Журнал. Коорд. Химии. -1986.т.12.-Вып.2.-С.207-215.
75. Бармин, М.И. Координационные соединения Fe(III) с аминопроизводными 1,2,4триазола / Е.Л. Касатикова, И.Б. Караулова, В.В. Мельников // Журн. коорд. химии. -1996. -Т. 22. -№6. -С.462-465.
76. Шакирова, О.Г. Координационные соединения Fe(III),Co(II) Ni(II) Cu(II) с 4-(пиридил)-1,2,4-триазолом / О.Г.Шакирова, Л.Г.Лавренова, Ю.Г.Шведенко // Матер. XXI межд. Чугаевской конф. По коорд. химии г. Киев. 2003. -С.415-416.
77. Ахмедов, К.У. Синтез и исследование комплексов рения (V) с тиосемикарбазидом и его производными: автореф.дисс… канд. хим. наук. / К.У. Ахмедов // - Иванова, 1986-22с.
78. Аминджанов, А.А. Комплексные соединения рения (V) с 1,2,4-триазолом / А.А. Аминджанов, С.Ч. Гагиева // Тез. докл. XXII. Всесоюз. Чугаевского совещания по химии комплексных соединений.- Минск, 1990. Ч.1. -С. 31.
79. Аминджанов, А.А. Тиосианато-1,2,4-триазольные комплексы рения(V) / А.А. Аминджанов, С.Ч. Гагиева / Тез. докл. I. Всесоюзн. совещания по химическим реактивам. Ташкент. -1990. -С. 107.
80. Аминджанов, А.А. Комплексные соединения рения (V) с 1,2,4-триазолом / А.А. Аминджанов, С.Ч. Гагиева // Изв. вузов.сер.химия и хим. технология. -1992. Т. 35(7) -С. 12-18.
81. Ивановский, В.И. Химия гетероциклических соединений / В.И. Ивановский / М.: Высш. Школа, 1978.-558 с.
82. Гагиева, С.Ч. Комплексные соединения рения (V) с 1,2,4-триазолтиолом, 4-фенилтиосемикарбазидом и их производными: автореф. дисс… канд.хим.наук./ С.Ч.Гагиева // - Иванова, 1992.-25с.
83. Аминджанов, А.А. О взаимодействии триазольных комплексов рения (V) с некоторыми органическими растворителями / А.А.Аминджанов,

С.Ч. Гагиева // Журн. неорган. химии. -1992-Т.37, №12 -С. 2731-2736.
84. Аминджанов, А.А. Влияния 3-этил-4-метил-1,2,4-триазолтиола-5 и комплекса рения(V) с ним, на свето- и радиационную стойкость диацетатцеллюлозы / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, Н.Г. Кабиров // Вестник КНУ имени Аль-Фараби.-2005-№4(40).-С.78-84.
85. Аминджанов, А.А. Взаимодействие газообразного аммиака с тиосианатно-1,2,4-триазольными комплексами рения (V) в среде ацетона / А.А. Аминджанов, С.Ч. Гагиев / Тез. докл. V Всесоюз. Совещания «Проблемы сольватации и комплексообразования в растворах». -Иваново, 1991 -С.27.
86. Аминджанов, А.А. Взаимодействие некоторых кислот с аммиачно-1,2,4-триазольными комплексами рения(V) / А.А. Аминджанов, С.Ч. Гагиева // Изв. вузов. сер. Химия и хим. технология. -1991. -Т.34. №10.-С. 26-29.
87. Аминджанов, А.А. Синтез и исследование комплексов рения(V) с 3-этил-4-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, Н.Г. Кабиров // Докл. АН РТ.-2005-Том. 48. -Том. 48 -№1,2 -С.35-47.
88. Аминджанов, А.А. Термолез комплекса рения(V) с 3-этил- 4- метил-1,2,4-триазолтиолом-5/ А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, Н.Г. Кабиров // Вестник ТГНУ. -2005 -№3. -С. 102-106.
89. Аминджанов, А.А. Исследование процесса образования тиосианатно-3-этил-4-метил-1,2,4-триазолтиольных комплексов рения (V) / А.А Аминджанов, Н.Г. Кабиров, С.М. Сафармамадов // Материалы научно- теоретической конференции профф.- препод. состава и студентов, посвящ.»17-й годовщине Государственной независиости Республики Таджикистан», 1150- летию основоположника таджикско-персидской литературы Абуабдулло Рудаки и году таджикского языка.- Душанбе.-2008-Ч 1.-С.48.
90. Бушуев, М.Б. Синтез и исследование комплексов перрената железа (II) с 4-пропил-1,2,4-триазолам, обладающих спиновым переходом $^1A_1 \leftrightarrow {}^5T_2$ / М.Б. Бушуев, Л.Г. Лавренова, Ю.Г., Шведенков // Журн.

коорд. химия. - 2007. -Т.52. -№1. -С. 51-56.
91. Шорохов, Н.А. О взаимодействии рения (V) с тиосемикарбазидом и его производными. / Н.А. Шорохов, Н.А. Субботина, Н.В. Зеленцов, А.И. Жиров // Журн. неорган. химии. -1960. Т.5. Вып. 3 -С. 575-579.
92. Мурзубраимов, Б. ИК-спектры поглощения комплексов некоторых металлов с тиосемикарбазидом / Б. Мурзубраимов, А. Токматов // Коорд.химия -1985. Т.11, N5. - С. 1605
93. Аминджанов, А.А. Комплексные соединения рения (V) с тиосемикарбазидом / А.А.Аминджанов, Н.М.Курбанов, К.У.Ахмедов // Журн. неорган. химии. -1990,- Т. 34. -Вып. 10. -С. 2557-2563.
94. Аминджанов, А.А. Курбанов Н.М., Оксогалогенидные комплексы рения (V) с тиосемикарбазидом / А.А. Аминджанов, Н.М. Курбанов // Тез. докл. XVII Всесоюзн. Чугаевского совещ. по химии. компл. соединений. Минск, -1990. -С. 513.
95. Аминджанов А.А., Курбанов Н.М., Ахмедов К.У. Комплексные соединения рения (V) с ацетилтиосемикарбазидом// Журн. неорган. химии.-1990.-Т. 35, Вып. 10.-С. 2557-2563.
96. Аминджанов, А.А. Комплексные соединения рения (V) с 4-фенил-тиосемикарбазидом. / А.А.Аминджанов, С.Ч.Гагиева // Коорд.соед. и аспекты их применения. -Душанбе, 1991. -Ч. I.-С. 160-169.
97. Аминджанов, А.А. Комплексные соединения рения (V) с тиокарбогидразидом / А.А.Аминджанов, Н.М.Курбанов // Коорд. соед. и аспекты их применения.-Душанбе, 1991. -Ч. I.-С. 144-153.
98. Азизкулова, О.А. Комплексообразование молибдена (V) с 1-метил-2 - меркаптоимидазолом в растворе 6 моль/л HCl / О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаева, О.М. Бобомуродов // Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава студентов ТГНУ, посвященной «17-ой годовщине Независимости Республики Таджикистан. 1150 - летию основоположнике таджикского персийской литературы А. Рудаки и году Таджикского языке. Душанбе - 2008, часть 1 С. 63-64.
99. Азизкулова, О.А. Термодинамические характеристики комплексов

молибдена (V) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом / О.А. Азизкулова, М.И. Абдулхаева // Материалы международной конференции “Наука и современное образование, проблемы и перспективы” посвященной 60 - летю ТГНУ (24-25 октября 2008 г). Душанбе - 2008. С. 145-148.

100. Азизкулова, О.А. Исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в среде 5 моль/л HCI / О.А.Азизкулова, М.И.Абдулхаева, А.Ш.Эгамбердиев // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений», посвященной 70-летию доктора химических наук, профессора Азизкуловой Онаджон Азизкуловны Душанбе 2011. С. 33-38.

101. Азизкулова, О.А. Исследование процесса комплексообразования $(NH_4)_2[MoOCI_5]$ с 1-метил-2-меркаптоимидазолом в среде 4 моль/л HCI при температуре 318 К / О.А.Азизкулова, А.Ш.Эгамбердиев, М.И.Абдулхаева // Материалы республиканской конференции «Комплексообразования в растворах» Душанбе 2012г. С. 69-70.

102. Азизкулова, О.А. Комплексообразование молибдена (V) с 1-метил-2- меркаптоимидазолом в среде 4 моль/л HCI / О.А.Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева // Вестник ТНУ (научный журнал) серия естественных наук 2015, № 1/2 (160). 2015 С. 211-217.

103. Эгамбердиев, А.Ш. Исследование процессов комплексообразовпание молибдена(V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 6,5 моль/л HCl при 328 К. / А.Ш. Эгамбердиев, О.А. Азизкулова // Известия АН Республики Таджикистан отделенные физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2016. -№ 4 (165) С. 76 - 83.

104. Азизкулова О.А. Эгамбердиев А.Ш. Абдулхаева М.И. Исследование процессов комплексообразования молибдена (V) с тиопирином в среде 5 моль/л HCl при 273 К / О.А.Азизкулова, А.Ш.Эгамбердиев, М.И.Абдулхаева // Материалы республиканской конференции: «Состояние химической науки и её преподавание в образовательных учреждениях республики Таджикистан». (17-20

октября 2015) Душанбе 2015. С. 25 - 28.

105. Азизкулова, О.А. Исследование процессов комплексообразования молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 6,5 моль/л HCl при 308 К / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева // Известия АН Республики Таджикистан отделенные физико-математических, химических, геологических и технических наук. 2016. -№ 4 (165)С.76-83.

106. Азизкулова, О.А. Потенциометрическое исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с тиопирином в среде 6 моль/л HCl при температуре 298 К / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева // Вестник ТНУ (научный журнал) серия естественных наук 2014, № 1/3 (134). Душанбе “Сино” 2014. С.102-106.

107. Азизкулова, О.А Комплексообразования молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 5 моль/л HCI при 298 К / О.А Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева // Вестник Таджикского национального Университета серия естественных наук Душанбе: “Сино” 2017, №1/2. С.143-148.

108. Джурабеков, У.М. Исследование процесса комплексообразования меди (II) с 1,2,4-триазолтиолом-5 при ионной силе 0,1 моль/л в интервале температур 273-338 К / У.М. Джурабеков, О.А. Азизкулова // Вестник ТНУ (научный журнал) серия естественных наук 2012, № 1/1 (77). С. 143-149.

109. Азизкулова, О.А. Комплексообразование меди(II) с 1,2,4-триазолтиолом-5 при ионной силе 0,01 моль/л. / О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков. // Доклады АН РТ 2012, том55, №6,С.471-477.

110. Азизкулова, О.А. Комплексообразование меди (II) с 3- метил-1,2,4-триазолтиолом при 298 К/ О.А. Азизкулова, Г.Н. Солехова / Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук.-2015.-1/2(160).-С.159-162.

111. Азизкулова, О.А. Комплексообразование меди(II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом при 298 К/ О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков, Х.С. Давлатова // Вестник Таджикского национального университета,

серия естественных наук. -2015.-1/2(160).-С.183-185.
112. Аминджанов, А.А. Комплексообразование меди(II) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCI при 298К / А.А. Аминджанов, А.А. Гамал, Н.Г. Кабиров // Доклады АН РТ. -2011. Т.54. -№9. -С.759-764.
113. Гамал, А.А. Термодинамика образования комплексных соединений меди(II) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HBr / А.А.Гамал, Н.Г. Кабиров, А.А. Аминджанов // Тезисы докладовXXV международной Чугаевской конференции по координационной химии и II молодёжной конференции-школаФизико-химические методы в химии координационных соединений» -Суздаль, 2011. -С. 543-544.
114. Аминджанов, А.А. Комплексообразование меди(II) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCI при 288 К / А.А. Аминджанов, А.А. Гамал, Н.Г. Кабиров // Вестник Таджикского национального университета, 2011. Т.71,№7.-С.19-22.
115. Гамал, А.А. Комплексообразования в системе мед(II)-1,2,4-триазолтиол-0,5 мол/л HNO_3 / А.А. Гамал, Н.Г. Кабиров, А.А. Аминджанов // Сбор. тез. докладов научно-теоретич. конф. профессорско-преподавательского состава и студентов, посвященной 20-ой годовщине государственной независимости Республики Таджикистан- Душанбе.-2011.-С.42-43.
116. Гамал, А.А. Комплексные соединения рения (V) и меди (II) с 2-этил-1,3,4-тиадиазолом и 1,2,4-триазолтиолом: автореф. дисс… канд.хим.наук / А.А. Гамал. -Душанбе. 2012. -23 с.
117. Reddy, M.S. Formation constants of binary and ternary complexes of Cu(II) with substinuted 1,2,4-triazoles and someO,O;O,N and N,N donors in aguens medium / M.S. Reddy, K.Ram, M.G. Reddy // JndianJ. Chem. A. -1989.-B.28.№5.-P.437-439.
118. Сафармамадов, С.М. / Комплексообразование золота (III) с 1-фурфурилидеанамино-1,3,4-триазолом при 298 К / С.М. Сафармамадов, Д.А. Мубораккадамов // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «700-летию мир Сайида

Али Хамадони», «Году семьи», и международному десятилетию действия» Вода для жизни»2005-2015 годы. Душанбе.-2015.-С.33.

119. Сафармамадов, С.М. / Комплексообразование золота (III) с 1,2,4-триазолом при 398 К / С.М. Сафармамадов, Д.А. Мубораккадамов // Материалы республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной»700- летию мир Сайида Али Хамадони»,»Году семьи», и международному десятилетию действия»Вода для жизни»2005-2015 годы.- Душанбе -2015. С.25-26.

120. Сафармамадов, С.М. Комплексообразование серебра (I) с 1,2,4-триазолом в интервале температур 288-318 / С.М. Сафармамадов, Х.Г. Мудинов // Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук. -2015.-1/5(188). -С. 145-149.

121. Аминджанов, А.А. Исследование комплексообразования рения (V) с 1,2,4-триазолтиолом-3(5) при различных температурах / А.А. Аминджанов, К.У. Ахмедов, С.М. Баситова, К.В. Котетов // Журн.неорг.химии. -1986- Т.31. -Вып. II.-С. 2283-2286.

122. Аминджанов, А.А. Исследование процесс ступенчатого комплексообразования рения (V) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом спектрофотометрическим методом соответственных растворов в среде 6 моль/л HCI/ А.А. Аминджанов, Н.М. Курбанов// Комплексообразование в растворах. Душанбе-1991-С.116-127.

123. Аминджанов, А.А. Комплексообразования рения (V) с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCI / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов // Журн.неорган.химии-1993.Т.38,№2-С.291-295.

124. Аминджанов, А.А. Исследование комплексообразования рения (V) с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HBr / А.А.Аминджанов, С.М. Сафармамадов // Изв. вузов.сер.химия и хим. технология -1993 -Т. 36 №8 -С. 34-38.

125. Аминджанов, А.А. Комплексообразования рения (V) с 3,4-диметил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 7 моль/л HCI / А.А. Аминджанов, С.М.Сафармамадов, Н.Г.Кабиров// Координационные соединения

аспекты их применения. Душанбе. -1999. -Вып. 111 -С. 134-139.

126. Аминджанов, А.А. Комплексообразования рения (V) с 3,4-диметил--1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCI / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, Н.Г. Кабиров. Журн. неорган.химии.-2005.-Т. 50. №2 -с. 231-235.

127. Аминджанов, А.А. Исследование комплексообразования рения (V) с 3-метил-4-фенил-1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 6 моль/л HCI / А.А. Аминджанов, С.Ч. Гагиева // Журн.неорган.химии.-1996.Т.46.-№11.-С.1970-1976.

128. Аминджанов, А.А. Комплексообразования рения (V) с 3- этил-1,2,4-триазолом-5 / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, Н.Г. Кабиров // Материалы научно- теор. конф. проф. -препод. состава и студентов ТГНУ посвященной 60-летию победы в Великой отечественной войне.-Душанбе, 2005. -Ч.1. -51-52.

129. Аминджанов, А.А. Комплексообразования рения (V) с 4-метил-1,2,4-триазолом-5 в среде 7М HBr / А.А. Аминджанов. С.М. Сафармамадов. Ф.Ф. Мелеки, К.С. Мабаткадамов // Журнал неорганической химии. - 2014. - Том 59. -№2. -С. 212-216.

130. Аминджанов, А.А. Комплексообразование ванадия (V) с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 1 моль/л H_2SO_4 / А.А. Аминджанов, С.М. Сафармамадов, К.С. Мабаткадамова, Ф. Малики // Доклады Академии Наук РТ. -2012. -Т.55, №7, С. 567-572.

131. Мабаткадамзода, К.С. Исследование комплексообразования Fe(II) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом. / К.С. Мабаткадамзода, Б.К. Рахматуллоев, А.С. Содатдинова // Вестник ТНУ. Серия естественных наук. 2018. №3. С. 193-202.

132. Давлатова Х.С. Исследование процессов термического превращение координационных соединений меди (II) с N-ацетилтиомочевиной. / Х.С. Давлатова, О.А. Азизқулова, У.М. Джурабеков // Вестник Таджикского национального Университета серия естественных наук - 2018, № 4. - С. 197-202.

133. Сафармамадов, С.М. Комплексные соединения рения (V) с 4-

метилтиосемикарбазидом, 4-метил-1,2,4-триазолтиолом и их производными: автореф. дисс. Канд. хим. наук. / С.М. Сафармамадов. -Душанбе, 1994. -23 с.

134. Азизкулова, О.А. Исследование процессов комплексообразования молибдена (V) 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 5 моль/л HCI при 288 К / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев // Материалы международной конференции “Комплексные соединения и аспекты их применения” Душанбе -2018.С.66-69.

135. Хамидова, Ф.Р. Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в растворе 5 моль/л HCI при температуре 318 К / Ф.Р. Хамидова, О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и студентов ТНУ, посвященной «5500-летию древнего Саразма», «700-летию выдающегося таджикского поэта Камола Худжанди» и «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» Душанбе -2019. с. 205-206.

136. Азизкулова, О.А. Потенциометрическое исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCI при 273 К / О.А. Азизкулова, Ф.Р. Хамидова // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в Республики Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова Ишанкула Усмановича. Душанбе - 2019. - С. 119-121.

137. Азизкулова, О.А. Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCI при 298 К / О.А. Азизкулова, Ф.Р. Хамидова, У.М.Джурабеков, А.Ш.Эгамбердиев // Сборник статей и международной научно-практической конференции на тему» Современные проблемы химии, применение и их перспективы», посвященная 60-летию кафедры органической химии и памяти д.н.х. профессора Холиқова Ширинбека Халиковича Душанбе -2021. С.150-155.

138. Ҳамидова, Ф.Р. Таҳқиқи потенсиометрии комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 5,0 мол/л HCI ва ҳарорати 328 К / Ф.Р. Ҳамидова // Вестник ТНУ серия естественных наук 2022, № 3. С. 257-269.
139. Сафармамадов, С.М. Комплексообразование рения (V) с 4-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 8 моль/л HCI / С.М.Сафармамадов, А.А. Аминджанов, Ф.Малеки, К.С.Мабаткадамова / Вестник Таджикского национального университета, серия естественных наук. -2012. -№1/3(85) -С. 203-208
140. Шоедарова, З.А. Комплексообразование железа (II) и железа (III) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 1 моль/л HCl при 273-318К / З.А Шоедарова, К.С. Мабаткадамова, С.М. Сафармамадов // Вестник Воронежского государственного университета, Серия: Химия. Биология. Воронеж, 2017 - №1. - С. 37-42.
141. Джурабеков, У.М. Комплексообразование меди (II) с 1,2,4-триазолтиолом-5 в среде 1,0 моль/л $NaNO_3$ при 308 К / У.М. Джурабеков // Таджикский национальный Университет центр подготовки квалифицированных специалистов. (Сборник материалов Республиканской научно теоретической конференции, 17-18 мая). Душанбе. - 2013. - С. 336-340.
142. Азизкулова, О.А. Исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в растворе 6 моль/л HCI при 328 К / О.А.Азизкулова, Ф.Р.Хамидова // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в Республики Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова Ишанкула Усмановича (12-14 сентября). Душанбе -2020. - С. 128-129.
143. Хамидова, Ф.Р. Комплексообразование молибдена(V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 в средах 6 моль/л HCI при 288К / Ф.Р.Хамидова, О.А.Азизкулова // Сборник международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения» Душанбе -2013.

С. 110-114.
144. Хамидова, Ф.Р. Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 в растворе 6 моль/л HCI при температуре 273 К / Ф.Р. Хамидова, О.А.Азизкулова // ТНУ, Наука и инновация, серия естественных и экономических наук. Душанбе: «Сино»-2014. с. 100-102.
145. Азизкулова, О.А. Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в растворе 6 моль/л HCI при температуре 318 К. / О.А. Азизкулова, Ф.Р. Хамидова // ТНУ научно-исследовательский институт химический факультет, Материалы международной конференции «Комплексные соединения и аспекты их применения», Душанбе-2018. С. 63-65.
146. Азизкулова, О.А. Образование координационных соединений молибдена(V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCI при температуре 338К / О.А. Азизкулова, Ф.Р. Хамидова // Сборник материалов XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве республики Таджикистан» 24 октября 2019.С. 201-202.
147. Аминджанов, А.А. Окислительно-восстановительный электрод на основе 1-этил-2-меркаптоимидазола и его окисленной формы/ А. А. Аминджанов, Ю.Ф.Баходуров, С.М.Сафармамадов // Материалы научно-теорет. конф, Душанбе-2006. С.85-87.
148. Азизкулова, О.А. Исследование процесса комплексообразования меди (II) с N-ацетилтиомочевиной в среде 1 моль/л HCl в интервале температур 273-338 К / О.А. Азизкулова, Х.С. Давлатова, У.М. Джурабеков // Вестник Таджикского национального университета серия естественных наук. 2014, -№ 1/1 (126). -С. 110-114
149. Азизкулова, О.А. Комплексообразование меди (II) с 3-метил-1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCI при 273-338К / О.А. Азизкулова, Г.Н. Солехова. У.М. Джурабеков // Паёми ДМТ, Бахши илмҳои табиӣ. Душанбе-2020, №2, саҳ.204-215.
150. Азизкулова, О.А. Исследование комплексообразования молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 4,0 моль/л HCI

при 288К методом потенциометрического титрования / О.А. Азизкулова, А.Ш.Эгамбердиев М.И.Абдулхаева, Ф.Р.Хамидова У.М. Джурабеков // Вестник педагогического Университета. Издание Таджикского государственного педагогического универ-ситета имени Садриддина Айни №1(10-11). -Душанбе -2021. -С. 29-34.

151. Васильев, В.П. Аналитическая химия. Том 1. Титрометрические и гравиметрические методы анализа. / В.П. Васильев. -М.: ДРОФА, -2010 -369 с.

152. Опаловский, А.А. Галогениды молибдена. / А.А. Опаловский, И.И. Тычинская, З.М. Кузнецова, П.П. Самойлов // Новосибирск. -Наука, -1972. -260 с.

153. Гиллебрандт, В.Ф. Практическое руководство по неорганическому анализу / В.Ф.Гиллебрандт, Г.А.Лендель и др. М.:Химия.-1965.-1111 с.

154. Беллами, Л. Новые данные по ИК-спектрам сложных молекул / Л.Беллами. -М.: «Мир» -1971. 203 с.

155. Накамота К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений / К. Накамота. М.: Мир. 1966. С. 404.

156. Тарасевич, Б.Н. ИК-спектры основных классов органических соединений: Справочные материалы / Б.Н. Тарасевич. -М., 2012. -55 с.

157. Харитонов, Ю.Я. К вопросу об интерпретации ИК-спектров поглощения селеномочевины и дейтеромочевины / Ю.Я. Харитонов, В.Д. Берего, А.В.Аблов // Журнал неорганической химии. -1970. -Том 15. -№11. С 3163-3166.

158. Азизкулова, О.А. Ацидолигандные 1,2,4-триазолтиольные коодина-ционные соединения молибдена (V). / О.А.Азизкулова, Ф.Р.Хамидова // Мат. Республ. Науч. -теор. конф. профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвящ. 25-летию государственной независимости Республики Таджикистан Душанбе, 2016, с. 92-93.

159. Азизкулова, О.А. Реакционная способность тиосианатных комплексов молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 / О.А.Азизкулова, Ф.Р.Хамидова // Мат. Республ. конф. «Комплексообразование в растворах». Душанбе, 2012, с. 74-75.

160. Хамидова, Ф.Р. ИК-спектроскопическое исследование смешаннолигандных координационных соединений молибдена (V) с тиосемикарбазидом. Ф.Р. Хамидова, О.А. Азизкулова // Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов, посвященной «800- летию поэта, великого мыслителя мавлоно Джалолуддина Балхи» и «16-й годовщине независимости республики Таджикистан», ТГНУ, день науки, ч.1, Душанбе-2007. -С. 81-82.
161. Азизкулова, О.А. Тиосианато-тиосемикарбазидные биядерные координационные соединения молибдена (V) / О.А. Азизкулова, Ф.Р. Хамидова // Доклады АН РТ, 2011, т.54, №4, с.314-317.
162. Кукушкин, Ю.Н. Термические превращения координационных соединений в твёрдой фазе / Ю.Н.Кукушкин, В.Ф.Буданова, Г.Н.Седова -Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1981, 175 с.
163. Эгамбердиев, А.Ш. Координационные соединения молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом и 8-оксихинолин. / А.Ш. Эгамбердиев // Автореф. дисс. на соис. учен. степ. канд. хим. наук. - Душанбе.: 2019. - 24 с.
164. Coats, A.W. Kinetic parameters frum thermogravimetric data / A.W. Coats, I.P. Redfern // Anal. Chem. -1964. -V. 201. -P. 68.
165. Кукушкин, Ю.Н. Химия координационных соединений. / Ю.Н. Кукушкин -М.: Высшая школа, 1985, 458 с.
166. Харитонов, Ю.Я. Аналитическая химия. Количественный анализ: Учебник для вузов / Ю.Я. Харитонов. -М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. -656 с.
167. Вайсбергер, А. Органические растворители. / Вайсбергер А., Проскауэр Э., Риддик Д., Тупс А. М. - Л.: 1958. С. 518.
168. Васильев, В.П. Термодинамические свойства растворов электролитов / В.П. Васильев. -М.: Высшая школа: -1982. -С. 319.
169. Евстратова, К.И. Физическая и коллоидная химия / К.И. Евстратова, Купина Н.А. - Москва, 1990. - 486 с.

Интишороти аз руйи мавзуи диссертатсия

[1-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Роданидо-тиосемикарбазидные биядерные координационные соединения молибдена (V) / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Доклады Академии наук РТ, 2011, том 54, №4Стр. 314-317.

[2- М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Синтез и физико-химические исследования координационных соединений молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Доклады АН РТ, Том 60, №1-2, Душанбе -2017. -С. 73-78.

[3- М]. **Хамидова, Ф.Р.** Координационные соединения молибдена(V) с 1-фенил-2,3-диметилпирозолин -5-тионом (L) и 1,2,4-триазолтиолом (L^I) в среде 6 моль/л HCI / О.А. Азизкулова, Г.Ф. Рачинская, А.Ш. Эгамбердиев, **Ф.Р. Хамидова,** М.И. Абдулхаева, У.М. Джурабеков // Наука и инновация Душанбе -2019, №3. -С. 154-156.

[4- М]. **Хамидова, Ф.Р.** Исследование процесса комплексообразования молибдена(V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCI 298 К / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Хамидова,** А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева, У.М. Джурабеков // Известия Ошского технологического университета. №2, - Ош 2020, - С 94-98.

[5-М]. **Хамидова, .Р**. Исследование комплексообразования молибдена(V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 4,0 моль/л HCI при 288К методом потенциометрического титрования / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева, **Ф.Р. Хамидова**, У.М. Джурабеков // Вестник педагогического Университета. Издание Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Айни №1(10-11). Душанбе -2021, -С. 29-34.

[6- М]. **Хамидова, Ф.Р.** Таҳқиқи потенсиометрии комплексҳосилкунии молибден (V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 5 мол/л HCI ва ҳарорати 328 К / **Ф.Р. Хамидова** // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. -2022. -№3. -С. 257-269.

[7-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Синтез и свойства формиато-тиосемикарбазидных комплексов молибдена (V) / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы научно-теоретической конференции профессорского-предподавательского состава и студентов, посвященной “15-й годовщине

независимости республики Таджикистан”, “2700-летию города Куляба” и “году арийской цивилизации” ч. 1. Душанбе - 2006. -С. 90-91

[8-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Взаимное замещения лигандов в новых координационных соединениях молибдена (V) / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Международная конференция: “Современная химическая наука и её прикладные аспекты” (25-27 октября 2006 года) (материалы). Институт химии им. В.И. Никитина АН Республики Таджикистан. Душанбе - 2006. -С. 23 - 24.

[9-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** ИК-спектроскопическое исследования смешаннолигандных координационных соединений молибдена (V) с тиосемикарбазидом. / **Ф.Р. Ҳамидова**, О.А. Азизкулова // Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и студентов, посвященной “800-летию поэта, великого мыслителя Мавлоно Джалолуддина Балхи” и “16-й годовщине независимости Республики Таджикистан”, ч. 1, Душанбе - 2007. -С. 81-82

[10-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Реакционная способность ацидокомплексов молибдена (V) с тиосемикарбазидом / **Ф.Р. Ҳамидова**, О.А. Азизкулова // Материалы научно-практической конференции «Достижения химической науки и проблемы ее преподавания» Душанбе -2007. -С. 72-77.

[11-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Молярная электрическая проводимость разнолигандных комплексных соединений молибдена (V) с тиосемикарбазидом / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы научно-теоретической конференции профессорско-преподовательского состава и студентов, посвященной «17-й годовщине независимости Республики Таджикистан»,1150-летию основоположника таджикско-персидской литературы Абу Абдулло Рудаки и году таджикского языка.ч.1. Душанбе -2008. -С. 67-68.

[12-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Ацетато-тиосемикарбазидные координационные соединения молибдена (V) / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы республиканской научно-практической конференции «Перспективы развития исследований в области химии координационных соединений», посвященной 70-летию д.х.н., профессора Азизкуловой О.А. Душанбе -2011. -С. 67-69.

[13-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Роданидо-тиосимокарбазидные биядерные координационные соединения молибдена (V) / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы V-й международной научно-практической конференции «Перспективы применения инновационных технологий и усовершенствования технического образования в высших учебных заведениях стран СНГ», ч.1, Душанбе-2011. С. 289-292.

[14-М] **Ҳамидова, Ф.Р.** Реакционная способность роданидных комплексов молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы республиканской конференции «Комплексообразование в растворах» Душанбе-2012. С. 74-75.

[15-М] **Ҳамидова, Ф.Р.** Комплексообразование молибдена(V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 в средах 6 моль/л HCI при 288К / **Ф.Р. Ҳамидова**, О.А. Азизкулова // ТНУ научно-исследовательский институт, химический факультет, Сборник международной конференции: «Комплексные соединения и аспекты их применения». Душанбе -2013. -С. 110-114.

[16-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом-5 в растворе 6 моль/л HCI при температуре 273 К / **Ф.Р. Ҳамидова,** О.А. Азизкулова // ТНУ, Наука и инновация, серия естественных и экономических наук. Душанбе: «Сино»-2014. -С. 100-102.

[17-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Молярная электрическая проводимость растворов комплексов $(NH_4)_2[MoOBr_5]$ с 1,2,4-триазолтиолом-5 / **Ф.Р. Ҳамидова,** О.А. Азизкулова // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «700-летию Мир Сайида Али Хамадони», «Году семьи» и Международному десятилетию действия «Вода для жизни» 2005-2015 годы. Душанбе -2015. -С. 34-35.

[18-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Ацидолигандные 1,2,4-триазолтиолные координационные соединения молибдена (V) / **Ф.Р. Ҳамидова,** О.А. Азизкулова // ТНУ неделя науки, Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «25-летию государственной Независимости Республики Таджикистан». Душанбе -2016. -С. 92-93.

[19-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Пайвастаҳои координациони молибден (V) бо ҳосилаҳои пиразолин (L) ва 1,2,4-триазол (L^I) / О.А. Азизкулова, М.И. Абдулҳаева, А.Ш. Эгамбердиев, **Ф.Р. Ҳамидова** // ТНУ Материалы II Международной научной конференции «Химия алифатических и циклических производных глицерина и аспекты их применения», посвященной 75-летию памяти д.х.н., профессор член-корр. АН РТ Кимсанов Бури Хакимович. Душанбе -2016. -С. 201-204.

[20-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** ИК-спектроскопическое исследование 1,2,4-триазолтиольных координационных соединений молибдена (V) / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // ТНУ неделя науки, Материалы Республиканской научно-теоретической конференции прфессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «20-ой годовщине Дня национального единства» и «Году молодежи». Душанбе -2017. -С. 101.

[21-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Реакционная способность тиоционатных координационных соединений пентабромооксомолибдата аммония с 1,2,4-триазолтиолом / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы международной конференции «Комплексные соединения и аспекты их применения». Душанбе -2018. -С. 55-57.

[22-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в растворе 6 моль/л HCI при температуре 318 К. / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы международной конференции «Комплексные соединения и аспекты их применения». Душанбе -2018. -С. 63-65.

[23-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Синтез и исследование координационных соединений молибдена (V) с некоторыми тиоамидными лигандами. / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева, **Ф.Р. Ҳамидова** // Материалы Республиканской научно-практической конференции посвященной Международному десятилетию действия «Вода для устойчивого развития, 2018-2028 годы», «80-ой годовщине со дня рождения Юсупова Тилло Юсуповича» на тему: «Синтез новых биологически активных производных глицерина на основе аминокислот, пептидов и фуллерина C_{60}». Душанбе -2018. -С. 63-67.

[24-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Физико-химические исследования свойств координационных соединений молибдена(V) с некоторыми тиоцианатными гетероциклическими и тиоамидными лигандами / О.А. Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, **Ф.Р. Ҳамидова**, М.И. Абдулхаева, У.М. Джурабеков // Материалы IV Международной научной конференции: «Вопросы физической и координационной химии», посвященной памяти докторов химических наук, профессоров Якубова Хамида Мухсиновича и Юсуфова Зухуриддина Нуриддиновича. Душанбе -2019. -С. 45-50.

[25-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Реакция замещения лигандов в 1,2,4-триазолтиольных координационных соединениях молибдена(V) / **Ф.Р. Ҳамидова,** О.А. Азизкулова // Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава и сотрудников ТНУ, посвященной «Годам развития села, туризма и народных ремесёл (2019-2021 гг.)» и «400-летию Миробида Сайидо Насафи». Том 1, Душанбе -2019, -С.97-98.

[26-М]. **Ҳамидова, Ф.Р.** Образование координационных соединений молибдена(V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 6 моль/л HCI при температуре 338К / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Ҳамидова** // Сборник материалов XV Нумановские чтения «Современное состояние химической науки и использование её достижений в народном хозяйстве республики Таджикистан». Душанбе -2019 г, -С. 201-202.

[27-М]. **Хамидова Ф.Р.** Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в растворе 5 моль/л HCI при температуре 318 К / **Ф.Р.Хамидова**, О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков// Материалы Республиканской научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и студентов ТНУ, посвященной «5500-летию древнего Саразма», «700-летию выдающегося таджикского поэта Камола Худжанди» и «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» Душанбе -2019. -С 205-206.

[28-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Термические свойства координационных соединений молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Хамидова**, У.М. Джурабеков // Материалы Республиканской

научно-теоретической конференции профессорско-преподавательского состава, сотрудников и студентов ТНУ, посвященной «5500-летию древнего Саразма», «700-летию выдающегося таджикского поэта Камола Худжанди» и «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 годы)» Душанбе -2019. - С 207-208.

[29-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Потенциометрическое исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCI при 273 К / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Хамидова** // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в Республики Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова Ишанкула Усмановича. Душанбе -2020. -С. 119-121.

[30-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в растворе 6 моль/л HCI при 328 К / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Хамидова** // Сборник статей республиканской научно-теоретической конференции на тему «Основы развития и перспективы химической науки в Республики Таджикистан», посвященной 60-летию химического факультета и памяти д.х.н., профессора, академика АН РТ Нуманова Ишанкула Усмановича (12-14 сентября). Душанбе -2020., С. 128-129.

[31-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Комплексообразование молибдена(V) с 1-формил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 4 моль/л HCI при 298К/ О.А.Азизкулова, А.Ш.Эгамбердиев, М.И. Абдулхаева, **Ф.Р. Хамидова** // Республиканская научно-практическая конференция студентов ТНУ, посвященной 30-летию Государственной независимости Республики Таджикистан, 110-летию со дня рождения Народного поэта Таджикистана, Героя Таджикистана Мирзо Турсунзаде, 110 летию со дня рождения Народного писателя Таджикистана Сотима Улугзода и «20-летию изучения и развития естественных, точных и математических наук в сфере науки и образования (2020-2040 г)». Душанбе -2021. С. 84-87.

[32-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Исследование комплексообразования молибдена (V) с 1-фенил-2,3-диметилпиразолин-5-тионом в среде 4,0 моль/л HCI при 288 К методом потенциометрического титрования / О.А., Азизкулова, А.Ш. Эгамбердиев, М.И Абдулхаева**, Ф.Р. Хамидова**, У.М. Джурабеков // Вестник педагогического Университета. Издание Таджикского государственного педагогического университета имени Садриддина Айни №1(10-11). Душанбе-2021, С. 29-34.

[33-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 5 моль/л HCI при 298 К / О.А. Азизкулова, **Ф.Р. Хамидова,** У.М. Джурабеков, А.Ш. Эгамбердиев // Сборник статей и международной научно-практической конференции на тему «Современные проблемы химии, применение и их перспективы», посвященная 60-летию кафедры органической химии и памяти д.н.х. проф. Холиқова Ширинбека Халиковича Душанбе -2021, -С. 150-155.

[34-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Исследование процесса комплексообразования в системе $(NH_4)_2[MoOCI_5$-1,2,4-триазолтиол-5 моль/л HCI при 288 К / **Ф.Р. Хамидова**, О.А. Азизкулова, У.М. Джурабеков // Материалы III Международной научно-практической конференции на тему: (Развитие химической науки и области их применения), посвященной 80-летию памяти д.х.н., член корр, НАНТ, профессора Кимсанова Бури Хакимовича. Душанбе -2021, -С. 200-204.

[35-М]. **Ҳамидова Ф.Р**. Комплексҳосилкунии Mo(V) бо 1,2,4-триазолтиол дар муҳити 4,5 мол/л HCI дар ҳарорати 273 К / **Ф.Р. Ҳамидова**, О.А. Азизкулова, У.М. Ҷурабеков // Материалы республиканской научно-теоретической конференции преподавателей, сотрудников НИИ ТНУ посвященной “Годам развития промышленности (2022-2026)” и “Чествованию Мавлоно Джалолиддина Балхи”(20-27 апреля 2022 г.) Душанбе-2022, С.279-282.

[36-М]. **Хамидова, Ф.Р.** Исследование процесса комплексообразования молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом в среде 4 моль/л HCI при 308К / **Ф.Р. Ҳамидова,** О.А. Азизкулова, У.М. Ҷурабеков // Материалы 13 международной теплофизической школы “Теплофизика и информационные технологии” Душанбе -2022, -С. 209-212.

ТАДЖИКСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

«УТВЕРЖДАЮ»
проректор по учебной работе
д.э.н. профессор Собирзода Н.М. _____
«19» _____ 2022

АКТ

О внедрении научно-исследовательских работ в учебный процесс

Мы, нижеподписавшиеся декан химического факультета, доцент Файзуллозода Э.Ф. заведущей кафедрой неорганической химии, доцент Баходуров Ю.Ф., д.х.н., доцент Мабаткадамзода К.С., к.х.н., доцент Абдулхаева М.И., к.х.н., доцент Джурабеков У.М., к.х.н., ассистент Муборакадамов Д.А. составили акт о внедрении результатов научно-исследовательской работы на тему «Комплексообразование молибдена (V) с 1,2,4-триазолтиолом» в научно-исследовательский работы и учебный процесс, выполненной в рамках диссертационной работы соискателя кафедры неорганической химии Хамидовой Ф.Р.

Данная работа была внедрена на кафедре неорганической химии химического факультета Таджикского национального университета в виде научных и лабораторных работ соискателям, студентам в процессе выполнение курсовых, дипломных работ при комплексообразования разных металлов, потенциометрическим методом.

В процессе внедрения научных разработок в учебный процесс достигнуты следующие результаты:

-внедрение результатов работы позволили научным работникам и студентам, легко освоит использование окислительно-востановительных электродов на основе тиоамидных лигандов для изучения процесса комплексообразования с различными металлами;

-с учётом кислотно-основных свойств амидных и тиоамидных лигандов исследовать комплексообразования с разными металлами в различных концентрациях неорганических кислот;

-величины констант устойчивости, термодинамические параметры, полученные в работе могут применяться в качестве справочного материала, а также рекомендованы в базы термодинамических данных;

-по результатам исследования специалисты в области аналитической химии могут использовать амидные и тиоамидные лиганды для аналитического определения молибдена (V);

- полученные в твёрдом виде комплексы могут быть использованы в качестве основы биологически активных веществ, фармацевтических препаратов, стимуляторов, а также в металлокомплексном катализе.

Декан химического факультета, доцент Файзуллозода Э.Ф

Заведующей кафедрой неорганической химии

к.н.х., доцент Баходуров Ю.Ф.

Члены комиссии

д.х.н., доцент Мабаткадамзода К.С.

к.х.н., доцент Абдулхаева М.И.

к.х.н., доцент Джурабеков У.М.

к.х.н., ассистент Муборакдамов Д.А.