

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ТЕХНИКА ФАКУЛЬТЕТИ  
“КИМЁ” КАФЕДРАСИ

5140500-кимё таълим йўналиши битирувчиси  
**Бойтўраева Мадинанинг**  
“Айрим 3d-металларнинг тиокарбамид билан координацион  
бирикмасининг синтези ва тадқиқоти” мавзусидаги

# Битирув малакавий иши



Илмий раҳбар:

Доц. Г.Ж.Муқимова

Термиз-2017

ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ  
ОЛИЙ ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ

ТЕРМИЗ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ  
ТЕХНИКА ФАКУЛЬТЕТИ  
“КИМЁ” КАФЕДРАСИ

5140500-кимё таълим йўналиши битирувчиси  
**Бойтўраева Мадинанинг**  
**“Айрим 3d-металларнинг тиокарбамид билан координацион**  
**бирикмасининг синтези ва тадқиқоти”** мавзусидаги

## **Битирув малакавий иши**

Бажарди: 5140500-кимё таълим  
йўналиши битирувчиси:  
Бойтўраева Мадина Тоир қизи

Илмий раҳбар: Доц. Г.Ж.Муқимова

Битирув малакавий иши кафедрадан дастлабки ҳимоядан ўтди.  
\_\_\_\_\_ сонли баённома « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017 йил.

Кафедра мудири \_\_\_\_\_ доц.Алиқулов.Р.В.

Термиз-2017

## М У Н Д А Р И Ж А

<b>Кириш</b> .....	4
<b>I. Адабиётлар таҳлили</b> .....	<b>12</b>
I.1. Комплекс бирикмалар ва уларнинг турлари. Уларда изомерия ҳодисаси.....	12
I.2. Никель ва унинг бирикмаларининг табиатда учраши, олиниси ва хоссалари.....	23
I.3. Рух ва унинг бирикмаларининг олиниси ва физик-кимёвий хоссалари.....	29
I.4. Никель (II) ва рух (II) нинг координацион бирикмалари .....	34
I.5. Тиокарбамид ва унинг бирикмаларининг физик-кимёвий хоссалари.....	43
<b>II. Таҷрибавий қисм</b> .....	<b>46</b>
II.1. Реактивлар, асбоблар ва тадқиқот усуллари.....	46
II.2. Никель (II) нинг тиокарбамид билан координацион бирикмалари синтези.....	48
II.3. Рух (II) нинг тиокарбамид билан координацион бирикмалари синтези.....	49
<b>III. Тадқиқот натижалари таҳлили</b> .....	<b>50</b>
III.1. Тиокарбамид молекуласининг квант-кимёвий анализ натижалари.....	50
III.2. Синтез қилинган модданинг кимёвий анализи.....	55
III.3. Олинган комплекс бирикмаларнинг физик-кимёвий анализи натижалари таҳлили.....	57
<b>Хулоса</b> .....	59
<b>Глоссарий</b> .....	61
<b>Адабиётлар</b> .....	65

## КИРИШ

Ўзбекистон ривожланиш ва тараққиёт йўлига қадам қўйиб, иқтисодий ҳамкорлик соҳасидаги кўпгина нуфузли халқаро ташкилотларнинг тенг ҳуқуқли аъзоси бўлиб қолмоқда[2].

Ўзбекистон – келажаги буюк давлат, деб таъкидламоқ учун барча асослар бор. Республикада ҳамма нарса: табиий бойликлар, унумдор ер, қудратли иқтисодий ва илмий – техникавий, инсоний ва маънавий салоҳият мавжуд. Республикада катта табиий энергия ресурслари ва кўмирнинг мавжудлиги Ўзбекистон иқтисодиётини ривожлантиришда муҳим аҳамиятга эгади[2].

Таълимни тарбиядан, тарбияни эса таълимдан ажратиш бўлмайди – бу шарқона қараш, шарқона ҳаёт фалсафаси. Маълумки, ўзликни англаш, миллий онг ва тафаккурнинг ифодаси, авлодлар ўртасидаги рухий – маънавий боғлиқлик тил орқали намоён бўлади. Мухтасар қилиб айтганда, охириги йилларда таълим – тарбия соҳасида амалга оширилган, кўлами ва моҳиятига кўра улкан ишларимиз биз кўзлаган эзгу ниятларимизга эришиш, ҳеч кимдан кам бўлмайдиган ҳаёт барпо этиш, ёшларимиз, бутун халқимизнинг маънавий юксалиш йўлида мустаҳкам замин яратди, десак ҳеч қандай хато бўлмайди[3].

Бу эса бугунги кун ёшлари олдида муҳим вазифаларни қўяди. Президентимиз Ш.Мирзиёевнинг “2017—2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини ривожлантиришнинг бешта устувор йўналиши” бўйича ҳаракатлар стратегиясининг 4.4-бандида таълим ва ўқитиш сифатини баҳолашнинг халқаро стандартларини жорий этиш асосида олий таълим муассасалари фаолиятининг сифати ҳамда самарадорлигини ошириш, илмий-тадқиқот ва инновация фаолиятини рағбатлантириш, илмий ва инновация ютуқларини амалиётга жорий этишнинг самарали механизмларини яратиш, олий ўқув юртли ва илмий-тадқиқот институтлари ҳузурида ихтисослаштирилган

илмий-экспериментал лабораториялар, юқори технология марказлари ва технопаркларни ташкил этишдек масалаларни таъкидлаб ўтган[1].

Ўзбекистон Республикаси шароити, иқлимни ва табиий бойликлари жихатидан жаҳонда ўз мавқиеига эгадир. Айниқса рангли ва нодир металлларнинг катта захираларига эгадир, бу захиралардан фойдаланиш ҳамда уларни маълум мақсадларда ишлаб чиқаришга долзарб муаммодир.

Бу муаммоларни ҳал қилишда координацион бирикмалар соҳасида кўпгина илмий тадқиқоти ишлари олиб борилмоқда.

Координацион бирикмалар бир қатор специфик хусусиятига эга бўлиб, халқ хўжалигининг турли соҳаларида ишлатилмоқда. Икки асосли карбон кислоталарнинг дианиони ва кислота амидлари таркибида икки ёки ундан ортиқ донор атомлари тутган бўлиб, фаол комплекс ҳосил қилувчилар ҳисобланади. Шу боисдан айтиб ўтилган лигандлар узоқ вақтлардан бери тадқиқотчилар диққатида бўлиб келмоқда. Бу муаммоларни ҳал қилишда координацион бирикмалар соҳасида кўпгина илмий ишлар олиб боришмоқда.

Адабиётларда металлларнинг циклик амидлар билан координацион боғланишда уларнинг тузилиши жойлашиши жуда кам берилган. Координацион бирикмалар таркиби ва тузилишида ацидолигандларнинг таъсири тўлиқ ифодасини топмаган.

Лиганд вазифасида тиокарбамид ишлатилди. Тиокарбамид комплекс бирикмаларида асосан монодентатли лиганд сифатида иштирок этади, айрим ҳолларда эса боғланиш металл табиати ва ацидолигандга боғлиқ бўлади.

Ўзига хос хусусиятга эга бўлган металлларнинг координацион бирикмалари халқ хўжалигининг ҳар хил тармоқларида кенг қўлланилади. Координацион бирикмаларнинг хоссалари кўпинча комплекс ҳосил қилувчиларнинг табиатига ацидолигандларнинг стереокимёвий кинематик ва термодинамик хусусиятларга қараб белгиланади.

**Мавзунинг долзарблиги.** Республикамизда кимё фани ривожланишининг муҳим тадқиқот йўналишларидан бири янги координацион бирикмалар синтез қилиш ва уларни амалий мақсадларда

самарали қўллашдир. Республикамиз рангли ва нодир металлларни казиб олиш ва уларга ишлов бериш бўйича жаҳонда етакчи ўринда туради. Шу сабабдан металлургия саноатида ишлатиладиган технологик жараёнларни соддалаштириш, металлларни рудалардан ажратишда танловчан, самарадор, арзон реагентлар яратиш борасида бир катор тадқиқотлар амалга оширилмоқда.

Замонавий координацион бирикмалар кимёсида лигандлар қуршови, таркибида турли хил N, O, S- каби донор марказлар тутган металл комплекслар муҳим ўрин эгаллайди. Бу металл комплексларнинг тадқиқотини ривожланиши ва уларга бўлган қизиқиш магнит, каталитик ва оптик хусусиятлари ва ишлатилиш соҳалари билан боғлиқдир. Координацион бирикмалар кимёсида рақобатли координацияланиш муаммоларини ўрганиш улардаги марказий атом қуршовининг полиэдр стереокимёсига таъсири билан боғлиқ. Шунинг билан бирга янги авлод бирикмалар яратишнинг назарий ва амалий масалаларини ечиш учун олдиндан белгиланган хоссаларга эга бўлган маълум таркибга эга полидентат лигандлар ва улар асосида металлокомплексларнинг йўналтирилган синтезини амалга ошириш йўллари излаш жуда муҳим ва долзарб муаммо ҳисобланади.

Маълумки, бугунги кунга келиб комплекс бирикмалар ҳалқ хўжалигининг турли соҳаларида ишлатилмоқда. Айниқса таркибида азот, кислород ва олтингурут тутган органик бирикмаларнинг 3d- металллар билан ҳосил қилган координацион бирикмалари биологик фаол моддаларни номоён қилади. Бундай органик бирикмаларга амидлар мисол бўлади.

**Ишнинг мақсади.** Айрим 3d-металларнинг тиокарбамид билан координацион бирикмасини синтез қилиш ва уларнинг таркиби, тузилиши, хоссаларини физик-кимёвий тадқиқот усуллари ёрдамида ўрганиш.

**Ишнинг вазифаси.** Тадқиқот ишида қуйидаги вазифалар белилаб олинди:

- Никель (II) ва рух (II) нинг тиокарбамид билан координацион бирикмалари синтези ва шароити, уларнинг хоссаларини ўрганиш;

- олинган координацион бирикмаларнинг таркиби, тузилиши, хоссаларини марказий ионнинг лиганд табиатига боғлиқлигини ўрганиш;
- синтез қилинган координацион бирикмада марказий ионнинг органик лигандлар билан координацияланиш қобилиятини ИҚ- ютилиш спектри натижалари асосида ўрганиш;
- тиокарбамид молекуласининг координацион бирикмаларда марказий ион билан координацион қобилиятини ўрганиш;
- синтез қилинган координацион бирикмаларнинг индивидуаллигини ўрганиш ва уларнинг таркибини аниқлаш.

**Тадқиқотнинг объекти.** Никель (II) хлорид, рух (II) сульфат кристаллогидрат тузлари ва тиокарбамид, ҳамда улар ҳосил қилган координацион бирикмалар.

**Тадқиқотнинг предмети.** Никель (II) хлорид, рух (II) сульфат кристаллогидрат тузларининг тиокарбамид билан ҳосил қилган координацион бирикмалари тузилишини ва хоссаларини ўрганишдан иборат.

**Ишнинг илмий ва амалий аҳамияти.** Қишлоқ хўжалиги, тиббиёт ва sanoatда муҳим ўрин тутадиган янги химиявий бирикмалар ва моддаларни яратиш замонавий кимёнинг долзарб масалаларидан бири ҳисобланади. Ўзига хос хусусиятга эга бўлган металлларнинг координацион бирикмалари ҳалқ хўжалигининг ҳар хил тармоқларида кенг қўлланилади. Тирик организмларнинг барча ҳаётий жараёнларида иштирок этадиган кимёвий бирикмаларнинг кўпчилиги координацион бирикмалардир. Гемоглобин, хлорофилл, антителолар, карбонилли бирикмалар, буларнинг барчаси комплекс бирикмаларга мисол бўлади.

Ҳозирда қишлоқ хўжалигида ишлатилаётган биостимуляторлар, ҳосилдорликни оширувчи кўшимчалар, дефолиантлар, инсектицидлар, фунгицидлар ва кўпчилик минерал ўғитлар асосан координацион бирикмалардир. Бунинг сабаби шундаки, бу бирикмалар таркибига азот, фосфор, калийдан ташқари ўсимликлар учун оз миқдорда бўлсада, жуда

зарур бўлган микроэлементлар, яъни марганец, мис, никель, кобальт, кадмий, рух, темир кабиларни айнан комплекс бирикмалар ёрдамида ўсимликларга етказиб бериш мумкин. Юқорида келтирилган металлларни минерал ўғитлар таркибидаги азот, кислород, олтингугурт каби атомлари билан координацияланишга қодирлигини назарда тутсак, айнан комплекс бирикмалар ушбу долзарб ва муҳим вазифани аъло даражада бажара олиши яққол кўриниб туради.

Микроэлементлар нафақат ўсимликлар, балки, одам ва ҳайвонлар организми учун ҳам кераклигини назарда тутадиган бўлсак, бу металлларнинг витаминлар ва оқсиллар, аминокислоталар билан ҳосил қиладиган комплексларининг одамзод ҳаётидаги роли янада ошади. Ҳақиқатан ҳам ҳозирда дорихоналарда сотилаётган “пиковит”, “компливит” ва ҳоказо витамин ва микроэлементлар тутган сироплар таркибига бир назар ташлайдиган бўлсак, улар асосан координацион бирикмалардан иборатлигини кўришимиз мумкин бўлади. Мазкур илмий ишда келтирилган маълумотлардан илмий изланувчи тадқиқотчилар, магистратура ва бакалавр битирувчилари ўз илмий ишларида маълумот сифатида фойдаланишлари мумкин.

### **Ишнинг апробацияси.**

<b>№</b>	<b>Мақола ва тезислар номи</b>	<b>Тўплам ёки журнал номи</b>	<b>Бет</b>
1.	Синтез и свойства координационных соединений Некоторых сукцинатов металлов с формамидом	“Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” IV Республика илмий-амалий анжумани илмий мақолалари тўплами II қисм. ТерДУ. 1-3 май 2014 йил. 254-255-бет	2 б
2.	Сорбционное концентрирование палладия (II) из азотнокислых и нитратных сред на ионитах различной структуры	Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках в условиях перехода предприятий на импортозамещение: проблемы и пути решения. Россия. Уфа Изд УГНТУ. 17-18 декабря 2015 г. 246-247 с	2 б



3.	Способ отделения микроколичеств золота от платины и его использование в нейтронно-активационном анализе	Фундаментальные и прикладные исследования в технических науках в условиях перехода предприятий на импортозамещение: проблемы и пути решения. Россия. Уфа Изд УГНТУ.17-18 декабря 2015 г.249-250 с	2 б
4.	Озон ёрдамида куёш нури таъсирида кристалл йод Олиш технологияси	Ёш олимлар илмий-амалий конференция - 2015 Маъруза тезислари тўплами. Тошкент. 2015 йил 22 декабрь.408-409 б.	2 б
5.	Сурхондарёда мавжуд йод-бром захиралари ва Уларни ўзлаштириш истиқболлари	Ёш олимлар илмий-амалий конференция - 2015 Маъруза тезислари тўплами. Тошкент. 2015 йил 22 декабрь.411-412 б.	2 б
6.	Таркибида азот ва олтингугурт бўлган ионитлар Синтези	Ёш олимлар илмий-амалий конференция - 2015 Маъруза тезислари тўплами. Тошкент. 2015 йил 22 декабрь.444-446 б.	3 б
7.	Cu (II) сукцинатининг никотинамид билан координацион бирикмасининг хоссалари	Ёш олимлар ва талабаларнинг «XXI аср-интеллектуал авлод асри» шиорт остида утказилган илмий-амалий конференция. ТерДУ. 2015-йил 2-3-июнь.	2 б
8.	Сорбция и радиоактивационное определение осмия и палладия в молибденсодержащих продуктах.	Материалы VIII международной научно-технической конференции горно-металлургический комплекс: достижения, проблемк и современнке тенденции развития.Навои.19-20 ноября 2015-йил.139с	1с
9.	Способ отделения микроколичеств золота от платины	Материалы VIII международной научно-технической конференции горно-металлургический комплекс: достижения, проблемк и современнке тенденции развития.Навои.19-20 ноября 2015-йил.141с	1с

10.	Синтез қилинган комплекс ҳосил қилувчи ионитнинг Физик-кимёвий хоссалари	“Ёш олимлар” Республика илмий-амалий Конференцияси. ТерДУ. 2016 йил 29-30 январь.551-552б.	26
11.	Маҳаллий хомашёлар асосида самарали, комплекс ҳосил Қилувчи ионитнинг синтези	“Ёш олимлар” Республика илмий-амалий Конференцияси. ТерДУ. 2016 йил 29-30 январь.543-544-б.	26
12.	Хлорсиз ичимлик сувини зарарсизлантириш	Ўзбекистоннинг Биогеоэкологик Муаммолари Республика илмий ва илмий-техник анжумани.ТерДУ. 2016 йил 15 март.277-б	16
13.	Рух (II) сукцинатининг ацетамид билан координацион бирикмасининг ИҚ-спектроскопик тадқиқоти	Кимё фанининг долзарб муаммолари ва уни ўқитишда инновацион технологиялар” мавзусидаги Республика илмий амалий анжумани Тошкент ш., 30-31 март 2016 й.25-б	16
14.	Исследование смещаннолигандные комплексными соединениями некоторых d-металлов	Кимё фанининг долзарб муаммолари ва уни ўқитишда инновацион технологиялар” мавзусидаги Республика илмий амалий анжумани Тошкент ш., 30-31 март 2016 й.24-б	16
15.	Kimyo fani mavzularini o`qitishda noan`anviy dars o`tishning afzalligi	Кадрлар тайёрлаш миллий дастури-“Ўзбек модели”нинг ажралмас қисми. Ёш олимлар ва талабалар илмий амалий конференцияси., Тошкент, 2016-йил 15-март. 5-6 б	26
16.	Zamonaviy axborot texnologiyalarining kimyoni o`qitish jarayonidagi o`rni	Кадрлар тайёрлаш миллий дастури-“Ўзбек модели”нинг ажралмас қисми. Ёш олимлар ва талабалар илмий амалий конференцияси., Тошкент, 2016-йил 15-март. 15-16 б	26
17.	Kimyo fani mavzularini o`qitishda noan`anviy dars o`tishning afzalligi	Кадрлар тайёрлаш миллий дастури-“Ўзбек модели”нинг ажралмас қисми. Ёш олимлар ва талабалар илмий амалий конференцияси., Тошкент, 2016-йил 15-март. 17-18 б	26

18.	Комплексные соединения меди и цинка с нитрокарбамида	Касб таълимнинг долзарб муаммолари республика илмий-амалий анжумани. Термиз, 2016 17-18 май. 488-489б	26
19.	“Изучение комплексообразующих свойств новых полифункциональных анионитов”	“Ўзбекистон кимё журналі”нинг тахрир хайъати томонидан қабул қилиниб, мазкур журналнинг 2016 йил 4-сони	16
20.	Бинарная экстракция некоторых металлов	Электронный периодический рецензируемый научный журнал “SCI-ARTICLE.RU” 2016- йил 23- апрель	46
21.	“Study of kinetic properties of the complexing anion exchanger”	“International Journal of Engineering Sciences & Research Technalogy” Hindiston, 2016-yil 15-aprel	46
22.	Tiokarbamidning fizik-kimyoviy va kvant-kimyoviy analiz tahlili	“Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” V Республика илмий-амалий анжумани илмий мақолалари тўплами. ТерДУ. 26-28 апрель 2017 йил. 375-бет	26
23.	Ayrim 3-d metallarning tiokarbamid bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalari	Республика жанубида транспорт-йўл Комплексини ривожлантириш истиқболлари. Республика илмий-техник анжуман Материаллари тўплами. ТерДУ. 30-31-март 2017.	

**Ишнинг хажми.** Битирув малакавий иши кириш, адабиётлар таҳлили, тажрибавий қисм, синтез қилинган комплекс бирикмаларнинг физик-кимёвий анализи натижалари, хулоса ва адабиётлар рўйхатидан иборат. Иш 68-бет, 8-та жадвал асосида ёритилган. Библиографик кўрсаткичи та адабиётни ўз ичига олади.

## I. АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ

### I.1. КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАР ВА УЛАРНИНГ ТУРЛАРИ. УЛАРДА ИЗОМЕРИЯ ҲОДИСАСИ

Комплекс бирикма шундай бирикмаки, унинг молекуласи ёки иони марказий атомга эга бўлиб, буни бир неча ион ёхуд молекулалар, яъни лигандлар қуршаб туради. Комплекс бирикма хатто эритмаларда ҳам ўзининг мустақиллигини сақлаб қолишга интилади, ионларга кам диссоциланади.

Биринчи бўлиб Тассэр 1798 йилда гексаамминкобальт(III) хлоридни ҳосил қилди.

Вернер назарисининг асосий ҳолатлари:

1) Кўпчилик элементлар ўзларининг асосий валентликларидан ташқари қўшимча валентликлар ҳамнамоён қиладилар. 2) Ҳар қайси элемент ўзининг асосий ва қўшимча валентликларини тўйинтиришга интилади. 3) Марказий атомнинг қўшимча валентликлари фазода маълум йўнилишга эга бўлади. (Мисоллар: калий гексахлороплатинат(IV) тузи ва ҳоказо.).

Қўшимча валентликлар ҳозирги вақтдаги марказий атомнинг координацион сони тушунчасига тўғри келади ва унга тенг бўлади. Асосий валентлик тушунчаси эса марказий атомнинг оксидланиш даражасига тенг.[4]

Комплекс ионининг зарядига қараб комплекс бирикмалар катионли, анионли ёки нейтрал комплексларга бўлинади.

Умуман, айти элементнинг координацион сони элементнинг оксидланиш даражасига, лигандлар эритмасининг концентрациясига ва марказий ион радиусининг лиганд радиусига бўлган нисбатига боғлиқ бўлади ва марказий атомнинг лигандлар билан ҳосил қилган  $\sigma$ -боғлар сонига тенг бўлади.

Магнуснинг кўрсатишига мувофиқ, агар  $R_M/R_L \leq 0,155$  бўлса К.С. 2-га, 0,155 - 0,255 3га, 0,255 - 0,424 4га, 0,424 - 0,732 6га, 0,732 - 1,37 8га тенг бўлади. Марказий атом билан лигандлар комплекснинг ички сферасини

ташқил қилади. Буларни орасида ковалент боғ мавжуд бўлади. Комплекс иони ионларга кам диссоциланади. Ташқи сферадаги ионларни сони комплекс ионини заряди билан аниқланади. Ташқи сферадаги заррачалар ички сфера билан ионли боғланган бўлади ва тўла парчланади.

Вернер лиганднинг координацион сиғими деган тушунчани киритди - айни лиганд комплекснинг ички сферасида марказий ион атрофида неча жойни банд қилса, бу сон шу лиганднинг координацион сиғими деб аталади. (Мисоллар - аммиак, этилендиамин ва ҳк.).

Вернер комплекс бирикмалар тузилишини уларни назария асосида топилган изомерлари сонини текшириш усули билан аниқлаш мумкинлигини кўрсатди (Мисоллар -  $[MA_4B_2]$  ва  $[MA_3B_3]$ ).

Комплексларни текширишда Вернер вақтида фақат чўктириш реакциялари ва электр ўтказувчанлигини аниқлаш йўли асосида фойдаланиш мумкин эди. Ҳозирги вақтда ҳархил физик усулар ишлатилади.

Электр ўтказувчанлик усулидан фойдаланиб комплекс бирикмаларининг ички сферасида қайси ион туришини билиш ва унинг зарядини аниқлаш мумкин. Буни Вернер-Миолати қатори мисолида кузатиш мумкин. Улар катион комплекс таркибига кетма-кет анионлар киритиш йўли билан катион комплексдан анион комплексларга ўтилганида эритмани молекуляр электр ўтказувчанлиги  $\mu$  нинг қиймати, аввал, қарийб нолга қадар пасайиб, сўнг ортишини мисолларда кўрсатдилар ( $\mu$  -к.V.1000, к-солиштирма яъни  $1 \text{ см}^3$  эритманинг) электр ўтказувчанлиги; V-таркибида 1 моль эриган модда бўлган эритма ҳажми).[4]

Координацион бирикмалар турлари. Комплекс бирикмаларни катионли, анионли ва нейтрал комплекслар деб номлаш мумкин.

Лигандларни хилларига асосланиб комплекс бирикмалар қуйидаги синфларга бўлинади:

1.Аминат ва аммиакатлар. Марказий атом бу лигандлар билан азот атомлари орқали боғланган бўлади. (Аминат комплексларда лиганд сифатида пиридин, пиперидин, этилендиамин ва бошқа органик аминлар ишлатилади).

2. Гидратлар ва аквокомплекслар. Ички ва сиртки сферасида сув бўлган комплекс бирикмалар гидратлар деб аталади. Агар сув молекуласи лигандлик ролини бажарса, бундай бирикмалар аквокомплекслар (аквоионлар) дейилади.

3. Ацидокомплекслар. Лигандлари кислота қолдиқларидан иборат бўлган комплекс бирикмалар ацидокомплекслар деб аталади (мисалан:  $K_2[Pt(NO_2)_4Br_2]$ ).

4. Полигалогенидлар. Марказий иони ва лигандлари галогенлардан ташкил топган комплекс бирикмалар полигалогенидлар деб аталади. Масалан:  $K[I_3]$ ,  $K[ICl_4]$  ва ҳк.

5. Поликислоталар. Кислота молекуласига шу ёки бошқа кислотанинг ангидриди келиб қўшилган маҳсулотлар деб қараш мумкин бўлган комплекс бирикмалар поликислоталар деб аталади. Уларга изо- ва поликислоталарни мисол қилиб келтириш мумкин.

Масалан,  $H_2S_2O_7$ ,  $H_2Cr_4O_{13}$ ,  $H_2W_4O_{13}$  - изополикислоталар.  $H_3BO_3$ ,  $12WO_3 \cdot 3H_2O$   $H_9[B(W_2O_7)_6]$  (боровольфрамат кислотаси),  $H_7[P(Mo_2O_7)_6]$  (фосфорномолибдат кислотаси),  $H_7[P(W_2O_7)_6]$  (фосфорновольфрамат кислотаси),  $H_8[Si(Mo_2O_7)_6]$  (кремниймолибдат кислотаси),  $H_8[Si(W_2O_7)_6]$  (кремнийвольфрамат кислотаси)-гетерополикислоталар.

Ҳар бир металл атомининг (W ёки Mo) атрофида октаэдр шаклида ( $MO_6$ ) 6 кислород атоми жойлашади, улардан тўртта кислород атоми кўприк вазифасини ўтаб бошқа октаэдрлар билан боғланади. Бешинчи кислород атоми эса учта октаэдрларни боғлайди; фақат олтинчи кислород атоми бўш қолади, яъни кўприк вазифасидан озод бўлади.

6. Циклик комплекс бирикмалар (хелатлар). Ички сферасида цикллари бўлган комплекс бирикмалар циклик ёки хелат бирикмалар деб аталади.

Масалан: мис, хром, кобальт, платина металлларни глицин ( $NH_2CH_2COOH$ ) ёки аланин ( $CH_3CHNH_2COOH$ ) билан комплекслари. Бу каби бирикмалар - хелатлар ёки ички комплекс бирикмалар деб аталади.

Хелатларда лиганд марказий атом билан ковалент ва ион боғлар орқали, ички комплексларда эса - фақат ковалент боғлар орқали бирикади.

7.Комплекс гидридлар. Кислота ва амфотер табиатли гидридлар асос табиатли гидридлар билан сувдан бошқа эритувчиларда реакцияга киришса, комплекс гидрид ҳосил бўлади. Масалан:  $\text{LiH} + \text{BH}_3 \rightarrow \text{Li}[\text{BH}_4]$ ,  $\text{K}[\text{AlH}_4]$ ,  $\text{Al}[\text{BH}_4]_3$ .

8.Металл органик бирикмаларга ўхшаш комплекслар.

Масалан: ферроцен  $\text{Fe}(\text{C}_5\text{H}_5)_2$ , дибензол хром  $\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_6)_2$ , литий гексафенил хром  $\text{Li}[\text{Cr}(\text{C}_6\text{H}_5)_6]$  ва ҳк.

9.Металл карбониллар. Металларнинг углерод(II) оксид СО билан ҳосил қилган бирикмалари - карбониллар деб аталади.

Мисоллар: никел тетракарбонил  $\text{Ni}(\text{CO})_4$ , темир пентакарбонил  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ , декакарбонилдимарганец  $\text{Mn}_2(\text{CO})_{10}$  ва ҳоказолар.

10.Кўп ўзакли комплекслар. Таркибида иккита ва ундан ортиқ марказий ионлари бўлган комплекслар кўп ўзакли комплекслар деб аталади. Бу марказий ионлар бир-бири билан О, S,  $\text{OH}^-$ , О-О,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NH}_2$ , NH каби лигандлар орқали бириккан бўлади.

Масалан, декамммин-μ-амино-дихром(III) хлориди  $[(\text{NH}_3)_5\text{Co}-\text{NH}_2-\text{Co}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_5$ - икки ўзакли комплекс.  $\text{NH}_2$  кўприк вазифасини ўтади. Комплексидаги кобальт атомлари бир-бири билан  $\text{NH}_2$ -гуруҳ орқали бирикади. Гексаммин-μ-амино-μ-диол-дико-бальт(III) хлориди  $[(\text{NH}_3)_3\text{Co}(\text{NH}_2)(\text{OH})_2\text{Co}(\text{NH}_3)_3]\text{Cl}_2$  Аммоний тетраоксалато-μ-диол-(III)дихромат  $(\text{NH}_4)_2[(\text{C}_2\text{O}_4)_2\text{Cr}(\text{OH})_2\text{Cr}(\text{C}_2\text{O}_4)_2]$ . Уч ўзакли комплекс: гексаммин-μ-гексол-учкобальт(III) хлориди  $[(\text{NH}_3)_3\text{Co}-(\text{OH})_3-\text{Co}-(\text{OH})_3-\text{Co}(\text{NH}_3)_5]\text{Cl}_3$ .

11.Кластерли комплекслар. Бу комплекслар ҳам кўп ядроли комплекслар бўлади. Бир нечта марказий атомлар бир-бири билан бевосита боғланган бўлади.

Масалан, декакарбонилдимарганец  $Mn_2(CO)_{10}$ ,  
октакарбонилдимолибден  $[(CO)_4Mo-Mo(CO)_4]$ .

Кластерларнинг геометрик шаклини белгилашда «учбурчак», «квадро», «тетраэдро», «октаэдро» сўзлари қўлланади. Масалан, додекахлоро-учбурчак-учреннат(III)  $[Cl_4Re(ReCl_4) ReCl_4]$  - бу кластерда ренийни учта атоми бир-бири билан бирикиб, учбурчак ҳосил қилади.[5]

Координацион бирикмаларда изомерия турлари. Бир хил таркибга эга бўлган, лекин ҳар хил тузилишли бирикмалар изомерлар деб аталади. Координацион бирикмаларнинг бир неча изомерия турлари мавжуд:

Учрайдиган изомерияни асосан икки гуруҳга ажратиш мумкин бўлади. Биринчи гуруҳга: координацион, ионизацион, гидрат, туз ва координацион полимериялар киради. Иккинчи гуруҳга цис-, транс- ва оптик изомериялар киради.

1) Координацион изомерия. Иккита бирхил таркибли комплекслар ўзаро ички ва сиртки сфераларнинг тузилиши билан фарқ қилади. Масалан:  $[Cr(NH_3)_6][Co(C_2O_4)_3]$ -гексааммин хром(III)-триоксалат кобальт(III) - оч-яшил рангли япроқчалар шаклига эга.  $[Co(NH_3)_6][Cr(C_2O_4)_3]$  - гексааммин кобальт(III)-триоксалат хром(III) - яшил рангли игнасимон кристаллардан иборат.  $[Cu(NH_3)_4][PtCl_4]$  - бинафша рангли,  $[CuCl_4][Pt(NH_3)_4]$  - кўк рангли комплекслар.

2) Ионизацион изомерия. Бир хил таркибли, лекин эритмада бошқа-бошқа ионларга парчаланадиган комплекслар ионизацион изомерлар деб аталади. Масалан: 1)  $[Co(NH_3)_5Br]SO_4$  - пентаамминбромкобальт(III) сульфат ва  $[Co(NH_3)_5SO_4]Br$  - пентаамминсульфаткобальт(III) бромид. 2)  $[Pt(NH_3)_4Cl_2]Br_2$  - тетраамминдихлороплатина(IV) бромид ва  $[Pt(NH_3)_4Br_2]Cl_2$  - тетраамминдибромоплатина(IV) хлорид.

3) Гидрат изомерия. Бир хил таркибга эга бўлган, ўз таркибидаги сув молекулаларининг жойланиши билан бир-биридан фарқланадиган моддалар гидрат изомерлар деб аталади.



Масалан:  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]\text{Cl}_3$  - бўз зангори рангли;  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_5\text{Cl}]\text{Cl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  - оч кўк рангли;  $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_4\text{Cl}_2]\text{Cl} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  - тўқ кўк рангли.

4) Туз изомерия. Комплексларни таркибида лигандларни изомерлари бўлган бирикмалар туз изомериясига учрайди.

Масалан:  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{NO}_2]\text{Cl}_2$  - пентаамминксанто-кобальт (III) хлорид, сарик рангли туз;  $[\text{Co}(\text{NH}_3)_5\text{ONO}]\text{Cl}_2$  - пента-амминизоксантокобальт(III) хлорид, оч жигар рангли бирикма.

5) Координацион полимерияси. Бир-биридан молекуляр массалари билан фарқ қиладиган комплекслар координацион полимерлар дейилади. Масалан: а)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_2\text{Cl}_2]$  - мономер; б)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{PtCl}_4]$  - димер; в)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_3\text{Cl}][\text{PtCl}_4]$  - димер; г)  $[\text{Pt}(\text{NH}_3)_4][\text{Pt}(\text{NH}_3)\text{Cl}_3]_2$  - тример. [6]

Стереоизомерия икки кўринишда бўлади - геометрик ва оптик.

Геометрик изомерия. Бир хил таркибли, лекин лигандлари марказий ион атрофида бошқа-бошқа тартибда жойланган комплекслар ўзаро геометрик изомерлар деб аталади.  $[\text{MA}_2\text{B}_2]$  таркибли комплекс учун иккита геометрик изомер маълум: цис- ва транс-.  $[\text{MA}_4\text{B}_2]$  таркибли октаэдрик комплексларда ҳам ушбу изомерия учрайди.

$[\text{MA}_2\text{B}_2]$  таркибли тетраэдрик комплексларда геометрик изомерлар учрамайди.  $[\text{MABCD}]$  таркибли комплекс учун геометрик изомерлар сони учга тенг.

$[\text{MA}_3\text{B}_3]$  таркибли октаэдрик комплексларда фақат иккитадан изомер учрайди.  $[\text{MA}_2\text{B}_2\text{CD}]$  таркибли октаэдрик комплексда эса тўртта геометрик изомер бўлиши мумкин. [8]

Оптик изомерия. Молекулалари симметрия маркази ёки симметрия текислигига эга бўлмаган ва молекуляр массалари тенг бўлган моддалар ўзаро оптик изомерлар деб аталади. Бу моддаларнинг бири ёруғликнинг қутбланиш текислигини ўнгга (d-форма) ва иккинчиси чапга (l-форма) буради, бошқача айтганда улар оптик активлик намоён қилади. Бу формаларни модданинг кўзгудаги акси деб қараш мумкин. Масалан:  $[\text{CoEn}_2\text{NH}_3\text{Cl}]\text{X}_2$  - цис-комплекс қуйидаги икки оптик изомерни ҳосил қилади:

$[Pt(NH_3)Py(NO_2)ClBrI]$  таркибли октаэдрик комплексда 15 та геометрик изомер бўлиши мумкин. Агар бу изомерларнинг ҳар бири учун иккитадан оптик изомер бўлишини назарга олсак, ҳаммаси бўлиб 30 та изомер мавжудлигини кутиш мумкин.

Баъзи координацион бирикмалар иштирокида бориши мумкин бўлган каталитик жараёнларда координацияга учраган лигандлар баравар бир нечта реакцияларга киришади. Масалан, родийнинг карбонилли комплекслари саноатда метанолдан сирка кислотани олиш реакциясида катализатор вазифасини бажаради.[9]

Металл иони билан координацияга учраган амино-гуруҳ баъзи альдегид ёки кетон бирикмалар билан конденсацияга учраб янги комплекс бирикмаларни (масалан. салицил альдегид имини лиганд ҳолда бўлган) ҳосил қилади. Ҳосил бўлган комплексга тегишли дастлабки лиганд - салицил альдегидни имини бўш ҳолатда беқарор бўлгани учун олиб бўлмайди. комплексда эса депротонлашга учраган лиганд комплекс таркибида барқарор, чунки у металл билан мустаҳкам олти халқали металлхелатни ҳосил қилган.

Пиридоксаль (витамин В) ва аминокислота орасида металл иони билан катализ қиладиган трансаминлаш реакциялари жуда катта биологик аҳамиятга эга, чунки бундай реакциялар оқсиллар ва углеводлар орасида боғланиш усулини кўрсатишлари мумкин. Бундай реакция уч босқичда кетади. Биринчи босқичда пиридоксаль ва аминокислотадан ҳосил бўлган Шифф асосини комплекси пайдо бўлади. Иккинчи босқичда сув таъсирида комплекс парчаланиб пиридоксальфосфат ва  $\alpha$ -кетокислота ҳосил бўлади.[12]

Умумий назария жиҳатидан, координацион бирикмалар баъзи органик ва анорганик бирикмалар ( $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $CO_2$ , олефинлар ва ҳоказолар) ни активлаш хоссасига эга. Натижада баъзи координацион бирикмалар бундай бирикмаларни керакли реакцияга киришишларини кескин тезлатади. Барча анорганик бирикмалардан олинган катализаторларга қараганда, катализатор

хусусиятига эга координацион бирикмалар реакцияга киришадиган моддалар билан битта фазада бўлади ва реакция юмшоқ шароитда олиб борилади. Бундан ташқари, реакция керакли томонга кўпроқ кетиб стереоселектив хоссага эга бўлади. Масалан, металл карбониллари  $\text{HCo(CO)}_4$  ёки  $[\text{Rh}(\text{PPh}_3)_2(\text{CO})\text{Cl}]$  олефинлар асосида кислородли бирикмалар олиш реакцияларида самарали каталитик ролни ўйнайди. Циглер-Натт катализаторлари металлларнинг галогенидлари билан алкилгалогенидларининг аралашмасидан (масалан,  $\text{AlCl}_3$  ва  $\text{Al}(\text{C}_2\text{H}_5)_2\text{Cl}$ ) иборат бўлиб этилен ва пропиленни полимерланиш реакцияларида жуда кўп ишлатилади (радикал полимерланишга нисбатан деярли 100 баравар кичик босимда кетади). Бундан ташқари, Циглер-Натт катализаторлари иштирокида стереотартибли яхши хоссаларга эга бўлган полимерлар ҳосил бўлади. [15]

Саноатда сирка кислота олишда метанолнинг  $\text{CO}$  билан реакцияси катализатор  $[\text{Rh}(\text{PPh}_3)_2(\text{CO})\text{Cl}]$  иштирокида кетади. Ундан ташқари, кўп ароматик бирикмаларни алкиллаш ва ациллаш реакциялари (Фридель-Крафт) алюминий хлорид (катализатор) таъсирида кетади. Реакцияда ароматик бирикма бирорта алкил хлорид бирикма билан қўшилса,  $\text{AlCl}_3$  у билан реакцияга киришиб  $[\text{AlCl}_4]^-$  комплекс аниони ва алкил гуруҳ карбкатионини ҳосил қилади; кейин карбкатион ароматик бирикма билан реакцияга киришиб водород ионини ҳосил қилади. Бу ион ўз навбатида  $[\text{AlCl}_4]^-$  билан реакцияга киришади ва натижада катализатор дастлабки ҳолатига қайтади.

Комплекс бирикмалар кимё технологиясидан (олтинни гидрOMETаллургик усулида рудадан ажратиш олиш, сунъий гидратцеллюлоза тола олиш, криолитдан алюминий олиш, ҳар хил рангли шишалар олиш, карбонил темир комплекслар иштирокида магнитофон ленталар ва электромагнит муфтлар тайёрлаш) ташқари аналитик реагентлар, ҳархил буёқ ва пигментлар сифатида кенг қўлланилади. Хром, кобальт ва миснинг органик бирикмалар билан ҳосил қилган комплекслари буёқлар ва пигментлар сифатида кенг ишлатилмоқда. Кўпчилик ҳолларда уларнинг органик қисмлари азобирикмалардан иборат бўлади. Хром билан комплекс

ҳосил қиладиган азобирикмалар оддий усул билан олинади ва намлик таъсирига жуда чидамлидир. Бунинг сабаби азобирикмани (буёқни) толани хромлаш пайтида металл иони ва буёқ молекуласи билан, ҳамда жун ёки ип таркибида бўлган оксил молекулалари билан координацион боғларни ҳосил қилишидир. Натижада буёқ ва жун ёки ип орасида металлдан иборат кўприк ҳосил бўлади ва бу кўприк рангни намликка чидамлигини кескин оширади. Агар дастлабки органик рангли молекула ўзининг туташган системасида қатнашган электронлар орқали металл билан бирикса, унда ҳосил бўлган комплекс буёқнинг рангини кучайтиради. Бошқа ҳолатларда эса буёқнинг ранги ўзгармайди.[20]

Одатда бир хил органик буёқ билан кобальт комплексларининг ранги хром комплексларнинг рангидан тўқроқ бўлади, нурга чидамлилиги эса юқорироқ бўлади.

Координацион бирикмаларни тиббиётда ва қишлоқ хўжалигида қўлланилиши ҳозирги вақта кенг ривожланмоқда.

Металл ионлари жуда кўп ва хилма-хил биологик жараёнларни назорат қилишда қатнашади. Шунинг учун ҳаёт жараёнлари органик, аорганик ва координацион кимёга асосланган. Металл ионлари иштирок этадиган биологик жараёнлар жуда мураккаб. Металлферментлар организмда содир бўладиган гидролитик жараёнларни ва оксидланиш-қайтарилиш реакцияларини кетишида катализаторлик қилади, маълум гуруҳларни бир жойдан иккинчи жойга ўтишида қатнашади. Лекин бундай жараёнларда металлферментлардан ташқари бошқа оксил системалар ҳам қатнашади.[40]

Металл иони ферментнинг донор атомлари билан боғланиб координацияланган ҳолатда бўлади. Шунинг учун металл ионини ферментда бўладиган электрон ва геометрик конфигурацияларини ҳозирги замон физик усуллар билан ўрганиш металлферментларнинг ишлаш принципларини тушунишга катта ёрдам беради. Бундай изланишларда металлферментга нисбатан анча содда тузилган, лекин унинг асосий хоссаларини намойиш

кила оладиган ва «модел» сифатида синтез қилинган координацион бирикмалар ҳам катта ёрдам беради.[25]

Синтетик усулда олиниб дори сифатида тиббиётда қўлланилаётган кимёвий бирикмалар орасида координацион бирикмаларнинг сони ортиб бормоқда. Бундан ташқари, маълумки, тирик организмда металлларнинг ионлари комплекс бирикма ҳолида бўлади. Шунинг учун кўпинча дори-дармон сифати қўлланилаётган органик бирикмалар ҳам организмда доим бор бўлган «ҳаёт металлари» деб номланган Na, K, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, Zn ва Mo билан ҳосил қилган комплекс бирикмаларидан иборат.

Кўп касалликлар металлнинг организмда бўлган кимёвий ҳолатига ва унинг концентрациясига боғлиқ.

Тиббиётда қўлланилаётган комплекс бирикмалар одатда организмда транспорт, аккумулятор функциялар, инерт молекулаларни фаоллаштиргичлар ва биокатализаторлар ролларини ўйнайди.

Тиббиётда қўлланилиши ва таъсири жиҳатидан организмда комплекс ҳосил қила оладиган органик бирикмаларни ва комплексларни қуйидаги турларга бўлиш мумкин: 1)антидотлар (комплексонлар ва комплексонатлар); 2)минерал алмашишни мунтазам ҳолатга келтирадиган моддалар; 3)бактерицидлар ва вирусларга қарши препаратлар (масалан, сил касалини даволашда - изониазид, фтивазид, циклосерин ва ҳоказоларни металллар билан ҳосил қилган комплекслари); 4)рак касалликларига қарши қўлланиладиган моддалар; 5)қимизоқ моддалар.

Фармакологияда цисплатин деб номланган цис-диамминдихлорплатина(II)  $[Pt(NH_3)_2Cl_2]$  кучли онкологик препарат бўлиб тухумдон ракини ва тухумдон шишини метастазаларини, остеоген ракини, саркомани, сут беши ракини ва бошқа касалликларни даволашда кенг қўлланилмоқда. Шиш ҳужайраларида цисплатин ДНК молекуласи билан боғланиб, унинг ривожланишини (репликациясини) тўхтатади. Лекин комплекснинг тран-изомери умуман шишга қарши фаолликни кўрсатмайди.

Таркибида металл иони бўлган аорганик ва координацион бирикмалар қимизоқ препаратлар сифатида ҳам қўлланилади ёки бундай препаратларни таркибига киради.

## **1.2. НИКЕЛЬ ВА УНИНГ БИРИКМАЛАРИНИНГ ТАБИАТДА УЧРАШИ, ОЛИНИШИ ВА ХОССАЛАРИ**

Никель белгиси - Ni. Мустақил кимёвий элемент сифатида никель 1751-йилда швед кимёгари ва минерологи А.Кронцедт томонидан кашф этилди (Ниссолум немисча “купферникель” - ярамас мис сўзидан олинган) даврий системанинг VIII гуруҳ кимёвий элементи, тартиб рақами 28, атом массаси 58,70; суюқланиш температураси 14550°C; қайнаш температураси 2730-29150°C, зичлиги 8,90 г/см<sup>3</sup>, кумушдай оқ, ниҳоятда қаттиқ, куб кристалл металл, қаттиқлиги 3,8; сувда эримайди, суюлтирилган кислоталарда эрийди, осон яссиланувчи металл. Ҳавода ўзгармайди; ферромагнит. Табиатда сульфидли мис-никельли рудалар (петландит минерали) ва бошқа ҳолда учрайди.[4]

Никельлаш металл буюмлар сиртига ундан 1 мкм дан 20–30 дан ортик мкм гача қалинликда никель югуртиришдир. Никельлаш асосан электр усулида амалга оширилади.

Минераллари. Табиатда никельнинг қуйидаги минераллари учрайди: меланит – NiTe<sub>2</sub>, линарит – NiAs, маухерит – Ni<sub>3</sub>As<sub>2</sub>, хизлевудит – Ni<sub>2</sub>C<sub>2</sub> ва бошқалар.

Никель асосан механик, антиқўрғошин, магнит ёки электр, иссиқбардош ва оловбардош (хром-никельли қотишмалар) хоссаларига эга бўлган қотишмалар (темир, хром, мис ва бошқа металллар қўшиб) олишда ишлатилади. Никель ишқорли аккумуляторлар, антикоррозион қопламалар ишлаб чиқаришда, кимёвий аппаратура тайёрлашда ва кўплаб кимёвий жараёнларнинг катализатори сифатида ишлатилади. Буюмларни занглашдан сақлаш ва безаш, яни улар сиртига ярқироқ-кумушсимон ранг бериш мақсадида қўлланилади. Пўлат тайёрлашда ҳам ишлатилади.

Қотишмалари - никельнинг хром, темир, мис, марганец, молибден, кобальт ва бошқа элементлар билан қотишмаси мавжуд. Иссиқбардош,

коррозиябардош, магнит жихатидан юмшоқ ва электр қаршилиги юқори бўлган никель қотишмалари кўп ишлатилади.[5]

Никель технологияси. Саноатда никель мис сулфиди билан бирга учраса, флотация усулида бойитилиб, мис ва никель концентратлари алоҳида ажратиб олинади, сўнг никельли бойитма эритилиб, файнштейн олинади. Флотация усули билан мисдан ажратиблиб, қайта бойитилгач, аввалига у куйдирилади, сўнг қайтарувчи ёрдамида юқори ҳароратда қайтариблиб, хомаки анодли никель олинади. Электролитик усул билан ваннада рафинирланиб, тоза катодли никель олинади. Агар рудалар оксид ҳолда бўлса, унда агломератлар ҳолига қайта ишланиб сульфидловчи, қайтарувчи эритиш ёрдамида штейн олиниб конверторланади. Олинган никельли файнштейн оксидловчи куйдириш ёрдамида никель оксиди олиниб, у қайтарувчи эритиш ёрдамида тоза никель олинади. Табиатда никель ўзининг асосий минераллари пентландит, миллирит, герсдорфит ҳолида учрайди. Улар асосан сульфитларга бой полиметалл рудаларга аралашган бўлади. Никель асосан мисникельсульфит рудалардан олинади. Бир қанча полиметаллургияк жараёнлар натижасида NiO ҳосил қилинади. Сўнгра никель оксидни кўмир билан қайтариб хомаки никель олинади ва электростатик эритмасига туширилиб тозаланади. Никельни электростатик тозалашда руда таркибидаги платина металллар балчиқ тарзда электролизатор тубига чўқади. Олинган никельнинг 80 % миқдори никельли қотишмалар ва турли пўлатлар тайёрлаш учун сарфланади. Никель кумуш каби оқ қаттиқ металл. Унинг Моос шкаласидаги қаттиқлиги 3.8 га тенг. Темирга нисбатан бироз юмшоқ. Никельнинг икки хил аллотропик шакл ўзгариши бор.[6]

Алфа никель – 250°С дан юқорида бетта никельга айланади.

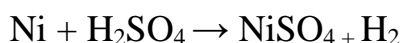
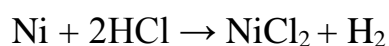
Бетта никель – ёнлари марказлашган куб панжарада кристалланади. Никель ферромагнит туркумига киради. Никель кимёвий активлик жихатдан темир билан кобальтдан кейинги ўринда туради. У 500°С дагина кислород таъсирида оксидланади. Никель айниқса кукун ҳолида қиздирилганда галогенлар, олтингугурт, селен, фосфор, мишьяк, сурма ва бошқа металллар



билан реакцияга киришади. Унинг  $Ni_3S_2$ ,  $Ni_3Se_2$ ,  $Ni_3P$ ,  $NiAs$ , улар таркибида металлсимон бирикмалар олинган, никель бошқа металллар билан каттик эритмалар ва интерметалл бирикмалар ҳосил қилади. Никельнинг ўтга чидамли қотишмалари ракета, газ трубина ва атом техникасида катта аҳамиятга эга. Улар таркибини  $Ni_3Al$ ,  $Ni_3Ti$  каби моддалар ҳосил бўлади. Унинг бошқа қотишмалари электротехника саноатида қўлланилади. Никельнинг мис билан ҳосил қилган монильметалл (70 % Ni , 30 % Cu) қотишмалари кимёвий таъсирга чидамли. Унинг магнит хоссали қотишмалари ҳам маълум: Никелин ( 73% Ni, 15%Cr, 7%Fe, 24%Ti, 3%9Al+Nb+Mn+Si), нихром (60% Ni, 40% Cr). Никельнинг темир билан ҳосил қилган қотишмаси- инвар қиздирилганда хажмини ўзгартирмайди, нейзильбер қотишмаси оддий шароитда оксидланмайди.[5]

Никельнинг кислоталарга муносабати худди темир ва кобальтникига ўхшаш. У ишқорда эримайди. Никель оддий модда ҳолатида кукунсимон октусли пластик ва мустаҳкам металлдир. Мазкур металлни механик хоссасига таркибида бўлган аралашмалар катта таъсир кўрсатади. Fe – Co – Ni қаторида чапдан ўнга ўтган сари металлнинг кимёвий активлиги камайиб боради. Булардан никель оксидловчилик хоссасига қийин дучор бўлади. Никель сиртида оксид парда мавжуд бўлганлиги сабабли хавода зангламайди. Никель галогенларга қўшилиб қиздирилса никель галогенидлар ҳосил бўлади. Олтингугурт билан никель сульфид ҳосил бўлади. Бу сульфидлар суюқ металлда дарз ҳосил қилади.  $Ni_3S_2$  суюқ холдаги металллар таъсирида NiS га айланади.

Никельнинг кислота ва ишқорларга муносабати. Хлорид ва суюлтирилган сульфат кислоталар бу металлни оксидлаб  $NiCl_2$  ва  $NiSO_4$  га ўтказилади.



Концентрланган нитрат ва сульфат кислоталар никельни эквивалентлик ҳолатига ўтказилади. Ниҳоятда юқори концентрациядаги нитрат кислота бу

реакцияга киришади. Лекин ишқорларнинг сувдаги эритмаси билан реакцияга киришмайди.

**1-жадвал.**

**Никель элементининг физик-кимёвий тавсифи**

Элемент	Ni(28)
Хоссалари	
Ташқи электрон тузилиши	3d <sup>8</sup> 4s <sup>2</sup>
Атом радиуси. А <sup>0</sup>	0.124
Ион радиуси	
Э <sup>+2</sup> , °А	0.074
Э <sup>+3</sup> , °А	0.062
Зичлиги, г/см	8.91
Суюқ. темп. °С	1453
Қайнаш тем. С <sup>0</sup>	2900
Электрон потенциали E°, в (Э <sup>0</sup> - 2e - Э <sup>+2</sup> )	-0,255
Ер пўстлоғида тарқалиши (%)	8*10 <sup>-3</sup>

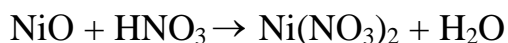
Табиатда тарқалиши: Никель мишьякли ва олтингугуртли минераллар кўринишида бўлиб: NiAsS (мишьяк-никель ялтироғи); мис, кумуш ва олтин рудалари таркибида учрайди.

Ni учун (+2) кўп тарқалган оксидланиш даражаси бўлиб, Ni (II) барқарор бирикмалар ҳосил қилади. Бу ион учун 4 ва 6 координацион сони характерли бўлиб, бирикмалари тетраэдрик, текис квадрат ва октаэдрик тузилишли бўлади.

Асосий бирикмалари: NiO яшил рангли модда, сувда эримайди. M(OH)<sub>2</sub> ёки MCO<sub>3</sub> таркибли бирикмаларини термик парчалаб олинади.



NiO кучсиз асос хоссали оксидлар бўлгани учун кислоталарда эрийди:



Ni(II) ning сувда яхши эрувчи тузлари эритмаларига ишқорлар эритмалари таъсир эттирилса яшил рангли Ni(OH)<sub>2</sub> чўкмаси ҳосил бўлади, кислоталарда эрийди ва тегишли кислотанинг тузларини ҳосил қилади. Сувли эритмада [Ni(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>] катиони ҳолида бўлади.

## 2-жадвал.

### Никель галогенидларининг баъзи хоссалари

Белгиси	Ранги	Зичлиги d=г*см <sup>-3</sup>
NiF <sub>2</sub>	Яшил	4.63
NiCl <sub>2</sub>	Сарик	3.55
NiBr <sub>2</sub>	Сарик	4.64
NiI <sub>2</sub>	Қора	5.83

Ni(II) ning тузлари аммиакли эритмада амина комплекс [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>+2</sup> ларни ҳосил қилади. Ni(II) ning амина комплекси [Ni(NH<sub>3</sub>)<sub>6</sub>]<sup>+2</sup> тўқ кўк рангли (K<sub>бек.</sub> 2\*10<sup>15</sup> ) анча барқарор ва оксидловчилар таъсирида деярли ўзгармайди. Шундай моддалар Br, I, NCS ва OH ионлари билан ҳам ҳосил бўлади. Бу моддалар ҳам кўк ёки бинафша рангли бўлиб, кўпчилик ҳолларда "кўп ядроли" комплекс: [Ni(H<sub>2</sub>O)<sub>6</sub>]<sub>2</sub>[NiCl<sub>6</sub>] гексааквоникель (II) гексахлороникельат (II) ҳосил бўлишига олиб келади. Бундай комплекслар эритмалари суюлтирилганда бузилади ва оддий комплексларга айланади.

Ni(II) ning цианидли сарик рангли (K<sub>бек.</sub> = 3\*10<sup>-31</sup> ) комплекси [Ni(CN)<sub>4</sub>]<sup>+2</sup> текис квадрат тузилишли бўлиб, [NiCl<sub>4</sub>]<sup>-2</sup> ва [NiBr<sub>4</sub>]<sup>-2</sup> лар тетраэдрик тузилишга эга, диамагнит моддалардир.

Умуман, Ni(II) ионларининг комплекс бирикмалари сони кўплиги ва турли хоссаларга эга бўлиши координацион бирикмаларда кузатиладиган: гидратлар изомерияси, ионланиш изомеризацияси, геометрик изомерия, координацион изомерияларнинг рўй беришидир. Шу сабабли Ni(II) ning комплексларини ўрганиш кўпчилик илмий изланишларнинг асосини ташкил этади.

Ni бирикмаларининг ишлатилиши. Бу металллар қора ва рангли металллар саноатининг асосини ташкил этувчи турли қотишмалар олишда асосий хом-ашёлар қаторига киради.

Ni(II) нинг кўпчилик бирикмаларида турли сондаги тоқ электронларнинг бўлиши уларнинг турли магнето-кимёвий хоссага эга бўлишига ва улар бирикмаларини радио ва электротехникада аниқ ишловчи ўлчов асбобларида ишлатилишига кенг йўл очиб беради.

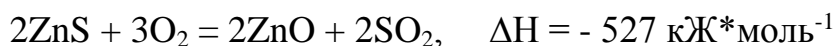
### **I.3. РУХ ВА УНИНГ БИРИКМАЛАРИНИНГ ОЛИНИШИ ВА ИШЛАТИЛИШИ.**

Рух (лот. *Zincum*), Zn — Менделеев даврий системасининг II гурухига мансуб кимёвий элемент. Тартиб раками 30, атом массаси 65,39. Рух табиатда 5 та барқарор изотоп  $^{63}\text{Zn}$  (табиий рухнинг 48.87%),  $^{65}\text{Zn}$ ,  $^{66}\text{Zn}$  (табиий рухнинг 27.81%),  $^{67}\text{Zn}$ ,  $^{68}\text{Zn}$  (табиий рухнинг 15.68%) иборат аралашма ҳолида учрайди. Энг кўп тарқалгани  $^{65}\text{Zn}$  (48,89%). Рухнинг 9 та сунъий радиоактив изотопидан фақат  $^{65}\text{Zn}$  ( $T_{1/2}=245$  кун) илмий текшириш мақсадлари учун саноат миқёсида олинади. Қадимда мис парчасини рух карбонат ва кўмир билан бирга қиздириб жез тайёрлашган. Рух дастлаб Ҳиндистонда олинган. Рух Европада XVII асрда саноат миқёсида ишлаб чиқарила бошланган. Рухнинг муҳим минераллари сфалерит — рух алдамаси  $\text{ZnS}$ , галмей-  $\text{ZnCO}_3$ , виллемит- $\text{ZnSiO}_4 \cdot n\text{H}_2\text{O}$  дир. Рух маъданлари мис, кумуш, темир, марганец ва айниқса кўрғошин бирикмалари билан бирга учрайди. Олтой, Шимолий Кавказ, АКШ, Австралия, Польша ва бошқа мамлакатларда йирик рух конлари бор. Рух оч зангори рангли, кумуш каби ялтироқ металл, нам ҳавода рухнинг сирти оксид парда билан қопланади. Рухнинг суюкланиш температураси  $419,5^\circ\text{C}$ ; қайнаш температураси  $907^\circ\text{C}$ , зичлиги  $7,133 \text{ г/см}^3$ , рух кимёвий жиҳатдан фаол металллар жумласига киради. Кислоталарда яхши эрийди; қиздирилса, ишқорларда ҳам эрийди. Йод ва олтингугурт билан хона температурасида бирикади. Қиздирилганда рух фаол металлмаслар билан шиддатли реакцияга киришади, металллар билан қотишмалар ҳосил қилади. Унинг жез (60% Cu, 40% Zn), томпак (90% Cu, 10% Zn), нейзелбер (65% Cu, 20% Zn ва 15% Ni) қотишмалари кенг қўлланади. Рух ўз бирикмаларида 2 валентли, рух оксид  $\text{ZnO}$  ва рух гидроксид  $\text{Zn(OH)}_2$  амфотер хоссага эга. Рух гидроксид ишқорлар билан реакцияга киришганида цинкатлар, масалан,  $\text{K}_2[\text{Zn(OH)}_2]$  кислоталарда эриб рух тузларини ҳосил қилади. Рух пирометаллургия ва гидрометаллургия усуллари билан олинади. Бутун дунёда ишлаб чиқариладиган рухнинг 40%и пўлатни коррозиядан сақлаш учун сарфланади. Рух кукуни ёрдамида кадмий,

мис ва нодир металллар бирикмалардан ажратиб олинади. Рухдан ишланган листлар конструкцион материал сифатида, шунингдек, куруқ элементларнинг идишларини тайёрлаша қўлланади.[6]

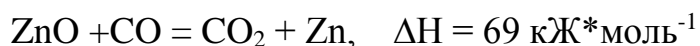
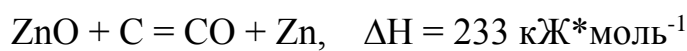
Рух маъдани флотацион усул билан бойитилади, натижада рух концентрати ҳосил қилади.

Олиниши: Руда бойитилгандан кейин ҳосил бўлган рух концентрати ҳавода қиздирилиб рух олинади:



Бунда ҳосил бўладиган  $\text{SO}_3$  дан сульфат кислота олишда фойдаланиш мумкин. Бу реакция натижасида жуда кўп иссиқлик ажралиб чиқади, шу сабабли ёниш зарурий температура (худди пирит ёнгани каби) бир меъёрда сақланиб туради.

Ҳосил бўлган рух оксидга юқори температурада кўмир қўшиб рух ҳосил қилинади:



Бу жараён рухнинг қайнаш температураси ( $906^\circ\text{C}$ ) га яқин температурада олиб борилганлиги сабабли, рух буғ ҳолида ажралиб чиқади. У совуқ юзада конденсатлангандан кейин кукун ҳолатидага рух-рух чанги ҳосил бўлади.

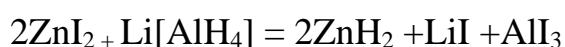
Рух оч кулранг гексагонал шаклда кристалландиган металл, одатдаги температурада мўрт, лекин  $100-150^\circ\text{C}$  гача қиздирилганда пластик хоссага эга бўлади; бундай юпка тахта (лист)лар тайёрлаш мумкин. Рух куруқ ҳавода ўзгармайди. Нам ҳавода ва сувда рухнинг сирти оксикарбонат  $\text{ZnCO}_3 \cdot 3\text{Zn}(\text{OH})_2$  қавати билан қопланади. Бу қават рухни янада оксидланишдан сақлайди.

Рух кислоталар ҳамда кучли ишқорлар билан реакцияга киришади. У амфотер оксид ҳосил қилаган элемент. Одатдаги шароитда сувни парчаламайди, лекин қаттиқ қиздирилган рух сув буғини парчалайди.

Қиздирилганда галогенлар, олтингугурт, фосфор ва бошқа металлмаслар билан реакцияга киришади.[4]

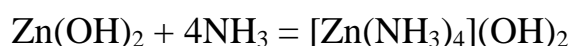
Рух бирикмалари. Рух оксид  $ZnO$  — рухнинг кислород билан бирикмаси. Рухнинг ҳавода ёнишидан ва карбонат, нитрат ва нитритларининг парчаланишидан ҳам ҳосил бўлади. Оқ рангли кристалл модда. Зичлиги  $5,7 \text{ г/см}^3$ ;  $1800^\circ$  да сублимацияланади. Сувда оз эрийди; кислоталарда эриб тегишли тузларни беради. Амфотер — ишқорларда эриб цинкатлар ҳосил қилади. Рух оксиди ниҳоятда барқпрор бирикма. У кучли қиздирилганда олдин сарғаяди, чунки бунда рухнинг кутбловчилик таъсири кучаяди, кейин яна оқаради. Рух оксиди оқ мойбўйоқ тайёрлашда, резина саноатида, тиббиётда ишлатилади.рух оксиди кобальт тузлари билан қаттиқ қиздирилганда ўзгарувчан таркибли яшил масса бўлади. Рух оксидни кислоталарда эритиб рухнинг бошқа бирикмалари ҳосил қилинади.

Рух гидрид  $ZnH_2$  рух йодидга литий алюмогидрит таъсир эттириш натижасида ҳосил бўлади.



У ўз хоссалари билан алюминий гидридга ўхшайди.

Рух гидроксиди  $Zn(OH)_2$  –рух тузларига ишқорлар таъсир эттирилганда ҳосил бўладиган оқ аморф чўкма. Сувда эрмайди, кислота ва ишқорларда яхши эрийди ишқор мўль бўлганда  $Na[Zn(OH)_3]$ ,  $Na_2[Zn(OH)_4]$  ва  $Na_2[Zn(OH)_6]$  таркибли комплекс бирикмалар ҳосил бўлади. Рух гидроксид аммоний гидроксид эритмаси билан ҳам комплекс бирикма ҳосил қилади.



Рух сульфид  $ZnS$  – рух тузларининг нейтрал эритмаларига водород сульфид таъсир эттирилишидан ҳосил бўлади. Сувда ва сирка кислотада эрмайди.рух сульфид табиатда учрайди ва рух олишда хом ашё сифатида ишлатилади.

Рух сульфиднинг иккита кристалл модификацияси маълум бўлиб, уларнинг бири куб шаклида кристалланадиган  $\alpha= ZnS$  – сфалерит ва иккинчиси гексагонал шаклда кристалланадиган  $\beta= ZnS$  – вюрцитдир.

Бу икки модификация 1020 °С энантроп равишда (яъни суюқланиш температурасидан пастда ) бир-бирига айланади. Бу икки кристалларида ҳам рух ва олтингугуртнинг координацион сонлари 4 га тенг.

Рух сульфид маълум шароитда фосфоресценция хоссасини намоён қилади. Рух сульфиднинг фосфоресценцияси унинг таркибида оз миқдорда ( $10^{-6}$  % дан  $10^{-5}$  % гача қадар) оғир металлларнинг сульфидлари ( мис сульфид, марганец сульфид ) аралашиб қолганидан келиб чиқади. Бундай рух сульфид катод ва рентген нурлари таъсирида шуълаланади. Шунга кўра таркибида мис, кумуш кўшилган рух сульфид кадмий билан аралашма телевизион трубкалар, экранлар тайёрлашда ва радиоактив моддаларни аниқлашда қўлланиладиган асбоблар ясашда ишлатилади.

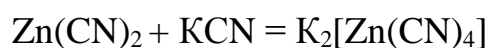
Рух хлорид  $ZnCl_2$  сувсиз ҳолатда ўлиш қийин бўлган оқ гигроскопик модда. У уч молекула сув билан кристалланади. Рухни ёки рух оксидни хлорид кислотада эритиб  $ZnCl_2 \cdot nH_2O$  олинади.рух хлорид суюқланиш температураси 318°C, сувда яхши ( 25°C да 100 г сувда 430г ) эрийди. Осонлик билан қўшалок тузлар ҳосил қилади. Масалан,  $2KCl \cdot ZnCl_2$  таркибли беқарор координацион тузи  $K_2[ZnCl_4]$  деб қараш мумкин.

Рух хлориднинг сувдаги эритмаси кислота хоссасига эга, унинг концентранган эритмаси пахта толасини эритади. Рух хлорид ёғочни чиришдпн сақланда, гальванопластинкада, металлорнинг сиртини тозалашда, кимёвий реакцияларда сувни тортиб олувчи восита сифатида қўлланилади.

Рух оксигалогенидлар ҳам ҳосил қилади, масалан,  $Zn(OH)Cl$  . гексагонель призма шаклида кристалланади.

Рух цианид  $Zn(CN)_2$  рух тузи эритмасига цианиднинг бирорта эрувчан тузи эритмасини кўшиш натижасидаоқ чўкма ҳолида ҳосил бўлади.

Агар KCN дан мўлроқ кўшилса, бу чўкма эриб комплекс туз ҳосил бўлади:



Рух цианид буюмларнинг сиртини гальваник усулда рух билан қоplash учун ишлатилади.



Рухни нитрат кислотада эритиш йўли билан рух нитрат  $ZnCO_3$  ҳосил қилинади. У олти молекула сув тутган ҳолда кристалланади  $ZnCO_3 \cdot 6H_2O$  сувда яши эрийди ( $18^\circ C$  да 100 г сувда 118 г) эрийди.

Рух оксидини суюлтирилган сульфат кислотада эритиб рух сульфат олинади. У етти молекула сув билан кристалланади ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ). Бу модда магний, темир, марганец, кобальт ва никель сульфатлари билан изоморфдир. Рух сульфат сувда яхши эрийди ( $18^\circ C$  да 100 г сувда 52.7 г) эрийди.

Рух сульфат эритмаси бошқа металлларни электролитик усулда рух билан қоплашда, тиббиётда, тўқимачиликсаноатида ва бошқа соҳаларда ишлатилади.

## **I.4. НИКЕЛЬ (II) ВА РУХ (II) НИНГ КООРДИНАЦИОН БИРИКМАЛАРИ**

Комплекс бирикмалар (қисқача – комплекслар) комплекс ҳосил қилувчи металл М ва унга боғланган лиганд (аввалги номи адденд)лардан L таркиб топган. Металл атоми М ва лиганд L комплекснинг ички сферасини (ёки ички координацион сферасини) ташкил қилади. Комплекс бирикманинг формуласи ёзилганда комплекснинг ички сфераси квадрат қавсга олинади. Лиганд сифатида нейтрал молекула (одатда – асос хоссали) ёки манфий зарядланган анионлар (ацидогурухлар) бўлиши мумкин. Оддий мусбат зарядли катионлар лигандлик хусусиятини намоён этмайди. Агар комплекснинг ички сферасининг мусбат ёки манфий заряди бўлса, ана шу зарядни нейтраллаш учун, (оддий шароитда барча соф бирикмалар – электронейтрал бўлади) ташқи сферани ҳосил қилувчи, ионлар керак бўлади. Ташқи сферада фақатгина ионлар эмас, балки нейтрал молекулалар ҳам, кўпинча сув молекулари (жумладан, кристаллизацион сув) бўлиши мумкин.

Айтиш лозимки, баъзан координацион боғ деганда фақат донор-акцептор боғ англанади:  $M \leftarrow L$ . Бундай атамавий рангбаранглик одатий ҳол бўлиб, моҳияти маълум бўлгач ҳеч бир англашилмовчиликни келтириб чиқармайди.

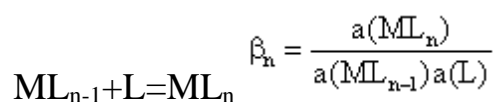
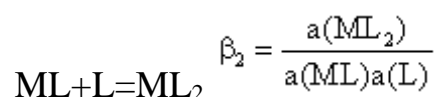
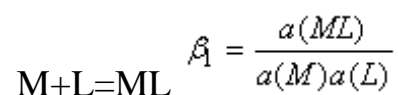
Комплекс ҳосил қилувчи металл атомини лигандлар билан ҳосил қилган координацион боғлар сони – марказий металл атомини координацион сони деб аталади. Координацион сон 2, 3, 4, 5, 6 ва х.з., баъзи нодир металлларда 12 гача бўлиши мумкин. Кўпчилик ҳолларда координацион сон 2, 4, 6 бўлиб, 8 дан ортиқ координацион боғлар кам учрайди.

Одатда металлнинг координацион сони унинг оксидланиш даражасига мос келмайди, балки металлнинг координацион боғлар сони оксидланиш даражасидан катта бўлади.[19]

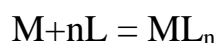
**Халқасиз аммиакли ва халқали этилендиаминли никель (II)  
комплекслари барқарорлик доимийлари  $\beta$  ни солиштириш**

Реакциялар*	Lg $\beta$
$Ni^{2+} + 2NH_3 = [Ni(NH_3)_2]^{2+}$	5,0
$Ni^{2+} + 4NH_3 = [Ni(NH_3)_4]^{2+}$	7,87
$Ni^{2+} + 6NH_3 = [Ni(NH_3)_6]^{2+}$	8,61
$Ni^{2+} + En = [NiEn]^{2+}$	7,51
$Ni^{2+} + 2En = [NiEn_2]^{2+}$	13,86
$Ni^{2+} + 3En = [NiEn_3]^{2+}$	18,28

Умумий ҳолда комплекс ҳосил бўлиш мувозанатини кўриб чиқамиз. Айтайлик, M – металл иони L лиганд молекулаларини босқичма-босқич бириктириб қатор комплекслар ҳосил қилмоқда (соддалаштириш мақсадида куйидаги реакцияларда зарядлар кўрсатилмади):



Бу формулаларда барча фаолликлар мувозанат ҳолати учун,  $\beta_1, \beta_2 \dots \beta_n$  – мувозанатнинг ҳақиқий термодинамик доимийлари, яъни комплекс ҳосил бўлишнинг алоҳида босқичи мувозанат доимийларидир. Комплекс ҳосил бўлиши босқичли мувозанат доимийларининг кўпайтмаси комплекс ҳосил бўлиш тўлиқ мувозанат доимийсига тенг:



$$\beta = \frac{a(\text{ML}_n)}{a(\text{M})a(\text{L})^n}$$

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \dots \cdot \beta_n$$

Агар (ўта суюлтирилган эритмалар каби) реагентларнинг фаоллик коэффициентлари 1 га тенг бўлса, мувозанат фаолликлари мувозанат концентрацияларига тенг. У ҳолда комплекснинг барқарорлик доимийси унинг концентрацион барқарорлик доимийсига тенг бўлади:

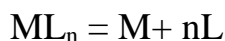
$$\beta = \frac{[\text{ML}_n]}{[\text{M}][\text{L}]^n}$$

бу ерда барча концентрациялар мувозанат концентрацияларидир.

Ион кучининг катта ( $J_K=1-4$ ) ва доимий қийматида фаоллик коэффициенти 1 дан кескин фарқ қилса ҳам, эритма ўта суюлтирилган бўлмаса ҳам, барқарорликнинг концентрацион доимийси ўзгармас булади.

Барқарорлик доимийси қанча катта бўлса, комплекснинг эритмадаги барқарорлиги шунча катта бўлади ва металл ионлари М комплексга тўлиқроқ боғланади.[29]

Умумий ҳолда комплекснинг диссоциацияси (зарядлари кўрсатилмаган):



қуйидаги тўлиқ, хақиқий термодинамик мувозанат доимийси (қарорсизлик доимийси, беқарорлик доимийси, комплекснинг диссоциация доимийси) билан тавсифланади  $K_K$ :

$$K_K = \frac{a(\text{M})a(\text{L})^n}{a(\text{ML}_n)}$$

Юқоридаги каби босқичли қарорсизлик доимийлари:

$$\text{ML}_n = \text{ML}_{n-1} + \text{L} \quad K_{K,n} = \frac{1}{\beta_n} = \frac{a(\text{ML}_{n-1})a(\text{L})}{a(\text{ML}_n)}$$

$$\text{ML}_{n-1} = \text{ML}_{n-2} + \text{L} \quad K_{K,n-1} = \frac{1}{\beta_{n-1}} = \frac{a(\text{ML}_{n-2})a(\text{L})}{a(\text{ML}_{n-1})}$$

$$\text{ML} = \text{M} + \text{L} \quad K_K = \frac{1}{\beta} = \frac{a(\text{M})a(\text{L})}{a(\text{ML})}$$

Табийки (тўлиқ ёки босқич) барқарорлик доимийлари, қарорсизлик (беқарорлик) доимийсининг тескари қийматиға тенг:

$$\beta = 1 / K_k$$

Барча босқичлар қарорсизлик доимийларини кўпайтмаси комплекснинг тўлиқ қарорсизлик доимийсига тенглигини кўрсатиш қийин эмас:

$$K_{k,1} \cdot K_{k,2} \dots K_{kn} = K_k$$

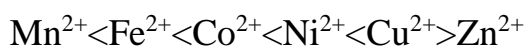
Комплексларнинг барқарорлик доимийлари одатда жуда катта сон бўлгани сабабли уларни асл қийматларини ўрнига ўнли логарифмлари келтирилади  $\lg \beta$ . Қарорсизлик константаларини кўрсаткичларда ифодалаш қабул қилинган:

$$pK_k = -\lg K_k$$

Айтиш лозимки, адабиётларда турли муаллифлар барқарорлик доимийси ва қарорсизлик доимийсини турлича белгилаганлар. Биз эса барқарорлик доимийсини  $\beta$  харфи орқали (индексли ёки индекссиз), қарорсизлик доимийсини  $K_k$  каби (тегишли индекси билан ёки индекссиз) белгилаб борамиз.

Хақиқий термодинамик барқарорлик ва қарорсизлик доимийлари (агар улар мувозанат фаолликлари орқали ифодаланган бўлса) фақат реагентлар, эритувчи табиати ва ҳароратгагина боғлиқ бўлиб, концентрацияга боғлиқ эмас. Концентрацион барқарорлик ва қарорсизлик доимийлари (яъни мувозанат концентрациялари орқали ифодаланган доимийлик) юқорида келтирилган омиллардан ташқари эритманинг концентрацияси ва ион кучига ҳам боғлиқ бўлади. Шунинг учун комплекснинг барқарорлик ёки қарорсизлик доимийсининг сон қиймати келтирилганда мувозанатнинг тегишли тенгламасидан ташқари фақат ҳароратнигина эмас, балки ион кучини  $J_k$  ҳам кўрсатиш керак.

Таркиби ва тузилиши бир хил ва лигандлари кислород ёки азот донор атоми орқали марказий атомга координацияланган турли металл комплексларининг барқарорлик доимийлари қуйидаги тартибда ўзгариши:



тажриба асосида аниқланган. Бу тартиб Ирвинг-Уильямс катори деб аталади ва унинг назарий асоси ҳам мавжуд.

**4-жадвал.**

**Металлар аммиакли комплекслари барқарорлик доимийларининг логорифмлари**

Комплекс	Lgβ					
	Mn <sup>2+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
[M(NH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ] <sup>2+</sup>	1,3	2,2	3,5	4,79	7,35	4,43
[M(NH <sub>3</sub> ) <sub>4</sub> ] <sup>2+</sup>	-	3,7	5,07	7,47	12,03	9,08

Комплексларнинг барқарорлик доимийлари эритмадаги зарраларнинг мувозанат концентрацияларини ҳисоблаш ва комплексларнинг нисбий барқарорлигини баҳолаш имконини беради. Агар, масалан, организм бирор металл бирикмалари билан ўта тўйинган бўлса, бу одатда турли даражадаги захарланишга олиб келади, организмга турли антидот – захарсиз лигандлар (баъзи комплекслар, унитиол ва бошқалар) киритилади. Улар танани захарловчи металлар билан барқарор, эрувчан комплекслар ҳосил қилиб, уларни организмдан табиий йўл билан чиқариб юборади. Агар аксинча, организмда қайси бир металл етишмаётган бўлса (масалан, камқонликда темир моддасининг етишмаслиги), унда организмга шу металлнинг ўртача барқарорликдаги комплекс бирикмалари юборилади.[28]

Комплекс бирикманинг эритмасида лигандлар турли шаклларда мавжуд бўлиб, комплекс ҳосил бўлиш мувозанатидан ташқари бошқа, кўшимча мувозанатларда ҳам иштирок этиши мумкин. Агар, масалан, эркин лиганд сезиларли асосли хоссага эга бўлса (кўп учрайдиган типик ҳолат) у кислоталар билан таъсирлашиб, уларни протонини бириктириб олади. Бундай ёнаки жараёнларнинг турлари кўп. Эритмадаги лиганднинг барча шаклларини ҳисобга олиш мақсадида, шаклан концентрацион барқарорлик ва

қарорсизлик доимийларига ўхшаш комплекснинг шартли концентрацион барқарорлик доимийси ёки шартли концентрацион қарорсизлик доимийси тушунчалари киритилган.

Эритмада мувозанат мавжуд бўлиб, унинг концентрацион барқарорлик доимийси бўлсин. Унда шартли концентрацион барқарорлик доимийси  $\beta'$  формуласи билан ифодаланади (соддалик учун заррачалар зарядлари кўрсатилмаган):

$$\beta' = \frac{[ML_n]}{[M][C_L]^n}$$

Бу тенгламада  $[ML_n]$  ва  $[M]$  тегишлича комплекс ва комплекс ҳосил қилувчи металлнинг мувозанат концентрациялари,  $[C_L]$  – ички сфера таркибидаги боғланган лиганддан ташқари эритмадаги унинг барча шакллари концентрацияларининг йиғиндиси.

Шартли қарорсизлик доимийси учун ҳам шунга ўхшаш ифодани (зарралар зарядлари кўрсатилмаган) ёзиш мумкин:

$$K_k' = \frac{[M] \cdot [C_L]^n}{[ML_n]}$$

$[L]/[C_L]$  нисбати лиганднинг фаол улуши деб аталади ( $\alpha$  – улуш, рақобатдош реакциялар коэффиценти). У эритмада, комплексга боғланмаган, эркин ҳолда мавжуд лигандларнинг моляр улушини англатади:

$$\alpha = [L]/[C_L] \text{ ва } [L] = \alpha[C_L]$$

Айтиш лозимки, баъзан рақобатдош реакциялар коэффиценти деганда  $\alpha$  эмас, балки унинг тескари қиймати ( $1/\alpha$ ) тушунилади.

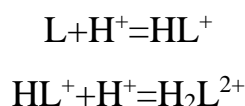
Комплекснинг концентрацион барқарорлик доимийси  $\beta$  билан унинг шартли концентрацион барқарорлик доимийси  $\beta'$  орасида қуйидаги боғланиш мавжуд:

$$\beta = \frac{[ML_n]}{[M][L]^n} = \frac{[ML_n]}{[M][C_L]^n} \cdot \frac{1}{\alpha^n} = \frac{\beta'}{\alpha^n}$$

формуладан  $\beta$  ва  $\beta'$  орасида қуйидаги боғланиш:  $\beta = \beta'/\alpha^n$  борлиги куришиб турибди.

Шартли барқарорлик ва беқарорлик доимийлари аслини олганда бирор кимёвий мувозанатнинг хақиқий термодинамик доимийси бўла олмайди. Уларнинг сон қийматлари реакция шароити ўзгариши билан ўзгариб кетади. Шундай бўлсада, улардан, лигандлар иштирок этаётган рақобатдош ёнаки реакцияларни ҳисобга олиш мақсадида, амалий ҳисобларда фойдаланилади.

Масалан, Бренстед-Лоури бўйича асос бўлган L лиганд комплекс ҳосил бўлиш реакциясидан ташқари рақобатдош:



реакцияларда қатнашаётган бўлсин.

$HL^+$  ва  $H_2L^{2+}$  кислоталарнинг кислотали диссоциация доимийлари  $K_1$  ва  $K_2$  тегишлича

$$K_1 = \frac{[H^+][L]}{[HL^+]} \quad \text{ва} \quad K_2 = \frac{[H^+][HL^+]}{[H_2L^{2+}]}$$

Ана шу тенгламалардан фойдаланиб,  $[HL^+]$  ва  $[H_2L^{2+}]$  мувозанат концентрацияларини топамиз:

$$[HL^+] = [H^+][L]/K_1; \quad [H_2L^{2+}] = [H^+][HL^+]/K_2 = [H^+]^2[L]/K_1K_2$$

Айни ҳолда лиганднинг (комплексга боғланганидан ташқари) барча шакл концентрацияларини йиғиндиси:

$$\begin{aligned} [C_L] &= [L] + [HL^+] + [H_2L^{2+}] = [L] + [H^+][L]/K_1 + [H^+]^2[L]/K_1 \cdot K_2 = \\ &= [L](1 + [H^+]/K_1 + [H^+]^2/K_1K_2) \end{aligned}$$

$\alpha_L$  деб белгиланган лиганднинг  $\alpha$ -улуши тушунчасини киритиб:

$[L]/[C_L] = 1/(1 + [H^+]/K_1 + [H^+]^2/K_1K_2) = \alpha_L$ . Энди тенгламага мувофиқ.

$$\frac{1}{\alpha_L} = \frac{[C_L]}{[L]} = 1 + \frac{[H^+]}{K_1} + \frac{[H^+]^2}{K_1 \cdot K_2}$$

Кўрилаётган мисол учун тенгликларга мувофиқ:

$$\beta^n = \frac{[ML_n]\alpha_L^n}{[M][L]^n} = \beta\alpha_L^n = \frac{\beta}{1 + [H^+]/K_1 + [H^+]^2/K_1K_2}$$



Хулоса: комплекснинг шартли барқарорлик доимийси  $\beta'$  эритманинг рН қиймати, яъни ундаги водород ионлари концентрациясига боғлиқ.

Бошқа турдаги рақобатдош ёнаки реакциялар (мувозанатлар) бўлган ҳоллар учун ҳам комплекснинг шартли барқарорлик доимийсини ҳисоблаш тенгламасини чиқариш мумкин.

Комплекс ҳосил бўлишини тушунтиришда барқарорлик, қарорсизлик доимийлари, рақобатдош реакциялар коэффициентидан ташқари комплексланиш функцияси  $F(L)$ , тақсимланиш функцияси  $\alpha_i$  ва ҳосил бўлиш функцияси  $\bar{n}$  тушунчалари ҳам ишлатилади.

Комплексланиш функцияси  $F(L)$  қуйидаги формула билан ифодаланади:

$$F(L) = \frac{[C_M]}{[M]} = \frac{1}{\alpha_M}$$

бу ерда  $[C_M] = [M] + [ML] + [ML_2] + \dots + [ML_n]$  металл ионини аналитик концентрацияси, яъни эритмадаги металл ионининг барча мавжуд шакллари концентрацияларининг йиғиндиси,  $[M]$  – комплексланмаган эркин металл ионларининг мувозанат концентрацияси. Шундай қилиб, комплексланиш функцияси  $F(L)$  металл ионларининг умумий йиғинди концентрациясининг унинг комплексланмаган шакли мувозанат концентрациясига нисбатидир.

Тақсимланиш функцияси  $\alpha_i$  қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$n_i = [ML_i] / [C_M]$$

бу ерда  $[ML_i]$  -  $i$ -нчи комплекси,  $i=1,2,3\dots$  эритмадаги мувозанат концентрацияси. Бинобарин, тақсимланиш функциясининг маъноси эритмадаги  $i$ -нчи комплекснинг  $[ML_i]$  моляр улушини ( $\alpha$ -улуши) англатади.

Ҳосил бўлиш функцияси  $\bar{n}$  қуйидаги тенглама билан ҳисобланади:

$$\bar{n} = [C_L'] - [L] / [C_M]$$

бу ерда

$$[C_L'] = [L] + [ML] + 2[ML_2] + 3[ML_3] + \dots + n[ML_n]$$

– лиганднинг аналитик концентрацияси.

Бошқача айтганда, ҳосил бўлиш функцияси  $\bar{n}$  бу ўртача координацион сон (лигандларнинг ўртача сони) бўлиб, битта марказий комплекс ҳосил қилувчи металл атомига боғланган лигандлар сонини англатади.

## I.5. ТИОКАРБАМИДНИНГ ХОССАЛАРИ, УЛАРНИНГ МЕТАЛЛАР БИЛАН КООРДИНАЦИОН БИРИКМАЛАРИ

Тиокарбамид (ТК)  $-\text{CS}(\text{NH}_2)_2$  карбамид каби иккита донор атоми – амин гуруҳини азоти ва тиогуруҳни олтингугуртини тутеди. Эркин ва комплекс тиокарбамидни нормал тебранишлари Ю. Я. Харитонов томонидан таҳлил қилинган. Қатор муаллифлар томонидан тиокарбамидни марганец, темир, кобальт ва кадмийни галогенидлари, сульфатлари ва перхлоратлари билан ҳосил қилган тузлари таҳлил қилинган. Кобальт галогениди, сульфати ва перхлорати тиокарбамид билан  $\text{ZnX}_2 \cdot n\text{TK}$ , бу ерда  $n=2,4$  таркибли, никель бромиди ва иодиди эса  $\text{MX}_2 \cdot 6\text{TK}$  таркибли бирикмалар ҳосил қилиши аниқланди. Тиокарбамидни мис тузлари билан комплекслар ҳосил қилишида мис бир валентли ҳолатгача қайтарилади, темир, марганец, никель ва кобальт тузлари билан шу шароитда реакцияга киришишида эса оксидланиш даражасини ўзгариши кузатилмайди. Юқоридагидан келиб чиққан ҳолда темир гуруҳи металлларини мис тузларидан тозалаш усули ишлаб чиқилди. Тиокарбамидни координацияланиш турини аниқлаш карбамидга нисбатан кийин, чунки у олтингугуртни тақсимланмаган иккита жуфт электронлари ҳисобига кўприкли боғланиш ҳосил қилиши мумкин. Кўп ҳолларда координация олтингугурт атоми орқали амалга оширилади. Бу тахмин тиокарбамид ва унинг ҳосилаларини рентгеноструктур таҳлил қилиш ёрдамида исботланган. N-фенилтиокарбамид никельли комплексида эса азот атомлари орқали координацияланиб депротонирланган шаклда бўлади.[40]

Кадмийни тиокарбамидли бирикмаларида октаэдрлар ҳосил қилиш усуллари қизиқарли. Кадмий бис –(этилентиокарбамид)-роданидда ва кадмий бис – (тиокарбамид)-роданидда (NSC) кислота қолдиғи кўприк вазифасини бажаради, шу вақтнинг ўзида кадмий бис (тиокарбамид) формиат ва ацетатларда кўприк вазифасини тиокарбамиддаги олтингугурт бажаради, аммо бундай функция формиат ва ацетат гуруҳлари учун ҳам хос бўлади.

Хулоса қиладиган бўлсак, карбамид комплекс бирикмаларда кўпинча монодентант холда карбонил гурухидаги кислород атоми орқали координирланса, тиокарбамид металл, ацидолиганд ва алмашувчи радикал табиатига боғлиқ холда олтингурут атоми орқали моно – ёки бидентант ёки азот атоми орқали моно- ёки бидентант координирланиши мумкин.

Тиокарбамидни кислота қолдиғи сифатида галогенидлар, сульфат, нитрат, роданид, формиат, ацетат гурухлари тутган металллар билан комплекслари синтез қилинган. Уларни таркиби, ўзига хослиги, амидо ва ацидолигандларни координацияланиш усуллари аниқланган. Қатор холларда карбамидли ва тиокарбамидли комплексларни кристалл ва молекуляр структуралари очилган. Координацион бирикмаларнинг кристаллик ва геометрик тузилишлари аниқланган.[33]

Кимёда ва стереокимёда комплексонат ва аралашлиганд комплексонат Bi(III) систематик текшириш натижасида  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})_2] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$  ва  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})\text{H}_2\text{O}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  таркибли этилендиаминтетра (тиокарбамид)-висмут(III)атсетат аминогуанидиннинг кристалл структураси аниқланган.

Бирикмалар структураси  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)^+$  катион,  $[\text{Bi}(\text{EDTA})(\text{TK})_2]^-$  ва  $[\text{Bi}(\text{EDTA})(\text{TK})(\text{H}_2\text{O})]^-$  анионлари ва кристалланган  $\text{H}_2\text{O}$  малекуласидан иборат.

$[\text{Bi}(\text{EDTA})(\text{TK})_2]^-$  (а) ва  $[\text{Bi}(\text{EDTA})(\text{TK})(\text{H}_2\text{O})]^-$  (б) анионлар тузилиши  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})_2] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$  ва  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})(\text{H}_2\text{O})] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  структурасида тасвирланган.  $[\text{Bi}(\text{EDTA})(\text{TK})_2]^-$  ва  $[\text{Bi}(\text{EDTA})(\text{TK})(\text{H}_2\text{O})]^-$  комплекс анионларда  $\text{EDTA}^{4-}$  лиганд гексадентат ва Bi нинг КСН атоми 8 га тенг.

Ҳар иккала структурада висмут атоми депротонланган карбоксил гурухидаги кислород 4 атоми ва  $\text{EDTA}^{4-}$  лиганд азотининг иккита нитрил атоми билан координасиоланган.  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})_2] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$  структурада Bi атомлари тиокарбамид иккита монодентат лиганди билан олтингурут атомлари иккиланган боғъланишини ташкил этади.  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})\text{H}_2\text{O}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  структурада эса Bi атоми ТКнинг бир атоми

ва  $\text{H}_2\text{O}$  нинг бир атоми билан бирлашиши натижасида  $\text{Bi}$  атоми координатсион сони 8 га этади. Висмут атоми координатсион полиедр  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})_2] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$  ва  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})\text{H}_2\text{O}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  структураларда сикилган квадрат антипризма шаклида тасвирланади.  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})_2] \cdot 2.5\text{H}_2\text{O}$  структурада  $\text{Bi}-\text{C}$  боғланиш узунлиги 3.0110(5) ва 3.1044(5) Å га тенг.  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})\text{H}_2\text{O}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  кристалл структурада  $\text{Bi}-\text{C}$  масофа 3.1665(7) Å га,  $\text{Bi}$  атоми билан  $\text{H}_2\text{O}$  координатсион малекула кислород атоми масофаси 2.604(1) Å га тенг.  $(\text{C}_7\text{H}_7\text{N}_4)[\text{BiEDTA}(\text{TK})\text{H}_2\text{O}] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  бирикма висмут (III) аралаш лиганд комплексонатга мисол бўлади. Координатсион сферада марказий атом  $\text{EDTA}^{4-}$  лиганд билан иккита хар хил жинсли нейтрал лиганд-тиокарбамид малекула билан  $\text{H}_2\text{O}$  малекуласида катнашади.

## II. ТАЖРИБАВИЙ ҚИСМ

### II.1. РЕАКТИВЛАР, АСБОБЛАР ВА ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ

Ni (II) тузларининг координацион бирикма ҳосил қилишини ўрганишда тузларнинг 0,1 нормалли эритмаси олинди. Унинг концентрацияси трилонометрик титрлаш орқали аниқланди. Комплекс бирикма таркиби, марказий ионнинг лиганддаги координацияси тебраниш спектрлари орқали, термик барқарорлиги ва баъзи моддаларнинг электрон спектрлари ўрганилди. Олинган натижалар адабиётлардаги келтирилган катталикларга таққосланди.

Олинган комплексларнинг индивидуаллигини аниқлаш учун мис-антикатод ёрдамида УРС-5ИМ дифрактометр ва ДРОН-2 қурилмасида рентгенограммалари олинди. Текисликлараро масофани ҳисоблаш учун адабиётдаги жадвалдан фойдаланилди.

Синтез қилинган бирикмалар ва лигандларнинг ИҚ - ютилиш спектрлари спектрофотометр ИР-20 билан 400-4000 см<sup>-1</sup> оралиғида ва 200-4000 см<sup>-1</sup> диапазонда, спектрофотометр СФ-46 да моддаларни зичлаш ва вазелинли мойга суркаш усули билан аниқланди. Комплекс бирикмаларнинг термик анализи Паулик – Паулик - Эрдей системали дериватограф билан 6-10 град/мин тезликда 0,05 г ҳамда 0,10 г тортилган ҳолатида текширилган. Бунда гальванометр сезгирлиги Г - 500 - 1000; ТГ - 50 - 100; ДТА – 1/5, 1/10%; ДТГ -1/10, 1/20 га тенг. Анализ атмосфера шароитида ажралиб чиққан газ аралашмасини сув ҳайдовчи насос ёрдамида доимий ҳайдаб туриш йўли билан олиб борилди.

Модда турувчи тигель сифатида қопқоқсиз 7 мм диаметри платина ҳовончадан фойдаланилди. Эталон сифатида Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> қўлланилди.

Бу асбоблардан тарозилардан қаттиқ ҳолдаги реагент ва маҳсулотлар массасини аниқлашда фойдаланилди. Суюқликлар ҳажми ўлчов колбаларида ўлчанди. Шунингдек, дефлегматордан буғлатиш жараёнларида, совуткичлардан эритмалар ва қаттиқ моддаларни қуритишда кенг

ишлатилиди. Олинган координацион бирикманинг таркиби ва лигандлар барқарорлигини ўрганишда тебраниш ва электрон спектроскопия натижаларига таянилди олинган натижалар адабиётлардаги натижалар билан солиштирилди.

## **II.2. НИКЕЛЬ (II) НИНГ ТИОКАРБАМИД БИЛАН КООРДИНАЦИОН БИРИКМАЛАРИ СИНТЕЗИ**

Никель (II) хлориднинг тиокарбамид билан координацион бирикмаларини синтез қилиш учун биз энг қулай ва самарали механохимёвий усулдан фойдаландик, чунки бу усул эритувчилар талаб қилмайди ва қисқа вақт ичида юқори унум билан турли таркибли комплекс бирикмалар синтез қилиш имконини беради.

Никель (II) хлориднинг тиокарбамид билан координацион бирикмаларини синтез қилиш методикаси қуйидагича:

Механохимёвий усулда никель (II) хлорид тиокарбамид 1:2 моль нисбатда хона ҳароратида чинни хавончада яхшилаб аралаштирилиб, вақт-вақти билан хавонча ва эзгич юзасига ёпишган моддаларни скальпель билан тозалаб турилади. Бунда 15 минут аралаштирилгач, 5 минут хавонча ва эзгич скальпель билан тозаланади ва аралаштириш яна давом қилдирилади. Бу жараён камида 12 марта такрорланади. 10 марта такрорлашдан кейин аралашма дериватограммаси ўзгармас бўлади, бу эса доимий таркибли бирикмалар ҳосил бўлганидан далолат беради.



### **II.3. РУХ (II) НИНГ ТИОКАРБАМИД БИЛАН КООРДИНАЦИОН БИРИКМАЛАРИ СИНТЕЗИ**

Рух (II) сульфатнинг тиокарбамид билан координацион бирикмаларини синтез қилиш учун биз энг қулай ва самарали механохимёвий усулдан фойдаландик, чунки бу усул эритувчилар талаб қилмайди ва қисқа вақт ичида юқори унум билан турли таркибли комплекс бирикмалар синтез қилиш имконини беради.

Рух (II) сульфатнинг тиокарбамид билан координацион бирикмаларини синтез қилиш методикаси қуйидагича:

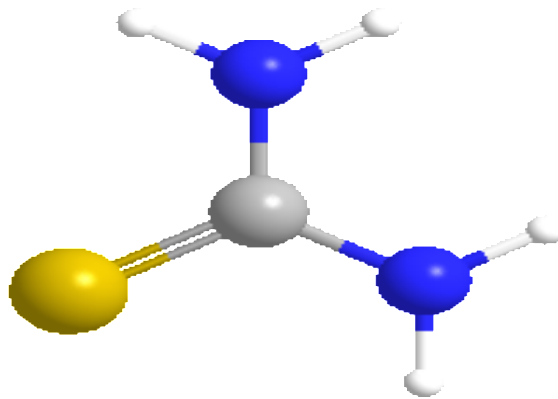
Механохимёвий усулда рух (II) сульфат ва тиокарбамиднинг 1:2 моль нисбатларда хона ҳароратида чинни хавончада яхшилаб аралаштирилиб, вақти-вақти билан хавонча ва эзгич юзасига ёпишган моддаларни скальпель билан тозалаб турилади. Бунда 15 минут аралаштирилгач, 5 минут хавонча ва эзгич скальпель билан тозаланади ва аралаштириш яна давом эттирилади. Бу жараён камида 12 марта такрорланади. 10 марта такрорлашдан кейин аралашма дериватограммаси ўзгармас бўлади, бу эса доимий таркибли бирикмалар ҳосил бўлганидан далолат беради.

**III. ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ ТАҲЛИЛИ**  
**III.1. ТИОКАРБАМИД МОЛЕКУЛАСИНИНГ КВАНТ-КИМЁВИЙ**  
**АНАЛИЗ НАТИЖАЛАРИ**

Квант-кимёвий ҳисоблашлар ChemBio3D Ultra 11.0 дастурининг ярим эмпирик усули ёрдамида амалга оширилди. Олинган физик-кимёвий ҳамда квант кимёвий ҳисоблашлар учун математик моделлаштиришнинг семи-эмперикал (ярим эмпирик) усулидан фойдаландик. Ҳисоблашлар натижалари куйидагича:

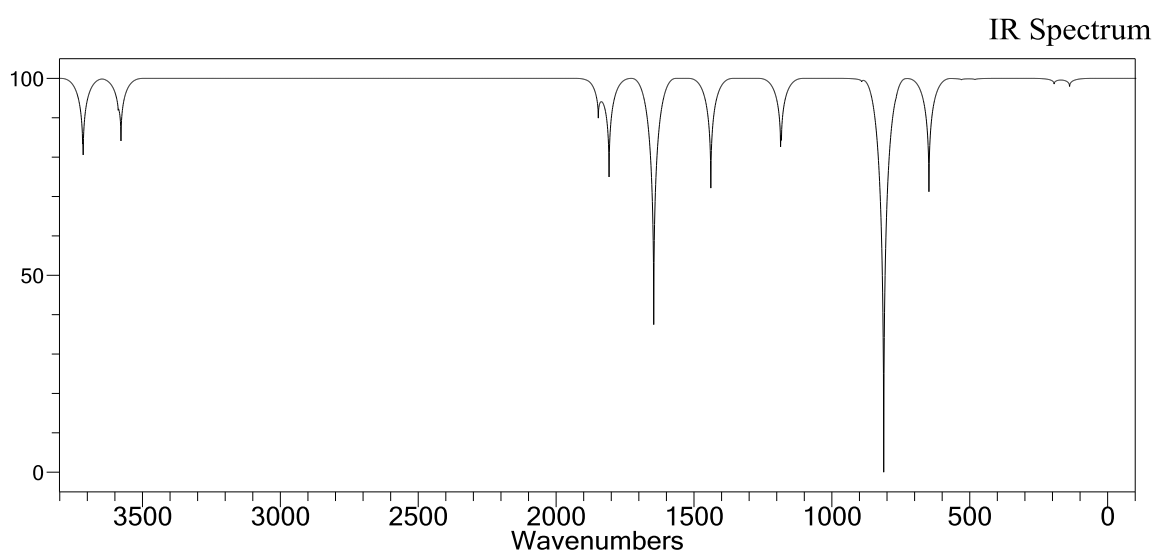
**5-жадвал.**

T/r	Атом	Атомлар тури	Хюккел бўйича қийматлари	C <sup>13</sup> бўйича қийматлари	ПМР бўйича қийматлари
1	N(1)	N Thioamide	0.0548587		
2	C(2)	C Thiocarbonyl	0.32456	193.69	
3	S(3)	S Thiocarbonyl	-0.72632		
4	N(4)	N Thioamide	-0.0431056		
5	H(5)	H Amide	0.0949923		11.53
6	H(6)	H Amide	0.0890462		11.53
7	H(7)	H Amide	0.104787		11.56
8	H(8)	H Amide	0.101182		11.56

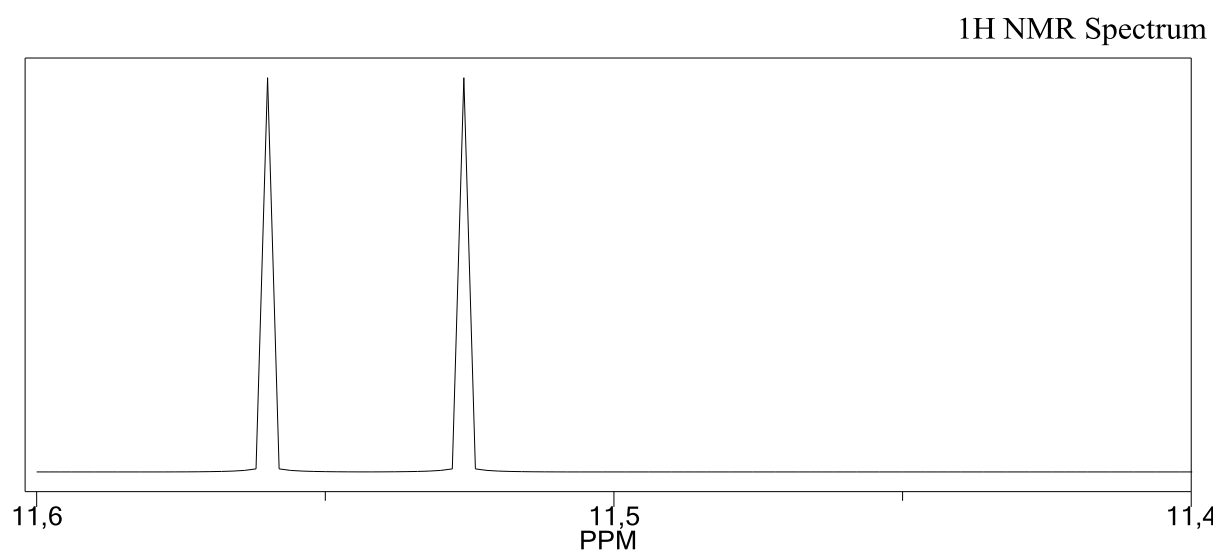


*Тиокарбамид молекуласи.*

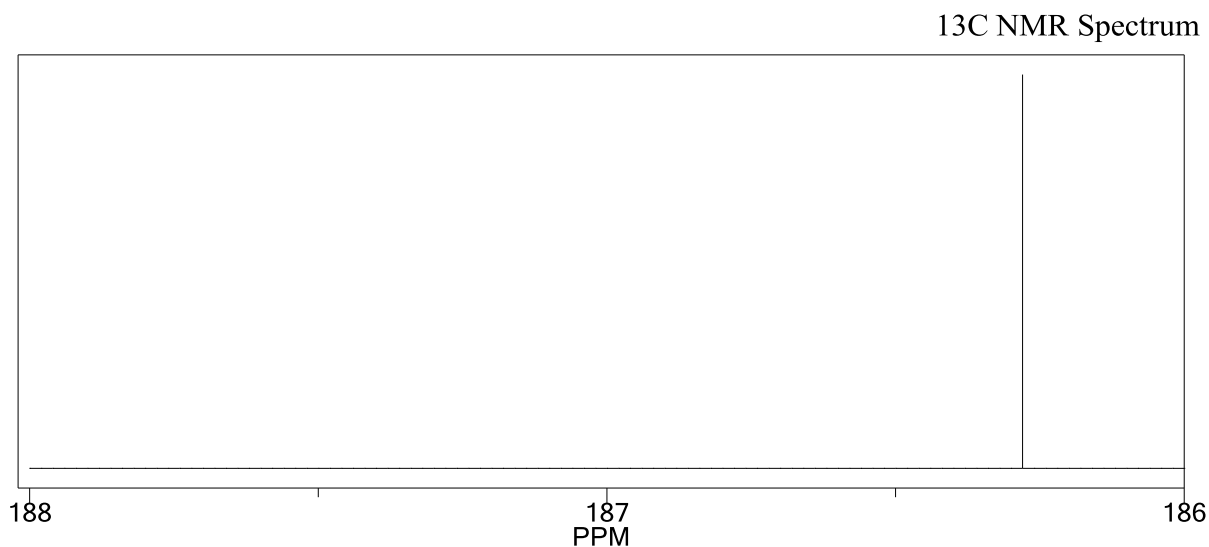
Тиокарбамиднинг ИҚ спектраскопик анализ натижалари қуйидагича:



Тиокарбамиднинг ПМР анализининг таҳлил натижалари.



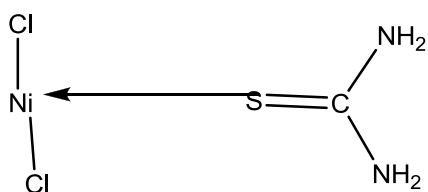
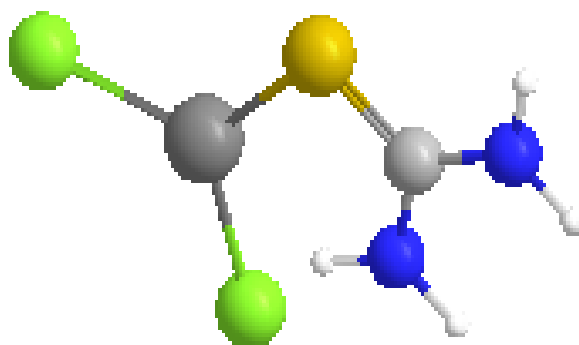
Тиокарбамиднинг  $^{13}\text{C}$  анализининг таҳлил натижалари.



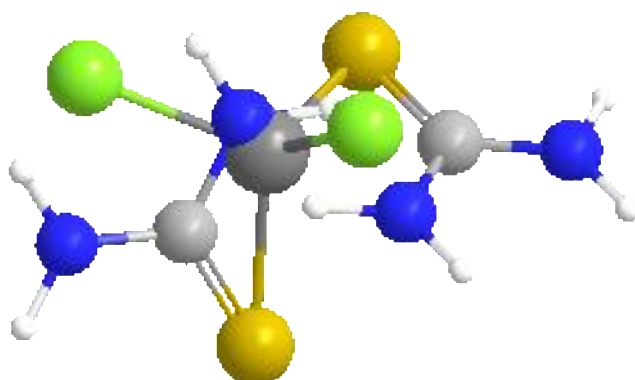
**6-жадвал.**

**Тиокарбамид молекуласи таркибидаги ҳар бир атомнинг фазода  
жойлашган ўрни**

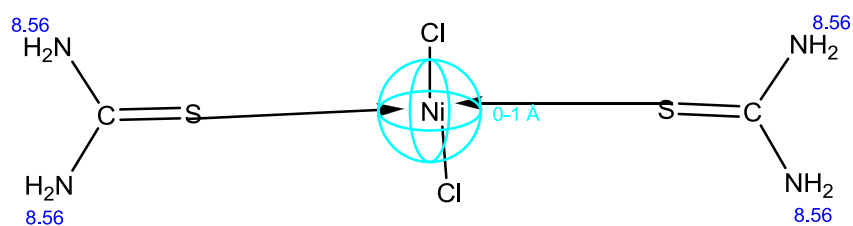
№	Атом	X	Y	Z
1.	N(1)	-4.9510	1.4494	-0.4428
2.	N(1)	-4.9510	1.4494	-0.4428
3.	C(2)	-6.1997	0.8966	-0.5396
4.	S(3)	-7.4660	1.8269	-0.6619
5.	N(4)	-6.3485	-0.4642	-0.5302
6.	H(5)	-4.1379	0.8521	-0.3642
7.	H(6)	-4.8411	2.4554	-0.4497
8.	H(7)	-7.2715	-0.8729	-0.6018



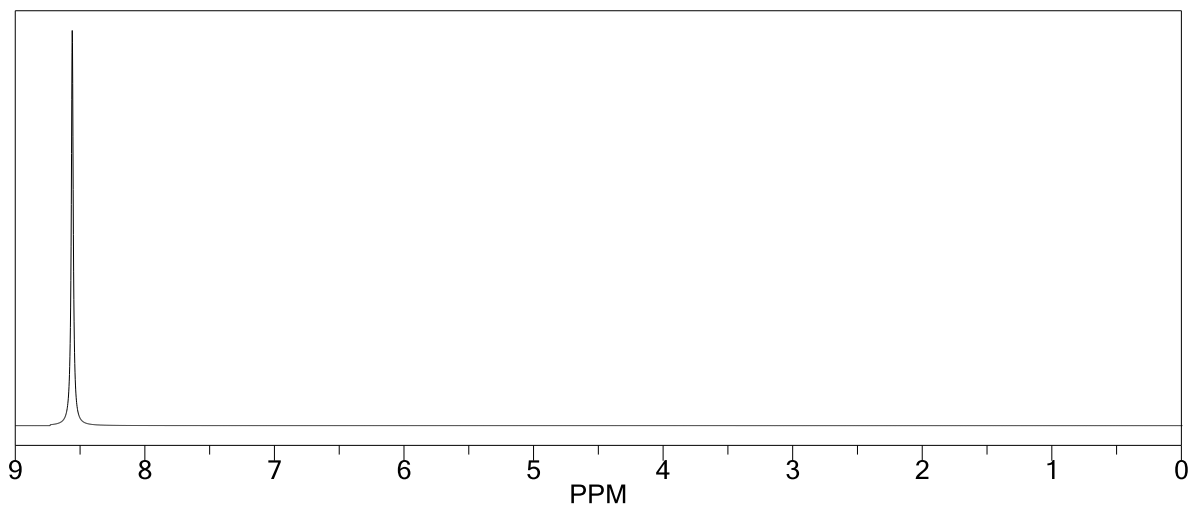
<i>Reactants</i>		<i>Products</i>	
Formula	<b>CH<sub>4</sub>N<sub>2</sub>S</b>	Formula	<b>Cl<sub>2</sub>Ni</b>
MW	76,12	MW	129,60
Limiting?	<b>Yes</b>	Equivalents	
Equivalents		%Completion	
Sample Mass		Expected Mass	
%Weight		Expected Moles	
Molarity		Measured Mass	
Density		Purity	
Volume		Product Mass	
Reactant Moles		Product Moles	
Reactant Mass		%Yield	



## ChemNMR <sup>1</sup>H Estimation



Estimation quality is indicated by color: **good**, **medium**, **rough**



Protocol of the H-1 NMR Prediction:

Node	Shift	Base + Inc.	Comment (ppm rel. to TMS)
NH2	8,56	2,00	amine
		6,56	general corrections
NH2	8,56	2,00	amine
		6,56	general corrections
NH2	8,56	2,00	amine
		6,56	general corrections
NH2	8,56	2,00	amine
		6,56	general corrections

1H NMR Coupling Constant Prediction

shift	atom index	coupling partner	constant and vector
8,56	6		
8,56	7		
8,56	10		
8,56	11		

### III.2. СИНТЕЗ ҚИЛИНГАН МОДДАНИНГ КИМӨВИЙ АНАЛИЗИ

Синтез қилинган бирикмаларнинг физик-кимөвий хоссалари, таркиби, индивидуаллиги, тузилиши ва реакцияга киришиш даражасини ўрганишда физикавий тадқиқот усулларининг кўплаб турларидан фойдаланиш мумкин. Комплекс ҳосил бўлиши ва унинг хоссалари кўп омилларга боғлиқ: металл типи, лигандлар, эритувчи, физик-кимөвий шароит. Маълум ҳолларда комплексларнинг физик-кимөвий хоссаларининг (масалан, унинг барқарорлиги) марказий атом зарядига, эритувчи табиатига, лигандларнинг кислотата-асосли хоссалари ва бошқаларга эмпирик боғлиқлиги ўрганилган.

Олинган координацион бирикманинг таркибини аниқлаш учун кимөвий анализ қилинади.

Бу координацион бирикмалар учун металлга, азотга, углеродга, водородга химиявий анализ қилинди. Анализ натижаларининг назарий ҳисобларига мос келади. Ушбу натижалар асосида қуйидаги таркиблар берилади.

7– жадвал.

#### Синтез қилинган комплекс бирикманинг элемент анализ натижалари

Бирикмалар	Умум %	Топилган/ҳисобланган, %						Брутто- Формула
		C	H	Cl	N	Ni	S	
[NiCl <sub>2</sub> ·TK]	77.67%	5.83/ 4.53	1.94/ 1.51	34.52/ 26.81	13.61/ 10.57	28.54/ 22.17	15.56/ 12.08	CH <sub>4</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>2</sub> NiS
[NiCl <sub>2</sub> ·2TK]	70.92%	8.52/ 6.04	2.84/ 2.01	25.20/ 17.87	19.88/ 14.10	20.84/ 14.78	22.72/ 16.11	C <sub>2</sub> H <sub>8</sub> Cl <sub>2</sub> N <sub>4</sub> NiS <sub>2</sub>

8– жадвал.

**Синтез қилинган комплекс бирикманинг элемент анализ  
натижалари**

Бирикмалар	Умум %	Топилган/ҳисобланган, %						Брутто- Формула
		C	H	O	N	Zn	S	
ZnSO <sub>4</sub> · ТК · 2H <sub>2</sub> O	87.9	4.39/ 3.86	2.93/ 2.58	35.16/ 30.91	10.26/ 9.02	23.81/ 20.93	23.44/ 20.60	CH <sub>8</sub> O <sub>6</sub> N <sub>2</sub> ZnS <sub>2</sub>
ZnSO <sub>4</sub> · 2ТК · 2H <sub>2</sub> O	91.11	6.88/ 6.26	3.44/ 3.13	27.51/ 25.06	16.04/ 14.61	18.62/ 16.96	27.51/ 25.06	C <sub>2</sub> H <sub>12</sub> O <sub>6</sub> N <sub>4</sub> ZnS <sub>3</sub>

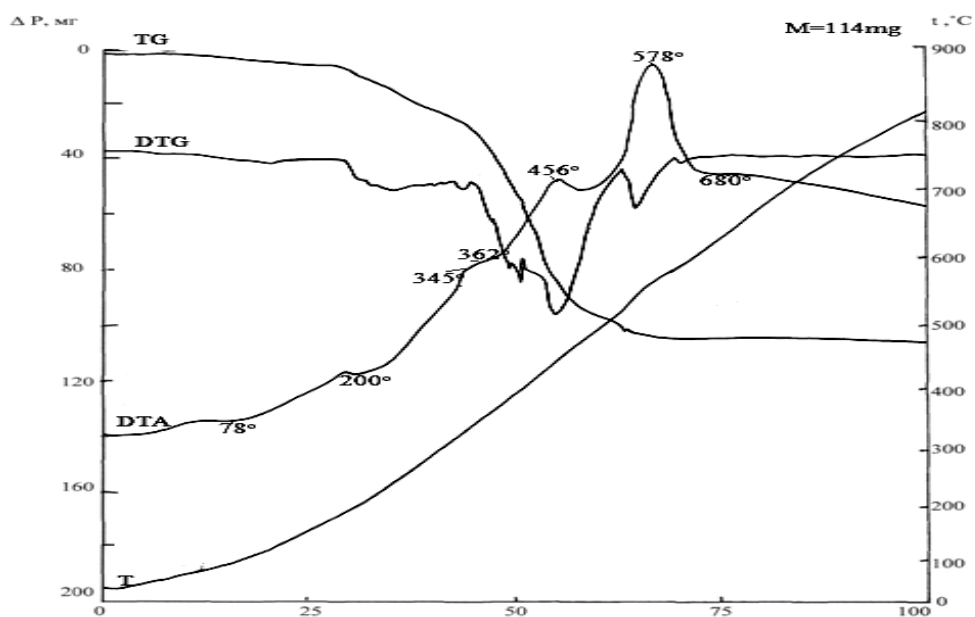


### Ш.3. ОЛИНГАН КОМПЛЕКС БИРИКМАЛАРНИНГ ФИЗИК-КИМЁВИЙ АНАЛИЗИ НАТИЖАЛАРИ ТАҲЛИЛИ.

Эркин тиокарбамид молекуласидаги азот атомининг донор электрон жуфти  $p_z$ -орбитални эгаллайди ( $sp^2$ -гибридланган азот атомида) ва углерод ҳамда олтингугуртнинг  $p_z$ -орбиталлари билан таъсирлашади. Натижада,  $\pi$ -орбитал делокаллашади ва C-S боғи карралиги икки марта кам. Тиокарбамид таркибидаги азот атомларидан бири орқали координация содир бўлганда, унинг донор электрон жуфтлари  $\pi$ -боғда қатнашмайди. Бунда  $\pi$ -орбитал делокалланиши камаяди ва C-S боғи карралиги ортади.  $NH_2$ -гуруҳлар бир-бирига эквивалент бўлмай қолади. Координация тиокарбамид молекуласидаги олтингугурт орқали содир бўлса,  $NH_2$ -гуруҳлар бир-бирига эквивалент бўлади.

Ямагучи ва ҳамкасблари ИҚ - спектроскопия усули ёрдамида тиокарбамид комплексларида  $[(NH_2)_2CS]$  ўрганилган металллар билан (Zn ва Cu) M-S боғи ҳосил бўлишини, бунда CN- боғи валент тебранишлар частотаси ортиб, C-S боғи валент тебранишлар частотаси камайиши, NH- боғи валент тебранишлар частотаси ўзгармаслигини кўрсатиб бердилар. M-S боғи валент тебранишлар чизиғи  $300-200\text{ см}^{-1}$  интервалида бўлиши узун тўлқинли ИҚ-спектроскопияда аниқланди.

Биз маҳсулотимизнинг хоссаларини аниқлашда миқдорий анализ усулларидадан фойдаландик. Адабиётларда комплекс бирикмаларнинг термик анализига бағишланган илмий ишлар маълум. Уларда термик анализ сифат ва миқдорий жиҳатдан ўрганилган. Бирикмаларнинг сифат термик анализи уларнинг ДТА егри чизиғидаги термик эффектларнинг табиатини очиб беришга қаратилади. Миқдорий термик анализ эса термик эффектларнинг кинетик ва термодинамик параметрларини аниқлашга ёрдам беради.



Комплекс бирикмаларнинг термик анализида эффект табиати, масса ўзгариши ва охириги маҳсулот таркиби аниқланди. Комплексларнинг ДТА егри чизиғида биринчи босқичда сув молекулалари ва кейинги босқичларда лиганд молекуласи босқичма-босқич чиқиб охириги маҳсулот сифатида металл сульфидлари қолади.

## ХУЛОСА

1. Ҳозирги вақтда синтез қилинаётган координацион бирикмаларнинг кўпчилиги аналитик кимёда, медицинада, қишлоқ хўжалиги ва айниқса ишлаб чиқаришда кенг қўлланилмоқда. Адабиётларда кислота амидларининг металл тузлари ҳақида маълумотлар келтирилган лекин айрим металл тузларининг кислота амидлари билан комплекслари ҳақида маълумотлар кам берилган. Бундан хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки бу синф координацион бирикмалар ҳосил бўлишининг ўзига хослиги, тузилиши, органик лиганднинг реакцион қобилияти ва турли соҳаларда қўлланилишига кўра жуда муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эгадир.

2. Адабиётлар таҳлилидан кўриниб турибдики кислота амидларнинг турли металл тузлари билан ҳосил қилган бирикмаларига кўпгина ишлар бағишланган. Алифатик, карбон, тиокарбон, ароматик, гетероциклик кислоталар амидларини ацидолиганд сифатида галогенид, сульфат, нитрат, роданид, формиат, ацетат, тартрат гуруҳлар тутган металл билан комплекс бирикмалари синтез қилинган. Бу илмий тадқиқот ишларида Органик лигандларнинг металл табиатига боғлиқ ҳолда турлича координацияланиши кўрсатилган.

3. Механохимёвий усулда 4 та комплекс бирикмалари синтез қилинди ва синтез шароити ўрганилиб, элемент анализ таҳлили ёрдамида металл тузларининг кислота амидлари билан комплекс бирикмаларининг таркиби ва тузилиши аниқланди.

4. Квант-химёвий таҳлиллар натижасида синтез қилинган комплекс бирикмаларнинг фазовий тузилиши, боғ узунликлари, валент боғлар орасидаги бурчаклари аниқланди.

5. Органик лиганднинг марказий атом билан координацияланиши ИҚ-спектри ёрдамида ўрганилди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики марказий атом билан координацияланиш лиганддаги олтингугурт атоми орқали бўлади.

6. Синтез қилинган координацион бирикмаларнинг термик таҳлил қилиниб баъзи термолиз маҳсулотлари идентификация қилинди.

## ГЛОССАРИЙ

Комплекс иони - мураккаб ион бўлиб, эритмада ва комплекс бирикманинг кристалл панжараларида эркин тура оладиган ҳамда марказий атом ва лигандлардан иборат бўлган мураккаб заррачадир.

Марказий атом - комплекс бирикманинг ички сферасидаги лигандлар координациялашадиганион ёки атом.

Лиганд - марказий атомнинг атрофида координациялашган ион ёки молекулалар.

Ички сфера - комплекс бирикманинг комплекс иони.

Ташқи сфера - комплекс бирикманинг ички сферасини ташқарисида жойлашган ионлар.

Координацион сони - марказий атомнинг ковалент боғларининг йиғиндиси.

Вернер-Миолати қатори - турли сондаги ионларга дисоциланганлиги туфайли хархил моляр электрўтказувчанликкаэга бўлган комплекс бирикмалар эритмаларининг қатори.

Аминат ва аммиакатлар - лигандлар сифатида аммиак ёки органик аминлар ишлатилган комплекслар.

Гидратлар ёки аквокомплекслар - лигандлар сифатида сув молекулалари ишлатилган комплекслар.

Ацидокомплекслар - лигандлар сифатида фақат кислоталар қолдиғи ишлатилган комплекслар.

Полигалогенидлар - лигандлар сифатида галогенлар ишлатилган комплекслар.

Поликислоталар - таркибида бирдан ортиқ кислотали оксиди бор бўлган минерал кислоталардан ҳосил қилинган кўп ядроли комплекс бирикмалар.

Хелатлар - ички сферада полидентант лигандлардан цикллар ҳосил бўлган комплекс бирикмалар.

Комплекс гидридлар - лигандлар сифатида  $H^-$  ионлар иштирок этган комплекслар.

Металл карбониллар - лигандлар сифатида CO молекулалари ишлатилган комплекслар.

Кластерлар - ўзаро боғланган иккита ёки undan кўп марказий атомлардан иборат бўлган кўп ядроли комплекс бирикмалар.

ИЮПАК номенклатураси - ушбу номенклатурада комплекс бирикмаларини номлашда аввал катион undan кейин анион айтилади ҳамда марказий атомнинг оксидланиш даражаси рим рақами билан кўрсатилади.

Координацион бирикмаларининг изомерияси - бир хил таркибга эга бўлган, лекин ҳар хил тузилишли бирикмалар координацион бирикмаларнинг изомерлари деб аталади.

Оддий электростатик назария-бу назариянинг асосида комплекс бирикмаларнинг ички сферадаги марказий атом билан лигандларнинг боғланиши электростатик кучлар ҳисобига содир бўлиши кўзда тутилган.

Сиджвик назарияси - бу назарияга кўра комплекс ҳосил бўлиши учун марказий ионнинг барча электронлари билан лигандлар берган барча электронлар йиғиндиси айна марказий ионга яқин турган инерт газнинг тартиб номерига тенг бўлиши керак.

Айниган орбиталлар - энергия жиҳатидан фарқ қилмайдиган орбиталлар.

$\Delta$  айирма -лигандлар майдони таъсирида пайдо бўладиган марказий атом d-орбиталларининг энергиялари орасидаги фарқ.

Спектроскопик қатори - харҳил кучли майдон ҳосил қиладиган лигандларнинг қатори.

ККМТБЭ - d-электронли комплекснинг кристалл майдон таъсирида барқарорланиш энергияси.

ЛМН - молекуляр орбиталлар назариясига асосланган кристалл майдон назарияси.

$\sigma$ -Боғлар - ядролар чизикларида жойлашган марказий атом ва лигандларнинг орбиталлари орасидаги қопланиш йўлида хосил бўлган боғлар.

Тўғри  $\pi$ -боғлар - ядролар чизикларидан икки томонда жойлашган марказий атомнинг бўш орбиталлари ва лигандларнинг электронлар билан тўлган орбиталлари орасидаги қопланиш йўлида хосил бўлган боғлар.

Тескари  $\pi$ -боғлар - ядролар чизикларидан икки томонда жойлашган марказий атомнинг электронлар билан тўлган орбиталлари ва лигандларнинг бўш орбиталлари орасидаги қопланиш йўлида хосил бўлган боғлар.

Комплекснинг беқарорлик константаси - эритмада комплекс бирикма диссоциланишга учрагандаги мувозанат константаси.

Комплекснинг мустаҳкамлик константаси - комплекснинг беқарорлик константасини тескараси.

Ирвинг-Вильямс қатори - марказий атомнинг табиатига боғланган комплекс бирикмаларининг барқарорлиги ўзгариши қатори.

Ян-Теллер эффекти - октаэдрик комплекс молекуласининг тузилиши чизиксимон бўлмаган ва унинг электрон ҳолати маълум бир хил энергияли орбиталлардан иборат бўлган ҳолда унинг симметрияси пасайиши, орбиталларнинг энергиялари қўшимча парчаланиши ва системанинг энергияси пасайиши эффекти.

Транс-таъсирлашув - айна лиганд ўзига нисбатан транс-ҳолатда турган лиганднинг марказий ион билан боғланишини бўшаштириб, уни бошқа бирор лигандга алмашина оладиган ҳолатга келтирса, бу ҳолдаги эффект транс-таъсирлашув дейилади.

Цис-таъсирлашув - айна лиганд ўзига нисбатан цис-ҳолатда турган бошқа лиганднинг алмашилиш қобилиятини оширса, бу ҳодиса цис-эффекти деб аталади.

Чугаевнинг циклар қоидаси - циклик лигандли комплексларни барқарорлиги циклсиз лигандли комплексларга нисбатан каттароқ бўлиши ҳамда 5- ва 6-цикли комплекслар энг барқарор бўлиши тўғрисидаги қоида.

Хелат эффекти- циклли ва циклмас лигандли комплексларни барқарор константалари логарифмларини айирмасини хелат эффекти деб номланади.

Комплекс бирикмаларнинг кислота хоссаси - комплекснинг ички координацион сферасида водород ионларини эритмага чиқарадиган гуруҳ бўлса бундай комплекс бирикмалар кислота хоссасига эга бўлади.

Комплекс бирикмаларнинг асосли хоссаси -агар комплекснинг ички координацион сферасида  $\text{OH}^-$  ионлар бўлса, уларнинг ўрнини сув эритувчининг молекулалари эгаллаши мумкин; бунинг натижасида натижада комплекс бирикма асосли хоссага эга бўлади.

Марказий атомнинг типик эмас оксидланиш даражасини мустахкамланиш ҳодиса- марказий атомнинг лигандлар билан боғланганлиги таъсирида бўладиган ҳодиса.

Оксидланиб бирикиш реакциялар - комплекс бирикманинг оксидланишга учраган бир вақтида координацион сони ҳам бирикиш натижасида ошган реакциялар.

Қайтарилиб парчаланиш реакциялар - комплекс бирикманинг қайтарилиш билан бир вақтда координацион сони ҳам ошган реакциялар.

Координацияга учраган лигандларнинг парчаланиши - марказий атомнинг таъсирида лигандларнинг табиатига биноан парчаланиши.

Координацияга учраган лигандларнинг реакция қобилятини ўзгариши - комплекснинг ички сферасидаги лигандларнинг реакция қобиляти эркин ҳолатидагига нисбатан ўзгариши.



## Фойдаланилган адабиётлар рўйхати:

1. Мирзиёев Ш.М. “Танқидий таҳлил, қатъий тартиб-интизом ва шахсий жавобгарлик-ҳар бир раҳбар фаолиятининг кундалик қондаси бўлиши керак”, Т., “Ўзбекистон”, 2017 й.
2. Каримов. И.А. «Ўзбекистон XXI аср бўсағасида хавфсизликка таҳдид, барқарорлик шартлари ва тараққиёт кафолатлари», Т., “Ўзбекистон”, 1997 й.
3. Каримов И.А. «Юксак маънавият енгилмас куч», Т<sub>м</sub> 2008 й. 46.
4. Парпиев Н.А., Рахимов Х.Р., Муфтахов А.Г. Анорганмик кимё назарий асослари, Тошкент: “Ўзбекистон”, 2000 й.
5. В.Г.Юсупов, М.Т.Тошев, Н.А.Парпиев. Координацион бирикмалар кимёси.- Тошкент: «Университет».1996.
6. Ҳ.Р.Раҳимов. Анорганмик кимё.-Тошкент: «Ўқитувчи». 1984.
7. Абдуллина Г.Г., Ерқасов Р.Ш., Рысқалиева Р.Г., Оразбаева Р.С. Растворимость в системе  $\text{CoBr}_2 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HBr} - \text{H}_2\text{O}$  при  $25^\circ\text{C}$ // Вестник ПГУ. Серия Химико-биологическая. – 2008. – № 1. – С. 18 – 27.
8. Абдуллина Г.Г., Ерқасов Р.Ш., Рысқалиева Р.Г., Кокжалова Б.З. Взаимодействие в системе  $\text{Co}(\text{ClO}_4)_2 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HClO}_4 - \text{H}_2\text{O}$  при  $25^\circ\text{C}$ // Вестник КарГУ. Серия Химия. – 2008. – Т. 50, № 2. – С. 28 – 34.
9. Абдуллина Г.Г., Ерқасов Р.Ш., Рысқалиева Р.Г., Оразбаева Р.С. Взаимодействие в системе  $\text{NiBr}_2 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HBr} - \text{H}_2\text{O}$  при  $25^\circ\text{C}$ // Вестник КазНУ. Серия Химическая. – 2008. – Т. 49, № 1. – С. 216 – 220.
10. Абдуллина Г.Г., Ерқасов Р.Ш., Рысқалиева Р.Г., Байкенов М.И. Взаимодействие в системе  $\text{NiI}_2 - \text{CO}(\text{NH}_2)_2 - \text{HI} - \text{H}_2\text{O}$  при  $25^\circ\text{C}$ // Вестник КарГУ. Серия Химия. – 2008. – Т. 51, № 3. – С. 57 – 63.
11. Рысқалиева Р.Г., Абдуллина Г.Г., Ерқасов Р.Ш. Синтез и физико – химические характеристики координационных соединений нитрата железа с протонированным карбамидом// *Materialy IV miedzynoroowej naukowij – praktycznej konferencji «Nowoczesnych naukowych osiagniec – 2008»*. Chemia i

- chemiczne tehnologie Ekologia. Przemysli Nauka I studia. – 1-14 lutego 2008 roku. – Т. 14. – С. 65 – 67.
12. Еркасов Р.Ш., Рыскалиева Р.Г., Масакбаева С.Р., Колпек А., Абдуллина Г.Г. Координационные соединения солей s- и d- металлов с протонированными амидами и перспективы их применения// Труды VI международного Беремжановского съезда по химии и химической технологии. – Караганда, 2008. – С. 348 – 352.
13. Колпек А., Еркасов Р.Ш., Абдуллина Г.Г., Рыскалиева Р.Г. Синтез координационных соединений бромид никеля и сульфата марганца с протонированным карбамидом// Materialy IV mezinarodni vèdecko – praktika konference «Vèda: teorie a praxe – 2008». – Chemie a chemická tehnologie, Ekologie, Zeměpis a geologie. Praha Publishing House «Education and Science» s.r.o. 2008. – 16-31 srpna 2008 roku. – D. 10. – С. 56 – 58.
14. Абдуллина Г.Г., Еркасов Р.Ш., Колпек А., Рыскалиева Р.Г. Синтез координационных соединений бромид кобальта и нитрата марганца с протонированным карбамидом// Материали за IV международна научна практична конференция «Научные дни – 2008». – София, 2008. – Т. 16. – С. 16 – 19.
15. Еркасов Р.Ш., Колпек А., Абдуллина Г.Г., Рыскалиева Р.Г. Масакбаева С.Р. Закономерности взаимодействия некоторых галогенидов биометаллов с протонированными амидами// «Валихановские чтения – 13». Материалы международной научно – практической конференции 24 – 26 апреля. – Кокшетау, 2008. – Т. 7. – С. 11 – 12.
16. Мелдебекова С.У. Псевдоамидоацетатные координационные соединения ряда 3d-металлов.: Автореф. дис. ...канд. хим. наук. – Т.: НУУ. 2006. – 22 с
17. Азизжанов Х.М. Некоторые смешаннолигандные координационные соединения олеатов ряда 3d-металлов.: Автореф. дис. ...канд. хим. наук. – Т.: НУУ. 2010. – 23 с.

18. Азизов О.Т. Комплексные соединения пальмитатов, олеатов, стеаратов ряда 3d-металлов с некоторыми амидами.: Автореф. дис. ...канд. хим. наук. –Т.: НУУ. 2006.- 22 с.
19. Сулейманова Г.Х. Особенности строения комплексных соединения пальмитатов ряда 3d-металлов с некоторыми амидами.: Автореф. дис. ...канд. хим. наук. –Т.: НУУ. 2006.- 22 с.
20. Давидович Р.Л., Герасименко А.В., Логвинова В.Б. Кристаллическая структура смешаннолигандных (тиокарбамид)-этилендиаминтетраацетатом висмутатов (III) аминогуанидиния // III Национальная кристаллохимическая конференция: Тез. докл. – Черногоровка, 2003. - С.11
21. Limonova T., Kotova O., Perevedentseva E., Mirzov O., Baigeldieva R., Kuzmina N., Vitukhnovsky A., Lepnev L. Optimization of Organic Light-Emitting Diodes (OLED) Using Scanning Near-Field Optical Microscope (NSOM) // Advanced Display Technologies: Basic Studies of Problems in Information Display (FLOWERS 2003). 2003 August 25-28. – Moscow, 2003. – P. 40–43.
22. Eliseeva S., Kotova O., Kuzmina N., Mirzov O., Anikin K., Lepnev L., Perevedentseva E., Vitukhnovsky A. Electroluminescent properties of the mixed ligand complex of terbium salicylate with triphenylphosphine oxide // Synthetic Metals. – Moscow, 2004. -V. 141. № 3. - P. 225–230.
23. Kotova O.V., Eliseeva S.V., Perevedentseva E.V., Limonova T.F., Baigeldieva R.A., Vitukhnovsky A.G. and Kuzmina N.P. The topography of OLED-component functional thin film layers studied by NSOM/AFM // Mendeleev Communications. – Moscow, 2004. – V. 14. № 4. – P. 155–157.
24. Kotova O., Eliseeva S., Muydinov R., Kuzmina N., Kaul A. MOCVD application for thin film deposition of nonvolatile lanthanide carboxylates // Electrochemical Society Proceedings. – Pennington, V. 2005- 09. – P. 306–311.
25. Котова О.В., Елисеева С.В., Волосников А.А., Олейников В.А., Лепнев Л.С., Витухновский А.Г., Кузьмина Н.П. Влияние разнолигандного комплексообразования на термические, фотолюминесцентные и

- пленкообразующие свойства некоторых ароматических карбоксилатов тербия(III) // Журн. коорд. химия. – Москва, 2006. - Т.32. №12. - С. 937 – 946.
26. Lepnev L., Vaschenko A., Vitukhnovsky A., Eliseeva S., Kotova O., Torgova S., Kuzmina N. Two-diode organic light amplifiers/converters and peculiarities of photocurrent multiplication // Synthetic Metals. - Moscow, 2006. - V. 156. - P. 624–632.
27. Лепнев Л.С., Ващенко А.А., Витухновский А.Г., Елисеева С.В., Котова О.В., Кузьмина Н.П. Усилитель-преобразователь света на основе салицилата тербия // Краткие сообщения по физике ФИАН. – Москва, 2006. - вып. 6. - С. 48–54.
28. Котова О.В., Елисеева С.В., Уточникова В.В., Кузьмина Н.П. Газофазный синтез нелетучих бензоатов РЗЭ ( $\text{Ln}(\text{bz})_3$ ,  $\text{Ln}=\text{La}^{3+}$ ,  $\text{Eu}^{3+}$ ,  $\text{Lu}^{3+}$ ) // Журн. коорд. химия. – Москва, 2007. - Т.33. №6. - С. 463 – 467.
29. Уточникова В.В., Котова О.В., Кузьмина Н.П. Синтез разнолигандного комплекса иттрия с дипивалоилметаном и бис-салицилиденэтилендиамином // Вестник МГУ. Химия. – Москва, 2007. - №4.- С. 277–280.
30. Лепнев Л.С., Ващенко А.А., Витухновский А.Г., Елисеева С.В., Котова О.В., Кузьмина Н.П. Деграция органических светодиодов на основе разнолигандных комплексов салицилата и 2-феноксibenзоата тербия(III) // Краткие сообщения по физике ФИАН. - Москва, 2007. - вып. 4. - С. 12–20.
31. Мищенко А.В. Физико-химическое исследование гетероциклических гидразонов глиоксалево́й кислоты и комплексов переходных металлов на их основе // Международная Ломоносовская конференция по химии, секция Химия, подсекция неорганическая химия: Тез. докл.- М., 2009.- С. 20.
32. Николаевский С.А. Магнитно-структурные корреляции в ряду новых биядерных комплексов меди (II) с тридентатными азометиновыми лигандами // Международная Ломоносовская конференция по химии, секция Химия, подсекция неорганическая химия: Тез. докл.- М., 2009.- С. 22.
33. Панова А.Г. Моно-, биядерные- и макроциклические тетраядерные циклопалладированные комплексы на основе на основе 2-(2'-

- тиенил)пиридина и 4,4'-бипиридила // Международная Ломоносовская конференция по химии, секция Химия, подсекция неорганическая химия: Тез.докл.- М., 2009.- С. 23.
- 34.Семенов А. Н. Смешаннолигандное комплексообразование кальция и магния с гепарином и аминоксусной кислотой // Международная Ломоносовская конференция по химии, секция Химия, подсекция неорганическая химия: Тез.докл.- М., 2009.- С. 26.
- 35.Fromm J.R., Hileman R. E., Caldwell E.E.O., Weiler J.M. Pattern and spacing of basic amino acids in heparin binding sites // Archives of Biochemistry and Biophysics. – Bethesda, 1997. - V. 343. №1. - P.92-100.
- 36.Wiseman, T., Williston, S., Brandt, J.F. & Lin, L.-N. Rapid measurement of binding constants and heats of binding using a new titration calorimetry // Anal. Biochem. – Bethesda, 1989. - V. 179. - P.131-137.
- 37.Толкачева Л.Н. Анализ комплексообразования алюминия с комплексонами, производными янтарной кислоты // Международная Ломоносовская конференция по химии, секция Химия, подсекция неорганическая химия: Тез. докл.- М., 2009.- С. 29.
- 38.Князева Н.Е. Комплексообразование некоторых 3d-металлов с N-(карбоксиметил) аспарагиновой и N, N-БИС(карбоксиметил) аспарагиновой кислотами.: Автореф. дис. ... канд. хим. наук – Т.: ТвГУ, 2002. – 24 с.
- 39.Колосова М.Х. Исследование комплексообразования элементов III-A подгруппы с комплексонами, производными дикарбоновых кислот. Дис....канд. хим. наук.- Калинин: 1973. – 123 с.
- 40.Хасанов Ш. Б., Азизов О. Т., Азизов Т. А. Смешанноамидные координационные соединения стеарата никелья (II)// Узб. хим. журн. – Ташкент, 2010. -№5. - С.11-14.
- 41.Пришибл П. Комплексоны в химическом анализе. – Москва: ИЛ. 1960. -72 с.
- 42.Климова В.А. Основы микрометода анализа органических соединений. – Москва: Химия, 1967. – 19 с.