

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI

TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

MAGISTRATURA BO'LIMI

*Qo'lyozma huquqida*

UDK. 543.544-414.5

XUDOYOROVA NILUFAR QAXRAMON QIZI

“TARKIBIDA AZOT VA OLTINGUGURT BO'LGAN  
LIGANDLARNI SILIKAGEL MATRITSAGA NOKOVALENT  
IMMOBILLASH ASOSIDA OLINGAN SORBENTLARDA BA'ZI  
3d-METALLAR SORBSIYASI TADQIQOTI”

70530101 – “Kimyo ( fan yo'nalishlari bo'yicha)”

magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

DISSERTATSIYA

Ilmiy rahbar



Imzo

k.f.d., prof. Kasimov Sh.A.

Termiz – 2023

Magistrlik dissertatsiyasi mavzusi Termiz davlat universiteti rektorining 2022 -yil 24 -yanvar dagi № 8 -T/M sonli buyrug'i asosida tasdiqlangan.

Magistrlik dissertatsiyasi Termiz davlat universiteti noorganik kimyo kafedrasida bajarilgan

Magistrlik dissertatsiyasi elektron nusxasi Termiz davlat universitetining rasmiy veb sahifasiga joylashtirilgan.



Dissertatsiya manzilining QR-kodi:

Magistrlik dissertatsiyasi bilan Termiz davlat universitetining axborot-resurs markazida tanishish mumkin ( 6 ) raqam bilan ro'yxatga olingan. Manzil: Termiz shahri Barkamol avlod ko'chasi 43-uy.

Ilmiy rahbar:



k.f.d., prof. Kasimov Sh.A.

Kafedra mudiri:



k.f.d., prof. Kasimov Sh.A.

Magistratura bo'limi boshlig'i:



PhD. Narbayev A.B.



**“Tarkibida azot va oltingugurt bo‘lgan ligandlarni silikagel matritsaga  
nokovalent immobillash asosida olingan sorbentlarda ba’zi 3d-metallar  
sorbsiyasi tadqiqoti”**

## **ANNOTATSIYA**

**Kalit so‘zlar:** sorbent, silikagel, difeniltiokarbazon, Cu(II) ioni, Co(II) ioni, koordinatsion birikma, SG-DT, IQ-spektral analizining kompleksning sintez qilishga asoslanganligi.

**Tadqiqot ishi mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Bugungi kunda jahonda oraliq metallarning kompleks birikmalari kimyo sohasidagi tadqiqotlarning asosiy predmeti bo‘lib hisoblanadi. Oraliq metallarning koordinatsion birikmalari sanoatning turli jabhalarida qo‘llaniladi va bu esa, o‘z navbatida, chiqindisiz texnologiyalarni keng ishlab chiqishga yo‘l ochib bermoqda. Tarkibida azot, oltingugurt va fosfor bo‘lgan kompleks hosil qiluvchi ligandlarni turli xil matritsalariga kovalent va nokovalent immobillash asosida tanlovchan sorbentlar olish ushbu sohada muhim ahamiyatga ega.

Shu jumladan olingan sorbent yoki uning hosilalari ishtirokida sintez qilingan kompleks birikmalar metallurgiyada, gidrometallurgiya sohasida ishlatiladi. Qolaversa keng tarqalgan metallarning komplekslarini hosil qilish uchun ishlatiladi.

Respublikamizda kimyo fani rivojlanishining muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biri yangi koordinatsion birikmalarni sintez qilish va ularni amaliy maqsadlarda samarali qo‘llashdir. Respublikamiz tabiiy resurslarga juda boy bo‘lib, ulardan maqsadli ravishda samarali foydalanish hamma vaqt ham eng dolzarb masalalardan bo‘lib kelgan. Davlatimiz rangli va nodir metallarni qazib olish va ularga ishlov berish bo‘yicha jahonda yetakchi o‘rinlarda turadi. Shu sababdan metallurgiya sanoatida ishlatiladigan texnologik jarayonlarni soddalashtirish hamda

metallarni rudalardan ajratishda tanlovchan, samarador, arzon sorbentlar yaratish borasida bir qator tadqiqotlar amalga oshirib kelinmoqda. Nodir metallar sorbsiyasiga doir ilmiy ishlar soni anchayin ko'p bo'lishiga qaramasdan sorbsiya yo'li bilan metallar hosil qilgan kompleks birikmalarning tuzilishi, tarkibi va barqarorligi o'rganilgan ilmiy ishlar juda kamdir. Shu tadqiqotlarning davomi sifatida mazkur ishda mis, kobalt va nikelni tarkibida donor atomlar tutgan ligandlar asosida olingan sorbentlar yordamida sorbsiya jarayoni va ular bilan koordinatsion birikmalar hosil qilishi o'rganildi.

**Tadqiqotning obyekti** sifatida silikagel, difeniltiokarbazon va ularning mis va kobalt hosil qilgan koordinatsion birikmalar.

**Tadqiqotning predmeti** Ushbu dissertatsiya ishida mis (II) va kobalt(II) difeniltiokarbazonlar tadqiqot predmeti hisoblanadi.

**Tadqiqot ishining maqsadi** Yuqori samaradorlikka ega bo'lgan tarkibida oltingugurt va azot tutgan birikmalarini silikagel matritsaga nokovalent immobillash asosida sintez qilingan koordinatsion birikmalarni miqdoridagi mis (II) , kobalt(II) tuzlari bilan koordinatsion birikmalarini hosil qilish va sorbsiyalanuvchi birikma tarkibi, tuzilishi va xossalarini zamonaviy tadqiqot usullari yordamida o'rganish.

**Tadqiqot ishida qo'yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilab olindi:**

- sintez qilingan sorbentlar va ularning mis (II) bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarining tarkibi, tuzilishi va xossalarini zamonaviy fizik - kimyoviy usullar yordamida o'rganish;
- Ionalmashinuvchi sorbentlar yordamida mis (II) va kobalt(II) ionini ajratishda turli omillar ta sirini va konsentrlashning optimal sharoitini o'rganish;

**Tadqiqotning usullari** Tadqiqot ishida sorbent hamda u asosida koordinatsion birikmalar sintezi, fizik-kimyoviy ( IQ spektroskopiya, differensial-termik tahlil,) tadqiqot usullaridan foydalanilgan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati:**

tanlangan sorbent asosida 2 ta koordinatsion birikmalar olingan va ularni IQ spektroskopik tahlil, fizik-kimyoviy xossalari o'rganilgan;

tanlangan sorbent va uning metallar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari xususiyatlari o'rganildi va adabiyotlarda olingan natijalar bilan taqqoslandi.

**Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati:**

tegishli ligand birikmalarning metall kationini koordinatsiya qilishini boshqarish usuli tavsiya qilingan;

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi olingan yangi birikmalarning tuzilishi IQ spektroskopiyasi yordamida aniqlanganligi bilan tasdiqlanadi.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi:** Mazkur tadqiqot natijalari Termiz davlat universiteti talabalari ilmiy tadqiqotlarining 2023 yil yakunlariga bag'ishlangan ilmiy-nazariy anjumanida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot ishining tuzilishi va hajmi:** Dissertatsiya ishi tarkibi: kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxatidan iborat. Dissertatsiya ishining hajmi 70 betni tashkil etgan.

**Qo'llanilish sohalari:** noorganik va analitik kimyo sohasida, oqava suvlar tarkibidagi rangli metallarni aniqlash.

**Ilmiy rahbar:**



**k.f.d. prof.v.b. Kasimov Sh.A.**

**Magistrant:**



**Xudoyorova N.Q.**

"Study of sorption of 3d metals on sorbents obtained on the basis of noncovalent immobilization of nitrogen and sulfur-containing ligands on silica gel matrix"

### ANNOTATION

**Key words:** sorbent, silica gel, diphenylthiocarbazone, Cu(II) ion, Co(II) ion, coordination compound, SG-DT, IR-spectral analysis based on the synthesis of the complex.

#### **The relevance and necessity of the topic of the research work.**

Today, complex compounds of intermediate metals are the main subject of research in the field of chemistry. Coordination compounds of intermediate metals are used in various fields of industry, and this, in turn, paves the way for extensive development of waste-free technologies. Obtaining selective sorbents based on covalent and non-covalent immobilization of complex-forming ligands containing nitrogen, sulfur and phosphorus in various matrices is important in this field.

One of the important research directions of the development of chemistry in our republic is the synthesis of new coordination compounds and their effective application for practical purposes. Our republic is very rich in natural resources, and their effective use has always been one of the most urgent issues. Our country is one of the world leaders in mining and processing of non-ferrous and rare metals. For this reason, a number of studies are being carried out to simplify the technological processes used in the metallurgical industry and to create selective, effective, cheap sorbents for the separation of metals from ores. Despite the fact that the number of scientific works on the sorption of rare metals is quite large, there are very few scientific works that study the structure, composition and stability of complex compounds formed by metals by sorption. As a continuation of these studies, the sorption process of copper, cobalt and nickel with the help of

sorbents based on ligands containing donor atoms and formation of coordination compounds with them was studied.

**The object of the research:** as silica gel, diphenylthiocarbazone and their coordination compounds formed by copper and cobalt.

**Subject of research:** In this thesis, copper(II) and cobalt(II) diphenylthiocarbazones are the subject of research.

**The purpose of the research work:** The coordination compounds synthesized on the basis of noncovalent immobilization of highly efficient compounds containing sulfur and nitrogen into the silica gel matrix were synthesized with the amount of copper (II), cobalt (II) salts, and the composition, structure and properties of the sorbed compound were studied using modern research methods.

**Research methods:** The sorbent and synthesis of coordination compounds based on it, physico-chemical (IR spectroscopy, differential-thermal analysis) research methods were used in the research work.

#### **Scientific significance of research results:**

based on the selected sorbent, 2 coordination compounds were obtained and their IR spectroscopic analysis, physicochemical properties were studied;

properties of the selected sorbent and its complex compounds formed with metals were studied and compared with the results obtained in the literature.

#### **Practical importance of research results:**

a method of controlling the coordination of the metal cation of the corresponding ligand compounds is proposed;

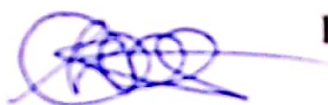
The reliability of the research results is confirmed by the fact that the structure of the obtained new compounds was determined using IR spectroscopy.

**Approval of research results;** The results of this research were discussed at the scientific-theoretical conference dedicated to the results of 2023 scientific research of students of Termiz State University.

**The structure and scope of the research work;** The composition of the dissertation consists of: introduction, three chapters, conclusion, list of used literature. The length of the thesis was 70 pages.

**Fields of application:** in the field of inorganic and analytical chemistry, determination of non-ferrous metals in wastewater.

**Scientific leader:**



**Doctor of Chemical Sciences,  
Associate Professor Kasimov Sh.A.**

**Master's student:**



**Xudoyorova N.Q.**



## Qabul qilingan qisqartmalar ro'yxati

1. SG-silikagel
2. SG-DT- silikagel-ditizon sorbenti
3. Cu-SG-DT – misning SG-DT sorbenti bilan hosil qilgan kompleks birikmasi
4. Co-SG-DT – kobaltning SG-DT sorbenti bilan hosil qilgan kompleks birikmasi
5. DT – difeniltiokarbazon
6. SAS – statik almashinish sig'imi
7. IQ – infraqizil
8. UB – ultrabinafsha
9. YaMR – yadro-magnit-rezonans

## MUNDARIJA

	<b>KIRISH.....</b>	<b>3</b>
<b>I BOB</b>	<b>LIGANDLARNI SILIKAGEL MATRITSAGA NOKOVALENT IMMOBILLASH ASOSIDA SORBENTLAR OLIHNING NAZARIY ASOSLARI.....</b>	<b>7</b>
1.1	Ba'zi 3d-metallarning tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan ligandlar bilan koordinatsion birikmalari.....	7
1.2	Nokovalent immobillangan ligandlar asosidagi sorbentlarda ba'zi 3d-metallar sorbsiyasi.....	16
1.3	Tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan ligandlarni silikagel matritsaga nokovalent immobillash asosida sorbentlar olish.....	22
	I bob bo'yicha xulosa.....	31
<b>II BOB</b>	<b>TARKIBIDA AZOT VA OLTINGUGURT BO'LGAN LIGANDLARNI SILIKAGEL MATRITSAGA NOKOVALENT IMMOBILLASH VA OLINGAN SORBENTLAR ASOSIDA KOMPLEKS BIRIKMA SINTEZ QILISH USULLARI.....</b>	<b>32</b>
2.1	Reaktivlar, asboblar, analiz usullari.....	32
2.2	SG-DT markali sorbentning olinishi.....	38
2.3	Cu (II) va Co (II) larning SG-DT sorbenti bilan kompleks birikmalari sintezi.....	41
	II bob bo'yicha xulosa.....	46
<b>III BOB</b>	<b>OLINGAN SORBENTLAR HAMDA KOMPLEKS BIRIKMALARNING IQ-SPEKTROMETRIK, TERMOGRAVMETRIK VA DIFFERENSIAL-TERMIK ANALIZI.....</b>	<b>47</b>
3.1	Mis (II) va kobalt (II) ionlarining SG-DT sorbentida sorbsiyasi va hosil bo'lgan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi.....	47
3.2	Mis (II) va kobalt (II) ionlarining SG-DT sorbenti yordamida hosil qilgan kompleks birikmalarining termik analizi tahlili.....	50
3.3	Sorbsiyada hosil bo'lgan birikmalarning IQ-spektroskopik analizi natijalari tahlili.....	54
	III bob bo'yicha xulosa.....	57
	<b>XULOSA.....</b>	<b>58</b>
	<b>ADABIYOTLAR.....</b>	<b>59</b>

## KIRISH

**Mavzuning asoslanishi va uning dolzarbligi.** Davlatimiz mustaqillikni qo'lga kiritgandan so'ng, o'z istiqbol yo'lini belgilashda asosiy omillardan biri sifatida butun e'tiborni yoshlar kamolotiga, ularni barkamol shaxs etib tarbiyalashga qaratdi. Bu yo'nalishda bir qator qonunlar, qarorlar va davlat dasturlari ishlab chiqilib amaliyotga joriy etilganligi ham buning yorqin dalilidir. Prezidentimiz Shavkat Mirziyoev 2019-yil 24-may kuni o'tkazilgan ilm fan namoyondalari bilan muloqotda "Iste'dodli yoshlarni izlab topish va ularni maqsadli tarbiyalash borasidagi ishlarni kuchaytirish kerak. Ilmni, tarbiyani to'g'ri qilsak, hamma sohalarni malakali mutaxassislar o'zlari rivojlantiradi" deb ta'kidlab o'tgan. Zero, hozirgi zamon kimyo fani tadqiqotchi - olimlar oldiga g'oyat dolzarb vazifalarni qo'yimoqdaki, bu vazifalarni hal etish Respublikamizda kimyo fani va sanoati rivojida muhim ahamiyatga ega.

2019-yil 3-aprel kuni "Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori imzolandi. 2019-2030 yillarga mo'ljallangan kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi tasdiqlanib, unda kimyo sohasida ilmiy-tadqiqot va innovatsiya faoliyatini rag'batlantirish, ilmiy hamda innovatsiya yutuqlarini amaliyotga joriy etishning samarali mexanizmlarini yaratish, oliy o'quv yurtlari va ilmiy-tadqiqot institutlari huzurida ixtisoslashtirilgan ilmiy-eksperimental laboratoriyalar, yuqori texnologiya markazlari va texnoparklarni tashkil etish ta'lim va fan sohasini rivojlantirishning eng muhim yo'nalishlaridan biri sifatida alohida e'tibor qaratilganidan, desak mubolag'a bo'lmaydi.

Bugungi kunda jahonda oraliq metallarning kompleks birikmalari kimyo sohasidagi tadqiqotlarning asosiy predmeti bo'lib hisoblanadi. Oraliq metallarning koordinatsion birikmalari sanoatning turli jabhalarida qo'llaniladi va bu esa, o'z navbatida, chiqindisiz texnologiyalarni keng ishlab chiqishga yo'l ochib bermoqda. Tarkibida azot, oltingugurt va fosfor bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ligandlarni turli xil matritsalariga kovalent va nokovalent immobillash asosida tanlovchan sorbentlar olish ushbu sohada muhim ahamiyatga ega.

Butun dunyoda, shu jumladan, Respublikamizda kimyo fani rivojlanishining muhim tadqiqot yo'nalishlaridan biri yangi koordinatsion birikmalarni sintez qilish va ularni amaliy maqsadlarda samarali qo'llashdir. Respublikamiz tabiiy resurslarga juda boy bo'lib, ulardan maqsadli ravishda samarali foydalanish hamma vaqt ham eng dolzarb masalalardan bo'lib kelgan. Davlatimiz rangli va nodir metallarni qazib olish va ularga ishlov berish bo'yicha jahonda yetakchi o'rinlarda turadi. Shu sababdan metallurgiya sanoatida ishlatiladigan texnologik jarayonlarni soddalashtirish hamda metallarni rudalardan ajratishda tanlovchan, samarador, arzon sorbentlar yaratish borasida bir qator tadqiqotlar amalga oshirib kelinmoqda. Nodir metallar sorbsiyasiga doir ilmiy ishlar soni anchayin ko'p bo'lishiga qaramasdan sorbsiya yo'li bilan metallar hosil qilgan kompleks birikmalarning tuzilishi, tarkibi va barqarorligi o'rganilgan ilmiy ishlar juda kamdir. Shu tadqiqotlarning davomi sifatida mazkur ishda mis, kobalt va nikelni tarkibida donor atomlar tutgan ligandlar asosida olingan sorbentlar yordamida sorbsiya jarayoni va ular bilan koordinatsion birikmalar hosil qilishi o'rganildi.

**Tadqiqot obekti va predmeti.** Mavzu yuzasidan tadqiqot ishlarini olib borish uchun Mis (II) sulfat va kobalt(II) sulfat tuzlari, ditizon, modelli eritmalar olindi.

Ushbu dissertatsiya ishida mis (II) va kobalt(II) difeniltiokarbonlar tadqiqot predmeti hisoblanadi.

**Tadqiqot maqsadi va vazifalari.** Tadqiqotning maqsadi tarkibida oltingugurt va azot bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ligandlarni silikagel matritsaga nokovalent immobillash asosida sorbentlar olish, ular yordamida mis (II) , kobalt(II) tuzlari bilan hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarining tarkibi, tuzilishi va xossalarini zamonaviy tadqiqot usullari yordamida o'rganish.

Qo'yilgan maqsadni amalga oshirish uchun quyidagi masalalarni hal etish kerak edi:

- mavzu bo'yicha ma'lumotlar to'plash va ularni umumlashtirish;
- SG-DT- markali sorbentni sintez qilish

- Olingan sorbent asosida mis (II) va kobalt(II) tuzlari yordamida koordinatsion birikma hosil qilish, uning sorbsion xususiyatlarini o'rganish;
- sintez qilingan sorbentlar va ularning mis (II) bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarining tarkibi, tuzilishi va xossalarini zamonaviy fizik - kimyoviy usullar yordamida tadqiq qilish;
- Kompleks hosil qiluvchi sorbentlar yordamida mis (II) va kobalt(II) ionlarini ajratishda turli omillar ta'sirini va konsentrlashning optimal sharoitini aniqlash;
- olingan natijalar asosida aniq xulosalar keltirish va natijalarni amaliyotga tadbqiq etish bo'yicha takliflar ishlab chiqish.

**Ilmiy yangiligi.** 1. Ditizonni silikagel matritsaga nokovalent immobillash asosida SG-DT markali sorbent olindi;

2. Olingan SG-DT markali sorbentning Cu(II) va Co(II) ionlariga nisbatan static sorbsion sig'imi aniqlandi;

3. Sorbsiya natijasida hosil bo'lgan kompleks birikmalarning tarkibi, tuzilishi, xosssalari IQ-spektroskopiya va termik tahlil usullari yordamida tadqiq etildi.

**Tadqiqotning asosiy masalalari va farazlari.** Metallarni sorbsiyalash uchun ishlatiladigan tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan reagentlarning ko'pchiligi selektiv va metallarni to'la yutish kabi talablarga javob bermaydi. Ulardan kam qismigina mikromiqdordagi metallarni ajratish uchun tanlovchanlikka ega. Optimal sorbsion xususiyatli reagentlarni izlash yo'llaridan biri o'rinbosarlarning turli variantlarini tadqiq qilishdir.

**Tadqiqot mavzusi bo'yicha adabiyotlar sharhi (tahlili).** Cu (II), va Co(II) koordinatsion birikmalarini sintez qilish va sintez sharoitini o'rganish muammolari bilan xorij olimlaridan: Lepnev L.S., Vashenko A.A., Vituxnovskiy A.G., Yeliseeva S.V., Kotova O.V., Kuzmina N.P., Prixodko O.I., Knyazeva N.E., Nikolaevskiy S.A. , Yerkasov R.Sh., Kolpek A., Abdullina G.G., Rskalieva R.G. Masakbaeva S.R., Kolpek A., Yerkasov R.Sh., Abdullina G.G., Lepnev L.S., Vashenko A.A., Vituxnovskiy A.G., Zamilatskov I. A., Albov D. V., Zaitseva M.

G., Kravchenko V. V., Zamilatskov I.A., Savinkina Ye.V., Albov D.V. Yeliseeva S.V., Kotova O.V., Rskalieva R.G.,Kuzmina N.P., Savinkina E.V., Zamilatskov I.A., Kuz'mina N.E., Palkina K.K. kabi olimlar tomonidan olib borilgan ilmiy tadqiqotlarini misol keltirishimiz mumkin.

Bundan tashqari nodir va noyob metallarning tarkibida oltingugurt, fosfor saqlagan ligandlar bilan kompleks birikmalari sintezini va xossalari kimyo fanlari doktori, professor X.X. To'rayev tomonidan o'rganilgan.

**Tadqiqotda qo'llanilgan metodikaning tavsifi.** Murakkab aralashmalar tarkibida azot va oltingugurt saqlagan ligandlarni silikagel matritsaga nokovalent immobillash asosida sintez qilingan sorbentlar yordamida Cu(II) va Co(II) larning kompleks birikmalari sintez qilindi. Hamda sintez qilingan moddalar ajratish sorbsion -fotometrik usulda o'rganildi. Sorbent va sorbsiyalanuvchi birikma tarkibini IQ- va UB-spektroskopik metodlar yordamida o'rganildi. Shuningdek, sintez qilingan birikmalar reaksiyon qobiliyatini kvant-kimyoviy tavsiflandi.

**Tadqiqot natijalarining nazariy va amaliy ahamiyati.** Tarkibida oltingugurt va azot bo'lgan yangi sorbent sintezi, shuningdek 3d- metallarga nisbatan selektivligi yuqori xossali, kobalt, misni murakkab tarkibli obektlardan ajrata oladigan reagentlar sintezi - koordinatsion birikmalar kimyosi, 3d-metallar kimyoviy texnologiyasining dolzarb vazifasi bo'lib muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

**Ish tuzilmasining tavsifi.** Ushbu magistrlik ilmiy tadqiqot ishi kirish, uch bob, to'qqizta paragraf, xulosa va takliflar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yhati hamda ilova qismlardan tashkil topgan.

# I. LIGANDLARNI SILIKAGEL MATRITSAGA NOKOVALENT IMMOBILLASH ASOSIDA SORBENTLAR OLISHNING NAZARIY ASOSLARI

## 1.1. Ba'zi 3d-metallarning tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan ligandlar bilan koordinatsion birikmalari

Bugungi kunda jahonda oraliq metallarning kompleks birikmalari koordinatsion birikmalar kimyosidagi nafaqat fundamental, balki, amaliy tadqiqotlarning ham asosiy predmeti hisoblanadi. Oraliq metallarning katta miqdordagi reaksiyon faol organik ligandlar bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarini sanoatning turli tarmoqlarida qo'llash natijasida esa zamonaviy chiqindisiz texnologiyalar asosidagi muhim ishlab chiqarish jarayonlarining keng istiqbollari ochiladi. Bunday reaksiyon faol organik ligandlar sifatida tarkibida azot, fosfor, oltingugurt bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ligandlarni turli matrisalarga kovalent va nokovalent immobillash asosida tanlovchan sorbentlar olish muhim ahamiyatga ega. 3d-metallar oilasiga kiruvchi metallar hisoblangan Cu, Ni, Co, Mn, Fe, Cr va boshqa bir qator metallarning koordinatsion birikmalari zamonaviy kimyo sohasida muhim ahamiyatga ega bo'lib hisoblanadi. Ular tashqi d-pog'onachasidagi bo'sh yacheykalari ishtirokida turli xil ligandlar bilan koordinatsion bog' hosil qilish xususiyatiga ega. Ushbu dissertatsiya ishida tarkibida N va S saqlagan ligandlarni silikagel matritsaga nokovalent immobillash asosida olingan sorbentlarda Cu hamda Co metallari sorbsiyasi tadqiqoti o'rganilgan. Shundan kelib chiqqan holda Cu va Co metallarining tabiatda tarqalishi muhim koordinatsion birikmalari haqida ma'lumotlar keltirib o'tildi.

Ba'zi d-metallarning tarkibida N, P, S bo'lgan immobillangan ligandlar bilan metallokomplekslari sintezi, ularning tarkibi, tuzilishi, immobillangan ligandlar asosidagi sorbsion sistemalar olish, shuningdek, ushbu sorbsion sistemalarning real obyektlarda turli metall ionlarni sorbsiyalashda qo'llanilishi bo'yicha dunyoning etakchi ilmiy markazlarida ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilmoqda

**Mis**, belgisi - Cu ("Cuprum" lotincha Kipr orolining ismidan olingan), davriy sistemaning I guruh kimyoviy elementi, Cu (lot. Cuprum), tartib raqami 29, atom massasi 63,546, zichligi 8,920 g/sm<sup>3</sup>,  $t_{\text{suyuq}} = 1083^{\circ}\text{C}$ ;  $t_{\text{qayn}} = 2573^{\circ}\text{C}$ ; qizil rangli kubik kristallik metall, issiqlik va elektr o'tkazuvchanligi katta; havoda oksidlanib qorayadi, nam havoda gidroksikarbonat hosil bo'lgani uchun ko'karadi; kislotalarda va ammiakda erib, tuzlar hosil qiladi.

**Minerallari.** Asosiy minerallari xalkozin – Cu<sub>2</sub>S, xalkopirit – CuFeS<sub>2</sub>, kuprit – Cu<sub>2</sub>O va malaxit – Cu<sub>2</sub>[CO<sub>3</sub>]<sub>2</sub>[OH]<sub>2</sub> lardir. Tabiatda sof metall holida va oltingugurt (sulfidlar) hamda kislorod bilan birikma holida uchraydi. 250 dan ortiq minerallari mavjud.

**Xalkozin - Cu<sub>2</sub>S.** Mineralning nomi grekcha "xalkos" – mis so'zidan olingan. Xalkozinning kimyoviy tarkibida Cu 79,9 %, S 20,1 %. Xalkozin qo'rg'oshindek kulrangliligi, kichik qattiqligi, egiluvchanligi bilan xarakterlidir (pichoq uchi bilan chizganda yaltiroq chiziq qoladi, bu bilan o'ziga juda o'xshab ketadigan aynama rudalardan farq qiladi). HNO<sub>3</sub> dagi eritmasi yashil rangga kiradi. To'liq oksidlanish sodir bo'lmagan hollarda quyidagi reaksiya bo'yicha xalkozin hisobiga sof tug'ma mis paydo bo'ladi:



Xalkozin misga eng boy sulfid bo'lib, mis sanoati uchun xalkozin rudasi sulfid konlarining har qanday rudalaridan ko'ra ko'proq ahamiyatga ega. Hozirgi vaqtda butun dunyoda qazib olinayotgan misning ko'p qismi mana shu xalkozin rudalariga to'g'ri keladi.

**Xalkopirit – CuFeS<sub>2</sub>.** Kimyoviy tarkibi: Cu 34,57%, Fe 30,54%, S 34,9%. Xalkopiritni kimyoviy analiz qilganda ham shunga yaqin natijalar olinadi. Xalkopirit dahandam alangasida charsillab, yorilib-yorilib ketadi va erib magnit tortadigan sharchaga aylanadi. Soda bilan qo'shib ko'mir ustida qizdirilganda undan sof mis sharchasi ajraladi. Yopiq naychada oltingugurt uchib chiqadi. HNO<sub>3</sub> da asta-sekin parchalanib oltingugurt ajraladi.



**Bornit** –  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ . U tabiiy sharoitlarda xalkopirit bilan cheklangan qattiq eritma hosil qiladi. Bu harorat pasayishi bilan parchalanib ketadi. Bornitning kimyoviy tarkibi turg'un emas.  $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$  kimyoviy formulasiga muvofiq nazariy jihatdan u quyidagicha bo'lishi kerak: Cu - 63,3%, Fe - 11,2%, S - 25,5 %. Bornit rangiga, ola-bula zangor bo'lib tovlanishiga va kichik qattiqligiga qarab oson aniqlanadi. Ochiq zangor tovlanishiga qarab uni kovellin deb o'ylash mumkin.

Bornit dahandam alangasida erib, magnit tortadigan sharcha hosil qiladi; ko'mir ustida soda bilan qo'shib qizdirilganda undan sof mis sharchasi ajraladi. U  $\text{HNO}_3$  da parchalanadi va olningugurt ajralib kislota yuziga chiqadi.

**Kubanit** –  $\text{CuFe}_2\text{S}_3$ . Rombik singoniyada kristallanadi. Kimyoviy tarkibi: Cu 22-24%, Fe 40-42 %, S -34-35%. Uning rangi bronza sariq bo'lib, pirotinning rangiga juda ham o'xshab ketadi. U metal kabi yaltiraydi. Qattiqligi 3,5. Ulanish tekisligi yo'q. Solishtirma og'irligi 4,03-4,18. Kuchli magnit tortishish xususiyatiga ega.

**Kovellin-CuS** yoki  $\text{Cu}_2\text{S}\cdot\text{CuS}_2$ . Mineral italyan mineralshunosi Kovelli nomi bilan atalgan. Sinonimi: mis zangorisi. Kimyoviy tarkibi Cu 66,5%, S 33,5%. Kimyoviy tekshirishlar Fe, kamroq Se, Ag va Pb aralashmasi borligini ko'rsatadi. Kovellin ochiq zangor rangi, kichik qattiqligi va mis sulfidlari bilan bir assotsiyatsiyada topilishiga qarab oson bilinadi.

**Kuprit-Cu<sub>2</sub>O**. Mineralning nomi lotincha "cuprum" – mis so'zidan kelib chiqqan. Sinonimi: qizil mis rudasi. G'ishtsimon mis rudasi (tarkibida temir gidroksidlari aralashmasi bor) va qatronsimon mis rudasi (tarkibida kremnozyom va temir gidroksidlari aralashmasi bor) haqiqatda kaloidal mineral aralashmalardan iborat. Kimyoviy tarkibi Cu 88,8%. olmosdek yaltiraydi. Qizil chiziq beradi, ayniqsa, sof tug'ma mis, ba'zan misning ikkilamchi minerallari – malaxit, azurit va boshqalar bilan bir paragenezisda topiladi.

**Tenorit** –  $\text{CuO}$ . Cu 79,9%, Singoniyasi monoklin. Juda kam uchraydi. Odatda, mayda tangachasimon agregatlar holida uchraydi. Rangi qora yoki kulrang-qora. Chizig'i kulrang - qora. Yaltirashi yarim metallga o'xshaydi.

Jilolangan shliflarda kuchli anizotrop tusda ko'rinadi. Qattiqligi 3,5 ga teng. Mo'rt. Solishtirma og'irligi 5,8-6,4.

**Kobalt** (Cobaltum), Co — Mendeleyev davriy sistemasining VIII guruhiga mansub kimyoviy element. Tartib raqami 27, atom massasi 58,9332. Kobalt metalini ilk bor 1735 yilda shved kimyogari Yu. Brand rudalardan ajratib olgan. Uzoq, vaqtgacha Kobaltni rudadan ajratib olish mumkin bo'lmagan, shuning uchun Kobold deb atalgan (nem. Kobold tog' va konlarda yashaydigan jin demakdir; metall Kobalt nomi shundan olingan). Tabiatda 2 ta barqaror izotopdan tashkil topgan:  $^{59}\text{Co}$  (99,83%) va  $^{57}\text{Co}$  (0,17%).

**Muhim minerallari:** karrolit, linneit  $\text{Co}_3\text{S}_4$ , kobaltin  $\text{CoAsS}$ , safflorit  $(\text{CoFe})\text{As}_2$ , skutterudit  $\text{CoAs}_3$ , shmaltin  $\text{CoAs}_4$ , absolin  $\text{Co}_3\text{O}_4 \cdot m\text{MnO}_2 \cdot p \text{H}_2\text{O}$ , eritin  $\text{Co}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , sferokobaltit  $\text{CoCO}_3$  va h.k.

Sof kobalt rudalari juda kam. Kobalt, asosan, mis, nikel, kumush, temir, margimush, marganets bilan birikma holda uchraydi. Kobalt — kumushsimon oq, qizg'ishochsariq rangda tovlanadigan metall. Suyuqlanish temperaturasi  $1494^\circ\text{C}$ , kaynash temperaturasi  $2960^\circ\text{C}$ , zichligi  $8,90 \text{ g/sm}^3$ . Ferromagnit xossasiga ega. Brenel bo'yicha qattiqligi 470—1230 MPa. Zichjoylashgan Kobalt havoda ta'siriga chidamli,  $300^\circ\text{C}$  da oksid parda bilan qoplanadi, kukun holdagi Kobalt havoda o'z-o'zidan alangalanadi. Suv, ishqor, karbonat kislota bilan reaksiyaga kirishadi. Ftorid kislota hatto qizdirilganda ham unga ta'sir qilmaydi, tutunlanuvchi nitrat kislota Kobaltning faolligini susaytiradi (oksidlaydi). Oddiy haroratda galogenlar (G' dan tashqari) bilan birikmalar hosil qiladi. O'yuvchi ishqorlar Kobalt eritmalariga ta'sir ettirilganda havorang  $\text{Co}(\text{OH})_2$  cho'kmaga to'shadi, havoda ta'sirida esa u  $\text{Co}(\text{OH})_3$  ga o'tadi. Kobalt anorganik va organik birikmalar bilan 2 va 3 valentli kompleks birikmalar, ko'pgina metallar bilan qotishmalar hosil qiladi. Kobalt metalini Kobalt rudalaridan ajratib olish uchun dastlab rudalarni oksidlovchi sharoitda maxsus pechlarda kuydirib eruvchan holga o'tkaziladi. Kobaltni boshqa metallardan tozalash uchun kimyoviy va gidrometallurgiya usullaridan foydalaniladi. Oxirgi mahsulot sifatida  $\text{Co}_3\text{O}_4$  olinadi. Uni ko'mir,

vodorod, SO kabi qaytaruvchilar ishtirokida qaytarib yoki alyumotermiya va elektroliz usullari bilan metall holdagi Kobalt olinadi.

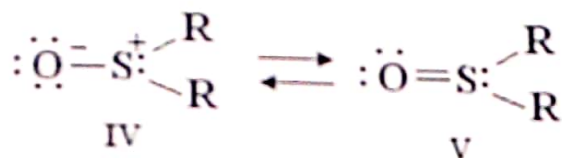
Hozirgi ajratib olinayotgan Kobaltning taxminan 65%i maxsus qotishma va po'latlar, 10%i katalizatorlar, 10%i pigmentlar tayyorlashda qo'llaniladi. Kobalt birikmalari rangli shishalar, keramika, organik sintez uchun katalizatorlar olishda, neft va ammiakni tozalashda, moy bo'yoqlarni quritishda, chiroyli va turg'un emal va bo'yoqlar, yarimo'tkazgichlar ( $\text{CoSb}_2$ ,  $\text{CoSb}_3$ ) va o'ta kesgich asboblari tayyorlashda ishlatiladi. So'nggi yillarda radioaktiv  $^{60}\text{Co}$  ("Kobalt lushkasi") tibbiyotda saraton kasalligini davolashda qo'llanilmokda. Hayvonlardagi anemiya kasalligiga qarshi kurashda ham Kobaltdan foydalaniladi.

3d-metallar oilasiga kiruvchi mis (II) ning karbamid bilan hosil qilgan kompleks birikmalarini dastlab Penlend va uning hamkasblari o'rgandilar. Bunda kompleks birikma hosil bo'lishida koordinatsiya kislorod yoki azot atomlari orqali bo'linishini ko'rsatib o'tdilar. Agar koordinatsiya azot atomlari orqali sodir bo'lsa o'zlari ko'rsatgan tadqiqotlar bo'yicha II va III tuzilishlar kichrayadi. Bu SO guruhning valent tebranishlar chastotasining ortishi va CN bog'i valent tebranishlar chastotasining kamayishiga bog'liq bo'ladi. Agar koordinatsiya kislorod atomi orqali sodir bo'lsa, I tuzilish kamayadi. Bunda SO bog'i valent tebranishlar chastotasi kamayadi, ammo NH bog'ida sezilarli o'zgarish kuzatilmaydi deya ta'kidlashgan. 3d-metallar oilasiga kiruvchi  $\text{Fe(III)}$ ,  $\text{Zn(II)}$ ,  $\text{Cu(II)}$  ionlarida koordinatsiya kislorod atomlari orqali boradi.

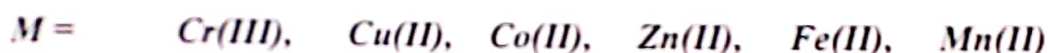
Yamachuti va uning kasbdoshlari IQ-spektroskopiya metodi yordamida tiomochevina komplekslarida  $[(\text{NH}_2)_2\text{CS}]$  ning metallar bilan ( $\text{Rt}$ ,  $\text{Pd}$ ,  $\text{Zn}$  va  $\text{Cu}$ ) M-S bog'i hosil bo'lishini o'rgandilar, bunda CN- bog'i valent tebranishlar chastotasi ortib, CS- bog'i valent tebranishlari chastotasi kamayishi, NH- bog'i valent tebranishlar chastotasi o'zgarmasligini ko'rsatib o'tdilar. M-S bog'i valent tebranishlar chiziqlari  $300-200 \text{ cm}^{-1}$  intervalida bo'lishligi uzun to'lqinli IQ - spektroskopiya aniqlandi [1].

Kotton va uning kasbdoshlari sulfoksidli komplekslarning IQ -spektrlarini o'rganib, koordinatsiya kislorod va oltingugurt atomlari sodir bo'lishini ko'rsatib o'tdilar.

Sulfoksidlarning elektron tuzilishini quyidagicha rezonans gibrid tuzilish bilan ifodalash mumkin:

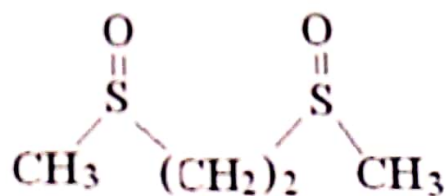


Agar bunda koordinatsiya kislorod atomi orqali sodir bo'lsa  $\nu(\text{S=O})$  chastota kamayishi xisobiga V tuzilishi kichiklashadi. Shunga ko'ra d-metallar *Mn (II)*, *Fe (II, III)*, *Ni(II)*, *Cu(II)*, *Zn(II)* metallari komplekslarda koordinatsiya kislorod atomi orqali sodir bo'lib, *DMSO* dagi  $\nu(\text{S=O})$  bog'i chastotasi  $960\text{-}910\text{ cm}^{-1}$  sohasida kuzatiladi. Berni va Ueber  $[\text{M}(\text{DMSO})_6]^{2+}$  ionidagi  $\nu(\text{MO})$  chastotasining o'zgarish qatorini quyidagicha ko'rsatib o'tdilar:



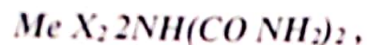
$$\nu(\text{MO}), \text{ cm}^{-1} \quad 529 > 444 > 436 > 431 > 438 > 418$$

$[\text{M}(\text{DTGO}_2)_3]^{2+}$  da ( $M=\text{So(II)}$ , *Cu(II)*, *Mn(II)*) va boshqa metallar kislorod atomi orqali koordinatsiyalanadi, shunga ko'ra  $\nu(\text{S=O})$  chizig'i  $40\text{-}22\text{ cm}^{-1}$  da kuzatiladi. Erkin ligand chastotasi  $1055\text{--}1015\text{ cm}^{-1}$  da kuzatilishini ko'rish mumkin:



2,5 - дитиогексан - 2,5 - диоксид (ДТГО<sub>2</sub>)

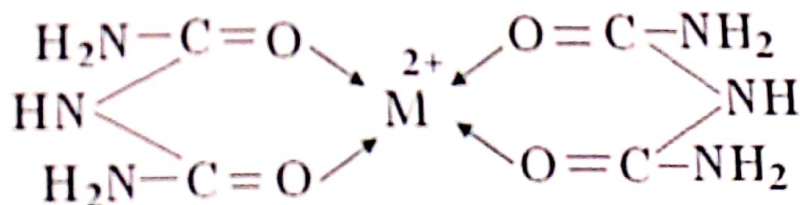
Shuningdek quyida metallarning ba'zi kislota amidlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalari ham keltirildi. Shu jumladan, allofanamid amfoter birikmalar qatoriga kirib, ko'pgina komplekslar xosil qilish qobiliyatiga egadir. U kuchli kislotalarning ikkilamchi tuzlari bilan kuchsiz asosli xossasini namoyon qiladi. Suvli eritmalarda barqarordir. Shu kabi ishlarni ko'radigan bo'lsak birinchi bo'lib Shiff preparativ usulda molekulyar birikma oldi. Uning umumiy formulasi quyidagicha:



bu yerda  $Me = Mn, Co, Cu, Zn, Cd$ ,  $X$  esa  $Cl_2, SO_4^{2-}$

Kryuzer o'zining monografiyasida 1956-yilgacha bo'lgan o'tuvchi metallar tuzlarining allofanamidning turli komponentlari bilan ta'sirlashishi bo'yicha bajarilgan ishlarini umumlashtirilgan. So'nggi yillardagi ishlarni umumlashtirib, shunday xulosaga kelish mumkinki, ayniqsa ko'p sonli ishlar allofanamidning mis, nikel va kobaltning galogenidlari bilan ta'sirlashishiga bag'ishlangan hisoblanadi,

Mualliflar suvli eritmada sekin bug'latish yo'li bilan bivalentli metall tuzlarining quyidagi kompleks birikmalarini oldilar.  $CdCl_2 \cdot 2AD$  ( $AD$ -allofanamid)  $NiCl_2 \cdot 2AD$ ,  $SnSO_4 \cdot 2AD$ ,  $NiSO_4 \cdot 2AD$ . Olingan ushbu birikmalarning kristallografik ma'lumotlari esa rentgenstruktur tadqiqotlar yordamida olingan. Mualliflar sintez qilgan kompleks birikmalarda metall atomi bidentatli amid molekulasi bilan kislorod atomi orqali koordinatsiyalanadi.

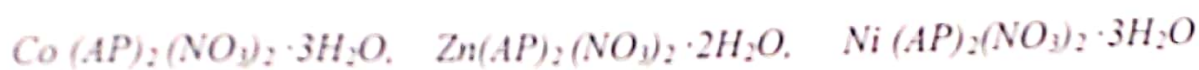
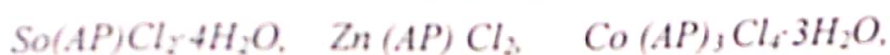


Manba : [2.34] II valentli metallning bidentantli amid bilan kompleks birikma hosil bo'lish mexanizmi.

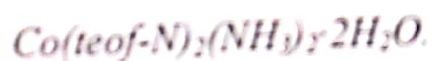
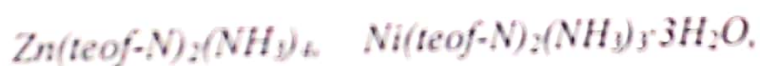
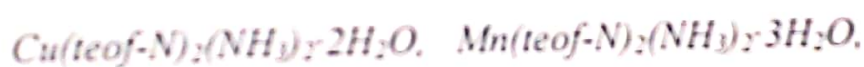
Selenokarbamid tiokarbamidga o'xshab metallar tuzlari bilan mustahkam kompleks birikmalar hosil qiladi. Dastlab, selenokarbamidning metallar tuzlari

bilan kompleks hosil qilishini 1886 yil Vernail aniqlagan. U  $HgCl \cdot 2CSeN_2H_4$  va  $AgCl \cdot 2CSeN_2H_4$  tarkibli komplekslarni preparativ sintez qilgan va o'rgangan.

E.V.Xlistunov va boshqa olimlar individual holatdagi  $Ca(NO_3)_2 \cdot 4CSeN_2H_4$ ,  $Ni(NO_3)_2 \cdot 4CSeN_2H_4$  birikmalarini ajratishdilar. Erkin selenokarbamid va sintez qilingan  $Co(II)$  va  $Cu(II)$  birikmalarining IQ - spektrlari taqqoslanganda koordinatsiya selenokarbamid tarkibidagi selen atomi orqali sodir bo'lishini ko'rsatib o'tdi. Asetonli muhitda amidopirin (AP)  $Co(II)$ ,  $Zn(II)$ ,  $Mn(II)$  va  $Su(II)$  xlorid va nitratlari bilan quyidagi tarkibli mahsulotlar hosil qiladi.

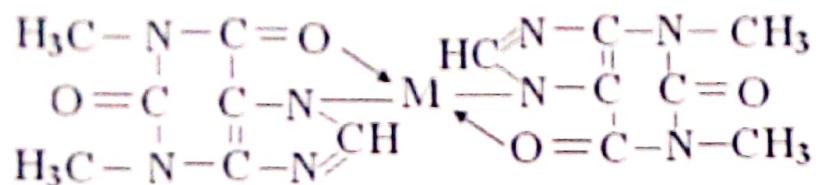


Teofillinning natriyli tuzi bilan mis (II), marganes (II), rux (II) va kobalt (II) xloridlari cho'kmasini ammiakning suvli eritmasida yuvgandan keyin quyidagi tarkibli birikmalar hosil qiladi:



$M(teof-N)$  tarkibli kompleks birikmalarining IQ - spektrlari o'rganib chiqilganda ( $M, Cu(II), Mn(II), Co(II), Ni(II), Zn(II)$ ) ularning tuzilishi o'xshash ekanligi aniqlangan. Komplekslar tarkibidagi  $\nu(S=O)$  ning past chastotali IQ - spektr chiziqlari, erkin teofillinning tarkibidagidan farq qiladi. Bu metallarning karbonil guruhdagi kislorod atomi orqali koordinatsiyalanishi bilan bog'liq. Erkin teofillinning spektrlari  $3130 \text{ cm}^{-1}$  intensiv chiziqda kuzatiladi.  $N-H$  bog'ining valent tebranishi kompleks birikma spektridan yo'qoladi.

Bunday o'zgarish  $N-H$  bog'idagi vodorod atomi harakatchan bo'lib, metall bilan almashinishi oqibatida mustahkam 5 a'zoli xalqa hosil bo'lishi bilan bog'liq



Ikki valentli metallarning xloridlari va nitratlari bilan amidopirinning hosil qilgan kompleks birikmalari IQ - spektrlari anchayin o'xshashdir. Erkin amidopirindagi karbonil guruhining valent tebranishlari chizig'i  $1670 \text{ cm}^{-1}$  sohada joylashgan bo'lib, ushbu kompleks birikmalardagi bu chiziq kam chastotali sohada o'zgaradi. Bu esa koordinatsiya karboksil guruhdagi kislorod atomi orqali sodir bo'lishini ko'rsatadi. Amidopirinning spektrlari  $2785 \text{ cm}^{-1}$  sohada intensiv chiziq beradi. Bu *N-H* guruhiga bog'liq holda vujudga keladi. Kompleks hosil bo'lishining intensivligi chizig'i yuqori chastotali sohada kamayadi. Bundan shuni aytish mumkinki, halqadagi uchlamchi azot liganda metallning koordinatsiyalanishini ta'minlaydi, bu jarayonda besh a'zoli metall halqasi hosil bo'ladi

Hozirgi kunda metall kationlarini o'z ichiga olgan qurilish bloklari supramolekulyar birikmalarga qiziqish ortib bormoqda. Bunda kation nafaqat makromolekulalar hosil bo'lishini, balki ularning tarkibida elektrofil markazining rolini ham bajaradi. Mis (II) va kumush (I) kationlarining polinukleer komplekslari bunday birikmalar qurish uchun shubhasiz qiziqish uyg'otadi. Adabiyotlardan ma'lumki, 2,2-ditioligandli Cu (II) va Ag (I) kationlari komplekslari tarkibida  $n = 3$  yoki 4 va tetraedral kationlar  $[\text{M}_4\text{L}_3]^+$  tarkibi bilan qatnashadi.

Shuni alohida qayd qilish kerakki, tabiiy mineral obyektlardan mikrokoncentrasiyaga ega bolgan turli metallar ionlarini konsentrlash va ajratish uchun sodda, qulay, kompleks hosil qiluvchi polimer sorbentlarni qo'llashning tezkor usullarini ishlab chiqish zarur. Bu usullar esa mikroelementlarni ajratishda yaxshi tanlovchanlikka ega bo'lishi va keng tarqalgan instrumental analiz usullaridan foydalanish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak. Shuningdek, qulay, arzon va zaharli bo'lmagan preparatlardan foydalanib, yangi sorbentlarning yo'naltirilgan sintezini yaratish, sintez jarayonlarida begona elementlardan

tozalash darajasini nazorat qilish va olingan sorbentlardan foydalanishning murakkab bo'lmagan, eng samarador usullarini ishlab chiqish dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.

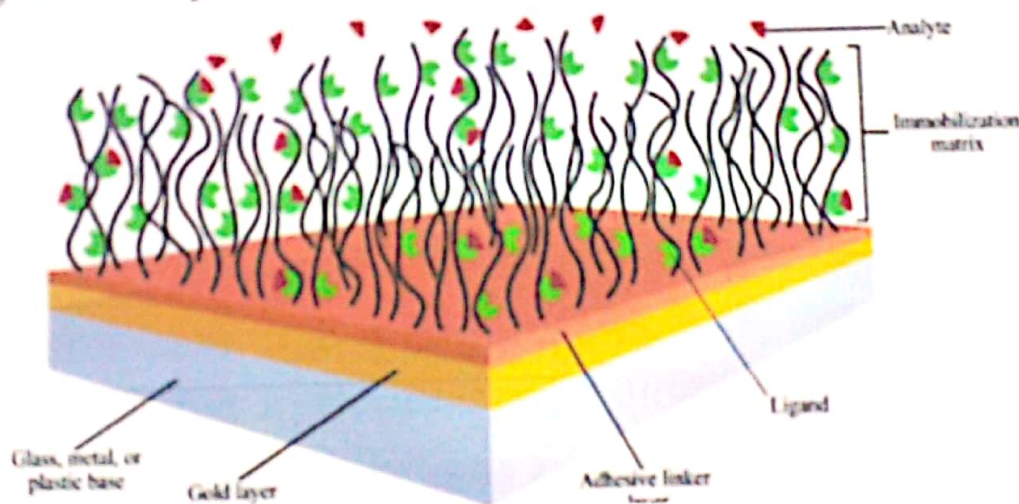
## 1.2. Nokovalent immobillangan ligandlar asosidagi sorbentlarda ba'zi 3d-metallar sorbsiyasi

Har xil tashuvchilar sirtiga birikmalarni biriktirish jarayoni uchun turli atamalar, jumladan: asosan fermentlarga nisbatan – «immobillash», katalizda - «biriktirish» va «geterogenlash», yuqori molekulyar birikmalar kimyosida esa «payvandlash», klassik fizikaviy kimyoda - « $\alpha$ emosorbsiya» kabi atamalar qo'llaniladi.

Immobilangan (lot. immobilis) — harakatsiz degan ma'noni bildiradi. Immobilash usullari 2 ga bo'linadi:

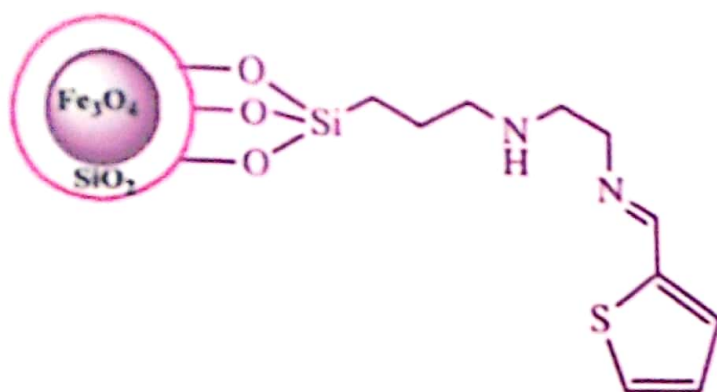
1. Fizikaviy immobilash- obektni tashuvchiga nokovalent biriktirish
2. Kimyoviy immobilash-obektni tashuvchiga kovalent biriktirish

Immobilashning ahamiyati va immobilangan materiallarning qo'llanilishi bugungi kunda kimyo sohasida katta ahamiyat kasb etmoqda.



1.1-rasm. Ligand bilan immobillangan sensorli chip modeli





## 1.2-rasm. Ligandni mineral sirtida immobillash asosida nanokatalitik sistemalar olish

Polimer matritsaga immobillangan ligandlar gidrometallurgiyada turli metall ionlarini konsentrlashda, tarkibida og'ir metall ionlari bo'lgan chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda sorbent sifatida keng qo'llaniladi. Hozirda ionalmashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer matritsalarining katta assortimenti ishlab chiqilgan. Ma'lumki, bu kabi polimer ligandlarni olishning sanoat usullari turli funksional guruh tutgan monomerlarni polikondensatsiyalash, polimerlash va sopolimerlash hisoblanadi [2; 25-b., 3; 235-b.].

Bir qator yangi pirenli azotli geterosiklik karben mis (NHC-Cu) molekulyar komplekslari sintez qilingan va  $^1\text{H}$ - va  $^{13}\text{C}$ -NMR, yuqori aniqlikdagi ESI-mass spektrometriyasi (HR-MS) bilan tavsiflangan. Tegishli NHC-Cu kompleksi  $\pi$ - $\pi$ -steking o'zaro ta'siridan foydalangan holda ko'p devorli uglerod nanotubalari (MWNTs) yuzasiga immobilizatsiya qilingan, MWNTs @ NHC-Cu nokovalent immobilizatsiyalangan katalitik material FT-IR, XRD, XPS., termogravimetriya (TGA) va TEM bilan tavsiflangan.. Yangi NHC-Cu komplekslari bir hil fazada ham sinovdan o'tkazilgan va bir marta azidealkin siklo birikish reaksiyasi uchun ko'p devorli uglerod nanonaychalariga immobilizatsiya qilingan.



1.3-rasm. NHC-Cu molekulyar komplekslari va NHC-Cu ning ko'p devorli uglerod nanonaychalariga nokovalent immobilizatsiyasi.

Grachek V.I. va boshqalar tomonidan xelat hosil qiluvchi, marganes (III) ioniga nisbatan yuqori tanlovchanlikka ega bo'lgan, yangi tolali sorbentlar sintez qilish maqsadida polimer matrisa sifatida "nitron" tolasidan foydalanilib, unga ikki bosqichli sintez jarayonida kompleks hosil qiluvchi guruhlar kiritilgan [6; 60-b.]:

[7; 200-b.] ishda mualliflar guruhi tomonidan p-krezol va melaminni formaldegid bilan 2:1:3 mol nisbatda 2 M HCl ishtirokida kondensasiyalash yo'li bilan polimer sintez qilingan. Olingan polimerning element analizi, IQ- va YaMR-spektrlari o'rganilgan. Polimerning kristall va amorf tabiati rentgen difraksiyasi spektrlari bilan tadqiq etilgan. Morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop mikrofotografiyalari yordamida o'rganilgan. Xelat hosil qiluvchi polimer ligandning sorbsion xossalari Fe (III), Cu (II), Ni (II), Zn (II), Co (II) va Pb (II) ionlari uchun o'rganilgan.

[8; 903-b.] ishda o- va p-gidroksibenzoy kislotalarni rezorsin hamda katexol bilan choklovchi agent formaldegid ishtirokida polikondensasiyalanishidan xelat hosil qiluvchi ionalmashinuvchi smolalar sintezi bayon etilgan. Sintez jarayoni dimetilformamidida 80 gradus haroratda olib borilgan. Sintez qilingan smolalarda kadmiy (II) va qo'rg'oshin (II) ionlari adsorbsiyasi o'rganilgan.

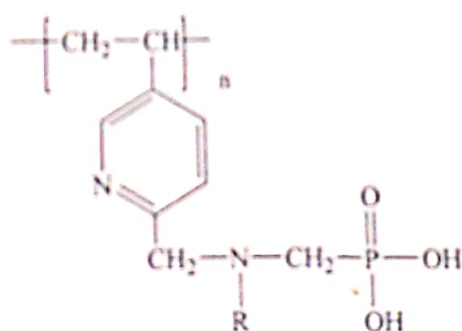
Gadjieva S.R. va boshqalar tomonidan [9; 36-b.] malein angidridning stirol bilan sopolimerini rubeanovodorod kislota bilan modifikasiyalab, yangi polimer

ligand sintez qilingan. Sintez qilingan polimer ligandda kobalt (II) ionlari sorbsiya izotermasi tuzilgan va uni konsentrlashning optimal sharoiti o'rganilgan. Optimal sharoitda kobalt (II) ionlarining ajralish darajasi 95% dan yuqori bo'lishi ko'rsatib berilgan.

Ularning ikkalasi ham terminal alkinlar va organik azidlarning ikki komponentli siklo birikish reaksiyasida va turli terminal alkinlar,  $\text{NaN}_3$  va organik galogenidlarni qo'llagan uch komponentli siklo birikish reaksiyasida faol bo'lgan [10].

Fenolformaldegid va rezorsinformaldegid smolalarni vodorodni aromatik nukleofil almashtirish usulidan foydalanib modifikasiyalangan. Polimer zanjiridagi fenol fragmentlarini 1,2,4-triazin bilan to'g'ridan-to'g'ri geteroarillash yangi usul bo'lib, bu usul bitta reaktorda fenol halqasidagi vodorodni etarlicha murakkab xelatlovchi guruhlar bilan almashtirib polimerlarni modifikasiyalashga imkon beradi [11; 1970-b].

[12; 2-b.] ishda mualliflar guruhi tomonidan tarkibida azot va fosfor bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ionitni sintez usuli taklif qilingan. Taklif etilgan usul bo'yicha 2-xlormetil-5-vinilpiridinning divinilbenzol bilan to'rsimon g'ovak sopolimerini alifatik aminlar (ammiak, n-butilamin, etilendiamin) yordamda aminlashdan so'ng, 100 gradus haroratda fosfit kislota bilan fosforillangan. Olingan sorbentda In, Cu, Ni, Co, Fe va Zn metallari ionlarining sorbsiyasi o'rganilgan. Sorbentning taxminiy tuzilishi quyidagicha keltirilgan.



Oqava suvlarni tozalashda polimer sorbentlardan foydalanish polimer matritsasining oksidlanishi natijasida ionogen funksional guruhlar yoki aralashmalardan kelib chiqqan holda katta hajmdagi ikkilamchi chiqindilarni hosil qilishi mumkin. Ushbu ishda amorf  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nanozarralari osongina ajratiladigan va

qayta ishlanadigan fotokatalitik tizimni yaratish uchun ikki xil Fe (III) tuzlari (temir nitrati va temir oksalati) yordamida g'ovakli ionogen bo'lmagan polimer matritsasiga (Porolas) kiritilgan. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -Porolas kompozitlari oddiy usul bilan tayyorlangan: G'ovaklarga Fe(III) tuzlari bilan singdirish va 250 °C da 1 soat davomida olib borilgan. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> -porolas kompozitlarining sorbsiya qobiliyati va fotokatalitik faolligi oksalat kislotasi ishtirokida ultrabinafsha nurlanishida namunali ifloslangan suvdan metilen ko'kini (MK) olib tashlash orqali baholangan. rentgen fotoelektron spektroskopiyasi va Messbauer spektroskopiyasining xarakteristikasi natijalari porolas matritsasiga o'rnatilgan yuqori dispersli amorf Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanozarrachalarining shakllanishini tasdiqlangan. O'rnatilgan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanozarralari tarkibidagi o'sish o'ziga xos sirt maydonini (SBET), MB sorbsiya qobiliyatini va aniq fotodegradatsiya tezligini kamaytirgan, lekin MB ning fotodegradatsiya samaradorligini oshirdi. MBni olib tashlashning kuchayishi g'ovaklar va Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanozarralarining fotokatalitik faolligi (geterogen fotokataliz), sorbsiya effekti va Fe ionlarining suvli eritmada yuvilishi (bir xil fotokataliz) bilan bog'liq bo'lishi mumkin. Ushbu tadqiqotda MB (96-98%) va 97% dan ortiq TOC ning deyarli to'liq rangsizlanishiga erishildi, bu suvli eritmada MB va OA ning bir vaqtning o'zida minerallashuvini tasdiqlangan .

Xelat hosil qiluvchi sorbentlar gidrometallurgiyada turli metall ionlarini konsentrlashda, tarkibida og'ir metall ionlari bo'lgan chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda keng qo'llaniladi. Hozirda ionalmashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer matritsalarining katta assortimenti ishlab chiqilgan. [13, 14]. Turli ditiofosfor kislotalarni (dietil-, diizopropil-, diizobutil-) impregnirlab olingan sorbentlar va ular yordamida 0,05 M eritmalardan Ag (I), Cu (II), Ni (II), Fe (III) ionlari sorbsiyasidan so'ng hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarning IQ-spektrlari o'rganilgan [9, 10].

Turli sorbentlarda turli organik ligandlarning immobilizatsiyasi tijorat ishlat chiqarish va analitik kimyoda keng qo'llaniladi; ammo, u ifloslanish va xavfsizlik bilan bog'liq cheklovlarga ega [15]. Qattiq fazali ekstragentlar kabi ligand bilan immobilizatsiyalangan sorbentlar ekologik va iqtisodiy jihatdan foydalidir [16]

Bugungi kunga qadar turli xil organik ligandlar va ularning metall komplekslari polimerlar [17], alyuminiy [18,19], nanotolalar [20], metall-organik tuzilmalar [21] va mezog'ovakli SBA-15 sorbentlarning g'ovak matritsalariga muvaffaqiyatli immobilizatsiya qilingan. [22]. Agar organik ligand yoki uning metall kompleksi matritsaning teshiklariga osongina tarqaladigan bo'lsa va singdirish jarayoni matritsaning kimyoviy va fizik tuzilmalariga salbiy ta'sir ko'rsatmasa, u holda yuqori sorbsiya qobiliyatiga ega va kamroq singdirilgan organik ligand (yoki ekstragent) yo'qolishi bilan sorbentlar. oson tayyorlanishi mumkin [14].

Ditizon (DTZ) muhim organik ligand bo'lib, ionli polimerlar tomonidan  $Cd^{2+}$  ni ajratishda [23; 575-b.],  $Cd^{2+}$  ionlarini mikro-ekstraksiya yo'li bilan eritmadagi metall ionlarini aniqlashda [24; 177-b.],  $Cd^{2+}$  ionlari uchun potensiommetrik sensor tayyorlashda [24].,  $Pb^{2+}$  va  $Hg^{2+}$  uchun optik sensor [25; 62-b.],  $Co^{2+}$  va  $Ni^{2+}$  ni spektrofotometrik aniqlashda [26; 151-b.] va og'ir metallar ( $Cr^{3+}$ ,  $Cr^{4+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cd^{2+}$ ,  $Hg^{2+}$  va  $Pb^{2+}$ ) uchun yangi kolorimetrik reagent sifatida [27; 7591-b.] qo'llanilgan.

[28; 3-b.] ishda mualliflar guruhi tomonidan melamin va formaldegid suvli eritmada ishqoriy agent ishtirokida kondensasiyalanib, so'ngra kondensasiya mahsulotlariga kislotali agent bilan ishlov berilagan. Kondensasiya geterosiklik amin ishtirokida, melamin, formaldegid va geterosiklik aminning 1:(3-5):(2-4) molyar nisbatlarida olib borilgan. Kondensasiya mahsulotlari 150-160 oS haroratda qotirilgan. Geterosiklik amin sifatida 3(5)-metilpirazol, imidazol va benzimidazoldan foydalanilgan.

Immobilangan ligandlarning metallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining barqarorlik doimiyliklari muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Kompleks birikmalarni tadqiq etishning spektrofotometriya, polyarografiya, yuqori chastotali titrlash kabi usullari har doim ham aniq natija beravermaydi. Turlicha tuzlar ko'rinishidagi xelatli sorbentlarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash ham komplekslarning barqarorligi to'g'risida ma'lumot olish imkonini beradi. Immobilangan ligandlarning kompleks hosil qilish qobiliyatini baholash uchun metallar ionlarining kompleks hosil qiluvchi immobilangan ligand va kislotalar

yoki monomer reagentlar o'rtasida taqsimlanishini o'rganishga asoslangan bilvosita usullar ham qo'llaniladi.

Metallar ionlarining sorbsiya jarayonida hosil bo'lgan kompleks birikmalarining nisbiy barqarorligi to'g'risidagi bilimlar asosan elyuirlash bo'yicha ma'lumotlarga tayanadi [29; 86-b., 128; 235-b.]. Adabiyotlarda [29; 307-315-b, 30; 300-308-b., 31; 442-451-b, 32; 169-b.] elyuent sifatida kompleksonlar yoki kislotalar eritmalaridan foydalanilgan.

Immobilangan ligandlarning kompleks hosil qilish xossasini o'rganishda ko'pincha potensiometrlik titrlash usuli qo'llaniladi. Kompleks hosil qiluvchi metall ionlari ishtirokida immobilangan ligandni titrlashda olingan grafikdagi titrlash egri chizig'ining tuzilishi hosil bo'lgan kompleks birikmaning tarkibi va barqarorligini tavsiflashga yordam beradi

[33; 135-139-b.] ishda ikki valentli mis va kobalt ionlarining benzilamining glitsidil hosilasi, alliglitsidil efir va polietilininimin asosida sintez qilingan anionitda modeli bir va ikki komponentli sulfatli eritmalaridan sorbsiyasi o'rganilgan. Sorbsiya izotermasini o'rganish natijasida  $\text{Co}^{2+}$  ionlari ishtirokida anionitning  $\text{Cu}^{2+}$  ionlariga nisbatan sorbsion sig'imi 434,0 mg/g dan 201,2 mg/g gacha kamayishi aniqlangan. Dastlabki ikki komponentli sulfatli eritma tarkibidagi  $\text{Cu}^{2+}$  ionlari miqdori ortishi bilan sorbentning  $\text{Cu}^{2+}$  ionlariga nisbatan sorbsion sig'imi 15,6 mg/g dan 201,2 mg/g gacha ortishi kuzatilgan. Bunda  $\text{Co}^{2+}$  ionlari konsentratsiyaning keng intervalida sorbentga yutilmaydi. Olingan yangi, tarkibida azot bo'lgan anionit  $\text{Co}^{2+}$  ionlari ishtirokida  $\text{Cu}^{2+}$  ionlarini tanlovchan yutgan va selektivlikni namoyon qilgan.

### **1.3. Tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan ligandlarni silikagel matritsaga nokovalent immobilash asosida sorbentlar olish**

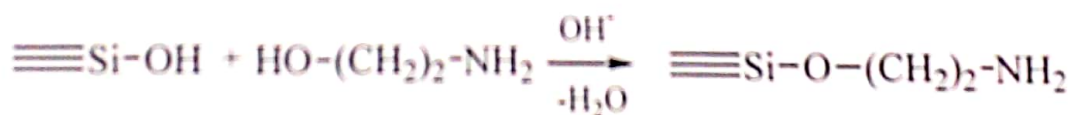
Polimer matritsaga immobilangan ligandlar gidrometallurgiyada turli metall ionlarini konsentrlashda, tarkibida og'ir metall ionlari bo'lgan chiqindi eritmalarini zararsizlantirishda sorbent sifatida keng qo'llaniladi. Hozirda ionalmashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlar va polimer matritsalarining katta assortimenti

ishlab chiqilgan. Ma'lumki, bu kabi polimer ligandlarni olishning sanoat usullari turli funksional guruh tutgan monomerlarni polikondensatsiyalash, polimerlash va sopolimerlash hisoblanadi [34; 25-b., 35; 235-b.].

Ligandlarni immobillash asosida sorbentlarni sintez qilish uchun har xil turdagi tashuvchilar ishlatiladi - organik (akrilat [11-14], stirol-divinilbenzol [9-13]), noorganik (silikagel) [14, 15], kompozit ( $\text{SiO}_2\text{-P}$ ) [16-18]; kraun efir - oktan-1-ol (SrResin) [4-6], izodekan-1-ol (PbResin) [7], di-2-etilgeksilfosfor kislotasi (TK100Resin) [8], oktan-1-ol, butan-1-ol, tributilfosfat yoki dodekan ( $\text{SiO}_2\text{-P}$  asosidagi sorbentlar) [16-18], ionli suyuqliklar (TK101Resin) [19]; impregnirash uchun erituvchilar - metanol [4-7; 13], geksan [6], xloroform [11-12, 14], dixlormetan [16-19] ishlatilgan.

Ion almashinuvchi smolalar sanoatning ko'p tarmoqlarida ishlatiladi va muhim amaliy ahamiyatga ega. Jahon bozorida ion almashinuvchi smolalarga bo'lgan talabning yildan-yilga ortib borishi jahonda toza suvning yetishmasligi, shaharlashish, sanoatlashish va boshqa omillar bilan bog'liq [35; 6191-b.].

Hozirgi vaqtda ko'pgina tadqiqot ishlarida silikagelni kimyoviy modifikatsiyalash usuli bilan tanlovchan sorbentlar olishga katta ahamiyat berilmoqda. Jumladan, [36; 79-b.] ishda ortokremniy kislotasini mono- va dietanolaminlar bilan modifikatsiyalash orqali kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintezi quyidagicha keltirilgan



[37; 252-b.] ishda tarkibida trietilendiamin tutgan yirik g'ovakli sorbentlarni qo'llab  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Y}$  izotoplari va  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  kabi d-elementlar ionlarini suvli eritmalardan ajratib olish imkoniyati o'rganilgan.

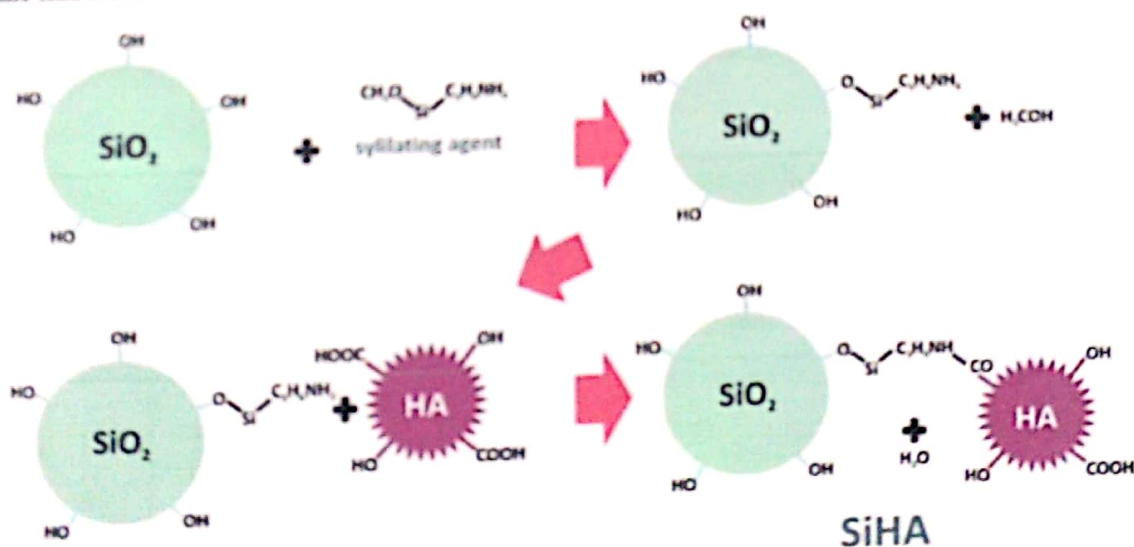
Silikagel sirtida molekulalarni navbat bilan joylashtirish usulida nikel asetil asetonati, nikel-malon va asetosirka efirlari qavatlarini payvandlangan, yangi, xelat hosil qiluvchi sorbentlar olish usuli keltirilgan. Ularning tuzilishi va xromatografik tavsifi fizik-kimyoviy usullar yordamida o'rganilgan [38; 567-b.].

Bugungi kunda kimyoviy modifikatsiyalangan silikagellar suyuqlik xromatografiyasida statsionar fazalar sifatida keng qo'llaniladi. Silikagel yuqori g'ovaklikka ega bo'lgan  $\text{SiO}_2$  molekulalaridan iborat. Silikagel bu silicon dioksid birliklaridan tashkil topgan uch o'lchovli polimer hisoblanadi. Silikagel suv, spirt, fenollar, aminlar va boshqa moddalar uchun mos adsorbent hisoblanadi. Unong eng muhim xossasi ham adsorbentlik xossasi hisoblanadi. Silikagellarni zichliklariga qarab o'z navbatida 3 turga ajratish mumkin:

- 1) Yuqori zichlikdagi silikagel- kislotali muhitda bo'lib, yuqori sirt maydoniga ega. ( $750 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ )
- 2) O'rta zichlikdagi silikagel ( $300\text{-}350 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ )
- 3) Past zichlikdagi silikagellar – past sirt maydoniga ega bo' ladi(  $100\text{-}200 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ )

Bundan tashqari, koezit, keatit va lechatelierit deb nomlanuvchi turlari ham mavjud. Silikagel atamasi ushbu moddani ishlab chiqarish uchun zol-gel ishlab chiqarish jarayoni nomidan kelib chiqqan. Silikagel qopchalarda namlikni yutish va mahsulotlarni quruq saqlash maqsadida ham ishlatiladi.

Silikagelning kimyoviy reaksiyalarda koordinatsion birikma hosil qilishi hamda uning reaksiya qobiliyati uning tarkibidagi  $-\text{OH}$  guruh vodorodi hisobiga borishi bilan harakterlanadi:



1.4-rasm. Silikagelning silikon guruh hisobiga birikma hosil qilishi



Geterogen sintez usulida poli-(trietilentetramin-bis-(metilenfosfit kislota)) bilan kimyoviy modifikatsiyalangan xelat hosil qiluvchi silikagel smolasi olingan va yoqilg'i etanol eritmaları tarkibidan og'ir metallarni adsorbsion ajratish uchun foydalanilgan. Silikagel smolaning  $Hg^{2+}$  va  $Cu^{2+}$  ionlariga nisbatan sorbsion sig'imi yuqori ekanligi ko'rsatilgan [39; 544-b.].

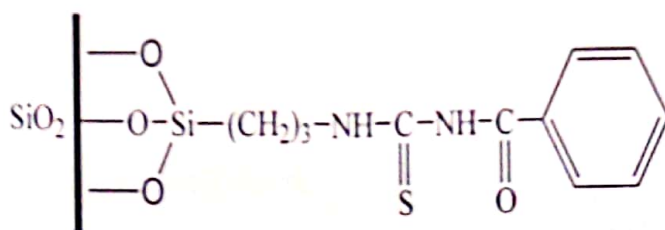
Silikagel mikrozarralariga glitsidilmetakrilatni payvand polimerlash mahsulotini iminodisirka kislota bilan ta'sirlashtirib xelatlovchi kompozitsiyalar olingan. Glitsidilmetakrilatning payvand polimerlanish jarayoniga turli omillar ta'siri, shuningdek, kompozitning og'ir va siyrak-yer metallari ionlari bo'yicha adsorbsion xossalari o'rganilgan [40; 2529-b.].

[41; 67-b.] ishda sirt qavatida kompleks hosil qiluvchi yangi mezog'ovakli sorbentlar sintezi keltirilgan. Bu sorbentlar - sirtida azot, fosfor, kislorod va oltingugurt tutgan kompleks hosil qiluvchi guruhlari bo'lgan polisiloksanli hamda polisilseskvioksanli kserogellardir.

Sintez qilingan kserogellarning Ag (I), Hg (II), Au (III) va  $UO_2^{2+}$  ionlariga nisbatan sorbsion xossalari o'rganilgan.

[42; 3-b.] ishda simob (II) ionlarini eritmалardan ajratib olish uchun selektivligi hamda sig'imi yuqori bo'lgan sorbent olish usuli keltirilgan. Bu usulda  $\gamma$ -aminopropiltrioksisilan va benzolizotiotsianat toluolda 1:(1,1-1,5) molyar nisbatlarda aralashtirilib, 2 soatdan so'ng kremnezem qo'shilgan hamda 6 soat davomida qaynaguncha qizdirilgan. Maxsulot toluolda yuvilib quritilgan. Olingan maxsulot tarkibi quyidagicha ifodalangan.

[43; 2-b.] ishda amidoksim guruh bilan modifikatsiyalangan kremnezem asosida sorbent olish usuli keltirilgan. Sorbent yordamida V, Mo, W metallari ionlarini xromatografik ajratish mumkinligi ko'rsatilgan.



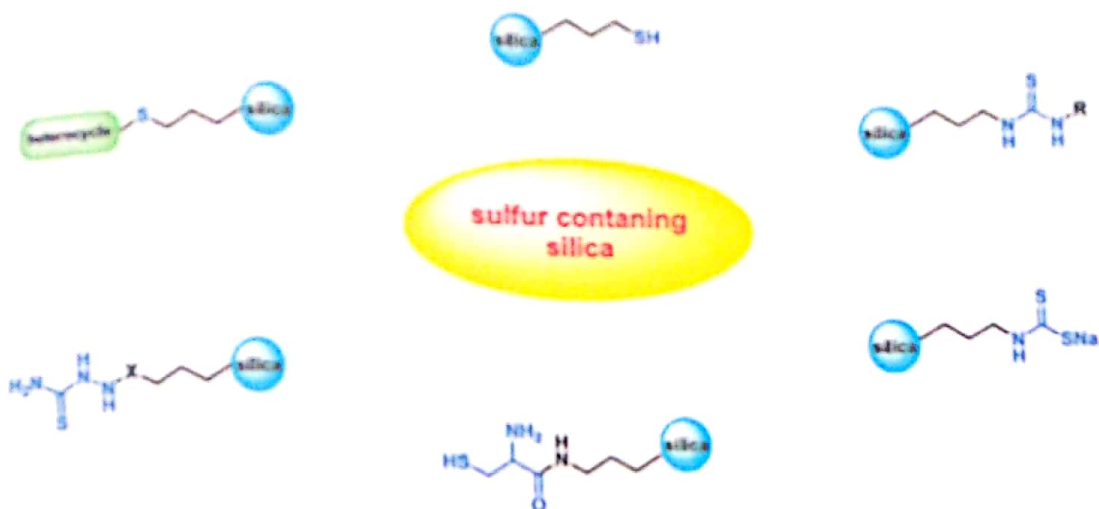
Shuningdek, silikagel yuqori adsorbsion xususiyatga ega bo'lganligi sababli u o'simliklar tarkibidagi namlikni ham yutuvchan modda hisoblanadi:

### 1.1-jadval

#### Silikagel matritsaga kovalent immobillangan ba'zi organik reagentlar asosida olingan xelat hosil qiluvchi sorbentlar

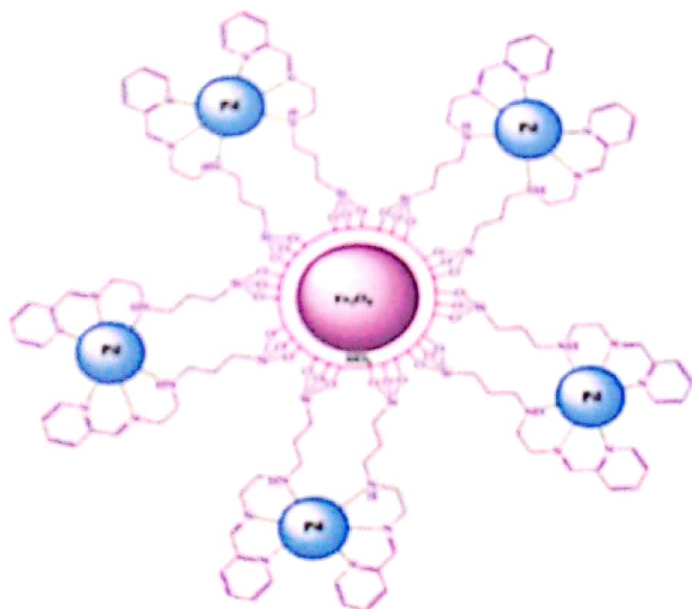
Organik reagent	Metallar	Adabiyotlar
1,8-digidroksiantraxinon	Fe, Co, Ni, Cu, Pb, Zn, Cd	[38; 554-b.]
1,5-bis (di-2-piridil) metilen-tiokarbogidrazid	Cu, Zn, Cd, Hg, Pb	[39; 1103-b.]
2-gidroksi-1-naftaldegid	Bi, Pb, Cd, Hg, Au, Pt, Pd, Ag, Cu	[40; 25-b.]
Ditsianamid	Ag, Hg, Pd, Cu, Ni	[41; 162-b.]
Poligeksametilenguanidin va 8-oksixinolin-5-sulfokislota	Cu, Zn, Co, Ni, Cd, Fe, Al	[42; 33-b.]
2,5-merkpto-1,3,4-Tiadiazol	Cu, Zn, Cd, Ni, Pb, Co, Fe	[43; 183-b.]
Iminosalitsil guruh	Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd	[44; 1385-b.]
3-metil-1-fenil-4-stearoil-5-pirazolon	Co, Ni, Cu	[45; 947-949-b.]
1-(2-piridilazo)-2-naftol	Co, Ni, Cu	[46; 202-208-b.]
Iminodasetat guruh	Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Cd, Pb	[47; 73-77-b.]

Analitik kimyoda metallarni ajratib olish, konsentratsiyalash va aniqlash uchun ishlatiladigan kovalent funksional silikagellar asosidagi ma'lum sorbsion materiallarning xilma-xilligi orasida oltingugurt o'z ichiga olgan funksional guruhlarga ega bo'lgan materiallar guruhini eng ko'p qirrali deb ajratish mumkin (1.1-rasm). Ushbu turdagi ba'zi materiallar uzoq vaqtdan beri tadqiqot laboratoriyalari ostonasidan o'tib ketgan va amaliyotga joriy qilingan; ular qattiq fazali ekstraksiya uchun patronlar va metall tozalash vositalari ko'rinishidagi laboratoriya sarf materiallari va reagentlarini ishlab chiqaruvchilar tomonidan ishlab chiqariladi [44, 45]. Silikagel yuzasidagi funksional analitik guruh turiga ko'ra, eng keng tarqalgan va talab qilinadigan oltingugurt o'z ichiga olgan materiallar merkpto guruhlari, tiokarbamat qoldig'i, ditiokarbamat, tiosemikarbazid, sistein, shuningdek merkptan qoldiqlari bo'lgan silikagellarga bo'lish mumkin. Bu materiallarni olish nisbatan oson [46, 47].



1.5-rasm. Tarkibida oltingugurt bo'lgan silikagellarning asosiy turlari

Zamonaviy texnologiyalar oqava suvlarni og'ir metallar ionlaridan samarali tozalashni ta'minlay olmaydi. Og'ir metallar ionlari bilan mustahkam kompleks birikmalar hosil qiluvchi xelatli sorbentlardan foydalanish korxonalarining suvga ehtiyojini qisqartirishga olib keluvchi takomillashgan tizimlarni ishlab chiqish uchun istiqbolli hisoblanadi. Shunga ko'ra, yangi, samarali sorbentlar sintezi va ularni og'ir metallar sorbsiyasida qo'llash dolzarb vazifalardan hisoblanadi.



Proposed structure for  $Fe_3O_4/SiO_2-NH_2-PC-Pd$  catalyst

1.6-rasm. Ligandni mineral sirtida immobillash asosida nanokatalitik sistemalar olish

Rangli metallar ionlariga nisbatan yuqori selektivlikni namoyon qiluvchi kompleks hosil qiluvchi sorbentlarni qo'llash oqava suvlarni tozalash amaliyotida istiqbolli yo'nalishlardan biridir. Shunga ko'ra, [57; 290-294-b.] ishda amino-karboksilli ionit Lewatit TP 207 Моноплюс mis va rux metallari ionlari uchun samarali sorbent sifatida o'rganilgan. Ionitlar ekspluatatsiyasining muhim masalalaridan biri bo'lgan yuklangan sorbent qavati orqali filtrlanishning optimal tezligini aniqlash oqava suvlarni tozalash texnologiyasining samaradorligini belgilab beradi. Amino-karboksilli amfolit Lewatit TP 207 Monoplus yordamida shaxta suvlaridan mis va ruxni ajratib olishda optimal solishtirma yuklama - 7 hajm eritma/ionit hajmi filtrlanish tezligiga teng. Dinamik almashinish sig'imi  $14,6\text{g}/\text{dm}^3$ . Sorbsiya jarayonida filtratdagi kalsiy ionlari konsentratsiyasining sezilarlicha tebranishi kuzatilgan. Korrelyasion analiz natijasida tozalangan suv tarkibidagi rux va kalsiy ionlari konsentratsiyasining o'zgarishida kuchsiz teskari bog'liqlik aniqlangan.

Hozirgi vaqtda xelat hosil qiluvchi ion almashinuvchi smolalarning asosiy qismi Dow corporation (AQSh), Purolate corporation (AQSh, Angliya, Ruminiya, Xitoy), Rom and Hass company, Lanxccc (Germaniya), Termax Limited (Xindiston), Karbolit (Rossiya) va boshqa kompaniyalarda ishlab chiqariladi.

Ionalmashinish jarayonlarini amaliyotda qo'llashda sorbentning talovchanligini ko'rsatib beruvchi kinetik xossalarini hisobga olish shart. Bunda massa uzatilishining to'xtash bosqichini o'rganish jarayonning harorat, gidrodinamik parametrlari, smolaning fraksion tarkibi kabi optimal sharoitlarini tanlash uchun zarurdir. Ionalmashinuvchi smolalarda sorbsiya murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, odatda limitlovchi bosqichlar jarayonning umumiy tezligini belgilab beradi [58; 186-b.].

Boshlang'ich davrda kinetikaning tashqi diffuzion mexanizmida sorbsiya tezligi suyuqlikning chegara sirt qavati va diffuzion qavatdagi sorbsiyalanuvchi moddalar konsentratsiyalarining tenglashishi bilan aniqlanadi. Sorbentning to'lib borishi va qattiq fazada diffuziyaning gel kinetikasiga o'tishi diffuzion qavatdagiga

nisbatan ancha sekinlashadi, shuning uchun konsentrasiya gradientlari faqat sorbent donida namoyon bo'ladi [59; 241-b.].

Immobilangan ligandlarning metallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining barqarorlik doimiyliklari muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Kompleks birikmalarni tadqiq etishning spektrofotometriya, polyarografiya, yuqori chastotali titrlash kabi usullari har doim ham aniq natija beravermaydi. Turlicha tuzlar ko'rinishidagi xelatli sorbentlarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash ham komplekslarning barqarorligi to'g'risida ma'lumot olish imkonini beradi. Immobilangan ligandlarning kompleks hosil qilish qobiliyatini baholash uchun metallar ionlarining kompleks hosil qiluvchi immobilangan ligand va kislotalar yoki monomer reagentlar o'rtasida taqsimlanishini o'rganishga asoslangan bilvosita usullar ham qo'llaniladi.

Sorbentlardan metallarni desorbsiyalashda elyuirlovchi kislota eritmasi ma'lum kislotalikka (dekomplekslanish pH ko'rsatkichi) ega bo'ladi. Immobilangan ligandlar hosil qilgan kompleks birikmaning barqarorligi ( $\mu$ barq) qancha katta bo'lsa, dekomplekslanish pH ko'rsatkichi shuncha kichik bo'ladi. Immobilangan ligandlarning kompleks hosil qilish xossasini o'rganishda ko'pincha potensiommetrik titrlash usuli qo'llaniladi. Kompleks hosil qiluvchi metall ionlari ishtirokida immobilangan ligandni titrlashda olingan grafikdagi titrlash egri chizig'ining tuzilishi hosil bo'lgan kompleks birikmaning tarkibi va barqarorligini tavsiflashga yordam beradi

Yuqori molekulyar kompleks birikmalarining tarkibi va barqarorligi doimiy bo'lmaydi va bu ularning olinish sharoitiga, ionit L-Me kattaligiga bog'liq bo'ladi [60; 18-b]. Bu nisbatga bog'liq holda metall ion polimerning bittadan n- tagacha ligand guruhlar bilan koordinasiyalanishi mumkin, bu erda n – kompleks hosil qiluvchining metall ionlari uchun koordinasion bo'sh joylar soni, ligand guruhlar maksimal ortiqcha miqdorda olinganda, ionitli komplekslarning barqarorligi quyi molekulyar analoglarining barqarorligiga yaqin bo'ladi. Bunda polimer ligand guruhlar bo'yicha koordinasion markazlarning stexiometrik etishmasligi minimal bo'ladi. L-Me nisbatining kamayishi bilan polimerning ligand guruhlar

protonlashish darajasining ortishiga erishish mumkin yoki metall ionlari konsentrasiyasi oshirilsa, polimer ligand guruhlariga bo'yicha koordinasion markazlarning stexiometrik kamchiligi ortib boradi, kompleksning barqarorligi kamayadi. Ionitli komplekslar uchun L-Me aniq nisbatida olingan barqarorlik konstantasi ularning barqarorligini tavsiflaydi. Ko'rsatilgan nisbatning o'zgarishi o'z navbatida kompleks barqarorligining ham o'zgarishiga olib keladi. Bu kattalik berilgan sharoitda metall ionlarining ligand guruhlariga bog'langanlik me'yorini bilan tavsiflanadi. Shunga ko'ra, sorbsiya konstantasi kompleks hosil qiluvchi ionlarda doimiy kattalik hisoblanmaydi [61; 1739-1743-b.]

$\text{Co}^{2+}$  ionlarini selektiv konsentrlash uchun tarkibida kimyoviy immobillangan azogidrazon guruh bo'lgan sellyulozali sorbentdan foydalanib, Cu, Fe va Al ning ortiqcha miqdori ishtirokida  $\text{Co}^{2+}$  ionlari ajratilgan [62; 3-6-b.]. Xelat hosil qiluvchi, tarkibida azot va fosfor bo'lgan tolali ionitlar og'ir metall ionlarini ko'p ionli suvli eritmalardan sorbsiyalashda samarali sorbentlar bo'lishiga qaramasdan, ular  $\text{Cu}^{2+}$  va  $\text{Co}^{2+}$  ionlariga nisbatan tanlovchanlikni namoyon qilmaydi [63; 1270-1275-b.]. Tarkibida  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$  va  $\text{Zn}^{2+}$  ionlari bo'lgan ko'p komponentli eritmalardan  $\text{Cu}^{2+}$  ionlarini tanlovchan ajratib olish uchun xelat hosil qiluvchi sorbent H-(2-karboksietil)-aminometil-polistiroldan foydalanish mumkinligi keltirilgan [64; 238-250-b.]. Allilbromid, epixlogidrin va polietilininimin asosidagi anionit  $\text{Cu}^{2+}$  va  $\text{Co}^{2+}$  ionlariga nisbatan sulfatli eritmalardan sorbsiyalashda tanlovchanlikka ega [65; 35-37-b.]. Anilin, epixlogidrin va polietilenpoliamin asosidagi anionit esa  $\text{Cu}^{2+}$  ionlarini  $\text{Co}^{2+}$  ionlari ishtirokida tanlovchan ajratishda qo'llanilgan [66; 93-97-b.].

Polimer ligandlarning koordinasion xossalari va ularning amaliyotda qo'llanilishi tarkibidagi funksional guruhlarining bir jinsli bo'lishiga sezilarli darajada bog'liq. Polifunksional polimer ligandlar aralash ligandli komplekslarni hosil qilishi mumkin, ularning barqarorligi monofunksional smolalar hosil qilgan birikmalar barqarorligidan yuqori bo'ladi [67; 58-64-b.].

## I bob bo'yicha xulosa

Mis, kobalt, nikel kabi 3d-metallar tabiatda keng tarqalgan bo'lib ularning kompleks birikmalar hosil qilish xususiyati boshqa guruh metallariga qaraganda yuqori. Bu xususiyati ularning tashqi d-yacheykasi bilan harakterlanadi. .

Sorbsiya - eritma tarkibidagi turli tarkibli moddalarning qattiq yoki suyuq sorbentlar tomonidan so'rilish jarayoni.

Sorbentlar - qattiq yoki suyuq holatdagi moddalar bo'lib, ular eritmadagi yolki atrof-muhitdagi gazlar yoki suyuqliklarni tanlab yutish xossasiga ega bo'lgan moddalar hisoblanadi.

3d-metallarning turli ligandli sorbentlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari bugungi kun kimyosining asosiy obyektlaridan hisoblanib, bu birikmalar ustida turli izlanishlar, kvant-kimyoviy tadqiqotlar olib borilmoqda.

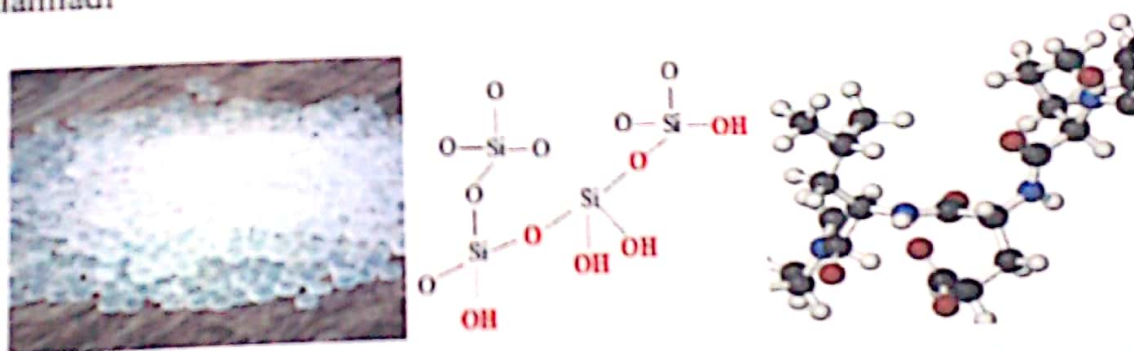
Bugungi kunda kimyo sohasida polimer matritsaga immobillangan ligandlar keng ishlatilmoqda. Polimer matritsaga immobillangan ligandlar gidrometallurgiyada turli metall ionlarini konsentrlashda, tarkibida og'ir metall ionlari bo'lgan chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda sorbent sifatida keng qo'llaniladi. Hozirda ional mashinuvchi, kompleks hosil qiluvchi polimerlar hamda polimer matritsalarining katta assortimenti ishlab chiqilgan va bu sorbentlar kimyo sohasida keng foydalanilmoqda.

## II. TARKIBIDA AZOT VA OLTINGUGURT BO'LGAN LIGANDLARNI SILIKAGEL MATRITSAGA NOKOVALENT IMMOBILLASH VA OLINGAN SORBENTLAR ASOSIDA KOMPLEKS BIRIKMA SINTEZ QILISH USULLARI

### 2.1. Reaktivlar, asboblari, tadqiqot usullari

Sintezda ishlatilgan reaktivlar tozalangan va tozalik darajasi kimyoviy analiz yo'li bilan tekshirilgan. Olingan sorbentlar tarkibidagi azot va oltingugurt miqdori spektrofotometrik usul bilan aniqlandi. SG-DT markali sorbentni sintez qilish uchun quyidagi kimyoviy reaktivlardan foydalanildi:

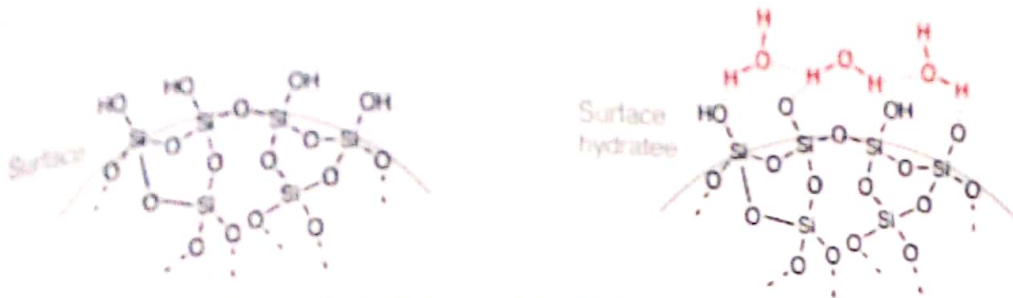
**Silikagel** – noorganik modda, g'ovaksimon va amorf tuzilishga ega bo'lib uning kimyoviy formulasi  $\text{SiO}_2$ . Uning muhim xususiyatlaridan biri namlikni yutuvchanligi hisoblanib, shu xususiyati tufayli u oziq-ovqat sohasida, suv filtrlash dastgohlarida sorbent sifatida ishlatiladi. Silikagel yuzasi turli xususiyatli funksional guruhlarga almashinish orqali yangi sorbentlar hosil qila oladi. Silikagel sirtida joylashgan silanol guruhlarning xususiyatlari hisobiga sorbent sifatida foydalaniladi



2.1-rasm. Silikagelning (a) granula holatidagi, (b) molekulyar va (c) fazoviy ko'rinishi.

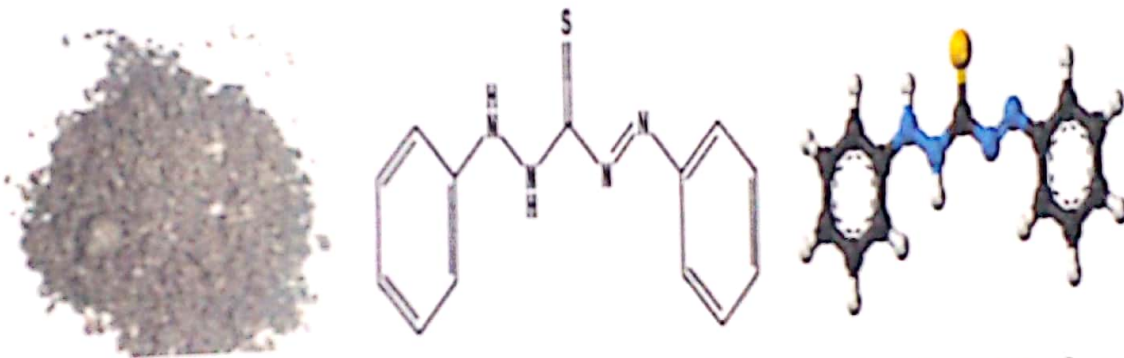
Bugungi kunda turli ligandlarga nokovalent immobillangan silikagellar ustida izlanishlar olib borilmoqda. Silikagelning namlikni yutuvchanlik xossasi yuqori bo'lganligi bois u adsorbsion modda sifatida ishlatiladi. Silikagel sirtida namlikni yutuvchanlik xossasi sababli maishiy ishlab chiqarishda, oziq-ovqat sanoatida hamda boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. U o'z tarkibida suv hamda boshqa moddalarni (namlikni) yaxshi ushlab turadi. Suvni o'z sirtida yutishini quyidagicha tavsiflash mumkin:





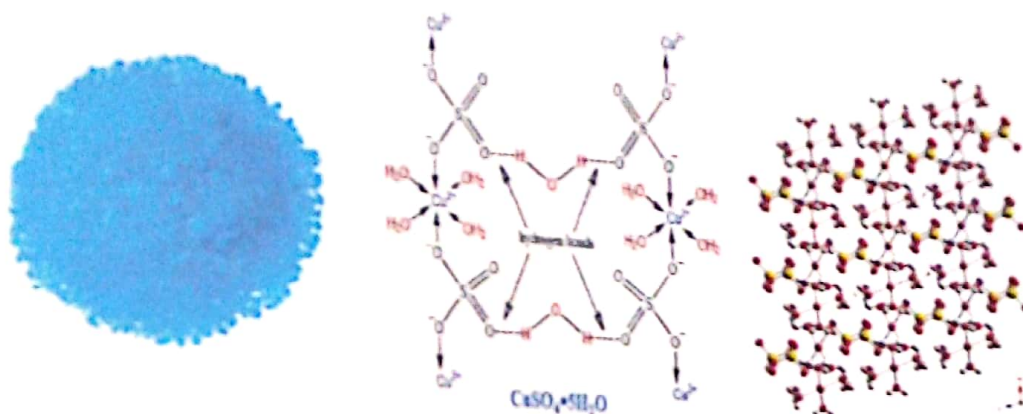
2.1-rasm. silikagel sirtida molekularining suv molekularining yutilish hodisasi

Difeniltiokarbazon- organik modda, kukunsimon tuzilishga ega bo'lgan modda bo'lib, uning kimyoviy formulasi-  $C_{13}H_{12}N_4S$ . Bu yaxshi ligand bo'lib, qo'rg'oshin, talliy, simob kabi ko'plab zaharli metallar bilan komplekslar hosil qiladi. Difeniltiokarbazon suvda hamda spirta erimaydi, xloroformda yaxshi eriydi. Shu boisdan erituvchi sifatida xloroformdan foydalanildi.



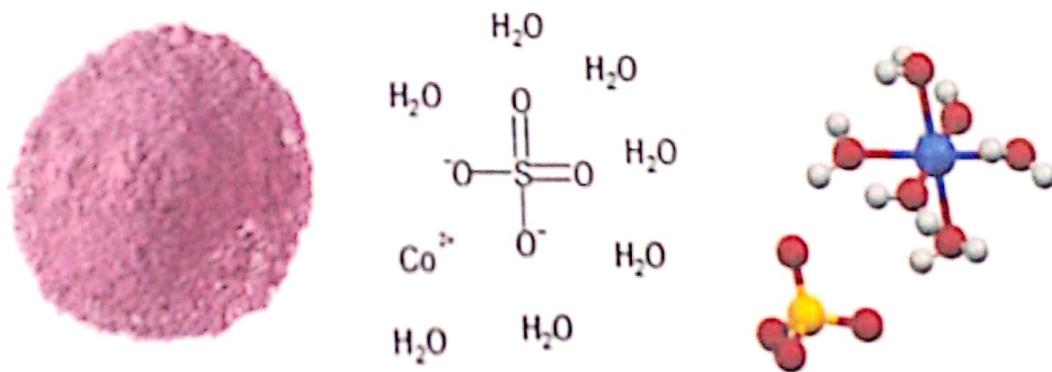
2.2-rasm. Difeniltiokarbazonning (a) kukun holatidagi, (b) molekulyar va (c) fazoviy ko'rinishi.

Mis sulfat-  $CuSO_4$  — tiniq kristall modda. Uning suyuqlanish harorati  $200^{\circ}C$ , zichligi  $3,603 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Suvda yaxshi eriydi. Suvli eritmalaridan kristallanadi (rangi och ko'k), u  $105^{\circ}C$  dan yuqori haroratda ikki molekula suv yo'qotib  $CuSO_4 \cdot 3H_2O$  (zangori rang)ga,  $150^{\circ}C$  da monogidrat  $CuSO_4 \cdot H_2O$  ga aylanadi.  $250^{\circ}C$  da esa butunlay suvsizlanadi. Tabiatda xalkantit -  $CuSO_4 \cdot 5H_2O$  minerali holida uchraydi. Mineral bo'yoqlar tayyorlashda, qishloq xo'jaligida zararkunandalarga va o'simlik kasalliklariga qarshi kurashishda, galvanik elementlarda ishlatiladi.



2.3-rasm. Mis (II) sulfat pentagidрати Kristal(a), molekulyar (b) va fazoviy (c) tuzilishi

**Kobalt sulfat-** pushti rangli kukunsimon noorganik modda. Kobalt sulfat geptagidрати  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  suvda spirtida yaxshi eriydi. Molyar massasi 281 g/mol, zichligi  $1,948\text{g}/\text{sm}^3$ , erish nuqtasi  $735^\circ\text{C}$ . kobalt sulfat geksagidрати akkumulyator ishlab chiqarish sohasida, oziqovqat sanoatida aralash ozuqa ishlab chiqarish uchun ishlatiladi. Bundan tashqari, keramika, shisha, qurituvchi yog', laklar, bo'yoqlar va pigmentlar tarkibiga qo'shiladi. Qishloq xo'jaligi sohasida ushbu modda ba'zi ekinlarning hosildorligini oshirish maqsadida qo'llaniladi.



2.4-rasm.  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  moddasining kukun holdidagi (a), molekulyar (b) va fazoviy tuzilishi.

Mis sulfatning standart eritmasi, 1 ml da 10 mkg mis bor. 0,4786 g kimyoviy toza olinib va 2-3 ml konsentrlangan qo'shib hajmi 1 l bo'lguncha suv bilan suyultirildi. Hosil bo'lgan eritmadan 10 ml olib 100 ml li o'lchov kolbasiga solib chizig'igacha suv quyildi.

Olingan sorbentda mis (II) ning tuzlari sorbsiyasini konsentratsiyasi trilonometrik titrlash va KFK-2M fotokolorimetrida optik zichlikni o'lchash orqali

aniqlandi. Sorbsiya natijasida hosil bo'lgan kompleks birikma tarkibi, markaziy ionning liganddagi koordinatsiyasi tebranish spektrlari orqali, termik barqarorligi va ba'zi moddalarning elektron spektrlari o'rganildi. Olingan natijalar adabiyotlardagi keltirilgan kattaliklar qiymatlariga taqqoslanadi.

Sorbsiya darajasini aniqlashda fazalardagi moddalar miqdori Sorbsion – fotometrik usulda spektrofotometrida optik zichlikni o'lchash orqali darajali grafik yordamida aniqlandi.

Sintez qilingan birikmalar va ligandlarning IQ-yutilish spektrlari spektrofotometr IR-20 bilan 400-4000  $\text{sm}^{-1}$  oralig'ida va 200-4000  $\text{sm}^{-1}$  diapazonda aniqlanadi.

**Kobalt sulfatning standart eritmasi**, 1 ml da 10 mkg kobalt bor. 0,4786 g kimyoviy toza  $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  olinib va 2-3 ml konsentrlangan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  qo'shib hajmi 1 l bo'lguncha suv bilan suyultirildi. Hosil bo'lgan eritmadan 10 ml olib 100 ml li o'lchov kolbasiga solib chizig'igacha suv quyildi.

Olingan sorbentda kobalt (II) tuzlarining sorbsiyasini o'rganishda tuzlarining 0,1 normalli eritmasi olindi. Uning konsentratsiyasi trilonometrik titrlash va KFK-2M fotokolorimetrida optik zichlikni o'lchash orqali aniqlandi. Sorbsiya natijasida hosil bo'lgan kompleks birikma tarkibi, markaziy ionning liganddagi koordinatsiyasi tebranish spektrlari orqali, termik barqarorligi va ba'zi moddalarning elektron spektrlari o'rganildi. Olingan natijalar adabiyotlardagi keltirilgan kattaliklar qiymatlariga taqqoslanadi. Sorbsiya darajasini aniqlashda fazalardagi moddalar miqdori sorbsion – spektrofotometrik usulda SF-46 spektrofotometrida darajali grafik yordamida aniqlandi.

Sintez qilingan birikmalar va ligandlarning IQ-yutilish spektrlari spektrofotometr IR-20 bilan 400-4000  $\text{sm}^{-1}$  oralig'ida va 200-4000  $\text{sm}^{-1}$  diapazonda aniqlanadi.

**Infraqizil (IQ) – spektroskopiya.** O'rganilayotgan kristall moddalar IQ – spektrlari "IR Traser-100" (SHIMADZU SORR., Yaponiya, 2017) spektrometrida qayd etildi. Spektrometrlarning yuqori sezuvchanligi spektrdagi diapazonlarining past intensivligiga qaramay, turli xil namunalardagi to'lqin miqdorini tahlil

qilishga imkon beradi. Zamonaviy, lazer qurilmasi o'rnatilgan Fure-spektrometrlar bir tirqishli bo'lib, ularda monoxromator ishlatilmaydi va uskunaning asosiy elementi Maykelson interferometri hisoblanadi. Maykelson interferometry harakatchan va harakatsiz ko'zgu hamda nurni bo'luvchi sirti kumush yoki aluminiy qoplangan yarimshaffof plastinkadan tashkil topgan optic qurilmadir.

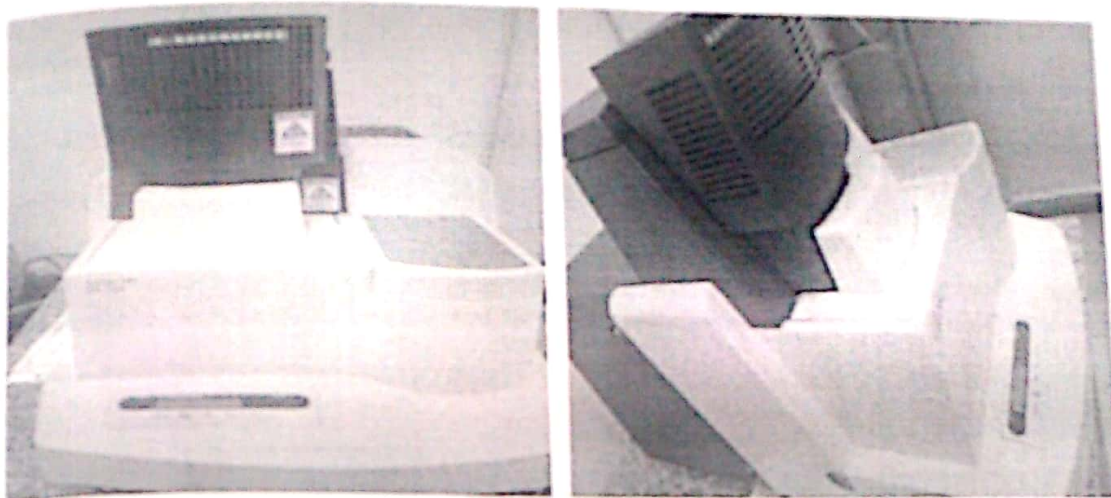
Zamonaviy IQ-Furye spektrometrlar dispersion (monoxromatorli) usulda ishlovchi asboblarga qaraganda bir qator afzalliklarga ega, masalan, yuqori aniqligi, juda tezkorligi hamda juda kam miqdordagi namunalardan ham yaroqli spektr hosil qila olishi va olingan spektrlar ustida amallar bajarish mumkinligi bilan yuqori ustunlikka ega.

Furye- IQ-spektrometrlarga lazer qurilmasi o'rnatilgan. Lazer qurilmasidan chiqqan to'lqin uzunligi  $\lambda=632.99$  nm bo'lgan lazer nuri ham interferometrda o'tadi. Undan, spektrometрни to'lqin uzunligi bo'yicha darajalashda, harakatchan ko'zguni harakatlanmaydigan ko'zguna nisbatan doimo parallel holatda turishini nazorat qilishda va spektrometr tomonidan ma'lumotlar yig'ish jarayonida foydalaniladi. Demak, lazer qurilmasi ichki standart vazifasini o'taydi, ya'ni spektrometr avtomatik ravishda o'zini-o'zi to'lqin uzunligi bo'yicha darajalab turadi. Laboratoriyada sintez qilingan noma'lum moddalarning IQ-spektrlaridagi cho'qqilarni tahlil qilish orqali, noma'lum modda tarkibidagi funksional guruhlarni aniqlash va buning natijasida sintez qilingan moddaning taxminiy formulasini keltirib chiqarish mumkin. Olingan sorbent hamda u asosidagi kompleks birikma quyidagi IQ-spektrofotometr asbobida tekshirildi:



2.5-rasm. "IR Traser-100" (SHIMADZU SORR., Yaponiya, 2017)  
rusumli IQ-spektrofotometr asbobining ko'rinishi

Termogravmetrik analiz- namuna massasining haroratga va boshqa parametrlarga bog'liqligini qayd etishga asoslangan termal tahlil usuli. Sintez qilingan sorbent hamda kompleks birikmaning termik turg'unligi differensial-termik va termogravmetrik usullarda (LABSYS EVO STA, Fransiya) tahlil qilindi. LABSYS EVO STA (bir vaqtning o'zida issiqlik tahlili) TGA hamda TGA-DTA, TGA-DSC analiz usullarida tahlil qilish imkonini beradi. Ushbu qurilma foydalanishga qulay, ishonchli va yuqori samarali termik tahlil platformasidir. Derivatografda 10 grad/min tezlikda T-900, TG-200, DTA-1/10, DTG-1/10 galvanometr sezgirligida, derivatogrammani fotoqog'ozga avtomatik yozib olish yo'li bilan o'rganildi. 5-7mg massadagi o'rganiladigan sorbent namunasi diametri 10 mm bo'lgan qopqoqsiz 1650°C haroratga chidamli alyuminiy oksidi va platinadan tayyorlangan tigelga joylashtirildi. Qizdirishning dinamik rejimi atmosfera sharoitida o'tkazildi. Sintez qilingan sorbent 20-600 °C haroratgacha termik tahlil qilindi hamda ularning endotermik va ekzotermik nuqtalari ko'rsatilib berildi. Ishida quyidagi Termik analiz apparatidan foydalanildi:



2.6-rasm. "LABSYS-EVO STA" termogravmetrik analiz asbobining ko'rinishi

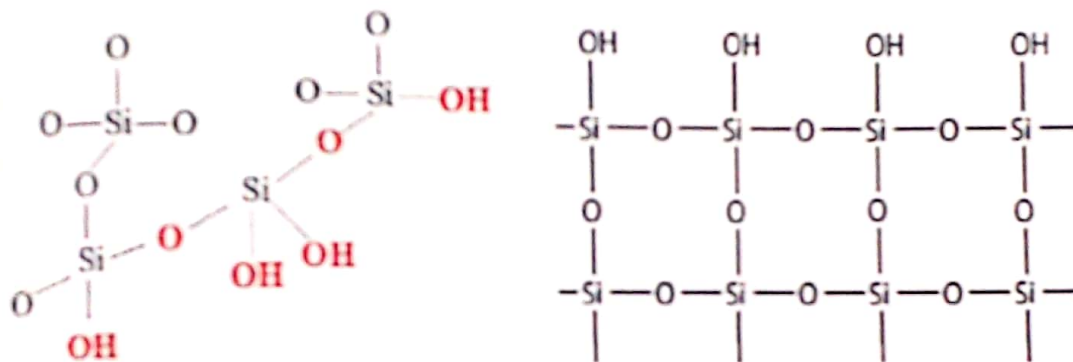
## 2.2. SG-DT markali sorbent sintezi

Texnik toza silikagel granularidan foydalanildi. Silikagel g'ovaksimon va amorf tuzilishga ega bo'lib, uning muhim xususiyatlaridan biri namlikni yutuvchanligi hisoblanadi. Silikagel suvni singdirish xususiyatiga ega. Dastlab tanlab olingan silikagel granularidan 10 g tortib olinib quritish pechida 2 soat mobaynida  $150\text{ }^{\circ}\text{C}$  haroratda quritildi. Quritish mobaynida silikagel tarkibidan namlikni bug'latishi ma'lum. 2 soatdan keyin yuqorida quritilgan silikagel granulari yana tarozida o'lchanganda 9,6 g ekanligi ma'lum bo'ldi. Bundan ma'lum bo'ldiki, qizdirish jarayonida 0,4 g suv bug'langan. Silikagelning namlikni yutuvchanlik xossasi yuqori bo'lganligi sababli u tarkibida suv yoki boshqa moddalarni tutib turadi. Silikagel yuqori namlik bo'lgan muhitda o'z og'irligiga nisbatan 37% gacha bo'lgan namlikni adsorbsiya qila oladi. Laboratoriya jarayonini bajarishda quyidagi ko'rinishdagi silikagel granularidan foydalanildi



2.6-rasm. Laboratoriya uchun olingan shaffof silikagel granulari

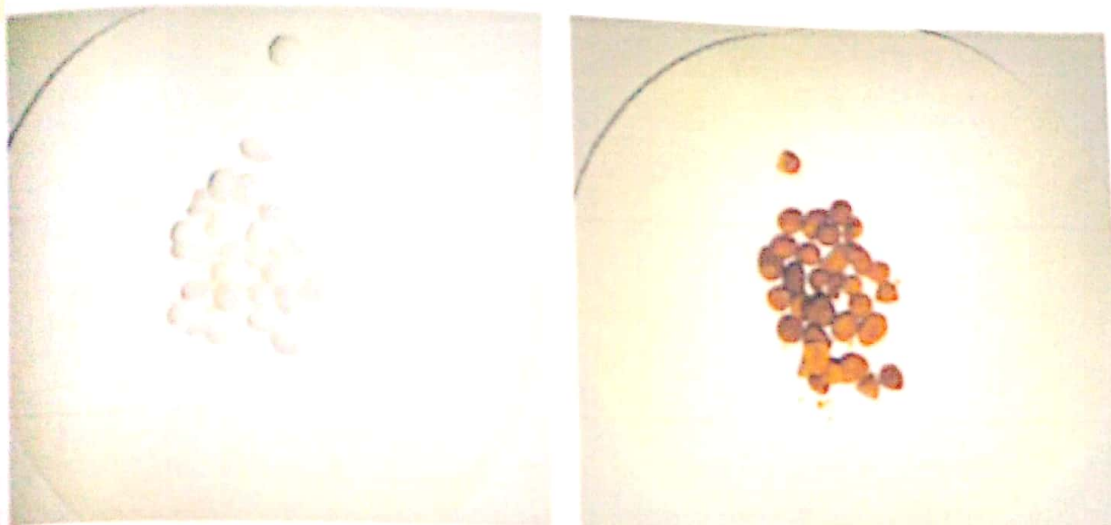
Silikagel molekulari o'zaro quyidagicha ko'rinishlarda bog'langan:



Shunday tuzilish hisobiga silikagel tarkibidagi silikon guruh vodorodlariga almashinish kuzatiladi. Silikon guruh o'ziga N yoki S atomlarini biriktirish orqali murakkab tuzilishli sistema hosil qiladi.

Oldindan tayyorlangan difeniltiokarbonning 0,1 N li eritmasiga 48 soat mobaynida yopiq sistemada bo'ktirib qo'yildi. Silikagelning yutuvchanlik xossasi yaxshi bo'lganligi bois ligand sifatida olingan difenilkarbazonni sirtiga yaxshi yutganligini kuzatish mumkin. Keyin eritmadan silikagel granulari ajratib olindi va hosil qilingan sorbent yopiq sistemada 48 soat mobaynida quritildi. Silikagel granularining yutuvchanlik xossasi uning tashqi ko'rinishidan ham namoyon bo'lganligini ko'rish mumkin. Silikael sirtining ligand sifatida olingan moddaning rangiga bo'yalganligi va uni analitik tarozida o'lchanganda massasi ham ortganligini yaqqol ko'rish mumkin. Biroq uning tashqi ko'rinishi o'zgarganligining o'zi sorbent hosil bo'ldi degan xulosa chiqarish uchun yetarli

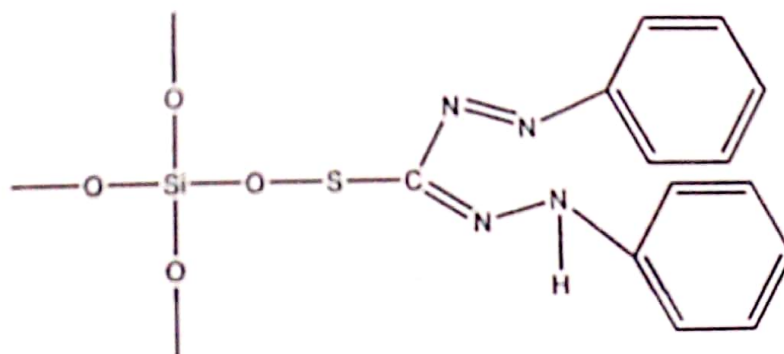
emas. Jarayonni hozil bo'lgan sorbentning elementlar analizi orqali tekshirgandan keyin xulosa qilish mumkin. Sorbentning hosil bo'lish tenglamasi quyidagicha:



**2.7-rasm. Analiz uchun olingan silikagel va sorbent sifatida hosil bo'lgan silikagel tashqi ko'rinishi**

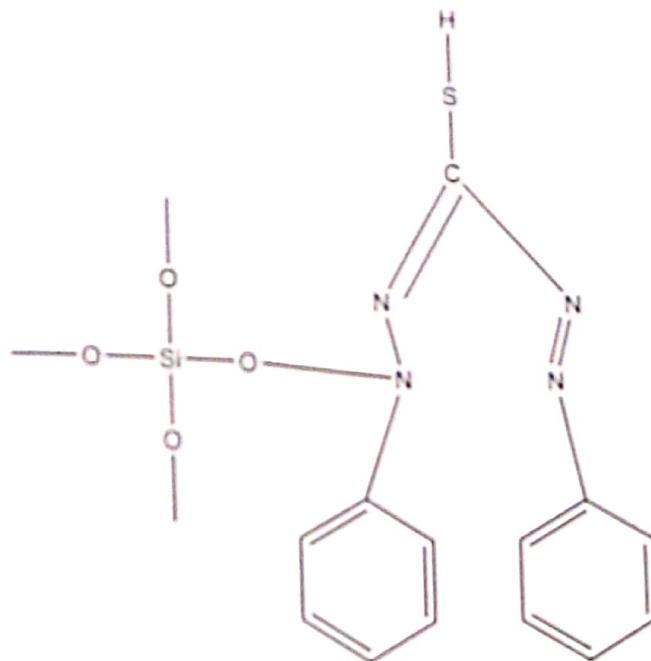
Hosil qilingan sorbentga SG-DT (silikagel-ditizon) deb nom berildi. Ushbu sorbent tarkibida N va S saqlaydigan ligandli sorbent hisoblanib, unda koordinatsiya aynan shu atomlar hisobiga sodir bo'ladi. SG-DT markali sorbent 3d-metallar bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, murakkab kompleks birikmalar hosil qiladi.

Silikagel va ditizon molekullari reaksiyaga kirishganda birikish S atomi yoki N atomi hisobiga boradi. Bu esa ditizonning turlicha tuzilishda bo'lishiga bog'liq. Agar kimyoviy bog'lanish S atomi orqali sodir bo'lsa, quyidagi holat kuzatiladi:



Agar silikagel va ditizon o'rtasidagi bog'lanish N atomi orqali sodir bo'lsa, hosil bo'lgan sorbentning tuzilishi quyidagicha bo'lishi mumkin:





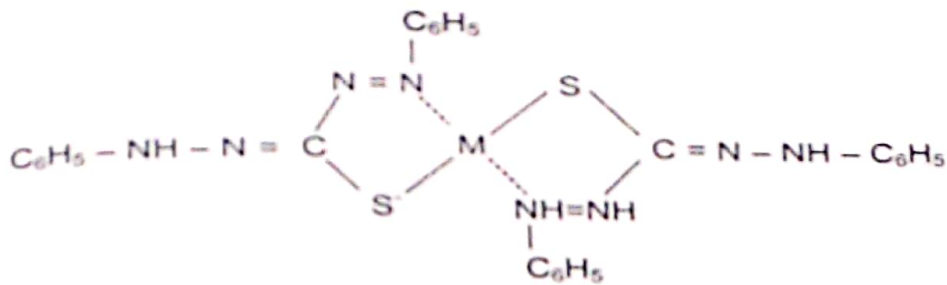
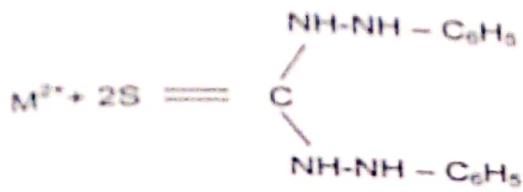
Sintez qilingan sorbentning qanday tuzilishda bo'lishi uning tarkibidagi ditizon molekularining tuzilishiga bog'liq.

### 2.3 Cu (II) va Co (II) larning SG-DT sorbenti bilan kompleks birikmalari sintezi.

Tadqiqotlar uchun sintez qilingan SG-DT markali sorbentdan foydalanildi. 3d-metallarning kompleks hosil qilish qobiliyatidan foydalanib metal tuzlari va sorbent o'rtasida kompleks birikma hosil bo'lish reaksiyasi bajarildi. Buning uchun 3d-metallar oilasiga kiruvchi mis va kobalt tuzlaridan foydalanildi.

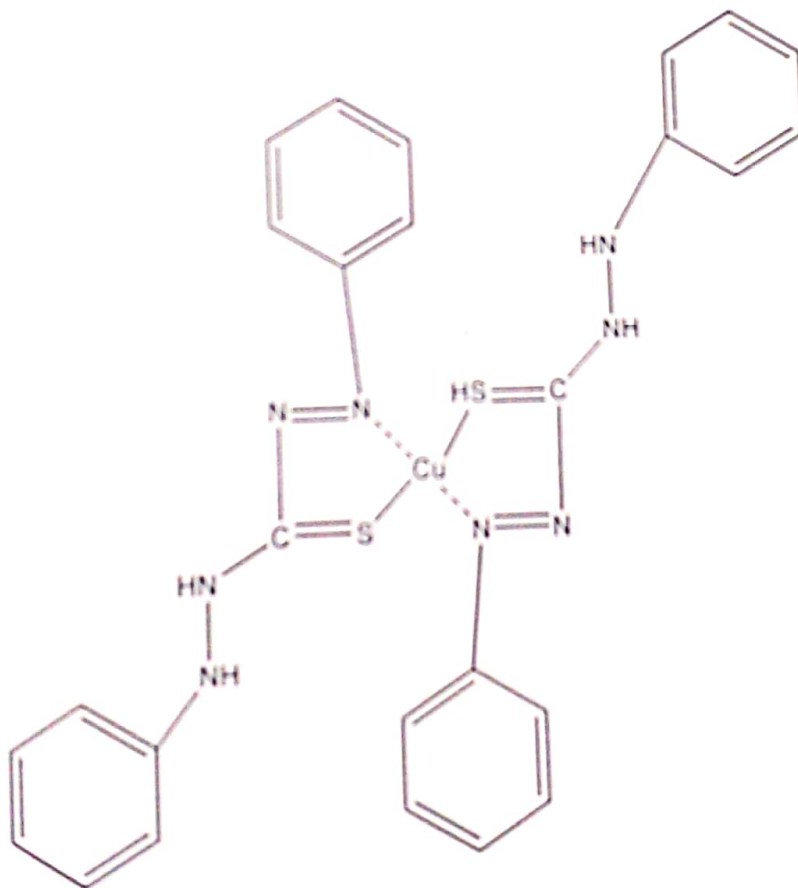
I va II valentli mis juda ko'p barqaror kompleks birikmalarni vujudga keltiradi. Asosan misning II valentli barqaror kompleks birikmalari keng tarqalgan. Misning kompleks birikmalarda bidentantlilik xossasisini ko'rish mumkin.

Ditizon II valentli 3d-metallar bilan ligand sifatida birikib, kompleks birikma hosil qiladi. Jarayonda S va N atomlari muhim ahamiyat kasb etadi. II valentli metallar bilan birikib komplekslar hosil qilishini umumiy holda quyidagicha izohlash mumkin:



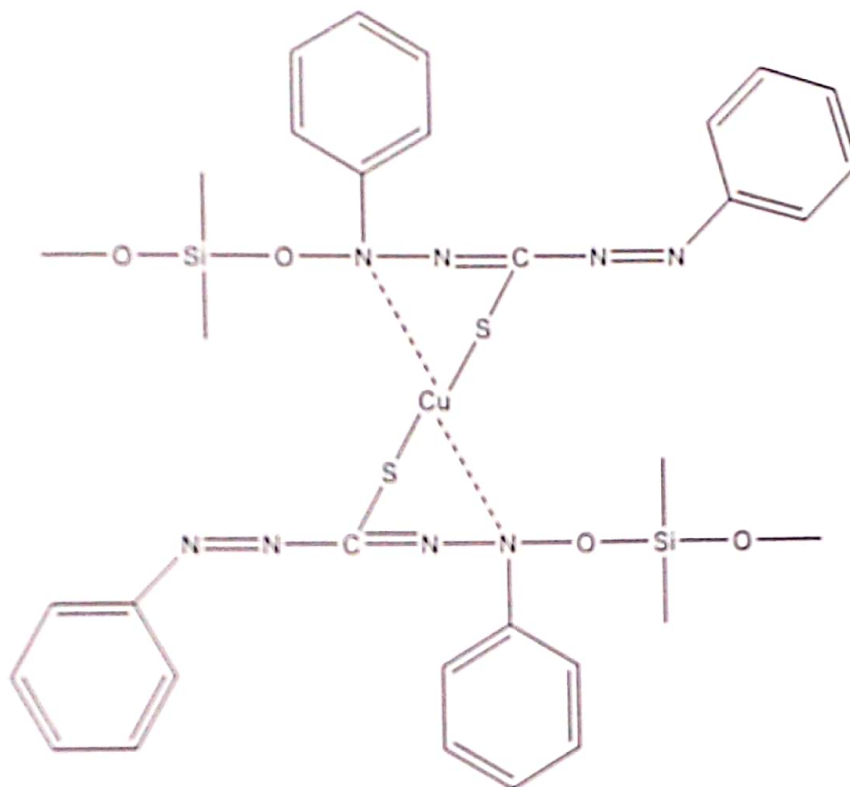
Ushbu jarayonda Me-S orasida qutbli bog', Me-N oralig'ida esa donor-akseptor bog' hosil bo'lishini kuzatish mumkin.

Ditizon molekulasida S va N atomlari orqali Cu metali bilan quyidagicha bog'lanishli birikma hosil qiladi:

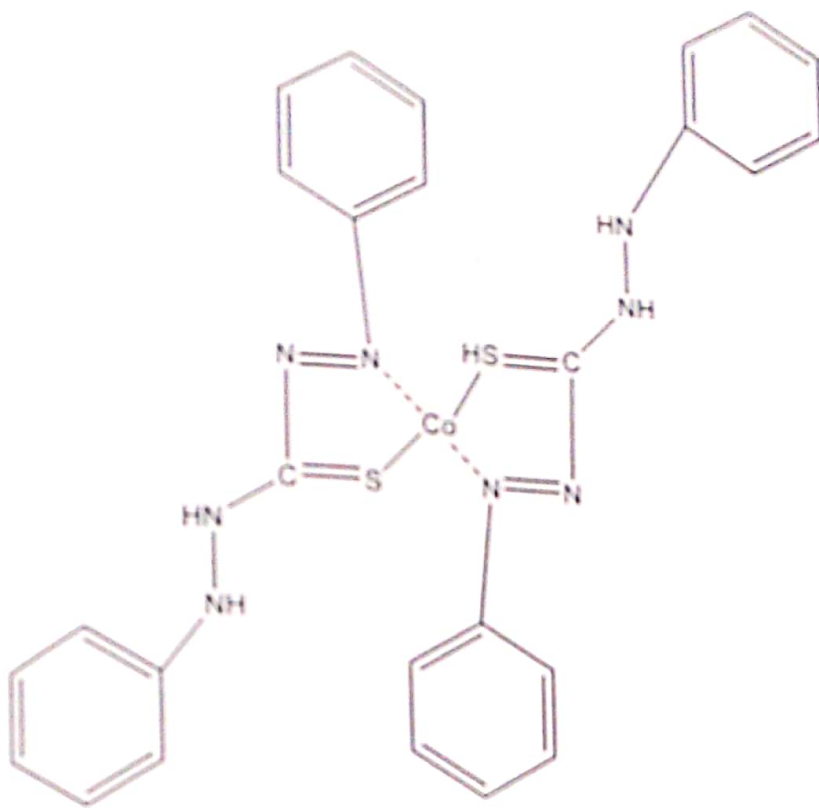


Tadqiqot ishini olib borish uchun mis(II)-sulfatning standart eritmasidan foydalanildi. Laboratoriyada sintez qilingan SG-DT markali sorbentdan analitik tarozida 0,05 gramm miqdorda o'lchab olindi. Olingan sorbent 5 ml mis (II) sulfatning 0,01 N li eritmasiga solinib, yopiq holatda probirkada bo'ktirib qo'yildi.

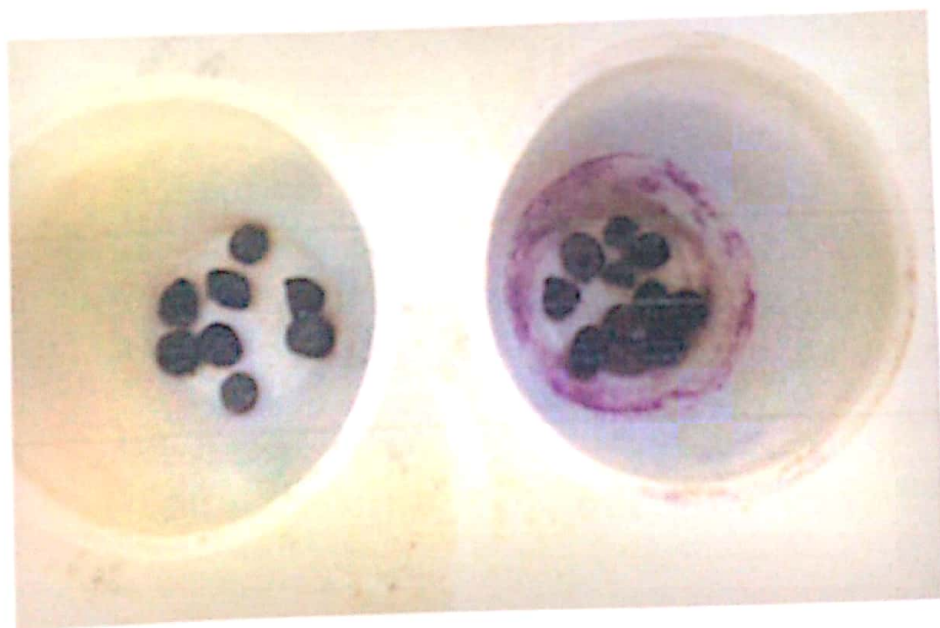
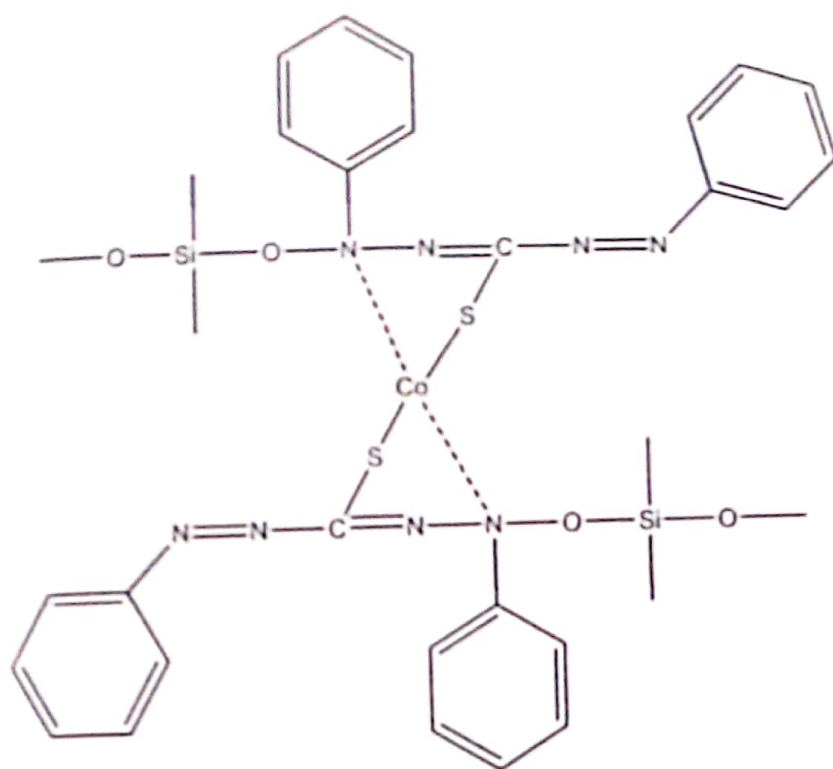
24 soat mobaynida bo'ktirilgandan so'ng eritmadan sorbent ajratib olindi hamda quritildi. Sorbentning tashqi ko'rinishi bilan bir qatorda tarkibiy qismida o'zgarish bo'lganligini aniqlash uchun IQ va UB-analizlari olib borildi. Sorbent tarkibidagi N hamda S atomlari hisobiga kompleks hosil qilishini kuzatish mumkin. Ushbu kompleks birikmaning taxminiy formulasini ifodalash mumkin:



Ditizon molekulari kobalt(II) ionlari bilan kompleks birikma hosil qilganda quyidagi holat kuzatiladi:



Yuqoridagi jarayon kobaltning mavjud sorbent bilan kompleks birikmasini sintez qilish uchun olib borildi. Kobaltning II va III valentli birikmalari barqaror kompleks birikmalar hosil qiladi. Tadqiqot ishini olib borish uchun kobalt(II)-sulfatning standart eritmasidan foydalanildi. Laboratoriyada sintez qilingan SG-DT markali sorbentdan analitik tarozida 0,05 gramm miqdorda o'lchab olindi. Olingan sorbent 5 ml kobalt (II) sulfatning 0,01 N li eritmasiga solinib, yopiq holatda probirkada bo'ktirib qo'yildi. 24 soat mobaynida bo'ktirilgandan so'ng eritmada sorbent ajratib olindi hamda quritildi. Sorbentning tashqi ko'rinishi bilan bir qatorda tarkibiy qismida o'zgarish bo'lganligini aniqlash uchun IQ va UB-analizlari olib borildi. Sorbent tarkibidagi N hamda S atomlari hisobiga kompleks hosil qilishini kuzatish mumkin. Ushbu kompleks birikmaning taxminiy formulasini quyidagicha ifodalash mumkin:



**2.8-rasm. Mis va kobalt tuzlari eritmalariga bo'ktirilgan sorbent**

Mis va kobalt tashqi d-pog'onachasi hamda taqsimlanmagan juft elektronlari hisobiga barqaror kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatiga ega ekanligidan foydalanib, ularning mavjud sorbent bilan kompleks birikmalari sintez qilindi va spektrofotometrik, IQ-spektrlari tahlil qilindi.

## II bob bo'yicha xulosalar

- Dastlab tadqiqot ishlarini olib borish uchun texnik toza silikagel granulalaridan foydalanildi. Silikagel adsorbsion xususiyatga ega bo'lib, tarkibidagi silikon guruhlarini hisobiga turli ligandlar bilan sorbentlar hosil qiladi. Silikagelning shu xususiyatidan foydalanib tadqiqot ishi uchun sorbent sintez qilindi .
- Sorbentlarni sintez qilish uchun tarkibida azot va oltingugurt saqlagan ligand sifatida difeniltiokarbazon foydalanildi. Difeniltiokarbazon tarkibida fenil radikallari, amino-, diazo- va tio-guruhlar mavjud bo'lib, koordinatsiya N hamda S atomlari orqali sodir bo'ladi.
- Olingan sorbentlar aralashmasidan iborat sistemalarni metallarni konsentrlash va ajratib olish uchun qo'llash mumkin. Mavjud sorbentlar metallardan birining atomlari bilan koordinatsiyalanib, mustahkamroq kompleks hosil qilsa, metall atomlarining taqsimlanish koeffitsienti ortadi.
- Imobilizatsiya qilingan ligandlar asosidagi sorbentlar va ularning metallar bilan kompleks birikmalarining termik turg'unligi differensial-termik va termogravimetrik usullarda Paulik-Paulik-Erdey sistemali derivatografda 10 grad/min tezlikda, T-900, TG-200, DTA – 1/10, DTG – 1/10 galvanometr sezgirligida, derivatogrammani fotoqog'ozga avtomatik yozib olish yo'li bilan (O'zR FA umumiy va noorganik kimyo instituti) o'rganildi. 60-80 mg massadagi o'rganiladigan namuna diametri 10 mm bo'lgan qopqoqsiz platina tigelga joylashtirildi

### III. OLINGAN SORBENTLAR HAMDA KOMPLEKS BIRIKMALARNING IQ-SPEKTROMETRIK, TERMOGRAVMETRIK VA DIFFERENSIAL- TERMIK ANALIZI

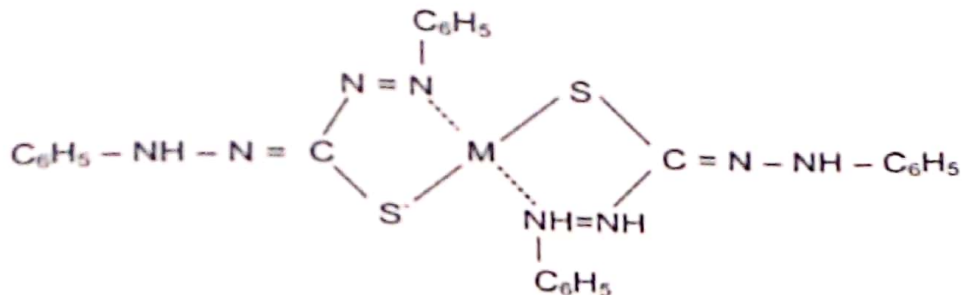
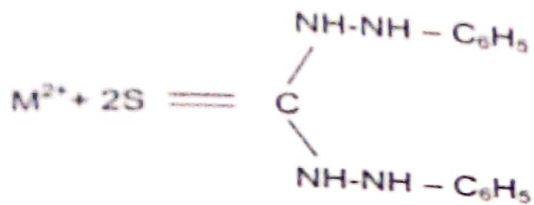
#### 3.1. Mis (II) va kobalt (II) ionlarining SG-DT sorbentida sorbsiyasi va hosil bo'lgan kompleks birikmalarning tarkibi va tuzilishi

Hozirgi vaqtda olimlar va tadqiqotchilar, texnologlar va ishlab chiqaruvchilarning e'tibori ikkilamchi xomashyolardan ratsional foydalanish ya'ni kam chiqindili yoki chiqindisiz texnologiyalarini yaratish tabiiy boyliklardan kompleks foydalanishning tejamkor va ekologik jihatdan toza yo'llarini qidirib topishga qaratilgan. Mazkur muammolarni hal etishning samarali yo'llaridan biri - ishlab chiqarish korxonalarining ikkilamchi mahsulotlari asosida ionalmashinuvchi polimerlar olish hisoblanadi. Ma'lumki, sorbentlar gidrometallurgiya sanoati: texnologik va oqava suvlari tarkibidagi rangli, noyob va nodir metallar ionlarini konsentrlash va ajratish, hamda ionlar aralashmasini bir-biridan ajratish, jarayonlarini soddalashtirishda keng qo'llaniladi

Kompleks hosil qilish reaksiyalari kimyosini o'rganish uchun sorbsion-spektrofotometrik usul qo'llanildi. Cu(II) va Co(II) metallarining SG-DT sorbenti bilan spektrofotometrik reaksiyasining optimal sharoitini aniqlash uchun  $Me - S_{sorbent}$  kompleksining dastlabki yutilish spektri o'rganildi va reaksiyaning sezgirliги mavjud usullar bo'yicha aniqlandi.

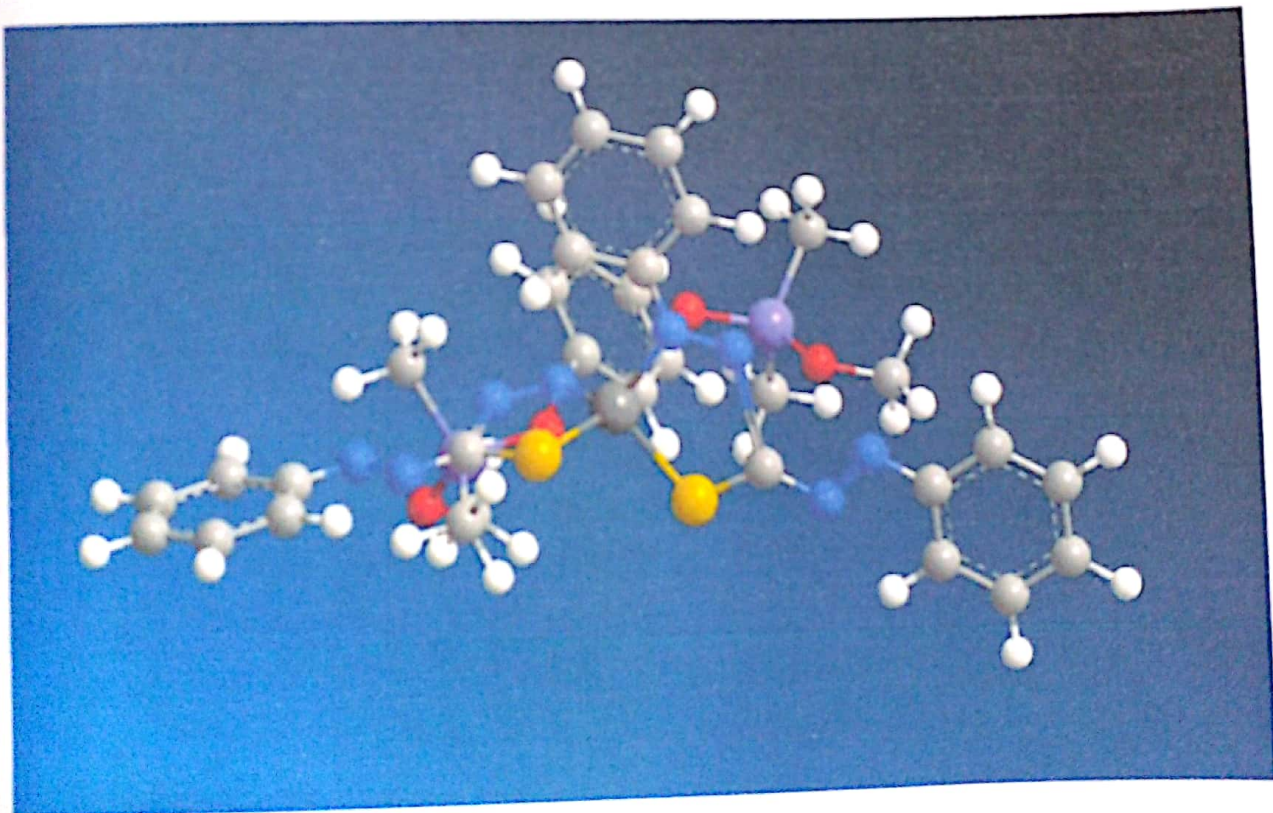
Tarkibida azot va oltingugurt saqlagan ligand sifatida difeniltiokarbazon reagent tanlandi hamda u silikagel matritsaga immobillandi. Silikagel tarkibidagi silanol guruh vodorodi hisobiga ditizon tarkibidagi S atomlari orqali kimyoviy bog'lanish hosil qiladi hamda ushbu modda silikagel-ditizon (SG-DT) deb nomlandi.

Ditizon II valentli metall atomlari bilan reaksiyaga kirishganda tuzilishiga qarab S yoki N atomlari orqali birikadi. Umumiy ko'rinishda quyidagicha kimyoviy bog'lanish hosil qiladi:



Jarayon ditizon molekulasining tuzilishiga bog'liq. Ditizon tarkibidagi S va N atomlari kompleks birikma hosil bo'lishida muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

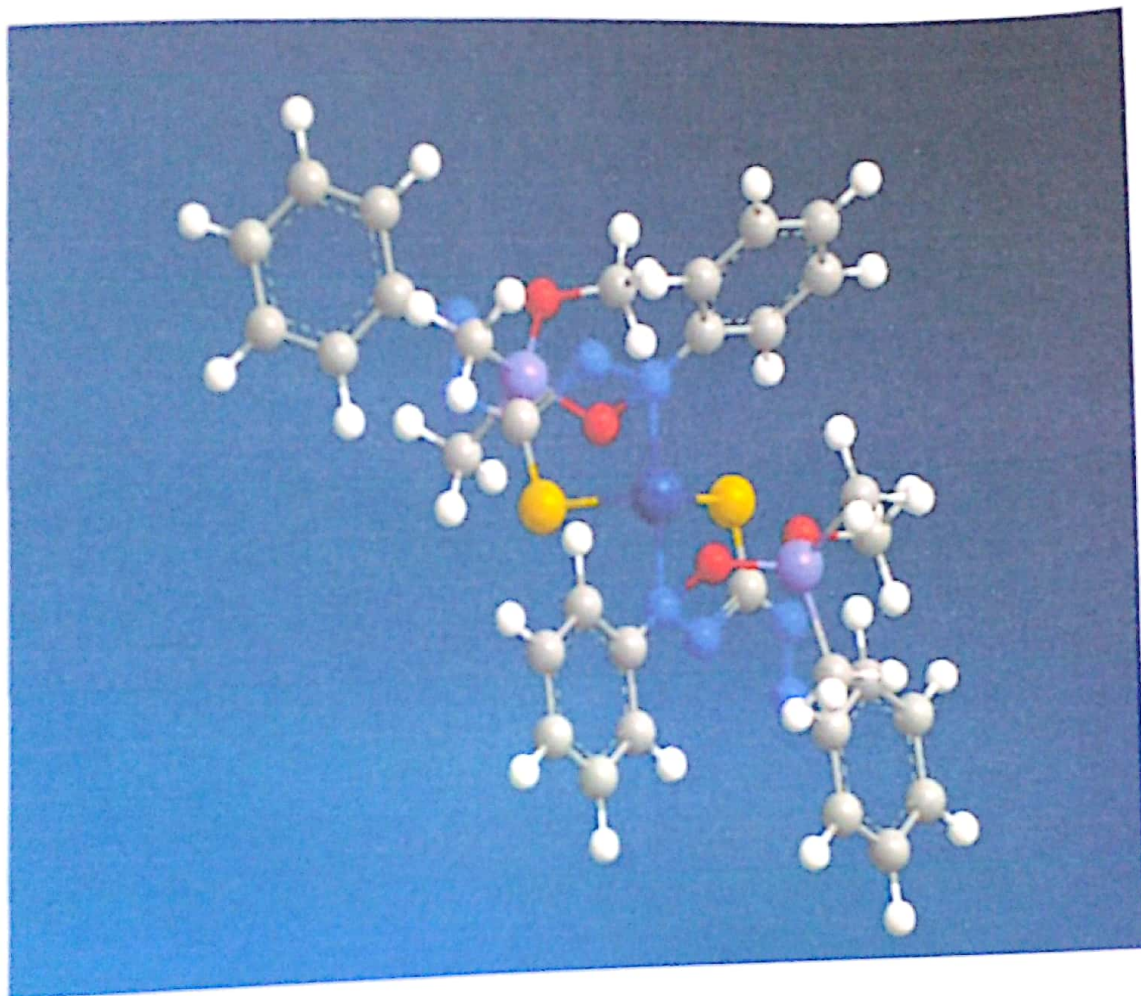
Tadqiqot ishida olingan sorbent va Cu(II) va Co(II) ionlari reaksiyaga kirishganda hosil bo'lgan kompleks birikmaning taxminiy formulasi quyidagicha:



**3.1-rasm. Mis (II) ionlarining SG-DT markali sorbent bilan hosil qilgan kompleks birikmasi**



Hosil qilingan koordinatsion birikmaning 3D formatdagi tasvirida Kulrangda markaziy atom sifatida Cu atomini, sariq rangda S atomlarini, ko'k rangda N atomlarini, qizil rangda O atomlarini, binafsha rangda C atomlarini ko'rishimiz mumkin. Bundan tashqari, benzol halqalari yaqqol tasvirlanganligini ko'rish mumkin.

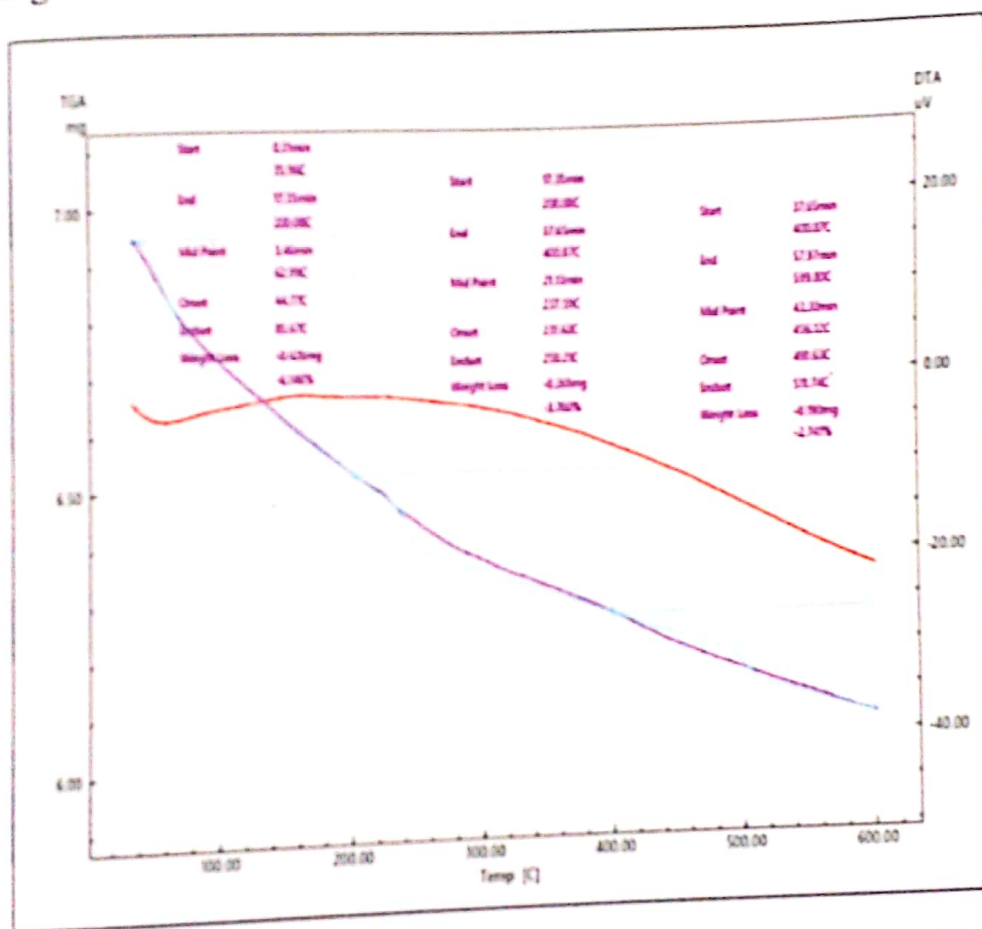


**3.2-rasm. Co(II) ionining SG-DT markali sorbent bilan hosil qilgan kompleks birikmasi tuzilishi.**

Ushbu Co atomining hosil qilgan kompleks birikmasining 3D formatdagi ko'rinishida to'q ko'k rangda Co atomi, och ko'k rangda N atomlari, sariq rangda S atomlari, qizil rangda O atomlari, binafsha rangda C atomlari tasvirlanganligini ko'rish mumkin. Bundan tashqari benzol halqalari kulrangda tasvirlanganligini ko'rishimiz mumkin. Bunda bog'lanish S atomlari hisobiga borib N-Me o'rtasida donor-akseptor bog' hosil bo'ladi.

### 3.2. Mis (II) va kobalt (II) ionlarining SG-DT sorbenti yordamida hosil qilgan kompleks birikmalarining termogravmetrik va differensial-termik analizi

Sintez qilingan SG-DT markali sorbent LABSYS EVO STA rusumli termogravmetrik analiz apparatida analiz natijalari olindi. Bunga ko'ra sorbent namunasidan 7 mg kukun holida olinib alyuminiy oksidi va platina aralashmasidan tayoorlangan temperaturaga chidamli bo'lgan tigelchaga joylashtirildi. Termik tahlil 1 soat mobaynida 600 °C haroratgacha olib borildi hamda quyidagi natijalarga erishildi:



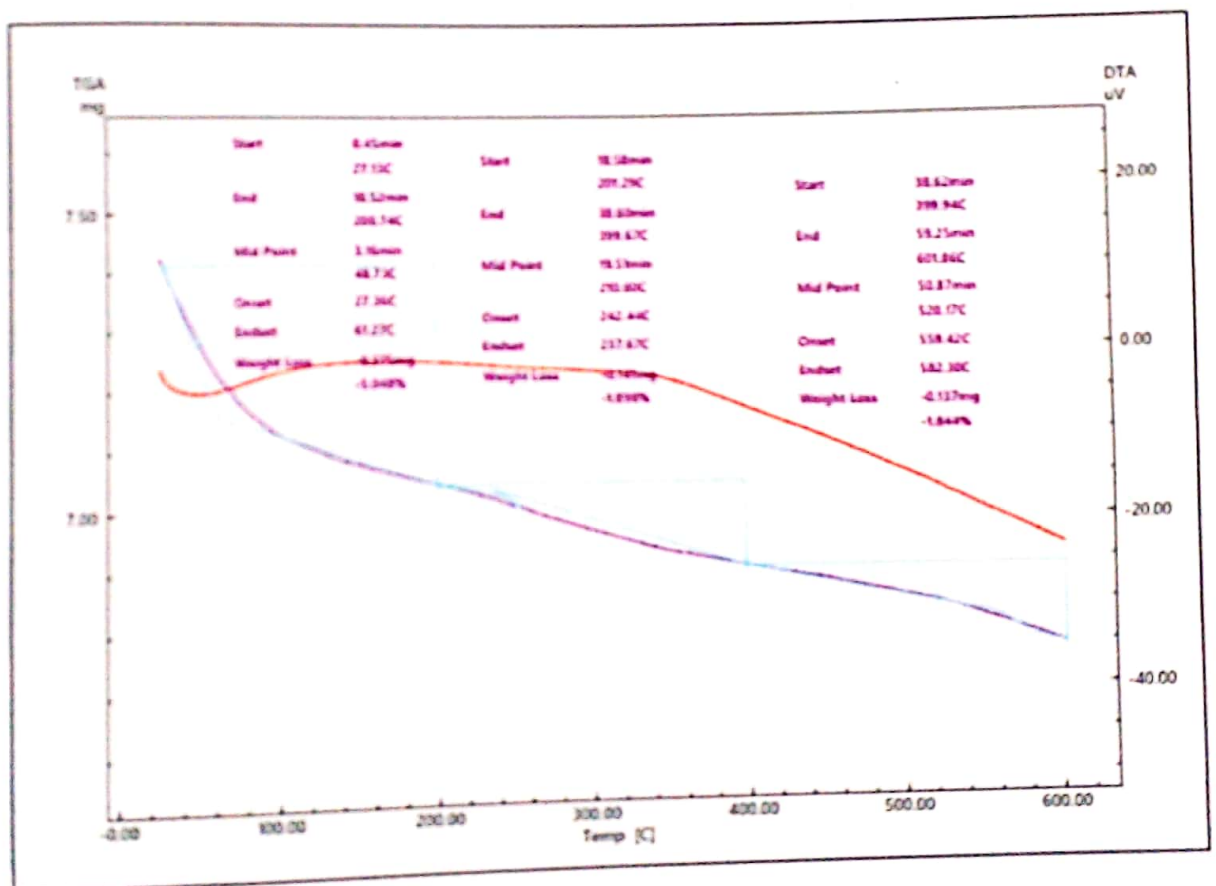
3.3-rasm. SG-DT markali sorbentning differensial-termik analizi

Analiz natijalariga ko'ra, Jarayonning 3,46-daqiqasidan boshlab harorat 62,99 °Cga yetganda modda o'z massasini yo'qota boshladi. Harorat 17,35 daqiqa mobaynida 200 °C gacha ko'tarilganda, sorbent o'zining 6,146 % massasini yo'qotdi, ya'ni 0,426mg miqdorga kamaydi. Shundan keyin qizdirish davom ettirildi. Termik tahlil jarayonining 37,65-daqiqasigacha qizdirish 400 °C gacha ko'tarib borildi. Harorat 400 °C ga yetganda modda o'zining yana 3,766 % bo'lgan

massasini, ya'ni, 0,261 mg miqdorini yo'qotdi. Termik tahlil jarayonining 37,65- daqiqasidan boshlab 60-daqiqasigacha harorat 600 °C gacha ko'tarib borildi. Temperatura 600 °C ga yetganda modda yana 2,741% ya'ni, 0,190 mg massasini yo'qotdi.

SG-DT sorbenti 1 soat vaqt mobaynida 20 °C dan 600 °C gacha haroratga ko'tarilganda umumiy 12,653 % miqdorini- 0,877 mg massasini yo'qotganligini ko'rish mumkin. Bundan shunday xulosa qilish mumkinki, sintez qilingan sorbent issiqbardosh, termik ta'sirlarga juda chidamli bo'lib, bu uning silikagel asosli sorbent ekanligi bilan izohlanadi. Silikagel issiqbardosh, yuqori haroratga chidamli barqaror modda hisoblanadi.

Shuningdek, SG-DT sorbentining Cu metali bilan hosil qilgan kompleks birikmasi ham termik analiz qilindi va quyidagicha natijalar olindi:



### 3.4-rasm. Cu-SG-DT kompleksining differensial- termik tahlili

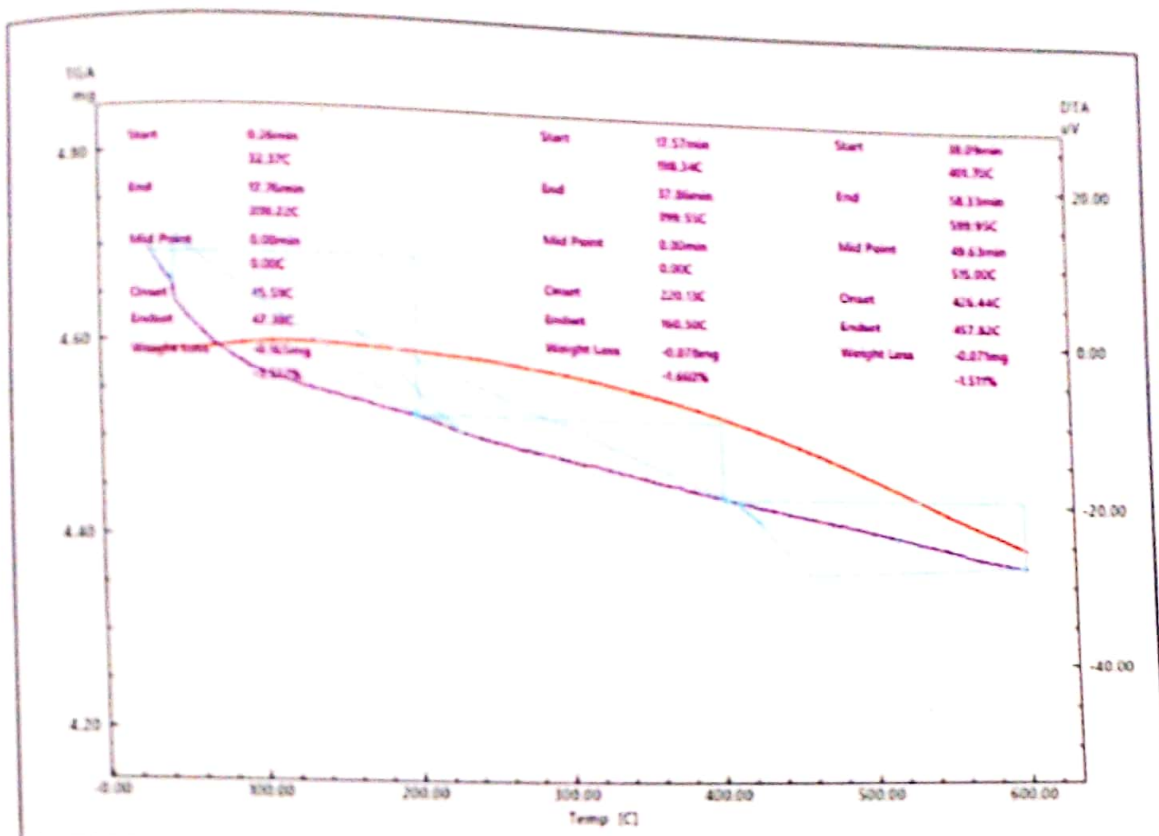
Analiz uchun mavjud kompleksning 7,4 mg namunasi olindi va 1 soat vaqt mobaynida 20-600 °C haroratgacha qizdirildi. Differensial-termik tahlildan quyidagi natijalarga erishildi:

Cu-SG-DT ning termogravmetrik tahlil natijalari

Vaqt (daqiqqa)	Harorat (°C)	Kamaydi		Qolgan modda massasi (mg)
		% hisobida	mg miqdorda	
3,16	48,73	0	0	7,4
18,52	200,74	5,048	0,375	7,025
19,51	210,6	1,898	0,141	6,884
59,25	601,86	1,844	0,137	6,747
59,25	601,86	8,79	0,653	6,747

Ushbu kompleks birikma natijalaridan shuni xulosa qilib aytish mumkinki, sintez qilingan sorbent termik ta'sirga juda chidamli bo'lib, u asosida olingan Cu ning kompleks birikmasi termik analizda tegishli sorbentga nisbatan ham kamroq massa yo'qotgan. Silikagel asosli sorbent metal komplekslari termik turg'unligiga alohida ta'sir ko'rsatadi.

Termogravmetrik tahlil SG-DT sorbentining Co bilan hosil qilgan kompleks birikmasida ham olib borildi. Co asosida olingan kompleks birikmaning termogravmetrik analizida quyidagicha diagramma olindi:



**3.5-rasm. Co-SG-DT ning differensial-termik analizi natijalari derivatogrammasi**

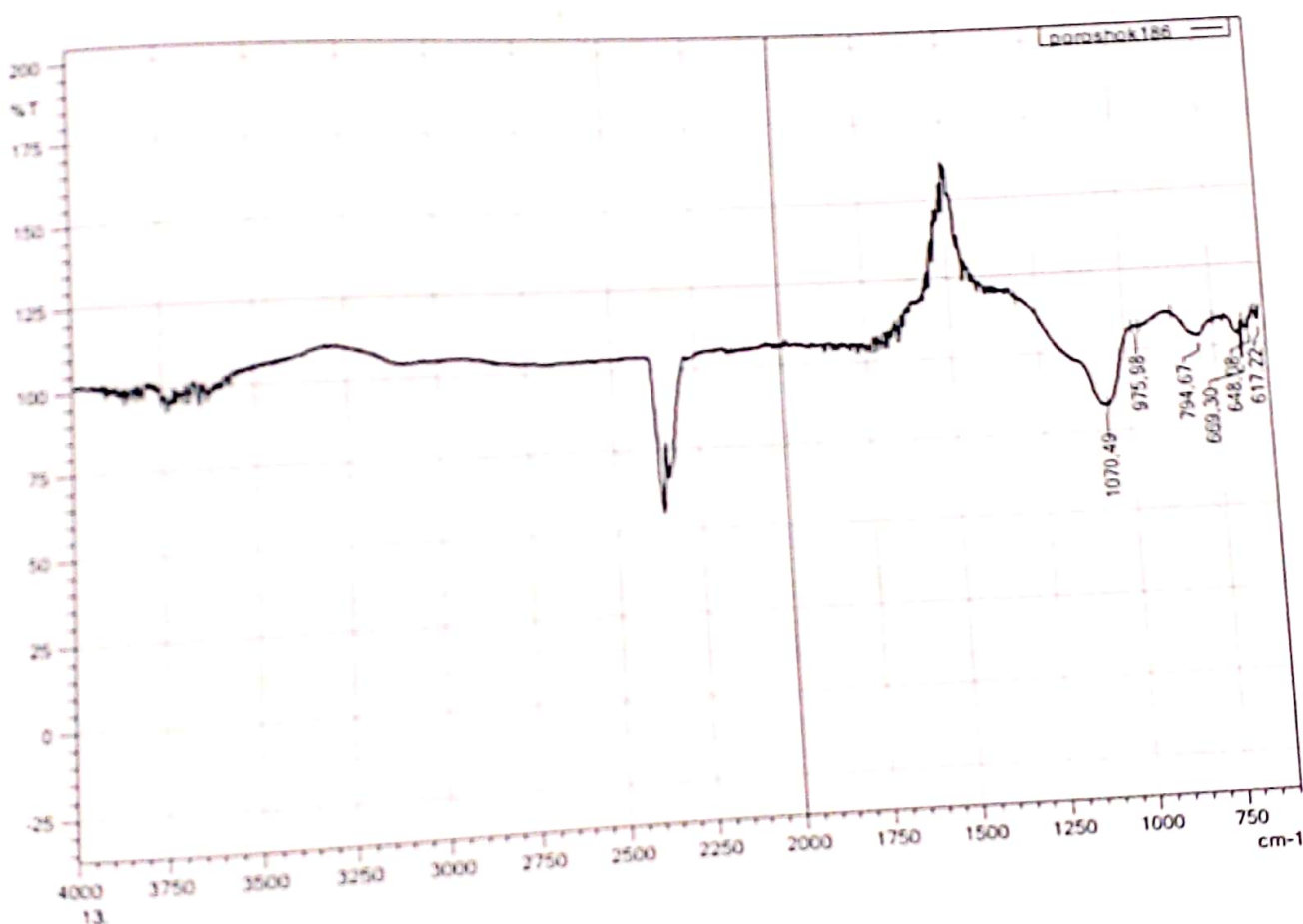
Analiz uchun 4,7 mg namuna olindi. Termik analiz 1 soat vaqt mobaynida 20-600°C gacha qizdirib olib borildi. Termik analiz natijalariga ko'ra, 17,76 daqiqa vaqt mobaynida 200 °C haroratgacha qizdirish olib borilganda namuna massasi 3,512% ya'ni 0,165 mg ga kamaydi. Bunda, harorat 45,59 °C ga yetganda massa kamaya boshlaganligi kuzatildi. Tahlil jarayoning 37,86-daqiqasigacha harorat 400 °C gacha oshirib borildi. Shu vaqt mobaynida 1,66 % - 0,078 mg massa yo'qotilganligi kuzatildi. Jarayon 58,33 daqiqa vaqt davom etdi va shu vaqt oralig'ida harorat 600 °C gacha ko'tarib borildi. 400-600 °C harorat oralig'ida massa yana 0,071 mg ga kamaydi. Co tutgan kompleks birikmaning ham termik turg'unligi nihoyatda yuqori ekanligiga ishonch hosil qilindi.

Ushbu differensial-termik analiz natijalari shuni ko'rsatadiki, silikagel asosli sorbentlar hamda u asosida olingan koordinatsion birikmalarning termik turg'unligi nihoyatda yuqori bo'lib ularga yuqori harorat ta'sir ettirilganda ham

parchalanib ketmaydi. Buning asosiy sababi, silikagelning fizik xossalariga borib taqaladi.

### 3.3. Sorbsiyalanuvchi birikmaning IQ-spektroskopik analizi natijalari tahlili

O'rganilayotgan kristall moddalar IQ -spektrlari "IR Traser-100" (SHIMADZU SORR., Yaponiya, 2017) spektrometrida qayd etildi. Dastlab, sintez qilingan silikagel asosli sorbent- SG-DT ning IQ-spektrlari olindi. Keyin ushbu sorbent asosida olingan Cu va Co birikmalari IQ-spektrlari olindi va ular natijalari taqqoslandi. Quyidagi spektrlarni keltirishimiz mumkin:

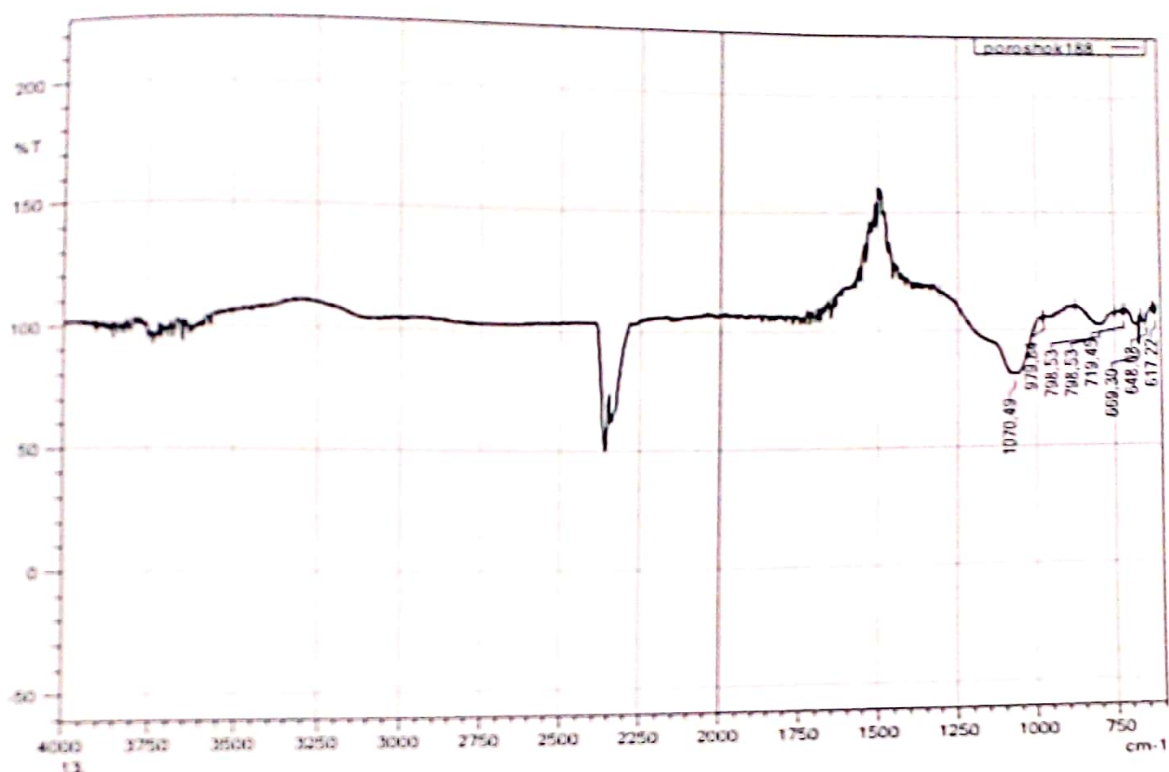


3.3.1-rasm.

#### Sintez qilingan SG-DT markali sorbentning IQ-spektrlari

Spektrning 1480-1500  $\text{cm}^{-1}$  oraliqdagi sohasida fenil ( $-\text{C}_6\text{H}_5$ ) guruhlarining halqa tebranishlari tufayli yuzaga kelgan polosalar joylashadi. Spektrning 600-650  $\text{cm}^{-1}$  oraliqdagi sohasida ( $-\text{S}\equiv\text{S}-\text{N}$ ) va ( $\text{Alk}_3\text{S}-\text{S}-$ ) guruhlarini deformatsion va valent tebranishlari tufayli, 1600-1680  $\text{cm}^{-1}$  oraliqdagi sohasida ( $-\text{N}=\text{N}-$ ) va ( $-\text{C}=\text{N}-$ )

valent tebranishlari tufayli yuzaga kelgan polosalar joylashadi. -S-H guruhining deformatsion tebranishlari tufayli hamda -C-SN guruhining valent tebranishlari natijasida yuzaga kelgan polosalar spektrning 794,67 va 669,30  $\text{cm}^{-1}$  oralig'idagi sohasiga to'g'ri keladi.



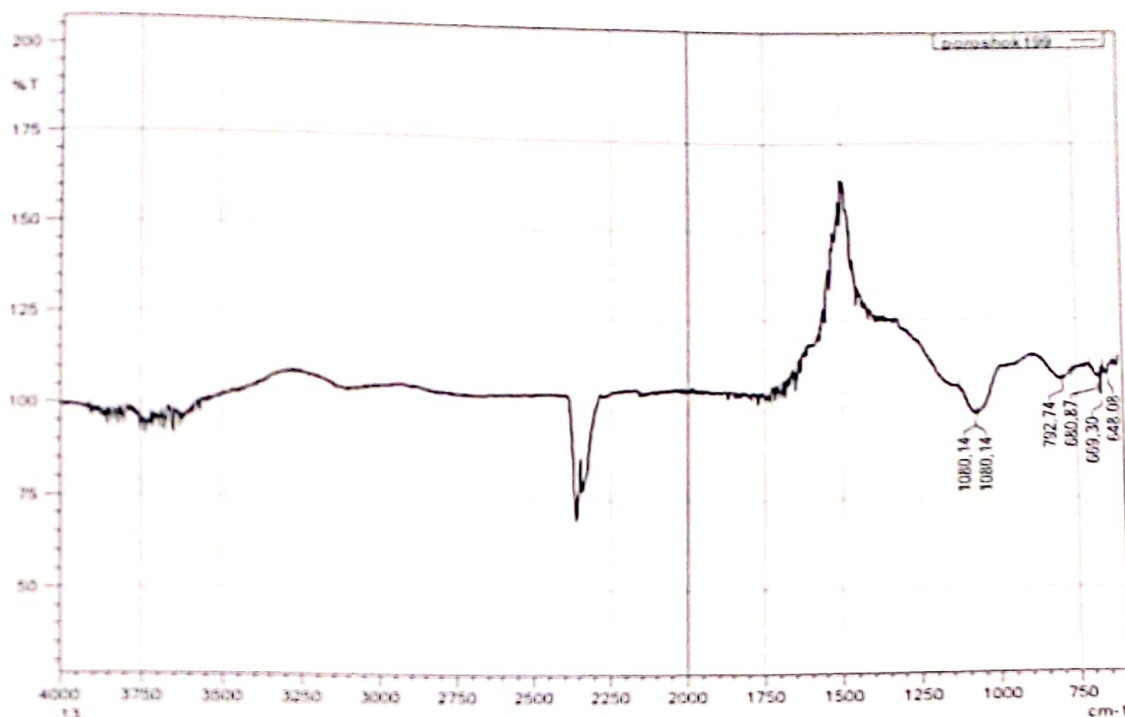
3.3.2-rasm. SG-DT sorbenti hamda mis(II) sulfat hosil qilgan kompleks birikmasi IQ-spektri

3.2-jadval

SG-DT markali sorbent bilan Cu(II) ionni hosil qilgan kompleks birikmaning IQ-spektrometrik analiz natijalari

IQ- spektrlaridagi tebranish chastotalari, $\text{cm}^{-1}$		Bog'lanishlar
SG-DT markali sorbent	SG-DT markali sorbent va Cu metali kompleks birikmasi	
1070,49	1070,49	(v) Si-O-
794,67	798,53	(d) -S-H
-----	719,45	Cu-S

Sintez qilingan SG-DT markali sorbentning mis(II)-sulfat bilan hosil qilgan kompleks birikmasi ning IQ-spektrida 719-798  $\text{cm}^{-1}$  oraliqdagi sohasidagi tebranishlar Cu-S guruhining tebranishiga to'g'ri keladi.



3.3.4-rasm. SG-DT sorbenti hamda kobalt(II) tuzi hosil qilgan kompleks birikmasi IQ-spektri

SG-DT markali mavjud sorbentning  $\text{Co}^{2+}$  ioni bilan hosil qilgan kompleks birikmasining IQ-spektri aniqlandi va quyidagi natijalarga erishildi:

3.3-jadval

SG-DT sorbenti va Co(II) ioni hozil qilgan kompleks birikmaning IQ-tahlil natijalari

IQ- spektrlaridagi tebranish chastotalari, $\text{cm}^{-1}$		Bog'lanishlar
SG-DT markali sorbent	SG-DT markali sorbent va Cu metali kompleks birikmasi	
1070,49	1080,14	(v) Si-O
794,67	792,74	(d) S-H
-----	680,87	Co-S



Sintez qilingan Co(II) sorbsiyasidan keyin 610-680  $\text{sm}^{-1}$  oraliq sohasidagi tebranishlarda yuzaga kelgan yangi polosalar esa Co-S o'rtasida yangi bog'lanish yuzaga kelganligini ifodalaydi.

Sorbentga Cu(II) va Co(II) ionlari sorbsiyalangandan keyin undagi yuzaga kelgan polosalar orqali yangi bog'lar hosil bo'lganligini kuzatishimiz mumkin. Cu(II) sorbsiyasida 719-798  $\text{sm}^{-1}$  oraliq sohasidagi tebranishlarda yuzaga kelgan polosalar Cu-S bog'lanish hosil bo'lganligini ifodalaydi.

### III bob bo'yicha xulosalar

- Kompleks hosil qilish reaksiyalari kimyosini o'rganish uchun sorbsion-fotometrik usul qo'llanildi. Me ionlarining sintez qilingan sorbent SG-DT (silikagel-ditizon) bilan reaksiyasining optimal sharoitini aniqlash uchun Me –  $S_{\text{sorbent}}$  kompleksining yutilish spektri o'rganildi va reaksiyaning sezgirligi mavjud usullar bo'yicha aniqlandi.
- Cu(II) ning silikagel matritsaga nokovalent immobillangan sorbent bilan hosil qilgan kompleks birikmasi ustida IQ-spektrometrik analiz olib borildi va adsorbsion xossalari o'rganildi..
- Olingan sorbent hamda u asosidagi Cu hamda Co metallari hosil qilgan birikmalarning differensial termik analizi olib borildi hamda ularning termik turg'unligi aniqlandi.
- Silikagel nihoyatda termik ta'sirlarga chidamli bo'lganligi bois, u asosida sintez qilingan sorbentlar va metal komplekslari ham termik turg'unligi juda yuqori ekanligiga ishonch hosil qilindi.
- Yuqoridagilardan kelib chiqib shuni xulosa qilish mumkinki, tarkibida N va S bo'lgan ligandlar silikagel matritsaga nokovalent (fizikaviy) immobillanganda 3d-metallar bilan yaxshi reaksiyaga kirishadi va mustahkam barqaror kompleks birikmalar hosil qiladi.
- Sintez qilingan sorbent hamda kompleks birikmaning IQ-spektrlari o'rganildi va taqqoslandi. Me-S va Me-N bog'lari hosil bo'lishi kuzatildi.

## Xulosa

Ilmiy-tadqiqot ishlari natijalariga ko'ra quyidagilar aniqlandi:

1. Samarali sorbentlar topish maqsadida silikagel-ditizon sorbenti sintez qilindi. Sintez qilingan sorbentning tuzilishi IQ-spektral analiz usullari yordamida tasdiqlandi. Ularning fizik-kimyoviy doimiyliklari aniqlandi.

2. SG-DT (silikagel-ditizon) markali sorbentning sorbsion xossalari IQ-spektrometrik usullar yordamida o'rganildi. Sorbsiya samaradorligiga reagentning tuzilishi, kislota tabiati va konsentratsiyasi ta'siri o'rganildi.

3. Sintez qilingan SG-DT markali sorbentning mis(II) va kobalt(II) ionlariga nisbatan sorbsion xossasi o'rganilganda ammiakli erimalardan mis(II) va kobalt(II) ionlarini ajratish uchun samarali sorbent deb topildi ( $S_{NH_3} = 0,1 - 3,0M$ ,  $Y_{e_{Co}} = 95-98\%$ ).

4. Kompleks hosil qilish reaksiyalari kimyosini o'rganish uchun sorbsion-spektrofotometrik usul qo'llanildi. mis(II) va kobalt(II) ionining SG-DT markali sorbent bilan fotometrik reaksiyasining optimal sharoitini aniqlash uchun  $Me - S_{sorbent}$  kompleksining yutilish spektri o'rganildi va reaksiyaning sezgirligi ma'lum usullar bo'yicha aniqlandi.

5. Azot-oltingugurt sohasidagi tebranishlarining umumiy ko'rinishi sezilarlicha o'xshash bo'lib, XYNSS (bu yerda X,U-O yoki S) tetraedrik tuzilishga yaqin deb tahmin qilish mumkin bir vaqtning o'zida spektrlar o'zaro farq qilib alkoksiguruhning alkil guruh bilan almashingandagi azot-oltingugurt bog'i elektron holatining o'zgarishiga bog'liq.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YHATI

1. Mirziyoyev Sh.M. "Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak" Toshkent, "O'zbekiston" 2017
2. Mirziyoev Sh.M. "Buyuk kelajagimizni mard va oliyjanob xalqimiz bilan birga quramiz" Toshkent. "O'zbekiston", 2017 y. 165 bet.
3. 2017 yil 29 avgustdagi PQ-3246-sonli «Kimyo sanoati tashkilotlarining eksport-import faoliyatini takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida» gi, [www.lex.uz](http://www.lex.uz)
4. 2018 yil 17 yanvardagi PQ-3479-sonli «Mamlakat iqtisodiyoti tarmoqlarining talab yuqori bo'lgan mahsulot va xomashyo turlari bilan barqaror ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida» gi qarori
5. 2019 yil 3 apreldagi PQ-4265-sonli «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida» gi qarorlari
6. Грачек В.И., Шункевич А.А., Марцынкевич Р.В., Исакович О.И. Новый волокнистый селективный сорбент по ионам марганца // Тезисы докладов 19 Менделеевский съезд по общей и прикладной химии, Т. 3., Волгоград, 25-30 сент., 2011, с. 60.
7. Singru R. N., Gurnule W. B., Khati V. A., Zade A. B., Dontulwar J. R. Eco-friendly application of p-cresol – melamine - formaldehyde polymer resin as an ion-exchanger and its electrical and thermal study / Desalination, 2010, Volume 263, № 1, Pages 200-210.
8. Неудачина Л.К., Ятлук Ю.Г., Баранова Н.В., Пестов А.В., Вшивков А.А. Синтез и физико-химические свойства хелатных сорбентов с функциональными группами N-арил-3-аминопропионовых кислот // Известия РАН. Серия хим. 2006. № 5. С. 800-806.
9. Shah Bhavna A.; Shah Ajay V.; Tailor Ritesh V. Characterization of hydroxybenzoic acid chelating resins: equilibrium, kinetics, and isotherm profiles

for Cd(II) and Pb(II) uptake // J. Serb. Chem. Soc. 2011. Volume 76, № 6, p. 903-922.

10. Гаджиева С. Р., Джафарова Н. М., Бахманова Ф. Н., Гамидов С. З., Чырагов Ф.М. Сорбционное определение кобальта(II) на хелатообразующим сорбенте на основе полибутадиена // журн. Экол. и пром-сть России, 2012, июль, с. 36-37

11. Pestov A.V., Slepukhin P.A., Yatluk Y.G., Charushin V.N., Chupakhin O. N. Synthesis of chelating polymer solvents by using the S[N]{H} // J. Appl. Polym. Sci., -2012, -V.125, -№ 3, -p. 1970-1978.

12. Авторское свидетельство № 516701, кл. С 08 F 8/40, 1977, Способ получения комплексообразующего ионита / Балакин В.М., Тэслер А.Г., Пушкарева З.В., Афанасьева Т.М.

13. Horwitz E. Ph., Dietz ML, Rhoads S., Felinto C., Gale NH //Houghton J., Anal. Chim. Acta. – 1994. – Т. 292. – №. 3. – С. 263-273.

14. Marjani, K.; Khalesi, M.; Ashouri, A.; Jalali, A.; Ziyaei-Halimehjan, A.; *Synth. Commun.* 2011, 41, 451

15. Исмаилов И.И., Джалилов А.Т., Аскарлов М.А. Химически активные полимеры и олигомеры. – Ташкент: -Фан, -1993. -232 с.

16. Абдутаалипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Исследование комплексообразующей способности ионитов поликонденсационного типа // VII Всероссийская интерактивная конф.(с международным участием) молодых учёных / Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии, Саратов, -2010. - С.235-236.

17. Hojamberdiev M. Kadirova, Z. C., Daminova, S. S., Yubuta, K., Razavi-Khosroshahi, H., Sharipov, K. T., Hasegawa M., Amorphous Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nanoparticles embedded into hypercrosslinked porous polymeric matrix for designing an easily separable and recyclable photocatalytic system //Applied Surface Science. – 2019. – Т. 466. – С. 837-846.

18. L. Tan, B. Tan, Hypercrosslinked porous polymer materials: design, synthesis, and applications, Chem. Soc. Rev. 46 (2017) 3322–3356.

19. N.N. Popova, V.I. Zhilov, S.V. Demin, A.Yu. Tsivadze, Sorption of americium (III) from multicomponent solutions with sorbents based on dibenzo-18-crown-6 and its derivatives, Russ. J. Inorg. Chem. 60 (2015) 754–758.
20. Абдудалипова Н.М., Турсунов Т.Т., Назирова Р.А., Мухамедова М.А. Исследование комплексообразующей способности ионитов поликонденсационного типа // VII Всероссийская интерактивная конф.(с международным участием) молодых учёных / Современные проблемы теоретической и экспериментальной химии, Саратов, -2010. - С.235-236.
21. Даминова Ш.Ш., Кадырова З.Ч., Сафаров Е.Т., Пардаев О.Т., Шарипов Х.Т. ИК-спектроскопическое исследование хелатообразующих сорбентов на основе сополимера стирола и дивинилбензола и их комплексов с Ag(I), Cu(II), Ni(II), Fe(III) // Узб. хим. ж. 2013, №6, с. 6-9.
22. Касимов Ш. А., Тураев Х. Х., Джалилов А. Т. Исследование процесса комплексообразования ионов некоторых двухвалентных 3d-металлов синтезированным хелатообразующим сорбентом //Universum: химия и биология. – 2018. – №. 3 (45).
23. Патент РФ 2011657, C08J5/20, 1994, Способ получения комплексообразующего ионита / Мясоедова Г.В., Лилеева Л.В., Крылова И.Л., Комозин П.Н., Щербинина Н.И.
24. Эрмуратова Н. А., Касимов Ш. А., Тураев Х. Х. Синтез и исследование хелатообразующего сорбента на основе карбамида, формальдегида и 2-аминопентандиовой кислоты //Universum: технические науки. – 2021. – №. 4-4 (85). – С. 71-73.
25. Biaduń E. et al. Direct speciation analysis of thallium based on solid phase extraction and specific retention of a Tl (III) complex on alumina coated with sodium dodecyl sulfate //Microchimica Acta. – 2016. – Т. 183. – №. 1. – С. 177-183.

26. Hu K. et al. Preparation of an Aluminum and Iron-Based Coagulant From Fly Ash for Industrial Wastewater Treatment //Clean-Soil, Air, Water. – 2017. – Т. 45. – №. 9. – С. 1600437.
27. Garcia-Costa A. L., Zazo J. A., Casas J. A. Microwave-assisted catalytic wet peroxide oxidation: Energy optimization //Separation and Purification Technology. – 2019. – Т. 215. – С. 62-69.
28. Kadirova Z. C. et al. Simultaneous removal of  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  and  $\text{Ni}^{2+}$  from aqueous solution by thermally activated combinations of steel converter slag and spent alumina catalyst //Journal of water process engineering. – 2015. – Т. 8. – С. 151-159.
29. Leng Y. et al. Colorimetric response of dithizone product and hexadecyl trimethyl ammonium bromide modified gold nanoparticle dispersion to 10 types of heavy metal ions: understanding the involved molecules from experiment to simulation //Langmuir. – 2013. – Т. 29. – №. 25. – С. 7591-7599.
30. Kasimov Sh.A., Turaev Kh. Kh., Djalilov A.T. Synthesis and research of nitrogen and oxygen containing polycondensation sorbent // Proceedings of the III tashkent International innovation forum, 10-12 may, 2017, V. 2. P.133-139.
31. Wołowicz A., Hubicki Z. Adsorption characteristics of noble metals on the strongly basic anion exchanger Purolite A-400TL // J. Mater Sci. -2014. -V.49, - p.6191–6202
32. Соттикулов Э.С., Бекназаров Х.С., Эшкурбанов Ф.Б. Синтез и исследование сорбционных свойств модифицированной ортокремниевой кислоты этаноламинами // Композиционные материалы, №1, 2017, с. 79-81.
33. Кулюхин С. А., Горбачева М. П., Красавина Е. П., Мизина Л. В., Румер И. А., Коновалова Н. А. Извлечение  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{90}\text{Y}$  и ионов d-элементов из водных растворов с помощью сорбентов, содержащих триэтилендиамин // Радиохимия, -2011, -Т.53, -№ 3, -с. 252-256.

34. Пахнутава Е. А., Слизов Ю. Г. Синтез и исследование структурных и хроматографических характеристик хелатсодержащих сорбентов на основе силикагелей // Ж. прикл. химии, 2013, Т. 86, № 4, с. 567-572.
35. Wang Z., Yin P., Qu R., Xu Q. Heterogeneous synthesis of chelating resin organophosphonic acid-functionalized silica gel and its adsorption property of heavy metal ions from fuel ethanol solutions // J. Appl. Polym. Sci. -2012, -V.126, -№ 2, -р. 544-551.
36. Gao B.; Jiang G.; An F. Preparation of iminodiacetic acid-type composite chelating material IDAA-PGMA/SiO<sub>2</sub> and preliminary studies on adsorption behavior of heavy metal ions and rare earth ions // J. Appl. Polym. Sci. -2012, -V.125, -№ 4, -р. 2529-2538.
37. Зуб Ю.Л. Новые мезопористые сорбенты с комплексообразующим поверхностным слоем // Материалы III международного симпозиум по сорбции и экстракции, Владивосток, 20-24 сентября, 2010, с. 67-84.
38. Авторское свидетельство № SU 1590096 A1, кл. В 01 D 15/08, 1990, Способ получения сорбента для извлечения ионов металлов из растворов / Скопенко В.В., Трофимчук А.Ф., Брускина А.М., Симонова Л.Н., Тряшин А.С.
39. Авторское свидетельство № SU 1437776 A1, кл. G 01 N 30/48, В 01 J 20/10, 1988, Способ для извлечения ионов переходных металлов из расворов и хроматографии / Юферова И.Б, Фадеева В.И., Тихомирова Т.И., Кудрявцев Г.В., Лисичкин Г.В.
40. Silicycle. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [HYPERLINK "http://www.silicycle.com/"](http://www.silicycle.com/)
41. Sigma-aldrich. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [HYPERLINK "http://www.sigmaaldrich.com/catalog"](http://www.sigmaaldrich.com/catalog)
42. Лосев, В.В. Кремнеземы, химически модифицированные серосодержащими группами, для концентрирования, разделения и определения благородных и цветных металлов: автореф. дис. Доктора

химических наук: 02.00.02 / Лосев Владимир Николаевич. – Томск., 2007. – 43 с.

43. Опенко В.В. Новые функционализированные силикагели для сорбционно-спектроскопических методов определения тяжелых металлов: дис. кандидат химических наук: 02.00.02 / Опенько Виктор Владимирович. – Краснодар., 2014. – 158 с

44. Кузнецов Н.Т. Горизонты координационной химии // XXV международная Чугаевская конференция по координационной химии и II молодежная конференция-школа «Физико-химические методы в химии координационных соединений», -Суздаль, 6-11 июня 2011. -с. 9.

45. Horwitz E., Dietz M., Chiarizia R. The application of novel extraction chromatographic materials to the characterization of radioactive waste solutions //Journal of Radioanalytical and nuclear chemistry. – 1992. – Т. 161. – №. 2. – С. 575-583.

46. Попова Н. Н. и др. Сорбция америция (III) из многокомпонентных растворов сорбентами на основе макроциклических полиэфинов //Журнал неорганической химии. – 2011. – Т. 56. – №. 7. – С. 1196-1201.

47. Goswami A., Singh A.K. Enrichment of iron(III), cobalt(II), nickel(II), and copper(II) by solid-phase extraction with 1,8-dihydroxyanthraquinone anchored to silica gel before their determination by flame atomic absorption spectrometry // Analytical and Bioanalytical Chemistry, -2002, -V. 374, -I. 3, -p. 554–560.

48. Zougagh M., Cano Pavron A., Torres G. Chelating sorbents based on silica gel and their application in atomic spectrometry // Anal Bioanal Chem, - 2005, -V. 381, -p. 1103–1113.

49. Osman M.M., Kholeif S.A., Al-Maaty N.A., Mahmoud M.E. Metal sorption, solid phase extraction and preconcentration properties of two silica gel phases chemically modified with 2-hydroxy-1-naphthaldehyde // Microchim Acta. -2003, -№143 -p.25-31.



50. Wu X.Z., Liu P., Pu Q.S., Sun Q.Y., Su Z.X. FAAS Determination of Palladium After FI On-line Micro-column Preconcentration and Separation With Dicyandiamide-formaldehyde Resin Immobilized Silica Gel // *At. Spectrosc.* -2005, -v.26, -I. 04, -p.162-165

51. Лосев В.Н. Применение кремнезема, модифицированного полигексаметиленгуанидином и 8-оксихинолин-5-сульфокислотой, для концентрирования и сорбционно-атомно-эмиссионного определения металлов в природных водах // *Аналитика и контроль.* – 2009. – Т. 13. – № 1. – С. 33-39.

52. Lessi P., Dias F., Newton L., Moreira J.C., Campos J.T.S. Sorption and preconcentration of metal ions on silica gel modified with 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole // *Anal. chim. Acta.* –1996. –V.327. –№2. –P.183-190.

53. Kubota, L.T. Adsorption of metal ions from ethanol on an iminosalicyl – modified silica gel / L.T. Kubota, J.C. Moreira, Y. Gashikem // *Analist.* –1989. –V.114. –№11. –P.1385-1388.

54. Tong, A. Preconcentration of copper, cobalt and nickel with 3-methyl-1-phenyl-4-stearoyl-5-pyrazolone loaded on silica gel / A. Tong, Y. Akama, S. Tanaka // *Analist.* –1990. –V.115. –№7. –P.947-949.

55. Li K., Liu F., Dong W., Tong S. Preconcentration and separation of metal ions using 1-(2-pyridylazo)-2-naphthol loaded on silica gel // *Acta Sci. Natur. Unif. Pekinensis.* –1992. –V.28. –№2. –P.202-208.

56. Тихомирова Т.И., Лукьянова М.В., Фадеева В.И., Кудрявцев Г.В., Шпигун О.В. Концентрирование некоторых переходных металлов на кремнеземе с привитыми группами иминодиуксусной кислоты // *Журнал аналитической химии.* –1993. –Т.48. –№1. –С.73-77.

57. Тимофеев К. Л.; Набойченко С. С.; Лебедь А. Б.; Акулич Л. Ф. Определение оптимального режима сорбции в процессе очистки шахтных вод от цветных металлов // *Труды Международного конгресса "Фундаментальные основы технологий переработки и утилизации"*

техногенных отходов", посвященного 80-летию науки Урала (ТЕХНОГЕН - 2012), Екатеринбург, 13-15 июля, -2012, -с. 290-294.

58. Полянский Н. Г., Горбунов Г. В., Полянская Н. Л. Методы исследования ионитов. М. : Химия, 1976. 286 с.

59. Кокотов Ю. А., Пасечник В. А. Равновесие и кинетика ионного обмена. Л. : Химия, 1970. 336 с.

60. Ковалева Е.Г. Особенности комплексообразования Си (II) со сшитыми полиакрилатами: взаимосвязь рН внутри зерна ионита со структурой и каталитическими свойствами ионитных комплексов. Автореф. дисс... канд. химич. наук. -Екатеринбург, 1998. -18 с.

61. Шепетюк Л.В. Изучение сорбционных свойств винилпиридинового амфолита АНКБ-2. И. Поглощение редкоземельных элементов / Л.В. Шепетюк, Н.Н. Маторина, Т.И. Бакаева, К.В. Чмутов // Журн. физ. химии. -М.: -1978. -Т. 52. -№ 7. -С. 1739-1743.

62. Темердашев З.А., Коншина Д.Н., Коншин В.В. Селективное концентрирование  $Co^{2+}$  на целлюлозных сорбентах, содержащих иммобилизованную азогидразонную группу // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. - 2010. - Т. 76. - № 5. - С. 3-6.

63. Грачек В.И., Шункевич А.А., Марцинкевич Р.В. Синтез и сорбционные свойства новых волокнистых азотфосфорсодержащих ионитов // Журн. прикл. химии. - 2011. - Т. 84. - Вып. 8. - С. 1270-1275.

64. Неудачина Л.К., Пестов А.В., Баранова Н.В., Старцев В.А. Новые хелатные сорбенты: свойства и применение для сорбционно-спектро스코пического определения ионов переходных металлов // Аналитика и контроль. - 2011. - Т. 15. - № 2. - С. 238-250.

65. Ергожин, Е. Е. Сорбция ионов тяжелых цветных металлов из растворов сложного состава полифункциональными анионитами / Е. Е. Ергожин, Т. К. Чалов, А. И. Никитина, Т. В. Ковригина, К. Х. Хакимболатова // Цветные металлы. - 2008. - № 3. - С. 35-37.