

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY TA'LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
MAGISTRATURA BO'LIMI**

Qo'lyozma huquqida

UDK 543.544-414.5

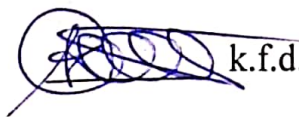
**ESHQURBONOVA MUNISAXON BOZOR QIZINING
TARKIBIDA AZOT, OLTINGUGURT BO'LGAN KOMPLEKS HOSIL
QILUVCHI SORBENTLAR SINTEZI VA ULAR YORDAMIDA Cu(II),
Zn(II), Ag(I) IONLARI SORBSIYASI**

70530101– kimyo (fan yo'nalishi bo'yicha)

magistr akademik darajasini olish uchun yozilgan

DISSERTATSIYA

Ilmiy rahbar:



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

TERMIZ- 2023

Magistrlik dissertatsiyasi mavzusi Termiz davlat universiteti rektorining 2022-yil 3-dekabrdagi №- 54-T/M sonli buyrug'i asosida tasdiqlangan.

Magistrlik dissertatsiyasi Termiz davlat universiteti, Kimyo fakulteti noorganik kimyo kafedrasida bajarilgan.

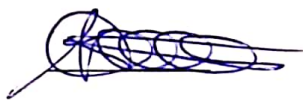
Magistrlik dissertatsiyasi elektron nusxasi Termiz davlat universitetining rasmiy veb sahifasiga joylashtirilgan.

Dissertatsiya manziling QR-kodi:



Magistrlik dissertatsiyasi bilan Termiz davlat universitetining axborot-resurs markazida tanishish mumkin. (1) raqam bilan ro'yxatga olingan. Manzil: Termiz shahar, Barkamol avlod ko'chasi (43-uy).

Ilmiy rahbar:



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

Kafedra mudiri:



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

Magistratura bo'limi boshlig'i:



PhD. Narbayev A. B.

**70530101– Kimyo (fan yo‘nalishi bo‘yicha) mutaxassisligi magistranti
Eshqurbonova Munisaxon Bozor qizining “Tarkibida N, S bo‘lgan kompleks
hosil qiluvchi sorbentlar sintezi va ular yordamida Cu(II), Zn(II) va Ag(I)
ionlarining sorbsiyasi” mavzusidagi magistrlik dissertatsiyasi ishi**

ANNOTATSIYASI

Tayanch so‘zlar: Sorbentlar, ionitlar, koordinatsion birikmalar, kompleks birikmalar, ligandlar, ion almashinuvchi smolalalar, kislota-asosli xossa, sorbsiya jarayoni, differensial termik analiz (DTA), termogravimetrik analiz (TGA), IQ-spektral analiz, dimetiloltiokarbamid, polimer xelatlar hosil qilish, sorbentlar, avtomatik aralashtirgich, qaytarma sovutkich.

Tadqiqot ob‘ekti sifatida tarkibida azot va oltingugurt donor atomlarini tutgan, tiokarbamid, formaldegid va ditizon asosida olingan (TFD-1 markali), dimetiloltiokarbamid va melamin asosidagi (DM-1 markali) sorbentlar va olingan sorbentlarga Cu(II), Zn(II) va Ag(I) ionlarining sorbsiyasi natijasida hosil bo‘lgan koordinatsion birikmalari olingan.

Ishning maqsadi: Tarkibida S, N bo‘lgan kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintez qilish va ularning Cu(II), Zn(II) va Ag(I) metall ionlarining individual eritmalarida sorbsiya jarayonini olib borish, olingan sorbentning hamda tegishli ionlar bilan hosil qilgan kompleks birikmlarning tuzilishi, tarkibi hamda fizik-kimyoviy xususiyatlarini turli analiz usullari orqali tadqiq qilish orqali tegishli natijalar olishdan iborat bo‘ldi.

Tadqiqot metodlari: IQ-spektroskopiya, differensial termik tahlil (DTA), termogravimetrik analiz, kompleksonometriya, spektrofotometriya, kvant-kimyoviy hisoblash.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, tarkibida azot va oltingugurt donor atomlarini tutgan yangi makrosiklik ligandli sorbentlarni sintez qilish usullari va Cu(II), Ag(I), Zn(II) ionlarining sintez qilingan sorbentlar bilan koordinatsion birikmalar hosil qilishining qulay sharoitlari olindi. Sorbsiya

jarayoni natijasida hosil bo'lgan koordinatsion birikmanig tuzilishi kvant kimyoviy hisoblash usullari orqali ko'rsatib berildi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati: Sorbsion qobiliyati yuqori bo'lgan sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi sorbentlar respublikamiz gidrometallurgiya korxonalari chiqindi eritmalari tarkibidagi juda kam miqdordagi rangli metallar ionlarini ajratib olish hamda sanoat oqava suvlarini tozalash muammolarini hal qilishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi: Sintez qilingan birikmalarning IQ-spektroskopiya, differensial skanerlovchi kalorimetriya , spektrofotometriya, kompleksonometriya, kvant kimyoviy hisoblash kabi usullar yordamida eksperimental natijalar olinganligi bilan asoslangan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat: Tiokarbamid, formaldegid, ditizon hamda Tiokarbamid, formaldegid, melamin, asosidagi 2xil sorbent olindi va olingan sorbentlarning tegishli metall ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarning tarkibi, tuzilishi va xossalari zamonaviy usullar yordamida o'rganildi.

Qo'llanilish sohasi: Qishloq xo'jaligi, gidrometallurgiya sanoati (metallarni konsentrlash va ajratishda), AES sohasi, oqova, sanoat chiqindi suvlarini tozlash texnologiyasi, analitik va noorganik kimyo sohasida kompleks birikmalarni tadqiq qilish.

ANATATION

“Sorption of Cu(II) Zn(II) Ag(I) in sorbents, containing sulfur and nitrogen synthesized” dissertation on the topic

Keywords: Sorbents, ionites, coordination compounds, complex compounds, ligands, ion-exchange resins, acid-base property, sorption process, differential thermal analysis (DTA), thermogravimetric analysis (TGA), IR-spectral analysis, dimethylolthiourea, formation of polymer chelates, sorbents, automatic mixer, reflux cooler.

Research object. Sorbents containing nitrogen and sulfur donor atoms based on thiourea, formaldehyde and dithizone (TFD-1 brand), dimethylolthiocarbamide and melamine based (DM-1 brand) sorbents, and Cu(II), Zn(II) and Ag(I) to the obtained sorbents coordination compounds formed as a result of sorption of ions were obtained.

Purpose: synthesis of complex-forming sorbents containing S, N and their sorption process in individual solutions of Cu(II), Zn(II) and Ag(I) metal ions It consisted in obtaining appropriate results by researching the structure, composition and physico-chemical properties of compounds through various analysis methods.

Research methods: IR-spectroscopy, differential thermal analysis (DTA), thermogravimetric analysis (TGA), complexonometry, spectrophotometry, quantum-chemical calculation.

Scientific significance: Methods of synthesis of new macrocyclic ligand sorbents containing nitrogen and sulfur donor atoms and favorable conditions for formation of coordination compounds of Cu(II), Ag(I), Zn(II) ions with synthesized sorbents were obtained. The structure of the coordination compound formed as a result of the sorption process was shown by quantum chemical calculation methods.

Practical significance: Synthesized complex-forming sorbents with high sorption capacity serve to solve the problems of extracting a very small amount of non-ferrous metal ions from the waste solutions of hydrometallurgical enterprises of our republic and cleaning industrial wastewater.

Reliability of results: It is based on experimental results of synthesized compounds using methods such as IR-spectroscopy, differential scanning calorimetry, spectrophotometry, complexonometry, quantum chemical calculation.

Scientific novelty: 2 types of sorbents based on thiourea, formaldehyde, dithizone and thiourea, formaldehyde, melamine were obtained and the composition, structure and properties of the coordination compounds formed by the obtained sorbents with the corresponding metal ions were studied using modern methods.

Field of application: Research of complex compounds in agriculture, hydrometallurgical industry (concentration and separation of metals), NPP field, sewage, industrial waste water treatment technology, analytical and inorganic chemistry.

	MUNDARIJA	
	KIRISH	
1 BOB	KOMPLEKS HOSIL QILUVCHI SORBENTLAR ULARNING d-METALL IONLARI BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMLARI BO'YICHA NAZARIY TAHLILLAR	3
1.1.§	Kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintezi usullari, turlari, xossalari, qo'llanilish sohalari	8
1.2.§	Kompleks hosil qiluvchi sorbentlarning turli metall ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari	16
1.3.§	Metallar ionlarining sorbentlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining tadqiqot usullari	25
	1-bob bo'yicha xulosalar	29
2 BOB	TARKIBIDA N, S BO'LGAN SORBENTLAR SINTEZI VA ULAR YORDAMIDA Cu(II), Zn(II) VA Ag(I) SORBSIYASI	30
2.1.§	Dastlabki moddalar va tadqiqot usullari	30
2.2.§	Tiokarbamid-formaldegid va ditizon asosida TFD-1 hamda tiokarbamid-formaldegid melamin asosida DM-1 tarkibli sorbent sintezi	36
2.3.§	Sintez qilingan sorbentlarning metallar ionlari bo'yicha ion almashinish sig'imini aniqlash uchun tarkibida tegishli ion saqlagan eritmalarda olib borilgan jarayonlar	38
	2-bob bo'yicha xulosalar	46
3 BOB	TARKIBIDA N, S BO'LGAN SORBENTLAR YORDAMIDA Cu(II), Zn(II) VA Ag(I) IONLARI SORBSIYASI NATIJALARI TAHLILI	47
3.1.§	Sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi sorbentlarning IQ-spektroskopik hamda TGA hamda DTA natijalari tahlillari	47
3.2. §	Sintez qilingan sorbentlarning bog' tabiati, atomlarining xususiyatlari bo'yicha kvant-kimyoviy tavsif	61
3.3. §	Olingan sorbentning Cu(II), Ag(I) va Zn(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining IQ-spektral va termik analiz natija tahlillari	69
	3-bob bo'yicha xulosalar	78
	XULOSA	79
	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI	81
	ILOVA	94

Qisqartmalar va belgilar:

1. **IQ** – infraqizil
2. **TFD**- tiokarbamid-formaldegid-ditizon
3. **TGA**- Termogravimetrik analiz
4. **DTA** – Differensial termik analiz
5. **DM** - Dimetiloltiokarbamid-melamin

KIRISH

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati: So‘nggi yillarda kimyo sanoati korxonalarini moliyaviy-iqtisodiy sog‘lomlashtirish va ularning faoliyatini barqarorlashtirish, amaldagi ishlab chiqarishlarni modernizatsiya qilish, mahalliy xomashyoni va mineral resurslarni chuqur qayta ishlash bo‘yicha yangi quvvatlarni barpo etishga qaratilgan investitsiya loyihalarini amalga oshirish orqali tarmoqni yanada rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlarini belgilab berish, shuningdek, ishlab chiqarilayotgan yuqori qiymatli kimyoviy mahsulotlar nomenklaturasini kengaytirish borasidagi chora-tadbirlar izchil va chuqur amalga oshirilib kelinmoqda. Shu bilan birga, kimyo sanoatini jadal rivojlantirish va diversifikatsiya qilishga qaratilgan loyihalarni amalda ro‘yobga chiqarish, eng avvalo, davlat aktivlarini xususiy mulkka sotish hisobiga korxonalardagi davlat ulushini qisqartirish, korporativ boshqaruvning zamonaviy uslublari, moliyaviy hisobotlarning xalqaro standartlarini joriy etish hamda korxonalarning boshqaruv tuzilmasini takomillashtirish orqali tarmoqning investitsiyaviy jozibadorligini oshirish so‘ngi yillar mobaynida zarurat bo‘lib kelmoqda[1; ilova 34-b].

Ma'lumki, kimyo sohasi – zamonaviy sanoatning “katalizatori” bo‘lib, har qanday ishlab chiqarish negizida kimyoviy jarayonlar yotadi, bu sohasiz iqtisodiyotda taraqqiyot bo‘lmaydi.

O‘zbekiston zaminida Mendeleyev jadvalidagi barcha kimyoviy elementlar mavjud, mamlakatimiz uglevodorodlarga boy bo‘lsa-da, kimyo sanoatimiz asosan qishloq xo‘jaligi uchun mineral o‘g‘it ishlab chiqarishga ixtisoslashgan.

Qurilish materiallari, farmatsevtika, tekstil, mashinasozlik, sanoat chiqindilarini qayta ishlash, suvni tozlash, gidrometallurgiya sanoati kabi tarmoqlar uchun zarur bo‘lgan murakkab polimerlar, katalizatorlar, reagentlar va sintetik tolalar ishlab chiqarish yo‘lga qo‘yilmagan. Buning oqibatida har yili 1,5 milliard dollarlik kimyo mahsulotlari import qilinmoqda. Ishlab chiqarilayotgan fosfor va kaliyli mineral o‘g‘itlar ham mavjud va bu standart

talabning faqat uchdan birini qoplaydi, xolos. Shuning uchun ham bu bo'yicha qator ishlar amalga oshirilmoqda. Jumladan, 2019–2030 yillarda kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi tasdiqlandi. Dasturning qiymati 12,1 milliard \$ga teng, shu jumladan 1,7 milliard \$ miqdorida to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investitsiyalar va kreditlar hisobiga 31 ta investitsiya loyihasini amalga oshirish nazarda tutilgan[1; ilova 39-b].

Mamlakatimizni 2017 — 2021-yillarda rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi doirasida o'tgan davr mobaynida davlat va jamiyat hayotining barcha sohalarini tubdan isloh etishga qaratilgan 300 ga yaqin qonun, 4 mingdan ziyod O'zbekiston Respublikasi Prezidenti qarorlari qabul qilindi. Shunga ko'ra, mahalliy ishlab chiqaruvchi korxonalar tomonidan ishlab chiqarilgan mahsulotlarni xorijiy davlatlarga chiqarishda ko'maklashish tizimini takomillashtirish hisobiga eksportchi korxonalar sonini hozirgi 6 500 tadan 15 000 taga, tovarlarning eksport geografiyasini 115 tadan 150 taga yetkazish [2]. Bu borada shuningdek yana, Kimyo sanoati korxonalarini yanada isloh qilish va moliyaviy sog'lomlashtirish, yuqori qo'shilgan qiymatli kimyoviy mahsulotlar ishlab chiqarishni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 13-fevraldagi PQ-4992-son qarori, 2021 — 2025-yillarda kimyo korxonalarida ishlab chiqarishni diversifikatsiya qilish, mavjud xomashyo bazasidan samarali foydalanish orqali yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan kimyoviy mahsulotlarning yangi turlarini ishlab chiqarishni tashkil etishga qaratilgan yangi investitsiya loyihalari to'g'risidagi O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 13-fevraldagi PQ-4992-son qarorlari [3] ijrosini ta'minlashda hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalar soha muammolarini hamda ushbu dissertatsiya ishini amaliyotga tatbiq qilishga yo'l ochadi.

Tadqiqot ishining maqsadi: Tarkibida S, N bo'lgan kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintez qilish va ularning Ag(I), Cu(II) va Zn(II) metall ionlarining

individual eritmalarida sorbsiya jarayonini olib borish, olingan sorbentning hamda tegishli ionlar bilan hosil qilgan kompleks birikmlarning tuzilishi, tarkibi hamda fizik-kimyoviy xususiyatlarini turli analiz usullari orqali tadqiq qilish orqali tegishli natijalar olishdan iborat bo'ldi.

Tadqiqot ishining vazifalari:

1. Mavzuga oid adabiyotlarni o'rganish, ma'lumotlar to'plash va ularni tahlil qilish;
2. Tiokarbamid, formaldegid, ditizon (TFD-1) tarkibli hamda tiokarbamid, formaldegid, melamin asosidagi (DM-1) sorbentlarni laborotoriya sharoitida olish, sintez usullarining maqbul sharoitlarini aniqlash;
3. Sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi ionitlarning tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash;
4. Sintez qilingan sorbentlarning Ag(I), Cu(II) va Zn(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining tuzilishini IQ spektrini tahlil qilish va kompleks hosil qilish jarayonini o'rganish;
5. Ag(I), Cu(II) hamda Zn(II) ionlari bo'yicha sorbentning almashinish sig'imini aniqlash;

Tadqiqotning ob'ekti sifatida tarkibida azot va oltingugurt donor atomlarini tutgan, tiokarbamid, formaldegid va ditizon asosida olingan (TFD-1 markali), dimetiloltiokarbamid va melamin asosidagi (DM-1 markali) sorbentlar va olingan sorbentlarga Cu(II), Ag(I), Zn(II) ionlarining sorbsiyasi natijasida hosil bo'lgan koordinatsion birikmalari olingan.

Tadqiqotning predmeti:

- ob'ekt sifatida olingan TFD-1 va DM-1 sorbentlarning tarkibi tuzilishi, kimyoviy va fizik xossalari;
- tegishli ion saqlagan eritmalarda ligand-metall ionlari sistemasida boradigan jarayonlar;

-Cu(II), Ag(I), Zn(II) metall ionlarining olingan sorbentlar bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalari tarkibi, tuzilishi, ba'zi xossalarini o'rganish.

Tadqiqotning usullari: IQ-spektroskopiya, spektrofotometriya, TGA va DTA (differensial termik tahlil), kompleksonometriya, kvant kimyoviy hisoblash;

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Tiokarbamid, formaldegid, ditizon hamda Tiokarbamid, formaldegid, melamin, asosidagi 2 xil sorbent olindi va olingan sorbentlarning tegishli metall ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarning tarkibi, tuzilishi va xossalari zamonaviy usullar yordamida o'rganildi.

Tadqiqotning amaliy natijalari:

Sorbsion qobiliyati yuqori bo'lgan kompleks hosil qiluvchi sorbentlar respublikamiz gidrometallurgiya korxonalari chiqindi eritmalari tarkibidagi juda kam miqdordagi rangli metallar ionlarini ajratib olish hamda sanoat oqava suvlarini tozalash muammolarini hal qilishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi: Sintez qilingan birikmalarning IQ-spektroskopiya, differensial skanerlovchi kalorimetriya, spektrofotometriya, kompleksonometriya, kvant kimyoviy hisoblash kabi usullar yordamida eksperimental natijalar olinganligi bilan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, tarkibida azot va oltingugurt donor atomlarini tutgan yangi makrosiklik ligandli sorbentlarni sintez qilish usullari va Cu(II), Ag(I), Zn(II) ionlarining sintez qilingan sorbentlar bilan koordinatsion birikmalar hosil qilishining qulay sharoitlari olindi. Sorbsiya jarayoni natijasida hosil bo'lgan koordinatsion birikmanig tuzilishi kvant kimyoviy hisoblash usullari orqali ko'rsatib berildi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati: Sorbsion qobiliyati yuqori bo'lgan sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi sorbentlar respublikamiz gidrometallurgiya korxonalari chiqindi eritmalari tarkibidagi juda kam

miqdordagi rangli metallar ionlarini ajratib olish hamda sanoat oqava suvlarini tozalash muammolarini hal qilishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi: Dissertatsiya mavzusi bo'yicha 4ta maqolalari va 7ta tezlari turli ilmiy anjumanlarda muhokama qilingan va ilmiy ahamiyatga ega bo'lgan jurnallarda nashr etilgan. Bundan tashqari O'zbekiston respublikasi Intellektual mulk agentligi tomonidan № IAP 06837 raqamli ixtiro patenti olingan.

Dissertatsiya tuzilishi va hajmi: Dissertatsiyaning tarkibi kirish, uchta bob, dissertatsiya bo'yicha umumiy xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati, ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 93 betdan iborat.

I BOB. KOMPLEKS HOSIL QILUVCHI SORBENTLAR ULARNING d-METALL IONLARI BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMLARI BO'YICHA NAZARIY TAHLILLAR

1.1-§. Kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintezi usullari, turlari, xossalari, qo'llanilish sohalari

Bugungi kunda jahonda gidrometallurgiya sanoati korxonalarida metallarni ajratib olishda va konsentrlashda, tuzsizlantirilgan suv olishda hamda suvni tozalash uchun sorbentlardan foydalanish ommalashmoqda. Sorbentlarning yangi turlarini sintez qilish, ularning metallar ionlariga nisbatan sorbsion xususiyatlarini aniqlash va ular yordamida eritmalar tarkibidan qimmatbaho metall ionlarini ajratib olish texnologiyasini yaratish esa dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Mahalliy xomashyodan olinadigan har qanday turdagi sorbentlarni tarkibida faol guruh mavjud bo'lgan monomerlarni polikondensatsiyalash, polimerlash va sopolimerlash jarayonlari orqali olishimiz mumkin va ular orqali eritmadagi metall ioni bilan kompleks birikma hosil qilishi kerak. Bu sohada monomer sifatida kimyoviy jihatdan olib qarasak, faol guruhlar hosil qilish uchun tarkibida S, O, N, P kabi elektrodonor atom saqlagan ligandlardan foydalanishimiz mumkin. Respublikamizda kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintezi va ularning tadqiqoti bo'yicha bir qator tadqiqot ishlari olib borish bilan U.N. Musayev, M.A. Asqarov, A.T. Djalilov, T.M. Babayev X.T. Sharipov, X.X. Turayev kabi olimlarimiz shug'ullanganlar. Xorijda (masalan, D.K. Singh, Wann Jinnan, A. Wolovicz, S. Tong va x.k.) xususan, MDH ning bir qator olimlaridan Rossiya FA V.I. Vernadskiy nomidagi geokimyo va analitik kimyo instituti olimlari N.G. Polyanskiy, G.V. Myasoedova, Ural federal universiteti olimi L.K. Neudachina, Tyumen davlat arxitektura universiteti professori L.A. Pimneva va boshqalar sorbentlar sintezi ularning turli fizik-kimyoviy xossalari hamda ular yordamida metallar sorbsiyasini o'rganishga doir bir qator ishlarni olib borganlar [4; 4-b].

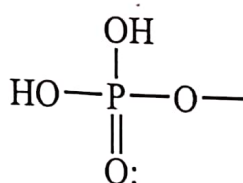
Sorbentlar toksin (ya'ni zahar) emas, uzoq saqlashga chidamli va tashishga qulay mahsulot hisoblanadi. Sorbentlarning har xil turlari bo'lib ular, tolasimon (Poliakrilonitril asosidagi polimer kompazitsion materiallar sintezi) [5; 736-745 b], granula-donador (silikagel asosidagi ortokremniy kislotasini mono- va dietanolaminlar bilan modifikasiyalash orqali olingan sorbent) [6; 79-81c], ommaviy ion almashtirgichlar (donali mikrosferik monosfera yoki maydalangan shakllarda), ionit kukuni shaklida (maydalash natijasida olingan nozik dispers sorbent), ion almashinadigan membranalar Poroplastiklar (barcha ko'pikli ion almashinadigan materiallar). TVEKS (qattiq ekstragentlar yoki ekstragentlar), gel o'tkazuvchanligi xromatografiyasi uchun ion almashinuvi gellari, ion almashinuv qog'ozlari, xromatografiyada ishlatiladigan nozik dispersli sharchalar-ion almashinuvchilari (o'lchamlari 1-50 mkm) kabilarni keltirishimiz mumkin. Tabiiy kelib chiqqan sorbentlarni regeneratsiya (qayta tiklash) qilishdagi qiyinchiliklar va boshqa bir qator kamchiliklar ularni doimiy sorbsiya sikliga qaratilgan zamonaviy texnologik jarayonlarda qo'llashga cheklovlar qo'yadi. Shuning uchun hozirgi vaqtda eng keng tarqalgan sintetik sorbentlar ishlab chiqarishga talab nihoyatda kuchli. Hozirda ishlatish ommalashgan sintetik sorbentlarning ikki xil turi mavjud. Bular:

-Noorganik sintetik sorbentlar;

-Organik sintetik sorbentlar;

Noorganik sintetik sorbentlarga sintetik aluminosilikatlar (permutitlar va seolitlar), oksidlar, sulfid gidroksidlari va fosfatlar, shuningdek, polikislotalar va geteropolikislotalarning tuzlari kiradi. Polikislotalar va geteropolikislotalarning (fosfortungstatlar) kam eriydigan tuzlari ishqoriylik yuqori tuproqda mavjud bo'lgan nodir metallar gidroksidlari va og'ir metallarga nisbatan selektivdir. Metallarning erimaydigan sulfidlari va gidroksidlari, masalan, tanlab chiqarishga qodir nikelning sulfidlari va gidroksidlari, mis, qalay, temir, kobalt, vismut, surma, nikel elektrolitlaridan mishyak. sirkoniy va titanosilikatlarning

sintezida molekulyar elak sifatida ishlatiladi, shuningdek, bir qator kationlarga nisbatan selektivlik ko'rsatadi, ular ancha yuqori almashinuv qobiliyatiga ega. Har xil pH qiymatlarida elementar tarkibiga qarab noorganik sorbentlar ham kation almashish, ham anion almashish xususiyatlarini namoyon qiladi. Biroq, noorganik sorbentlarning aksariyati past pH qiymatlarida yo'q bo'lishga moyil va polikation hosil qila olmaydi. Bu kamchilik ularning anion almashinuvi uchun ishlatilishini cheklaydi. Shu munosabat bilan metalloid oksidlari asosidagi noorganik sorbentlar faqat kation almashish qobiliyatiga ega va tuz shaklida (kaltsiy-natriy bilan aralashtirilgan va aralashmagan) ishlatiladi (klinoptilolit erionit va mordenitdan tashqari). Bunday sorbentlarning tuzilishi



ko'rinishida misol sifatida keltirish mumkin [7; 352 c].

Noorganik sorbentlar sinfining muhim afzalligi ularning termal va radiochastota barqarorligidir. Ba'zi noorganik sorbentlar radioaktiv chiqindilarni qazib olishda kontsentratsiyasi va harorat 180-300°C dan yuqori haroratli suvni tozalash uchun ham ishlatilishi mumkin. Biroq, ulardan foydalanish ko'pincha granulalarning tartibsiz shakli bilan cheklanadi, bu sorbsiya va regeneratsiyaning gidrodinamik rejimlarining past barqarorligini keltirib chiqaradi [8; Article 4].

Organik sintetik sorbentlar sorbsion materiallarning eng tez rivojlanayotgan sinfi. Organik sintetik sorbentlardan tashqari tabiiy uchraydigan organik sorbentlar ham bor. Misollar ko'rib chiqamiz; Aktivlangan ko'mir - bu faol tabiiy organik sorbent sifatida keng tarqalgan materiallardan biridir [9; 352c]. Faollashtirilgan uglerodlarni sintez qilish usuli maxsus issiqlik bilan ishlov berish yoki turli xil uglerodli materiallarni (yarim koks, ko'mir va boshqalar) to'liq yondirishdan iborat.

Ion almashinadigan smolalar suvda amalda erimaydigan va ion almashinish xususiyatiga ega bo'lgan sun'iy yuqori molekulyar og'irlikdagi organik elektrolitlardir. Ion almashinadigan materiallarning asosiy xarakterli xususiyati matritsaga va qarshi ionlarga biriktirilgan ionogen guruhlarning mavjudligidir. Ushbu sorbentlarni sintez qilish texnologiyasi keng ko'lamli texnologik vazifalar uchun mos bo'lgan ion almashinadigan materiallarni yuqori rentabellik bilan sintez qilish imkonini beradi. Bunga polimer ion almashinuvchilariga turli xil ionogen guruhlarni kiritish imkoniyati hamda sintezning fizik-kimyoviy qonuniyatlarini yetarli darajada bilish tufayli erishiladi. Polimer ion almashinuvchilarini sintez qilishning ishlab chiqilgan texnologiyasi polimer ion almashinuvchilariga bir qator sorbsion materiallarni yaratish imkonini berdi [10, 11; 1142 c]. Oksidlanish-qaytarilish polimerlari tarkibida nafaqat ion almashish mexanizmi, balki oksidlanish-qaytarilish reaksiyalari orqali ham sorbsiyaga qodir faol guruhlar mavjud. Bunday reaksiyalar, ayniqsa, tarkibida sulfid guruhlari bo'lgan sorbentlarga xosdir. Tiofosfonik kislotalar asosidagi sorbentlarga reaksiyaga ko'ra eritmalardan Ag^+ , Au^{3+} , Hg^{2+} ionlari cho'kadi.



Ion almashinadigan smolalar asosida ion almashinish qobiliyatiga ega bo'lmagan, lekin ayni paytda yuqori darajada rivojlangan ishchi yuzasiga ($3000 \text{ m}^2 \text{ g gacha}$) ega bo'lgan qutblangan neytral sorbentlarni yaratish mumkin. Masalan, qutblanmagan organik makromolekulalarni, neft uglevododlarini mexanik ravishda sorbsiya qilish maqsadida foydalaniladigan sorbentlarni misol qilish mumkin [12; 413c].

Ion almashinadigan qatronlar ikki usul bilan ishlab chiqarilishi mumkin:

Birinchi usul - molekulalarda ionogen guruhlarni o'z ichiga olgan boshlang'ich monomer birikmalarini polimerlash yoki polikondensatsiya qilish.

Ikkinchi usul - vinil aromatik birikmalar va dienlarning sopolimerlari makromolekulalari tuzilishiga funksional guruhlarni kiritish.

Aynan tarkibida azot va oltingugurt tutgan sorbentlar sintezida yuqoridagi ikki usul ham yaxshi, samarali natija beradi. Ishlab chiqarish usulidan tashqari, ion almashinadigan qatronlar bitta turdagi tuzilishga ega. Ion almashinadigan qatronlar granulatsiya uglevodorod zanjiri bo'lib, tartibsiz bo'lgan tarmoq hosil qiladi va asosan ionogen guruhlarga ega bo'lgan bitta makromolekula hisoblanadi. Ion almashish qobiliyatini aniqlaydigan ionogen guruhlarning ion almashinuvchilari matritsasida ma'lum bir belgi zaryadiga ega bo'lgan, qarama-qarshi zaryadlangan ionlar (qarshi ionlar) bilan elektr neytrallik prinsipiga ko'ra kompensatsiyalangan polionlarni hosil qiladi. Ionit tashqi eritma bilan o'zaro ta'sir qilganda, sorbent matritsasiga tashqi eritmaning ionlari ham kiradi. Bunda harakatlanuvchi qarama-qarshi ionlar tashqi eritmadan qattiq ionlarga almashtiriladi, kationlar esa qattiq ionlarning yuqori konsentratsiyasi tufayli sorbent matritsasiidan siqib chiqadi.

Sintetik ion almashinadigan materiallar uchta asosiy guruhga bo'linadi:

- Kation almashinuvchilari;
- Anion almashinuvchilari;
- Poliamfolitlar;

Kation almashinuvchilari suvda, mineral kislotalarda, ishqorlarda va organik erituvchilarda erimaydi. Dissotsilaniş qobiliyatiga ko'ra kation almashinuvchilar kuchli va kuchsiz kislotalilarga bo'linadi. Kuchli kislotali kation almashtirgichlar ishqoriy neytral va kislotali muhitda harakatlanuvchi kationlarini erkin kationlarga almashtirishga qodir, kuchsiz kislotali kation almashtirgichlar esa faqat ishqoriy muhitda ion almashishga qodir. Kislotalarga kuchli dissotsilangan kislotali guruhlarga ega bo'lgan kation almashinuvchilar – sulfat kislota, fosfat kislota va boshqalar kiradi. Kuchsiz kislotalilarga zaif

dissotsilangan kislota guruhlari – karboksil, fenol - gidroksil va boshqalarni o‘z ichiga oladi.

Rossiyada ishlab chiqarilgan turli ionogen guruhlar tutgan kation almashinuvchilarning asosiy guruhlari 1.1-jadvalda keltirilgan.

1.1-jadval

Ion almashinuvchilarning ba’zi ionogen guruhlari

Ion guruhining turi	Formula	Kationit markasi
Sulfat kislota	$R-SO_3H$	KU
Karboksillar	$R-COOH$	KB, SG, KS, KN, KM
Fosfat kislota	$R-P(O)(OH)_2$	SF, KF

Hozirgi kunda polimerlarni kimyoviy modifikatsiyalash orqali maxsus xususiyatli donador sorbentlarni sintez qilish zamonaviy kimyoning turli sohalarida keng qo‘llanilayotgan sohalardan biri hisoblanadi [13; 10-18c]. Polimerlarni sintez qilishda yuqorida ta’kidlaganimizdek, ikkita usul ustun turadi: birinchisi-polikondensatlanish mexanizmi bilan, ikkinchisi-polimerlanish mexanizmi bilan. Polikondensatlanish yo‘li bilan polimer olish kamida uchta bosqichni o‘z ichiga oladi: kondensatlanish reaksiyasi bilan sopolimer hosil bo‘lishi, funksional trialkokosisilanlar yordamida sopolimerning so‘ngi guruhlariga alkoksisilan monomerlarining tikilishi, gidrolitik kondensatsiya natijasida sopolimerning hosil bo‘lishi. Polimerlanish mexanizmi bilan polimerlarni ishlab chiqarish texnologik jihatdan birmuncha sodda, chunki polimer ishlab chiqarish va uning funksional guruhning kiritilishi bitta jarayonda birlashtirilgan [14; 189-197 c].

Polimer ligandlarning koordinatsion 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. Ion almashinish jarayonlarini amaliyotda qo'llashda sorbentning tanlovchanligini ko'rsatib beruvchi kinetik xossalari muhim ahamiyatga ega. Ionalmashinuvchi smolalarda sorbsiya murakkab va ko'p bosqichli jarayon bo'lib, odatda limitlovchi bosqichlar jarayonning umumiy tezligini belgilab beradi [15; 179-185c]. Ion almashinuvchi smolalarning juda ko'p xossalari uni sintez qilishdagi sharoitga bevosita bog'liq. Bu bog'liqlik asosida turli xossaga ega bo'lgan sorbentlar sintezi tadqiqotlari alohida ahamiyatga ega. Ma'lum xossaga ega bo'lgan sorbentlarni hosil qilishda ularni qanday boshlang'ich moddalardan sintez qilishimiz alohida ahamiyatga ega. Chunonchi, karbamid, formaldegid, ditizon asosida xelat hosil qiluvchi sorbent sintezi tadqiqotida polikondensatlanish jarayonining maqbul harorati 90°C bo'lib, sorbentning 0,1N HCl eritmasi uchun almashinish sig'imi 3,8 mg-ekv/g ni tashkil qiladi [16; 800-806-b].

Tadqiqot ishida PVX (polivinilxlorid asosida sintez qilingan ionitning kimyoviy barqarorligini o'rganish jarayoni sulfat hamda nitrat kislotalar va NaOH eritmalarida sinovdan o'tkazildi. Chunki sanoat miqyosida eng ko'p ishlatiladigan va suv tozalashda qo'llaniladigan ion almashinuvchi materiallar eng kuchli kislota va asoslar ta'siriga barqaror bo'lishi kerak. Agar bu xossa bo'lmasa, sanoat miqyosida bu sorbentni qo'llab bo'lmaydi. Bu bo'yicha tadqiqot ishida PVX-A-N-1 hamda PVX-A-N-2 ionitlarida natijalar olingan [17; 639-643].

C.P. Гаджиева va boshqalar tomonidan [18. 36-b] malein angidridning stirol bilan sopolimerini rubeanovodorod kislota bilan modifikatsiyalab, yangi sorbent sintez qilingan. Sintez qilingan sorbentda kobalt(II) ionlari sorbsiyasi o'rganilgan va uni konsentrlashning optimal sharoiti o'rganilgan. Optimal sharoitda kobalt (II) ionlarining ajralish darajasi 95% dan yuqori bo'lishi ko'rsatib o'tilgan.

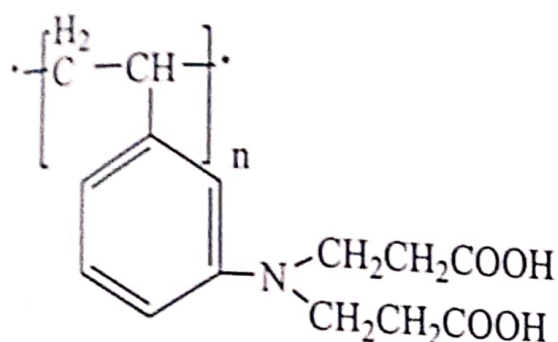
Anionit PVX-A-N-2 ning kimyoviy barqarorligi

Muhit	Tadqiqot jarayoni		SAS(HCl) mg•ekv/g		%
	Harorat,K	Soat	Boshlang'ich	Oxirgi	
Anionit PVX-A-N-1					
1%HNO ₃	298	48	3,2	3,2	100
5%HNO ₃	298	48	3,2	3,0	93,75
1%H ₂ SO ₄	298	48	3,2	3,2	100
5%H ₂ SO ₄	298	48	3,2	3,1	96,9
5%NaOH	373	10	3,2	2,0	62,5
5%NaOH	273	10	3,2	3,2	100

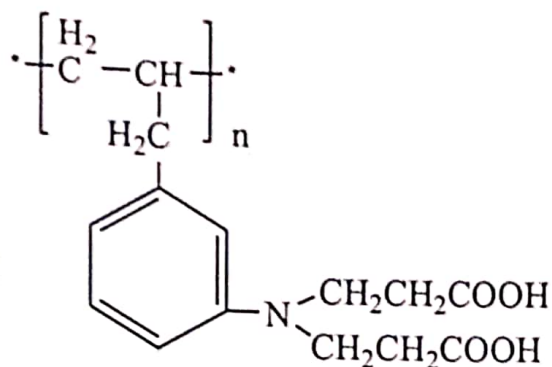
Mualliflar guruhi tomonidan o'z tadqiqot ishlarida melamin va formaldegid suvli eritmada ishqoriy agent ishtirokida kondensatsiyalanib, so'ngra kondensatsiyalanib, so'ngra kondensatsiya mahsulotlariga kislotali agent bilan ishlov berilgan. Kondensatsiya geterosiklik amin ishtirokida, melamin, formaldegid va geterosiklik aminning 1:(3-5):(2:4) molyar nisbatlarida olib borilgan. Kondensatsiya mahsulotlari 150-160°C haroratda qotirilgan. Geterosiklik amin sifatida 3(5)-metilpirazol, imidazol va benzimidazoldan foydalanilgan [19; 27 b].

H.B. Баранова va boshqalar tomonidan ikki xil tipdagi xelat hosil qiluvchi sorbent sintez qilingan: 1-chiziqli polistiriol asosida N-(2-karboksietil) aminopolistriol va 2-poliallilamin asosida N-(2-karboksietil) poliallilamin (quyida formulalari keltirilgan). Sintez qilingan sorbentlar yordamida oraliq metall ionlari sorbsiyasining eritma pH iga bog'liqligi statik sharoitda Cu(II), Ni (II) va Zn(II) ionlarining individual eritmalarida o'rganilgan. Sorbentlarda oraliq

metallar ionlarining maksimal sorbsiyasi individual eritmalaridan pH ning 5,5-7,5 intervalida sodir bo'lishi aniqlangan [20; 800-806 b].



1) N-(2-karboksietil) aminopolistriol



2) N-(karboksietil) poliallilamin

1.2§. Kompleks hosil qiluvchi sorbentlarning turli metall ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari.

Tarkibida azot, oltingugurt, kislorod, fosfor tutgan sorbentlar bo'yicha respublikamizda ham bir qator olimlar ishlar olib borishgan. Ulardan furfurol asosidagi yangi samarali ion-almashuvchi sorbentlarni sintez qilish, hamda kimyo metallurgiya sanoati oqova suvlarini metall ionlaridan tozalashni yo'lga qo'yishni olib borgan [19; 81-b]. Sorbentlar ishlatilish sohasiga ko'ra turli maqsadlarda foydalaniladi va shunga ko'ra turli boshlang'ich moddalar xossasiga ko'ra tanlab olinadi. Bu kabi ishlardan biri sifatida olingan tadqiqot ishi bu bentonit asosida olingan sorbentlar bo'lib, olingan sorbent orqali neft-gaz sohasida olinadigan turbina moylarini tozalash usullari tadqiq qilingan[20]. Bundan tashqari neftni qayta ishlash texnologiyasida hamda gidrometallurgiya sohasida tarkibida turli donor atomlarini saqlagan sorbentlardan foydalanamiz. Xususan, sirt qavatida kompleks hosil qiluvchi yangi mezog'ovakli sorbentlar bo'yicha ham tegishli tadqiqot ishi olib borilgan [21; 67-84c]. Bu sorbentlar sirtida azot, fosfor, kislorod va oltingugurt tutgan kompleks hosil qiluvchi guruhlari bo'lgan polisiloksanli hamda polisilseskvioksanli kserogellardir. Bu sintez qilingan kserogellarning Ag(I), Hg(II), Au(III) va UO_2^{2+} ionlariga nisbatan

sorbsion xossalari o'rganilgan. Tanlab ta'sir etish sorbent umumiy ionalmashinuvchi smolalarga xos bo'lgan xossa bo'lib, bu xossa ularning kinetik xossalari bog'liq xususiyatidir. So'nggi paytlarda ushbu turdagi ion almashtirgichlar yordamida palladiy, platina, iridiy, rodiy va oltin ionlarini iz va milligramm miqdorida sorbsiya va ajratishda juda yaxshi natijalarga erishildi. Qattiq va yumshoq kislota va asos nazariyasi (HSAB) N yoki S donor atomlarini o'z ichiga olgan funktsional guruhlarining selektiv qatronlari qimmatbaho metallar kabi yumshoq kislotalar bilan kuchli o'zaro ta'sir qilishini tasdiqlaydi [22; 1341-1347 b]. Ushbu ishning maqsadi funktsional guruhlardagi N-donor atomlarini o'z ichiga olgan xelatlovchi qatronlar yordamida modeldagi xlorid va xlorid-nitrat eritmalaridan Pd(II) ionlarini tanlab olib tashlashdir (Amberlite IRC-718, Duolite ES-346). va Duolite C-467). Ushbu ion almashinuvchilar uchun ion almashinuv sig'implari (Cr), shuningdek Pd (II) ionlarining tiklanish omillari (% R) aniqlandi. Makrokomponent qo'shilishining Pd(II) ionlarining sorbsiyasiga ta'siri ham o'rganildi. Tarkibida N va S tutgan sorbentlardan yana biri bu tiokarbamid, rezorsin, formaldegid asosidagi TRF markali sorbent bo'lib bu sorbentlar bilan oltinni ajratib olish mumkin. Oltin ioni va azot atomi yoki oltingugurt atomi o'rtasida kuchli, yumshoq o'zaro ta'sir paydo bo'lishi mumkin. Shuning uchun oltingugurt va (yoki) azot atomlarini o'z ichiga olgan adsorbent nazariy jihatdan oltin ionlari uchun yaxshi adsorbsiyaga ega bo'ladi. Tarkibida oltingugurt va azot bo'lgan turli materiallarning muvaffaqiyatli tayyorlanishi ham buni tasdiqlaydi [23; 123c]. Jahon bozoridagi ion almashinuvchi smolalar orasida kuchli asosli anionitlar va kuchli kislotali kationitlar muhim rol o'ynaydi. Rangli, nodir, noyob metallarni murakkab aralashmalardan ajratish uchun ishlatiladigan ionitlarga misollarni ko'plab tadqiqotlarda uchratishimiz mumkin [24; 493-508 b]. Sorbentlarning oraliq metallar ionlari bilan o'zaro koordintsion ta'siri ular tarkibidagi faol funktsional guruhlar atomlarining bo'linmagan sp^2 - yoki sp^3 - electron juftlari hisobiga sodir bo'ladi. Quyi molekulyar sorbentlar bilan kompleks birikmalar kabi,

sorbentlarning funksional guruhlar bilan metal ionlarining kompleks hosil qilishida ham, metall ionlaridagi bo'sh elektron orbitallari o'zining elektronga bo'lga talabini sorbent funksional guruhlar tarkibiga kiruvchi donor atomlarning bo'linmagan elektron juftlari hisobiga qoplaydi. Sorbentlar komplekslarining barqarorligi, ularning tarkibi va tuzilishi quyidagicha aniqlangan:

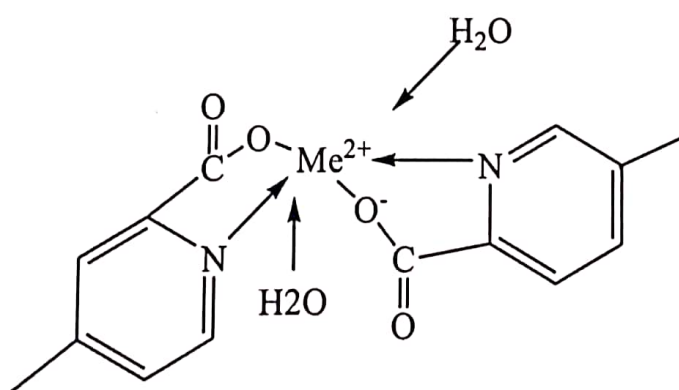
-metall-komplekshosil qiluvchi tabiati(uning elektron tuzilishi, elektrostatik xossalari);

-sorbentning kimyoviy tabiati va fizik tuzilishi;

-kompleks hosil bo'lish sharoiti [25; 23-24 b];

Sorbent fazasida kompleks hosil bo'lishi uning quyi molekulyar analoglari bilan kompleks hosil bo'lishidan shu jihati bilan farq qiladiki, hosil bo'ladigan kompleks tarkibini metal ioni emas, balki, uning sorbent hajmi bo'yicha tarqalishi, ularning o'zaro ta'sirilashib, murakkab tuzilish hosil qilishi, kompleks hosil bo'lishi bilan birga boshqa jarayonlarning borishi va ularning tezligi kabilar aniqlab beradi. Polistirol asosida N-(2-karboksil) aminopolistirol va poliallilamin asosida N-(2-karboksietil) poliallilaminlar bilan ikki xil turdagi kompleks hosil qiluvchi yangi sorbentlar sintez qilingan. Olingan polimer ligandlar yordamida turli metall ionlari sorbsiyasining eritma pH iga bog'liqligi o'rganilgan va mis (II), nikel (II) va rux (II) ionlari uchun yaxshi sorbent ekanligi tasdiqlangan[26; 800-806 c]. Poliakrilonitril tolasi asosida eritmalarda kompleks birikmalar hosil qilish xususiyatga ega bo'lgan sorbentlar sintez qilingan bo'lib, ular tabiiy suvlar tarkibidagi Cu(II) ionlarini tozalashda samarali sorbent ekanligi isbotlangan[27; 97-98-b.]. Polimer ligandlar fazasida kompleks hosil bo'lishi eritmaning ion kuchiga bog'liq. Ion kuchi oshishi bilan kam asosli polimer ligandlarning kompleks hosil qilishi xossalari ham, kationitlarda kamayadi, amfolitlarda esa sezilarli o'zgaradi. Yuqori molekulyar kompleks birikmalarning tarkibi va barqarorligi doimiy bo'lmaydi va bu ularning olinish

sharoitiga, ionit L:-Me kattaligiga bog'liq bo'ladi [28; 24-25-b]. Bu nisbatga bog'liq holda metall ioni polimerning bittadan n- tagacha ligand guruhlar bilan koordinatsiyalanishi mumkin, bu yerda n – kompleks hosil qiluvchining metall ionlari uchun koordinatsion 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 koordinatsion markazlarning stexiometrik yetishmasligi minimal bo'ladi. L:-Me nisbatining kamayishi bilan polimerning ligand guruhlar protonlashish darajasining ortishiga erishish mumkin yoki metall ionlari konsentratsiyasi oshirilsa, polimer ligand guruhlar bo'yicha koordinatsion 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'yori bilan tavsiflanadi. Shunga ko'ra, sorbsiya konstantasi kompleks hosil qiluvchi ionitlarda doimiy kattalik hisoblanmaydi [29; 44-47-b].

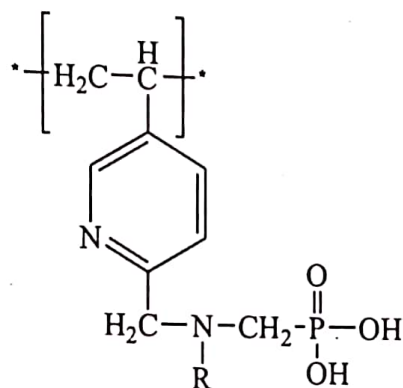


Ushbu maqolalarda tarkibida azot va fosfor bo'lgan kompleks hosil qiluvchi sorbentni sintez usuli taklif qilingan. Tarkibida fosfor kislotalari va turli azotli asoslar bo'lgan kompleks hosil qiluvchi polikompleksonlar aminoalkilfosfat kislotalarining hosilalari uchun xos bo'lgan yuqori kompleks hosil qilish qobiliyati hisobiga sorbsiya jarayonidagi o'ziga xos tanlovchanlikka

ega bo'ladi. Bunday sorbentlarni olishning asosiy usuli tarkibida birlamchi va ikkilamchi aminoguruh bo'lgan polimer asoslarni turli fosforillovchi agentlar bilan polimeranologik o'zgartirishdir [30; 1970-1978 c].

Taklif etilgan usul bo'yicha 2-xlormetil-5-vinilpiridinning divinilbenzol bilan to'rsimon g'ovak sopolimerini alifatik aminlar (ammiak, n-butilamin, etilendiamin) yordamida aminlashdan so'ng, 100°C haroratda fosfit kislota bilan fosforlangan. Olingan ionit oraqali In, Cu, Ni, Co, Fe va Zn metallari ionlarining sorbsiyasi o'rganilgan [31; 330 c].

Ionitning taxminiy tuzilishi quyidagicha keltirilgan:



Salitsil kislota, melamin va formaldegid asosidagi ion almashinuvchi smolalar hisoblangan termopolimerlar sopolikondensatsiya usulida olingan. Ularning Cu^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+} , Fe^{3+} , Cd^{2+} , Pb^{2+} ionlariga nisbatan kompleks hosil qilish qobiliyati o'rganilgan [32; 410-420 p]. Shuningdek yana bir tadqiqot ishida, epixlorgidrin va ammiak oligomerini polietilenpoliaminlar va S-tarkibli rubeanovodorodli kislotalar bilan ta'sirlashtirib, aktiniy, oltin, simob, kobalt, nikel va mis bilan kompleks birikmalar hosil qilish qobiliyati yuqori bo'lgan ionit olingan. Ionit olishda boshlang'ich massa nisbatlariga alohida e'tibor berilgan holda ish olib borilgan [33; 21-b]. Yana bir tadqiqot ishida oraliq metallar ionlarini konsentrlash va ajratishda, ularni azot bilan koordinatsion birikmalar hosil qilmaydigan tuzlar eritmalaridan chiqarib yuborishdan sintez qilingan ionitlarni ham keltirib o'tishimiz mumkin. Diglitsidiltiokarbamid va uning polietilenpoliamin, melamin va GIPAN bilan o'zaro reaksiyalari asosida

sintez qilingan polifunksional anionitlarning sorbsion xossalaridan foydalanish istiqbolli natijalar bermoqda[34; 450-452 b].

Turli sohalarda, xususan, suvni tozalash, rangli va nodir metallarni ajratish va izolyatsiyalashda kation almashinuvchi sifatida foydalanish mumkin bo'lgan yangi tarmoq polimerlaridan yana immobilizatsiyalangan metasiklofanoktollar, ya'ni politetrametil sulfonatometatsiklofanoktolga asoslangan polimerik kation almashinuvchilarni ishlab chiqarish hozirda yo'lga qo'yilgan [35.].

Sintetik ion almashinuvchi smolalar hozirgi kunda juda ko'p sohalarda qo'llanilib kelinmoqda. Bu sohada ko'p ilmiy ishlar bajargan olim B. N. Laskorinning ta'kidlashicha, ionalmashinuvchi smola ionitlari polimer molekula iplarining o'zaro o'ramidan iborat. Uglevodorod zanjirlari ko'ndalang bog'lamli bo'lib, ko'prik hisoblanib, smola asosini tashkil etadi. O'z harakatchanligiga kora har ion, eritmadagi o'z zaryadiga qarshi ion bilan bog'lanib, almashinuv reaksiyasiga kirishadi. Karboksil va aminoguruh tutuvchi polimer va sopolimerlardan olinadigan ionitlar bo'kuvchanligi va mehanik mustahkamligi bilan ajralib turadi. Olingan ionitning sorbsiyalanish darajasi funksional guruhlarining nisbati, miqdori, choklanish darajasi, reaksiya harorati, choklovchi reagentlar va asosiy modda konsentratsiyasi kabi ko'plab fizik-kimyoviy omillarga bog'liq holda o'zgaradi. Mazkur adabiyotda keltirilgan ishda ham yangi samarali, tarkibida ko'p miqdorda funksional guruhlar saqllovchi, suvda va tuzli eritmalarda bo'kuvchanlikka ega bo'lgan ionitlar sintezi va ularning sinov eritmalaridagi metall ionlari bilan kompleks hosil qilib birikishi o'rganilgan. Boshlang'ich mahsulotlar sifatida epixlorgidrin (EPX) va "Navoiyazot "OAJ dagi ikkilamchi xomashyo hisoblangan (GIPAN) gidrolizlangan poliakrilonitrildan foydalanilgan va turli fizik-kimyoviy xossalari o'rganilgan [36; 10-12-b.]. Yuqori texnologiyali qurilmalarning rivojlanishi qimmatbaho va strategik metallarga (masalan, platina konidagi metallar, kumush va nodir metallar) talabning oshishiga olib keladi [37;2309-2314c].

Oltingugurtga asoslangan qatronlar kumush ionlariga yuqori darajada yaqinligi haqida ham turli adabiyotlarda ma'lumot va manbalarni ko'plab uchratish mumkin [38; 1500-1505 c]. Masalan, tiokarbamid xlorometillangan polistirolga kumush nitrat eritmasidan Ag ni bog'lash uchun dofikatsiyalanib tegishli sorbent olingan [39; 67-77 p]. Shuningdek, yana bir tadqiqot ishida ikkita amin guruhi va ikkita oltingugurt guruhini o'z ichiga olgan ditioksamid (DTA) sorbenti kumush sorbsiyasi uchun polisiloksan asosidagi qatronlar qatorida muvaffaqiyatli immobilizatsiya qilingan [40; 183-189-b]. Turli ionlar saqlagan eritmalaridan kerakli ionlarni tanlab sorbsiyalash maqsadida Poliaminostirolni natriy 2-bromoetansulfonat bilan ishlov berish yo'li bilan (gelda sintez qilish yo'li bilan) yangi xelatlovchi amfolitik polimer, poli(N- (2-sulfoetil)aminostiren) olish tartibi ishlab chiqildi. Sulfoetilatlangan poliaminostirol ko'p komponentli eritmalaridan kumush (I) va mis (II) ionlarini tanlab oladi [41; 45c]. Ba'zi tadqiqotlarda sorbsion xususiyatli ion almashinuvchilardan - zeolit sanoat chiqindi suvlarini tozalash jarayonida faollashtirilgan uglerodni almashtirish uchun yetarli sorbsiya samaradorligiga ega. Tajribalar shuni ko'rsatdiki, raqobatli sorbsiya natijasida, aralashmadagi kumush ionlarining 50% faollashtirilgan uglerod bilan sorbsiya qilinganda 2 daqiqadan so'ng adsorbsiyalanadi. Sorbent sifatida zeolitdan foydalanib, bu vaqt 30 minutgacha oshirildi. Aralashmadan bir xil miqdordagi (50%) mis va sink ionlarining adsorbsiyasi uchun 24 soatdan ko'proq vaqt kerak bo'lgan[42; 60c]. Qishloq xo'jaligida turli pestitsidlardan foydalanish natijasida sog'liq muammolariga olib kelishi mumkin bo'lgan ko'plab noorganik va organik moddalar aniqlanishi mumkin. Ifloslangan hududlarni tozalash jarayonlarida qo'llaniladigan remediatsiya texnologiyalari ko'p vaqt talab etadi va qimmatga tushadi. Ularning yuqori narxiga qaramay, zararli ifloslantiruvchi moddalarning atrof-muhit orqali migratsiyasini himoya qilish uchun chiqindilarni utilizatsiya qilish joylarida loydan yasalgan to'siqlar quriladi. Bunda yuqori sirt maydoni va kation almashish qobiliyati tufayli bentonit (asosan montmorillonit) to'siqni

qo'llash uchun eng maqbul gil mineral hisoblanadi. Bentonit - 2:1 o'lchamdagi mineral bo'lib, bitta oktaedral varaq va ikkita kremniy qatlam hosil qiladi. Qatlamlar Vander-Vaals kuchlari tomonidan birlashtiriladi. Ushbu zaif kuchlar va strukturadagi ba'zi zaryad etishmovchiligi tufayli suv qatlamlar orasiga osongina kirib boradi va kationlar kamchiliklarni muvozanatlashtiradi [43; 27-29c]. Xelatlovchi sorbentlar mikroelementlarni konsentratsiyalash va ajratish uchun keng qo'llaniladi. Ularni qo'llashning keyingi rivojlanishi murakkab kimyoviy tarkibli eritmalaridan d-metall ionlari konsentratsiyasining yuqori selektivligi va samaradorligi bilan bog'liq. Navbatdagi tahlil qilingan ishda, karbamid, formaldegid va fosfor kislotasining polikondensatsiyasiga asoslangan kompleks hosil qiluvchi polifunksional polimer sorbent sintezi tasvirlangan [44; 3103-3111 c].

Tiokarbamid, epixlorgidrin va melamin asosidagi anion almashinadigan smola olindi [45; 88-89 p]. Bu sorbentlar o'z navbatida tanlab ta'sir etish qobiliyati yuqori va tegishli ionlarga (Ag^+ , Cu^{2+} , Zn^{2+} , Ni^{2+} , Co^{2+}) nisbatan sorbsion xossalari kuchli. O'rganilayotgan va sanoat sorbentlari ishtirokidagi sorbsiya jarayonining selektivligini baholash uchun muallif rangli metallarning aralashma ionlari bo'lgan eritmalaridan Cu ni sorbsiyalashni amalga oshirdi. Tadqiqotlar natijasida tarkibida poliakril kislota bo'lgan bentonit payvandlanganligi aniqlandi. Sirdagi guruhlar taqqoslanadigan sharoitlarda mis ionlarini tabiiy mineralga qaraganda ancha yaxshi ajratib oladi va sorbentlarning sanoat markalarini muvaffaqiyatli almashtirishi mumkin.

Bundan tashqari, organomineral kation almashinuvchisi mis ionlariga nisbatan ma'lum selektivlikni namoyon qiladi. Taqsimlanish koeffitsientlarining berilgan qiymatlari $\text{Cu}^{2+} > \text{Ni}^{2+} > \text{Co}^{2+}$ tartibida o'zgaradi [46; 200-210 c]. Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} ionlarining sorbsiyasi ditizon funktsional guruhlar bo'lgan polivinilpridin smolada o'rganildi. Sorbent bu metallarni oz konsentratsiyasida ajratib olish va bu elementlarning ikki yoki uch komponentli tizimlarini ajratish uchun ishlatilgan. Qatronlar Zn^{2+} , Cu^{2+} , Ni^{2+} ning ion sig'imi mos ravishda 0,65,

0,59 va 0,51 mmol•g⁻¹ ni tashkil etgan [47; 381c]. Quyidagi ishda og'ir metallar sorbent sifatida foydalanish uchun sof xitozan va xitozan gidroezilapatit birikmasi asosida materiallar sintezini amalga oshirilgan. Materiallarning sorbsion xususiyatlarini o'rganish pH=6,0 da suvli eritmada Mn²⁺, Cr²⁺, Fe²⁺, Cd²⁺ va Cu²⁺ ionlari bilan bog'liq holda amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari kadmiyga nisbatan xitozan-gidroksiapatitning yuqori sorbsion faolligini ko'rsatdi [48; 27-36C].

Melaminni formaldegid va epixlorgidrin bilan kondensatsiyalab, polietilenpoliamin bilan qotirilganda olingan mahsulot - reniy va molibden ionlarini ajratish xususiyatiga ega ekanligi muhim hisoblanadi [49; 307-315 C].

Hozirgi vaqtgacha fenol ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan qo'shimcha mahsulot-fenol smolasidan ratsional foydalanish yo'lga qo'yilmagan. Ushbu ishda fenol smolasidan fenolformaldegid kationiti sintez qilish uchun foydalanish imkoniyati ko'rsatilgan bo'lib, u analoglari bilan ularga nisbatan statik almashinish sig'iminin 20% dan ham ko'proq bo'lishi bilan identifikatsiyalangan [50; 303-308C].

Fenol va aromatik aminlarning formaldegid bilan kondensatsiya mahsulotining ionalmashinuvchanlik xossalari 1935 yilda ingliz kimyogarlari Adams va Xolms tomonidan e'tirof etilganidan buyon to hozirgi kungacha bo'lgan ionalmashinuvchi smolalar ishlab chiqarish sanoati rivojlanishining 80 yillik tarixidagi asosiy davrlar ko'rsatib o'tilgan. Rossiyada ionalmashinuvchi smolalar ishlab chiqarishning zamonaviy holatlari aks ettirilgan. Ion almashinishdan toki ionalmashinuvchi smolalar kashf etilishigacha bo'lgan davrdagi bilimlarning asosiy rivojlanish holatlari ko'rib chiqilgan va qiyosiy tahlil qilingan [51; 157c].

0,59 va 0,51 mmol·g⁻¹ ni tashkil etgan [47; 381c]. Quyidagi ishda og'ir metallar sorbent sifatida foydalanish uchun sof xitozan va xitozan gidroezilapatit birikmasi asosida materiallar sintezini amalga oshirilgan. Materiallarning sorbsion xususiyatlarini o'rganish pH=6,0 da suvli eritmada Mn²⁺, Cr²⁺, Fe²⁺, Cd²⁺ va Cu²⁺ ionlari bilan bog'liq holda amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari kadmiyga nisbatan xitozan-gidroksiapatitning yuqori sorbsion faolligini ko'rsatdi [48; 27-36C].

Melaminni formaldegid va epixlorgidrin bilan kondensatsiyalab, polietilenpoliamin bilan qotirilganda olingan mahsulot - reniy va molibden ionlarini ajratish xususiyatiga ega ekanligi muhim hisoblanadi [49; 307-315 C].

Hozirgi vaqtgacha fenol ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan qo'shimcha mahsulot-fenol smolasidan ratsional foydalanish yo'lga qo'yilmagan. Ushbu ishda fenol smolasidan fenolformaldegid kationiti sintez qilish uchun foydalanish imkoniyati ko'rsatilgan bo'lib, u analoglari bilan ularga nisbatan statik almashinish sig'iminin 20% dan ham ko'proq bo'lishi bilan identifikatsiyalangan [50; 303-308C].

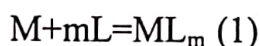
Fenol va aromatik aminlarning formaldegid bilan kondensatsiya mahsulotining ionalmashinuvchanlik xossalari 1935 yilda ingliz kimyogarlari Adams va Xolms tomonidan e'tirof etilganidan buyon to hozirgi kungacha bo'lgan ionalmashinuvchi smolalar ishlab chiqarish sanoati rivojlanishining 80 yillik tarixidagi asosiy davrlar ko'rsatib o'tilgan. Rossiyada ionalmashinuvchi smolalar ishlab chiqarishning zamonaviy holatlari aks ettirilgan. Ion almashinishdan toki ionalmashinuvchi smolalar kashf etilishigacha bo'lgan davrdagi bilimlarning asosiy rivojlanish holatlari ko'rib chiqilgan va qiyosiy tahlil qilingan [51; 157c].

1.3§. Metallar ionlarining sorbentlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining tadqiqot usullari.

Elementlarning mikromiqdorlarini konsentrlash va ajratish uchun xelat hosil qiluvchi polimer sorbentlar keng qo'llaniladi. Ular qo'llanilishining kelajakda rivojlanishi elementlar ionlarini murakkab kimyoviy tarkibli eritmalaridan konsentrlashda yuqori tanlovchanligi va samarali ta'siri bilan bog'liq. Sorbentlar zaharli emas, uzoq saqlashga turg'un va tashish uchun qulay hisoblanadi. Xelat hosil qiluvchi sorbentlar tarkibida eritmadagi elementlar ionlari bilan xelatli komplekslar hosil qilib ta'sirlashish qobiliyatiga ega bo'lgan kimyoviy faol funksional analitik guruhlar borligi bilan alohida ahamiyatga ega. Sorbentlarning metallar ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarini o'rganishda ba'zi metodlar olimlarning tadqiqot ishlarida o'z ifodasini topgan. Sorbentlarning metall ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarning barqarorlik doimiysi, metallar sorbsiysiga muhit pH kattaligining ta'siri, sorbentlarning kislota-asosli ionlanish doimiysini aniqlash usullari shular jumlasidandir.

Hosil bo'ladigan kompleks birikmalarning barqarorlik doimiyliklari muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Kompleks birikmalarni o'rganishda spektrofotometriya, polyarografiya, yuqori chastotali titrlash kabi usullar har doim aniq natija berishi noma'lum. Turlicha tuzlar ko'rinishidagi xelatli sorbentlarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash ham komplekslarning barqarorligi to'g'risida ma'lumot olish imkonini beradi. Sorbentlarning kompleks hosil qilish qobiliyatini baholash uchun metallar ionlarining kompleks hosil qiluvchi sorbent va kislotalar yoki monomer reagentlar o'rtasida taqsimlanishini o'rganishga asoslangan bilvosita usullar ham qo'llaniladi. Metallar ionlarining sorbentlar bilan kompleks birikmalarining nisbiy barqarorligi to'g'risidagi bilimlar, asosan, elyuirlash bo'yicha ma'lumotlarga tayanadi; bunda ba'zi adabiyotlarda [52; 200C] elyuent sifatida kompleksonlar yoki kislotalar eritmalaridan foydalanilgan [53; 123C]. Sorbentlardan metallarni

desorbsiyalashda eiyuirlovchi kislota eritmasi ma'lum kislotalikka (dekomplekslanish pH ko'rsatkichi) ega bo'ladi. Sorbentlar hosil qilgan kompleks birikmaning barqarorligi ($\lg_{\text{barq}}$) qancha katta bo'lsa dekomplekslanish pH ko'rsatkichi shuncha kichik bo'ladi. Sorbentlarning kompleks hosil qilish xossasini o'rganishda ko'pincha potensiometrlik titrlash usuli qo'llaniladi. Kompleks hosil qiluvchi metall ionlari ishtirokida sorbentni titrlashda olingan grafikdagi titrlash egri chizig'ining tuzilishi hosil bo'lgan kompleks birikmaning tarkibi va barqarorligini tavsiflashga yordam beradi. Bunda optimal sharoit olinib ionlar sorbsiyasi o'tkazildi va eritmalarda muvozanat o'rnatilgandan so'ng pH o'lchanadi. Sorbsiyadan so'ng eritmalardagi metall ionlar konsentratsiyalari spektrofotometrik usulda aniqlandi. Sorbsiya jarayonida M metal ionlarining sorbent funksional guruhlarlari L bilan kompleks hosil qilishi jarayonining umumiy ko'rinishini quyidagi (1) reaksiya tenglamasi bilan ifodalash mumkin:



Ushbu reaksiyaning muvozanat doimiysi kompleks birikmaning barqarorlik doimiysiga mos keladi va buni quyidagicha (2) yozish mumkin:

$$K_{\text{barq}} = \frac{[ML]_m}{[M] \cdot [L]^m} \quad (2)$$

Sorbent va unga mos keluvchi kompleks birikmaning suvda erimasligi muvozanatli sistemadagi $[ML_n]$ kompleks va kompleks hosil qilmagan metal ionlari konsentratsiyasini $[M]$ aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, kompleks hosil qilmagan koordinatsion faol guruhlar konsentratsiyasini $[L]$ kislotaning dissotsialanish doimiysini aniqlash tenglamasidan (3) topish mumkin:

$$\lg[L] = \lg[LH] + \frac{pH - pK}{m} \quad (3)$$

Bu yerda, $\lg[LH] = [L_{YM}] - [NaOH] - [H^+]$;

$[NaOH]$ – qo'shilgan natriy gidrooksid konsentratsiyasi, mmol/l;

$[H^+]$ – sistemadagi vodorod ionlarining muvozanat konsentratsiyasi.

Xelat hosil qiluvchi sorbentlarning kislota-asosli xossalari ularning xelat hosil qilish jarayonida pH_{opt} ko'rsatkichini va sorbentlarning selektivligini ma'lum darajada aniqlashga imkon beradigan muhim tavsifi hisoblanadi [54; 123-b]. Sorbentlarning kislota-asosli xossalarini o'rganish uchun potensiometrlik titrlash usuli keng qo'llaniladi. pK_{ion} kattaligini aniqlash uchun [55; 127C] Genderson-Gasselbax usulidan ko'proq foydalaniladi.

Brensted-Louri nazariyasiga to'xtalib o'tadigan bo'lsak, bu nazariya kislota va asoslarni kimyoviy moddalar orasidagi proton almashishga asoslanib tasvirlaydi. Har qanday proton ajratib chiqaruvchi modda Brensted-Louri kislotali va har qanday proton qabul qiluvchi modda Brensted-Louri asosi hisoblanadi. Kimyoviy tuzilish tomonidan qarasak, modda Brensted-Louri kislotali bo'lishi uchun tarkibida H^+ hosil qila oladigan vodorodga ega bo'lishi kerak. Proton qabul qilish uchun esa Brensted-Louri asosi proton bilan yangi bog' hosil qila oladigan kamida bitta erkin elektron juftga ega bo'lishi kerak.

Demak shundan xulosa qilinadiki, sorbentlarning kislota-asos xossalarini o'rganish uchun potensiometrlik titrlash usuli orqali natriy ioni bo'yicha statik almashinish sig'imi aniqlangach kislota-asosli ionlanish konstantasi Genderson-Gasselbax tenglamasi (4) orqali hisoblab topiladi:

$$pK_{ion} = pH - \lg \frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (4)$$

Bu yerda, α – polimer kislotali guruhlarining potensiometrlik titrlash usulida hisoblangan neytrallanish darajasi. α kattalik xelatli sorbent fazasidagi har bir guruhning statik sig'imidan kelib chiqib, hamma bosqich uchun qo'shilgan NaOH miqdorining ma'lum miqdordagi liganddagi har bir faol guruh miqdoriga nisbati bo'yicha quyidagi formula yordamida hisoblab topish mumkin:

$$\alpha = \frac{N \cdot V}{g \cdot CAC_{Na^+}} = \frac{0,02 \cdot V}{0,1 \cdot CAC_{Na^+}} \quad (5)$$

Bu yerda, N – NaOH eritmasi normalligi; V – qo‘shilgan 0,02M NaOH eritmasi hajmi, ml; CAC_{Na^+} – polimer fazasidagi har bir guruhning statik sig‘imi.

So‘ngi yillarda xelatli sorbentlarning kislota – asosli xossalari ko‘p hollarda monomer reagentlarning kislota-asosli guruhlari dissotsialanish doimiyliklariga yaqinligi o‘rganilgan. Xususan, Tadqiqotlar natijasida tarkibida fosforguruh saqlagan sorbentda ionlanish pK qiymati 4,47 ga teng bo‘lib, sorbentlarda faol funksional guruhlarning ionlanish doimiysi tegishli monomerlar tarkibidagi bir ismli faol funkcionl guruhlarning ionlanish doimiysidan 2-3 birlikka katta bo‘lishi aniqlangan [56; 126c].

Sorbentlarning koordinatsion xossalari va ularning amaliyotda qo‘llanilishi tarkibidagi funksional guruhlarning bir jinsli bo‘lishiga sezilarli darajada bog‘liq. Polifunksional ionitlar aralash ligandli komplekslarni hosil qilishi mumkin, ularning barqarorligi monofunksional smolalar hosil qilgan birikmalar barqarorligidan yuqori bo‘ladi [57; 58-64 b]. Natijada, bunday tipdagi sorbentlar ajratiladigan komponentlarga nisbatan tanlovchanlik kasb etadi. Bunday sorbentlar neytral va kislotali muhitlarda oraliq metallar bilan ko‘proq 1:1 tarkibli komplekslar hosil qiladi, shuningdek, bu kabi koordinatsion birikmalarning barqarorlashuvi polimer tuzilishdagi mavjud konformatsion o‘zgarishlarsiz sodir bo‘ladi [58; 1294-1297 b].

I-bob xulosasi

Tarkibida azot va oltingugurt tutgan sorbentlar sinteziga doir ilmiy-tadqiqot ishlari hamda ishlab chiqarishda asosan funksional guruhlarni turli materiallarga kimyoviy biriktirish yoki organik polimer va mineral tashuvchilarga reagentlarni nokovalent kiritish yo'li bilan olingan anional tashinuvchi hamda kompleks birikmalar hosil qiluvchi sorbentlardan ko'proq foydalanilgan.

Hozirga qadar olimlar jahonda sorbentlarning yangi turlarini sintez qilish, metallar ionlariga nisbatan sorbsion xususiyatlarini aniqlash va ular yordamida eritmalar tarkibidan qimmatbaho metall ionlarini ajratib olish va oqava suvlarni, oziq-ovqat maxsulotlarining tarkibidagi og'ir metallarni ajratib olish texnologiyasini yaratish bo'yicha bir qancha ishlarni amalga oshirishgan.

Yuqoridagi mualliflarning ilmiy-tadqiqot ishlarini o'rganib chiqib, kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintezi bo'yicha tadqiqotlarni amalga oshirish, mahalliy xom-ashyolar asosida tarkibida oltingugurt va azot donor atomlarini saqlagan, eritmada turli metallar ionlari bilan kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan sorbentlar sintez qilish maqsad qilib qo'yildi.

2 BOB. TARKIBIDA N VA S TUTGAN SORBENTLAR VA ULARNING TEGISHLI IONLAR BILAN HOSIL QILGAN KOMPLEKS BIRIKMALARI SINTEZI

2.1. §. Dastlabki moddalar va tadqiqot usullari. Ma'lumki hozirgi kunda olimlar va ishlab chiqaruvchilarning 'etibori qayta tiklanuvchi kompleks hosil qiluvchi sorbentlardan foydalanish, tannarxi iqtisodiy jihatdan arzon, ya'ni kam chiqindili yoki chiqindisiz texnologiyalarini ishlab chiqish hamda tabiiy boyliklardan kompleks foydalanishning tejamkor, shuningdek, ekologik jihatdan havfsiz va toza yo'llarini qidirib topishga qaratilgan. Ushbu muammolarni hal qilishning samarali yo'llaridan biri - ishlab chiqarish korxonalarining ikkilamchi mahsulotlari asosida kompleks hosil qiluvchi, yuqori sorbsion ko'rsatkichlarga ega bo'lgan sorbentlar olish muhim ahamiyat kasb etadi. Bunday sorbentlar gidrometallurgiya sanoati: texnologik va oqava suvlari tarkibidagi rangli, noyob va nodir metallar ionlarini tozalash konsentrlash va ajratish, hamda ionlar aralashmasini bir-biridan ajratib konsentrlash jarayonlarini oddiylashtirishda keng qo'llaniladi.

Tarkibida ditizon, monoetanolamin, natriy dietilditiokarbamat, melamin va difenilaminlar bo'lgan sorbentlarda yuqori kompleks hosil qilish qobiliyati hamda xelat effekti hisobiga sorbsiya jarayonidagi o'ziga xos tanlovchanlikka ega bo'ladi. Bunday kompleks hosil qiluvchi sorbentlarni olishning asosiy usuli tarkibida funksional guruhlari bo'lgan polimerlarni modifikatsiyalab turli agentlar bilan polimeranalogik o'zgartirish hisoblanadi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, tiokarbamid, formaldegid, ditizon hamda melamin formaldegid, tiokarbamid asosidagi yangi kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintezi, ularning tarkibi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari, ekspluatatsion tavsiflarining tadqiqoti, shuningdek, metall ionlariga nisbatan sorbsion xossalarini o'rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ularni o'rganishda esa turli tadqiqot usullarining ahamiyati nihoyatda yuqori va amaliyotga tatbiq qilishda muhim hisoblanadi.

Tadqiqot ishini bajarishda “T”, “F” va “D” “M” markali reaktivlardan foydalanildi. Barcha reaktiv eritmalarini tayyorlash uchun ularning aniq tortimlarini ma’lum hajmdagi erituvchilarda eritib tayyorlandi.

Tiokarbamid ($\text{CS}(\text{NH}_2)_2$) - Achchiq ta’imli oq kristall modda, suyuqlanish harorati $180\text{--}182^\circ\text{C}$, zichligi $1,4\text{g/sm}^3$ ga teng, suvda yaxshi eriydi, metanolda ham yaxshi eriydi.

Formaldegid (CH_2O yoki HCHO) - alifatik aldegidlar sinfining boshlang’ich vakili. Molyar massasi $30,03\text{ g/mol}$ ga teng. Zichligi $0,8153\text{ g/sm}^3$ (-20°C) da. Erish harorati -118°C va qaynash harorati esa -19°C ga teng. -118°C dan pastda formaldegid oq xamirsimon massaga aylanadi. Suyuq va gazsimon formaldegid 80°C gacha bo’lgan haroratlarda faol polimerlanadi. Suyuq formaldegid qutbsiz erituvchilar bilan har qanday nisbatda aralashadi, masalan: spirtlar, xloroform, etil atsetat, dietil efir va toluol. Haroratning oshishi bilan uning eruvchanligi pasayadi va bug’lanish va polimerlanishi esa orta boshlaydi.

Ditizon $\text{C}_6\text{H}_5\text{N}=\text{N}-\text{C}(\text{S})-\text{NHNHC}_6\text{H}_5$ (difeniltiokarbazon)- organik birikma, qora, binafsha-qora yoki ko’k-qora kristallar; suvda erimaydi, etanolda, dietil efirda juda oz eriydi, xloroformda eriydi. 168°C da eriydi, Analitik kimyoda indikator sifatida ishlatiladi. Kimyoviy formulasiga ega azo bo’yoq. Analitik kimyoda indikator sifatida ishlatiladi. Molyar massasi $256,33\text{ g/mol}$. Qora, binafsha-qora yoki ko’k-qora kristallar; suvda erimaydi, etanolda juda oz eriydi, dietil efir, xloroformda eriydi. Ditizon va uning eritmaları atmosfera kislorodi bilan oksidlanadi.

Melamin ($\text{C}_3\text{N}_6\text{H}_6$) - Rangsiz kristall, suvda kam eriydi, organik erituvchilarda erimaydi, suyuqlanish harorati 364°C , zichligi $1,57\text{g/m}^3$.

Natriy gidroksid (NaOH) - kuchli asoslik xossasiga ega, oq qattiq noorganik birikma. Kuchli higroskopik modda. Suvda yaxshi eriydi, bunda katta

miqdorda issiqlik ajraladi. Kimyoviy formulasi Molekulyar massasi $M=39,997$ g/mol, zichligi $d = 2,13$ g/sm³, suyuqlanish harorati. Tsuyuq= 323°C, qaynash harorati $T_{qay}=1403$ °C.

Tadqiqot ishlarini bajarishda yuqoridagi reaktivlar bilan birga "a.u.t." markali kumush nitrat, mis sulfat, rux nitrat, nitrat kislota, xlorid kislota, sulfat kislota, sirka kislota, sirka angidridi, kalsiy xlorid, indikatorlar (Trilon B), qora erioxrom, NH₄ kons. , mureksid indikator, ammoniy yoki kaliy rodanid va boshqa turli reagentlardan hamda turli hajmli laboratoriya idishlaridan foydalanildi. Bundan tashqari qo'llanilgan barcha kimyoviy reagentlar va erituvchilarni tozalash hamda ularni quritish adabiyotlarda ma'lum bo'lgan klassik usullar yordamida amalga oshirildi.

Eritmalarni tayyorlash. Mis (II) nitrat (9,4000 g), rux sulfat (6.8000 g), kumush nitrat tuzlaridan (8,5000 g) analitik tarozida o'lchab olindi va distillangan suvda eritilib 0,1 M 100 ml standart eritmalar tayyorlandi. Ishchi eritmalar analizni bajarishdan oldin standart eritmalarni suyultirib turli konsentratsiyali 0.0025, 0.005, 0.01 va 0.05 M li eritmalari tayyorlab ishlatildi.

IQ – spektroskopiya. O'rganilayotgan polimer moddalar IQ –spektrlari Yaponiyada ishlab chiqarilgan "IR Traser-100" (SHIMADZU Corporation IrAffinty-1S) spektrometri (№ A2196S904128LP) dan olingan spektrlar asosida natijalar qayd etildi. Spektrometrning yuqori sezuvchanligi (shovqin nisbati 30000:1) spektrdagi diapazonlarining past intensivligiga qaramay, turli xil namunalardagi to'lqin miqdorini tahlil qilishga imkon beradi, to'lqin raqamlari shkalasi - $4000 \div 450$ sm⁻¹. Interferometrning ishlashini optimallashtirish tizimi ichki o'zini tashxislash va o'rnatilgan avtomatik quritish moslamasi bilan birgalikda foydalanish qulayligini sezilarli darajada oshiradi, shuningdek, qurilmaning uzoq muddatli barqarorligini ta'minlaydi. Yuqori tezlikda skanerlash rejimining mavjudligi (soniyasiga 20 spektr) bir necha soniya davom etadigan kuzatuv reaksiyalariga imkon beradi [58; 56-63-b. 59;486-b.].

Differensial termik tahlil – Taqdim etilgan namunalarni termik barqarorligi differensial-termik va termogravimetrik usullarda Yaponiyaning SHIMADZU firmasining qurilmasida, tahlil qilindi. SHIMADZU (№C30565900892) (bir vaqtning o'zida issiqlik tahlili) TGA va shu bilan birga TGA-DTA, TGA-DSS analiz usullari tahlili, foydalanish uchun qulay, ishonchli va yuqori samarali termik tahlil platformasidir. Uskunalar bir vaqtning o'zida termogravimetrik (TGA) va differensial termal tahlil (DTA) yordamida fazaviy o'tish haroratini aniqlash, issiqlikka chidamlilik, materiallarning termal va termal-oksidlanish barqarorligini baholash, parchalanish va qarish jarayonlarini o'rganish, kul va namlik miqdorini aniqlash imkonini beradi. namunalardan. DTG-60 seriyali analizatorlar harorat va namuna massasidagi o'zgarishlarni bir vaqtning o'zida o'lchash uchun mo'ljallangan, foydalanish qulayligi, yuqori sezuvchanlik va aniqlikni ta'minlaydigan yuqori yuklash balansi tizimi bilan jihozlangan.

Termogravimetrik tahlil (TGA) - namuna massasining haroratga va boshqa parametrlarga (masalan, gaz fazasining tarkibi) bog'liqligini qayd etishga asoslangan termal tahlil usuli. Yuqori aniqlikdagi TG tahlil usulida bunga namunaning og'irligi va uning harorati o'rtasida teskari aloqa zanjiri mavjudligi tufayli erishiladi. Namunaning og'irligi o'zgarganda isitish sekinlashadi va shuning uchun og'irlik o'zgargan haroratni katta aniqlik bilan o'rnatish mumkin [60; Часть3].

Spektrofotometrik usuli – molekulyar absorbsion analiz metodlarining ichida eng mukammal va tezkor usul hisoblanadi; boshqa usullarga nisbatan ko'proq qo'llaniladi. Bu usul yorug'lik oqimini keng ~ 190 nm dan ~ 1100 nm oralig'ida, ya'ni ultrabinafsha (UB), ko'rinadigan (K) va yaqin infraqizil soha yorug'lik oqimlarini qayd etuvchi, spektrofotometrlarda bajariladi. Yorug'likni monoxromatlanish darajasi yuqori bo'lib, $\sim 0,2-5$ nm ni tashkil etadi[61]. Eritmalarning konsentratsiyalari EMC-30 PC UV spektrofotometri (№ULL1701004) da aniqlandi. Tadqiqot ishida foydalanilgan spektrofotometr

Germaniyaning "EMCLAB Instruments GmbH" zavodida ishlab chiqarilgan. Spektrofotometrik metod fotokolorimetrik metodga qaraganda aniqroq va selektivroq hisoblanadi, lekin murakkab va qimmatbaho asboblarni talab qiladi. Fotokolorimetrik metod hamma analitik parametrlar bo'yicha spektrofotometrik metoddan orqada turadi, lekin u asboblarning juda oddiyligi va arzonligi bilan boshqa metodlardan ajralib turadi. EMC-30PC UV spektrofotometr asbobi UB va ko'rinuvchan nur sohalarida ishlaydigan spektrofotometr bo'lib, molekulalarning nur yutish xossasiga asoslangan.

Potensiometrik titrlash- Potensiometrik metod [62;] bilan aniqlanayotgan moddani titrlash davomida ayrim xususiyatlarini boshqarish mumkin. Qulayliklari:

1. U sube'ktiv va indikator xatoliklariga yo'l qo'ymaydi.
2. Oz miqdorlarni yuqori aniqlikda aniqlash mumkinligi.
3. To'q rangli va boshqa turli rangdagi eritmalarini titrlash mumkin. Bunday hollarda rangli indikatorlarni ishlatish qiyin yoki umuman bo'lmaydi.
4. Ma'lum sharoitlarda differensirlagan holda (davom ettirgan holda) murakkab aralashmaning alohida qismlarini aniqlash mumkin.
5. Titrlash jarayonini avtomatlashtirish mumkin. Titrlashni o'lchagan holda TONni potensiometrik analizda aniqlash davrida kimyoviy reaksiyalarning 4 ta funksiyasini ham ishlatish mumkin. Kislota asosli, cho'ktirish, kompleks hosil qilish va oksidlanish-qaytarish. Potensiometrik usulda reaksiyaga oddiy titrlashdagi kabi talablar qo'yiladi.

I. Yetarlicha katta tezlik.

II. Reaksiya yuqori muvozanat konstantasiga ega bo'lishi kerak.

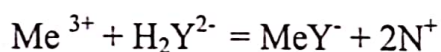
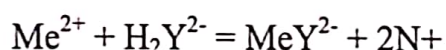
III. Qat'iy stexiometriklik halaqit beruvchi reaksiyalar yo'qligi;

IV. Bir xillik (har hil sharoitda reaksiya mahsulotlari

o'zgarmasligi kerak).

Ishlatilayotgan indikator elektrod reaksiyada qatnashayotgan kimyoviy elementlardan biriga sezgir bo'lishi kerak.

Kompleksonometrik titrlash (xelatometriya, trilonometriya) [63;] — titrlash orqali eritmadan metall ionlari miqdorini aniqlash usuli. Bu usul metall ionlarini etilendiaminpolikarbon kislotalari bilan kompleks birikmalar hosil qilishiga asoslangan. Ular umumiy holda quyidagicha ifodalanadi: $(\text{NOOS—R})_2\text{NCH}_2\text{—CH}_2\text{—N(RCOOH)}_2$, bu yerda R — alifatik radikallar. Metall ionlari kompleksonlar bilan suvda eruvchan, kam dissotsiatsiyalanadigan, barqaror va doimiy tarkibli kompleks birikmalar — kompleksonlar hosil qiladi. Kompleksonning metall ioni bilan birikishida 5 yoki 6 a'zoli halqa — xelat hosil bo'ladi. Amaliyotda etilendiamin tetrasirka kislotalarining ikki natriyli tuzi ko'proq ishlatiladi. Bu birikma komplekson III yoki trilon B deb yuritiladi. Shu sababli kompleksonometriya. ba'zida xelatometriya yoki trilonometriya nomi bilan ham ataladi. Metall ionli eritmani komplekson eritmasi bilan titrlaganda quyidagi reaksiyalar kuzatiladi:



Bu yerda, H_2Y_2 — etilendiamintetrasirka kislotalarining natriyli tuzi anioni. Demak, bir gramm-ekvivalent metallga, uning oksidlanish darajasidan qat'iy nazar, bir gramm-ekvivalent komplekson birikadi. Komplekson eritmasining konsentratsiyasiga qarab titrlashga sarf bo'lgan har bir ml eritmaga ma'lum miqdorda metall ioni to'g'ri keladi. Masalan, 0,01 M komplekson eritmasining (qarang molyar eritma) bir ml ga 0,5869 mg Ni, 0,5894 mg Co yoki 0,6354 mg Cu to'g'ri keladi. Titrlashning tugash nuqtasini metall — indikatorlar orqali

(mureksid, erioxrom qora, erioxrom ko'k, pirokatexin binafsha va h.k.) yoki potensiometrlik, fotometrik, amperometrik va boshqa usullar bilan aniqlanadi. Aniqlanayotgan metall ioni va qo'shilayotgan indikatorning tabiatiga ko'ra, muhitning pH qiymati turlicha bo'ladi va shu sababli titrlashda maqbul indikator tanlanadi. Agar eritmada bir necha metall ionlari bo'lsa, asosiy ionni aniqlash uchun aralashma ionlarni barqaror kompleks birikma beruvchi boshqa moddalar bilan to'sib (maskirovka) qo'yiladi. Bunday moddalar sifatida sianid, rodanid, florid, sitrat, tartrat ionlari hamda trietanolamin ishlatiladi. Kompleksonatlarning barqarorligi eritmaning rN miqdoriga bog'liq. Shu sababli bir vaqtda eritmadagi bir necha metall ionini aniqlash mumkin. Masalan, toriy ionini eritmaning muhiti pH —1,6 bo'lganda, so'ngra pH—4,5 bo'lganda shu eritmadagi nodiryer metall ionlarini titrlash mumkin. Kompleksonometriya usuli suvning qattiqligini, mineral xom ashyodagi, oqova suvlardagi metall ionlarining miqdorini aniqlashda, shuningdek, metallurgiyada oddiy va qulay usul sifatida keng qo'llaniladi.

Filtrlash - Sintez jarayonida kristall moddalarni ajratish uchun filtrlash usulidan foydalanildi [63;].

2.2-§. Tiokarbamid-formaldegid va ditizon asosida TFD-1 hamda tiokarbamid-formaldegid melamin asosida DM-1 tarkibli sorbent sintezi

Tajribaviy qismda avvalo, jarayon olib boriladigan asbob ishchi holatga keltiriladi. Bu asbob qaytarma sovutkich, shisha voronka mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan tubi yumoloq uch og'izli kolbada olib borildi. Jarayon 80-85°C haroratda 1,5- 2 soat davom etdi. Formalinda eritilgan tiokarbamid haroratga chidamli kolbada eritib olindi. So'ngra uning ustiga shisha voronka orqali ditizon eritmasi quyildi (pH=11,5) toki quyuq massa hosil bo'lguncha aralashtirib turildi, idishdagi massa quyuqlashgach harorat pasaytirildi va chinni kosachaga olinib, sovutildi. Shundan so'ng quritish pechida 12 soat davomida 40°C haroratda quritildi. Quritilgan polimer maydalangan holda 5% li NaOH

eritmasida, so'ngra distillangan suv bilan yuvildi. Bundan och jigarrang mahsulot olindi. Dastlabki moddalar tuzilishi va xossalarning sorbent tuzilishi va xossalarga ta'sirini aniqlash hamda yuqori ko'rsatkichli eksputatsion xossalarga ega bo'lgan sorbentlar sintezi variantlarini tanlash maqsadida ionit olishda dastlabki moddalar nisbatining ta'siri o'laroq tajribaviy qismning amaliy jarayoni bir necha marotaba olib borildi. O'tkazilgan tadqiqot asosida eng yaxshi ko'rsatkichlarga ega sorbent tiokarbamid, formaldegid va ditizonning 1: 2: 0,3 nisbatida olingan mahsulotida kuzatildi.

Tiokarbamid, formaldegid va melamin asosidagi sorbent sintezi:
Dimetiloltiokarbamid sintezi: 8,3g formalin (37%), 8,3g suv, 3g NaOH ning 4% li eritmasi va 3,8g tiokarbamid aralashtirildi. Aralashma pH=11,5 xona haroratida 8 soat davomida tinch holatda saqlandi va so'ngra 15ml gacha suv qo'shildi; Buning natijasida qovushqoq, oq cho'kma hosil bo'ldi.

Yuqoridagi ish bo'yicha tayyorlangan 8,46 ml dimetiloltiokarbamidning suvli holatdagi eritmasiga 2ml 56°C haroratda 36%li ishqor eritmasidan solindi; uning ustiga 6,5g melamin qo'shildi va suv hammomida mehanik aralashtirgich, qaytar sovutkich va tomchi voronka bilan jihozlangan uch og'izli kolbada 80-85°C haroratda qizdirildi va 2 soat davomida aralashtirish orqali jarayon olib borildi. Jarayon so'ngida hosil bo'gan quyuq massa chinni kosachaga olinib, distillangan suvda yuvilib, 55°C haroratda 12 soat davomida quritish shkafida quritildi. Tajriba ishida shuni alohida ta'kidlash kerakki, dimetiloltiokarbamid sintezida tiokarbamid formaldegid bilan kuchsiz kislotali, neytral va kuchsiz asosli muhitlarda metilolkarbamidga analog bo'lgan kristall metiloltiokarbamidga analog bo'lgan kristall metilol hosilalarini hosil qiladi. Birikish reaksiyasi ikkinchi, parchaalanish reaksiyasi esa birinchi tartibli. Bu reaksiya kislota va asosli katalizatorlar ishtirokida tezlatish mumkin. Sorbentlarni sintez qilishda polikondensatsiya va polimerlanish jarayonlariga haroratning ta'siri ahamiyatli ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Polikondensatsiya jarayoni 70, 80, 90 va 95°C haroratlarda olib borildi. Sintez

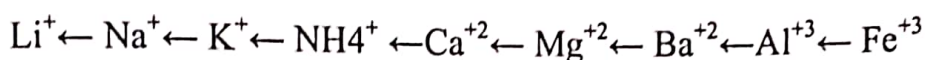
jarayonida shu narsa aniq bo'ldiki, jarayon davomida harorat oshirilsa polimerlanish jarayoni jadallashadi va reaksiya davomiyligi 0,5 soatgacha kamayadi. Lekin bunda ionitning bo'kuvchanligi va almashinish sig'imi ham kamayib ketishligi kuzatildi. Bundan ko'rinadiki, berilgan haroratda olingan ionitning tuzilishi ancha zich bo'lib, natijada, ionogen guruhlarining harakatchanligi qiyinlashadi. Agar harorat optimal sharoitdan past (tahminan 65-70°C) bo'lsa, polikondensatsiya reaksiyasining davomiyligi ko'proq miqdor vaqt davomida davom etadi. Sorbent sintez qilishda harorat bilan birgalikda boshlang'ich moddalarning bir biriga nisbati ham reaksiya borish sharoirlariga va jarayonga ham ta'siri sezilarlicha bo'lib, sintez jarayonida aynan boshlang'ich moddalarning nisbatiga alohida e'tibor berildi. Sorbentlar sintez qilishda gidrometallurgiya sanoatida ionitlarga qo'yiladigan barcha talablarni hisobga olgan holda tadqiqotlar o'tkazildi. Ta'kidlab o'tilganidek, ionitlarning sorbsion, fizik-kimyoviy, kinetik va mexanik xossalarini, shuningdek, qo'llanilish sohaslarini aniqlashga imkon beradigan afzallik hamda kamchiliklarini tadqiq etish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

2.3.§ Sintez qilingan sorbentlarning metallar ionlari bo'yicha ion almashinish sig'imini aniqlash uchun tarkibida tegishli ion saqlagan eritmalarda olib borilgan jarayonlar.

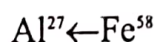
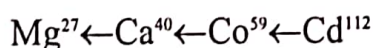
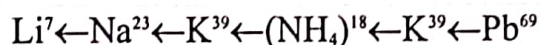
Ion almashinuvi-tutashgan ikki faza oralig'idagi ionlarning qaytar almashinish jarayonidir. Geterogen ionlar almashinadigan sorbsiyada eritmadagi qattiq faza-ionit sirtidagi ionlar bilan almashinadi. Biron ion, masalan, H^+ bilan to'yingan ionit boshqa ionlar, masalan, Na^+ yoki Ca^+ bo'lgan eritmaga tutashganda eritma bilan ionit orasida ionlar almashinadi. Bunda eritmadagi Na^+ va Ca^+ konsentratsiyasi kamayadi va shunga ekvivalent miqdorda H^+ ionlari paydo bo'ladi. Geterogen ionlar almashinadigan sorbsiya jarayonidan bug' qozonlariga beriladigan suvni tuzsizlantirishda, gidrometallurgiya sanoatida, kimyo va farmasevtika sohasida keng qo'llaniladi[64; 799-b.].

Kationlarning yutilishidagi asosiy qonuniyatlar quyidagilar hisoblanadi.

1. Elementlarni o'zaro tuproq va kolloid zarracha orasida almashinishi ekvivalent miqdorda sodir bo'ladi. Masalan: 1 mg/ekv. Ca sistemadan chiqarilsa 1 mg/ekv. Na uning o'rnini egallaydi.
2. Almashinadigan elementlar valentliklari xilma-xilligi uchun ularning valentligi ortishi bilan yutilish energiyasi ortib boradi. Ular bu xususiyatiga ko'ra quyidagicha joylashadi:



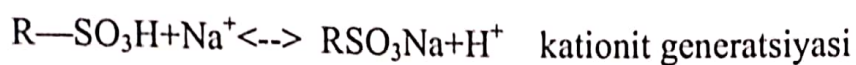
Yutilish energiyasi deb, eritmada bir xil konsentratsiyada bo'la turib ionning qancha yutilgani tushuniladi, ya'ni natriy va kalsiy eritmada 3 mg.ekv. dan bo'lsa, kalsiy sorbentga ko'proq yutiladi. Sababi uning yutilish energiyasi va valentligi katta. Yutilish energiyasi odatda ionlarning gidratlanmagan holatdagi radiusiga bog'liq bo'ladi. Ion radiusi qancha katta bo'lsa, u shuncha kuchsiz bog'lanadi, ya'ni yutiladi va aksincha bo'ladi[65; 93-94-b].



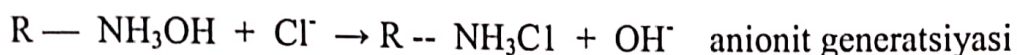
Bu xil variantli ionlarning yutilish energiyasi ularning atom massasi ortishi bilan ko'payib boradi. Atom massasi esa atom ionlarining tartib nomeri ortishi bilan ko'payib boradi. Bunda yuqoridagidek qatorlar hosil bo'ladi. Kationlarning yutilish energiyasi qancha katta bo'lsa, ularning sirt qavatida dagi holati shuncha mustahkam bo'ladi. Kationlar 75-85% dastlabki 3-6 minut davomida almashinadi, qolganlari uzoq vaqt davomida almashinishi mumkin. Bu tuproqdagi singdirilgan ionlarning xilma-xilligi bilan bog'liq.

Almashinishi mumkin bo'lgan kationlarning umumiy miqdoriga kation almashinish sig'imi deyiladi. Bu atama K.K.Gedroyts tomonidan kiritilgan

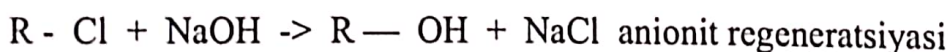
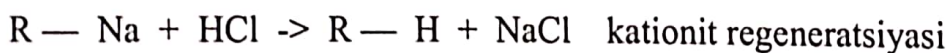
bo'lib hozirda ham o'z mohiyatini yo'qotmagan. Ionit deb, tarkibida harakatchan ionlar bo'lgan anorganik va organik moddalarga, ya'ni o'ziga xos polielektrolitlarga aytiladi. Ionitlar almashinadigan ionning turiga ko'ra: kationitlar va anionitlarga bo'linadi. Tarkibidagi kationitlarini eritmadagi kationlarga almashtiradigan, molekulasida kislota $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{PO}_3\text{H}$, $-\text{COOH}$, $-\text{H}$ va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit)lar kationitlar deyiladi. Kationitlarda boradigan ion almashinish reaksiyalari quyidagi tenglama orqali ko'rsatilgan:



Tarkibidagi anionlarini eritmadagi anionlarga almashtiradigan, molekulasida asos $-\text{NH}_3\text{OH}$ va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit)lar anionitlar deyiladi:

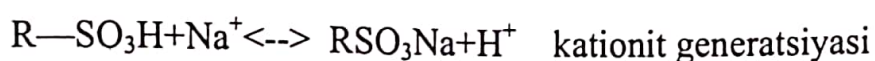


Ionitlarni ishlatilishidan oldin ular ma'lum o'lchamda maydalanib, distillangan suv bilan bo'ktirib qo'yiladi, so'ngra aralashmalardan yuvib tozalanadi. Ionitlar aralashmalardan tozalangach, kislota yoki ishqor bilan ishlanib kislotali ionit $-\text{H}^+$ (kationit) yoki ishqoriy ionit $-\text{OH}^-$ (anionit) ko'rinishiga o'tkaziladi. Oxirgi jarayon ionit regeneratsiyasi (qaytadan ishlashga tayyorlash) deyiladi:



Sharoitga qarab eritmadagi ham kationlarni, ham anionlarni almashtira oladigan ionitlar amfolitlar deyiladi. Ion almashinish reaksiyasi qaytar jarayon bo'lgani uchun va bunday hollarda muvozanat holati qaror topishini bilgan holda moddalar massasining ta'siri qonuniga asoslanib, ion almashinish reaksiyalarining muvozanat konstantasini topishimiz mumkin.

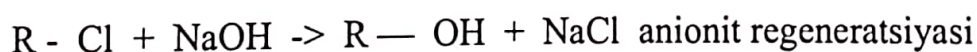
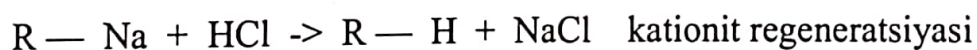
bo'lib hozirda ham o'z mohiyatini yo'qotmagan. Ionit deb, tarkibida harakatchan ionlar bo'lgan anorganik va organik moddalarga, ya'ni o'ziga xos polielektrolitlarga aytiladi. Ionitlar almashinadigan ionning turiga ko'ra: kationitlar va anionitlarga bo'linadi. Tarkibidagi kationitlarini eritmadagi kationlarga almashtiradigan, molekulasida kislota $-\text{SO}_3\text{H}$, $-\text{PO}_3\text{H}$, $-\text{COOH}$, $-\text{H}$ va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit)lar kationitlar deyiladi. Kationitlarda boradigan ion almashinish reaksiyalari quyidagi tenglama orqali ko'rsatilgan:



Tarkibidagi anionlarini eritmadagi anionlarga almashtiradigan, molekulasida asos $-\text{NH}_3\text{OH}$ va boshqa guruhlar saqlagan ionit (polielektrolit)lar anionitlar deyiladi:



Ionitlarni ishlatilishidan oldin ular ma'lum o'lchamda maydalanib, distillangan suv bilan bo'ktirib qo'yiladi, so'ngra aralashmalardan yuvib tozalanadi. Ionitlar aralashmalardan tozalangach, kislota yoki ishqor bilan ishlanib kislotali ionit $-\text{H}^+$ (kationit) yoki ishqoriy ionit $-\text{OH}^-$ (anionit) ko'rinishiga o'tkaziladi. Oxirgi jarayon ionit regeneratsiyasi (qaytadan ishlashga tayyorlash) deyiladi:



Sharoitga qarab eritmadagi ham kationlarni, ham anionlarni almashtira oladigan ionitlar amfolitlar deyiladi. Ion almashinish reaksiyasi qaytar jarayon bo'lgani uchun va bunday hollarda muvozanat holati qaror topishini bilgan holda moddalar massasining ta'siri qonuniga asoslanib, ion almashinish reaksiyalarining muvozanat konstantasini topishimiz mumkin.

Ionlarning almashinish xususiyatiga ta'sir qiluvchi omillar. Ionlarning tanlab yutilishi ionlar va ionitlarning xossasiga bog'liq. Bu bog'liqlik quyidagilardan iborat:

- 1) gidratlangan ionlar bilan ionitdagi ionogen guruhlar orasidagi elektrostatik ta'sir;
- 2) eritmada va ionit fazasida ionlarning gidratlanish (solvatlanish) energiyasi;
- 3) gidratlangan ionlarni eritmada va ionit fazasidagi strukturasi;
- 4) almashingan ionlar bilan ionitdagi ionogen guruhlar orasida koordinatsion bog'ning hosil bo'lishi;
- 5) ionitlarning bo'kishi va o'lchami.

Ionitning ionalmashinish sig'imi. Ionitlarning kimyoviy xossalari quyidagi kattaliklar bilan xarakterlanadi:

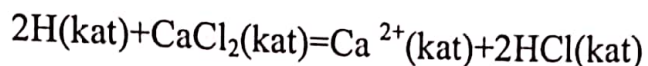
- ion almashinish sig'imi;
- nisbiy ion almashinish tezligi;
- kimyoviy reagentlarga nisbatan barqarorligi.

Ionitlarning quyidagi ion almashinish sig'imlarini hisoblash mumkin:

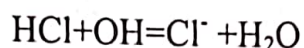
- to'liq ion almashinish sig'imi;
- statik muvozanatda ion almashinish sig'imi.

Kationit kislotali xossaga ega bolib,tarkibidagi korbaksil va sulfo gruppalarining protonlarini kationlarga almashtiradi. Anionitlar tarkibida asos xossali gruppalar bo'ladi. Ion almashtirish xromatografiyasi ionitlardagi aktiv gruppalarining ajratilayotgan moddalar ionlari bilan tasirlashuviga asoslangan.Ular oqsil va aminokislotalar aralashmalarini ajratishda ishlatiladi.

Ion almashinuvi usuli suvda erimaydigan moddalarning suvda eruvchi materiallar kationlari bilan almashinish reaksiyasiga kirishish qobiliyatiga asoslangan. Mazkur usulda sho'rsuv dastlab vodorod kationit filtrlarida o'tkaziladi. Almashinish reaksiyasi natijasida suvda eruvchi tuzlar kationlari vodorodga almashinib kislota hosil bo'ladi. Masalan:



Ion almashinuv usulida ishlovchi uskuna bosimi kationit va anionit filtrlardan hamda regeneratsiya moslamasidan iborat bo'ladi. Suv vodorod kationit filtridan o'tkazilganda so'ng uni anionit filtridan o'tkaziladi. Bunda suvda hosil bo'lgan kislota anionlar (Cl^- , SO_4^{2-} va boshqalar) anionit anionlari (OH^- va HCO_3^-) ga almashinadi.



Bu usul yordamida suvdan barcha suvda eruvchan tuzlar chiqarib yuboriladi. Vodorod kationit filtrini qayta quvvatga keltirish kislota yordamida amalga oshiriladi. Anionit filtri esa asos yordamida qayta regeneratsiyalanadi. Bir bosqichli suvni chuchuklashtirish sxemasi suvda mavjud bo'lgan barcha tuzlarning umumiy miqdorini 2-10 mg/l gacha kamaytirish imkonini beradi. Ikki bosqichli suvni chuchuklashtirish sxemasi suvdagi tuz miqdorini 1-3 mg/l gacha, kremniy kislorasi miqdorini esa 0,15mg/l gacha kamaytirish imkonini beradi. Uch bosqichli suvni chuchuklashtirish sxemasi yordamida suvdagi tuz miqdorini 0,15-0,1mg/l gacha, va kremniy kislotasi miqdorini 0,02-0,05 facha kamaytirish mumkin. Ion almashinuvi usuli tuz miqdori 2-3g/l gacha, suzib yuruvchi moddalar miqdori 8mg/l gacha va rangligi 8gradusgacha bo'lgan suvlarni chuchuklashtirish uchun qo'llaniladi. Ion almashinish usulining kamchiligi reagentlarning ko'p sarflanishidir[66; 39-b.].

Ion almashinish sig'imini 2 xil usulda tajriba olib borgan holda hisoblab topish mumkin. Bular statik sharoitda hamda dinamik sharoitda. Statik sharoitda

ionitning almashinish sig'imini aniqlashimiz uchun magnitli meshalkali kolba kerak bo'ladi. Kolbaga tayyor eritma solinib, meshalka yordamida aralashtiriladi. Tayyor eritmaga sorbentdan kerakli grammda solinib 24 soat davomida sorbsiya uchun muvozanat uchun qo'yiladi va titrlash orqali kerakli formula asosida hisoblash ishlari olib borildi.

Tadqiqot ishi davomida olingan ionitning 0,1 N li Cu(II), Ag(I) hamda Zn(II) saqlagan tuzlar eritmalari bo'yicha statik almashinish sig'imi aniqlandi va natijalar tahlil qilindi. Buning uchun quyidagi tajribaviy ishlar amalga oshirildi:

Eritmalarni tayyorlash. Standart eritmalarni tayyorlash uchun avvalo, kerakli ion saqlagan CuSO_4 , ZnSO_4 , AgNO_3 tuzlari tanlab olindi. 0,1N li eritmalari tegishli formulalar asosida hisoblab topildi va har bir eritmadan 100ml dan tayyorlab olindi va har bir eritmadan 20 ml dan olinib alohida-alohida har bir eritma 2 tadan tubi yassi kolbachalarga solindi. Har bir tayyorlangan eritmani 2 tadan idishga joylashtirganimizdan so'ng ularning bittasiga 100 mg dan TFD-1 hamda DM-1 markali sorbentlardan solindi. Keyin ular xona temperaturasidagi salqinligi o'rtacha bo'lgan joyda 1 sutka qoldirildi. So'ngra ion almashinish sig'imi quyidagich hisoblab topildi.

Cu^{2+} ioni uchun ion almashinish sig'imini aniqlash. Sorbsiyadan keyingi CuSO_4 eritmadan 5ml alikvot qism olinib, 50 ml gacha suyultirildi, so'ngra, ammiakli kompleks rangi hosil bo'lguncha bir necha tomchi ammiak qo'shib, aralashmaga yorqin sariq rang hosil bo'lguncha mureksid indikatoridan tomizildi. So'ngra, Trilon Bning 0,05N li eritmasi bilan och binafsha rang hosil bo'lguncha titrlandi.

Zn^{2+} ioni uchun ion almashinish sig'imini aniqlash. Keying eritmadan 5ml ZnSO_4 eritmasidan 5ml alikvot qism olindi, uning ustiga 15 ml distillangan suv bilan suyultirildi. Aralashma chayqatilib tinch holatga qo'yilgach uning ustiga reagent sifatida 1 tomchi qora erioxrom indikator hamda 1ml NaCl ning kons. eritmasidan 1ml solindi va bunda eritma binafsha ranga kiradi. So'ra eritmaning

rangi siyoh rang o'lguncha tirant - 0,05N li trilon B bilan siyoh ranga kirguncha titrlandi.

Ag⁺ ionlari uchun ion almashinish sig'imini aniqlash. Kompleks hosil qiluvchi ionitdan solingan eritmada 5ml miqdorda alikvot qism olindi va unga 1ml reagent sifatida temirammoniyli achchiqtoshdan solinib arlashtirib turilgan holda mikrobyuretkadagi 0,1M li KSCN eritmasi bilan sariq rang hosil bo'lguncha titrlandi.

Barcha o'lchashlar statik sharoitda olib borildi. Metall ionlari almashinish sig'imini aniqlashda yuqoridagi eritmalardan foydalanildi. Hisoblashlar quyidagi formula [67; 157c] (6) asosida topildi va quyidagi natijalar (2.1-jadval) olindi:

$$SAS = \frac{(V^1 - V^2) \cdot C \cdot V(um.)}{m} \quad (6)$$

Bunda,

V_1 – sorbent solinmagan eritmaga sarflangan titrant hajmi, ml;

V_2 – sorbent solingan eritmaga sarflangan titrant hajmi, ml;

C – sinov eritma konsentratsiyasi, N;

$V_{um.}$ – umumiy sinov eritma hajmi, ml;

m – sorbent massasi, g;

Formula natijasida olingan statik almashinish sig'imi mg-ekv/g birligida hisoblab topildi. Statik almashinish sig'imini keltirib chiqarishda yuqoridagi formuladan 3 xil ion saqlagan eritmalarning barchasi uchun foydalanildi va shu bo'yicha hisoblash ishlari olib borildi, hisoblashlar natijalari jadval asosida keltirib o'tildi.

Bu yerda keltirilgan ma'lumotlarni quyidagicha tushuntirish mumkin: tadqiqot ishida Cu(II), Zn(II) va Ag(I) ionlari uchun statik almashinish sig'imi ularning ma'lum tuzlari eritmaları asosida tayyorlab olingan standart eritmalar ustida laborotoriya ishi bajarildi. TFD-1 tarkibli sorbent ishtirokida aniqlangan

statik almashinish sig'imi nisbatan yuqoriroq ko'rsatkich berdi. Ikkinchi sorbentimiz ishtirokida olingan natijalar TFD-1 ga nisbatan kamroq natijadorlikka ega bo'ldi.

2.1-jadval

Metall ionlari bo'yicha statik almashinish sig'imi

Sorbentlar nomi	Statik almashinish sig'imi, 0,1N eritmalar bo'yicha, mg-ekv/g		
	CuSO ₄	ZnSO ₄	AgNO ₃
TFD-1	3,2 mg-ekv/g	3,05mg-ekv/g	2,85mg-ekv/g
DM-1	3,05 mg-ekv/g	3,002mg-ekv/g	2,93mg-ekv/g

Elementlarning analiz qilinayotgan eritmalaridagi konsentratsiyalari optik analiz usullari yordamida EMC-30PC-UV Spektrofotometrda o'rganildi va tayyorlangan eritmalarining konsentratsiyalari kompleksometrik titrlash usuli orqali standartlashtirildi. Sorbsiyadan keyingi eritma bilan sorbent solinmagan eritmani titrlash yo'li bilan reagentlar ishtirokida rang o'zgarishi bilan titrant sarfini hisoblash orqali biz ion almashinish sig'imini aniqlashimiz mumkin.

Ligandlarning metallar ionlari bo'yicha almashinish sig'imini aniqlashda Cu (0,1N, pH = 3,5-3,8), Zn(0,1N, pH = 5,5) va Ag (0,1N, pH = 4,5) eritmalaridan foydalanildi. Barcha o'lchashlar statik sharoitda olib borildi. Statik sharoit turg'un holat bo'lib, biror muvozanatga olingan harakatsiz olib boriladigan jarayonlar uchun ayni muddao bo'lgan sharoit tushuniladi. Statik sharoitga turli omillar turlicha ta'sir ko'rsatishi yoxud bog'liq bo'lishi mumkin. Masalan pH muhit ion almashinish jaryoniga bog'liq bo'lgan jarayonlardan biri hisoblanadi va o'zining ta'sirini sezilarli tarzda kuzatishimiz mumkin.

2-bob bo'yicha xulosalar.

Dissertatsiya ishining 2- bobida tajribaviy qism uchun boshlang'ich moddalarni o'rganish va tarkibida Tiokarbamid, formaldegid va ditizon asosidagi TDF-1 sorbent hamda tiokarbamid, formaldegid hamda melamin tarkibli DM-1 kompleks birikmalar hosil qiluvchi sorbentlar sinteziga bag'ishlangan bo'lib, bu bobda dastlabki moddalar va sintez qilingan sorbentlarni sintez qilishda ham tekshirishda qo'llanilgan tadqiqot usullari batafsil yoritilgan. Shuningdek:

1. Karbamid, formaldegid, ditizon asosida kompleks hosil qiluvchi polimer sorbent sintezi;

2. Tiokarbamid, formaldegid, melamin asosida kompleks hosil qiluvchi sorbent sintezi;

3. Sintez qilingan sorbentlar Cu(II), Zn(II) va Ag(I) ionlarining sorbsiya jarayoni, har bir ion saqlagan eritmalarini standartlashtirish uchun foydalanilgan buffer eritmalar haqida, har bir ionning statik almashinish sig'imini hisoblash va olib borilgan tajriba ishlari bo'yicha qisqacha yo'riqnoma kiritildi.

Olingan kompleks birikmalarning IQ-spektr ma'lumotlarini olish uchun kerakli tajribaviy qism haqida ham qisqacha to'xtalib o'tildi.

3 BOB. TARKIBIDA N VA S TUTGAN SORBENTLARNING HAMDA ULAR HOSIL QILGAN KOORDINATSION BIRIKMALARINING TURLI XOSSALARINING TAVSIFI.

3.1.§ Sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi sorbentlarning IQ- spektroskopik hamda TGA hamda DTA natijalari tahlillari

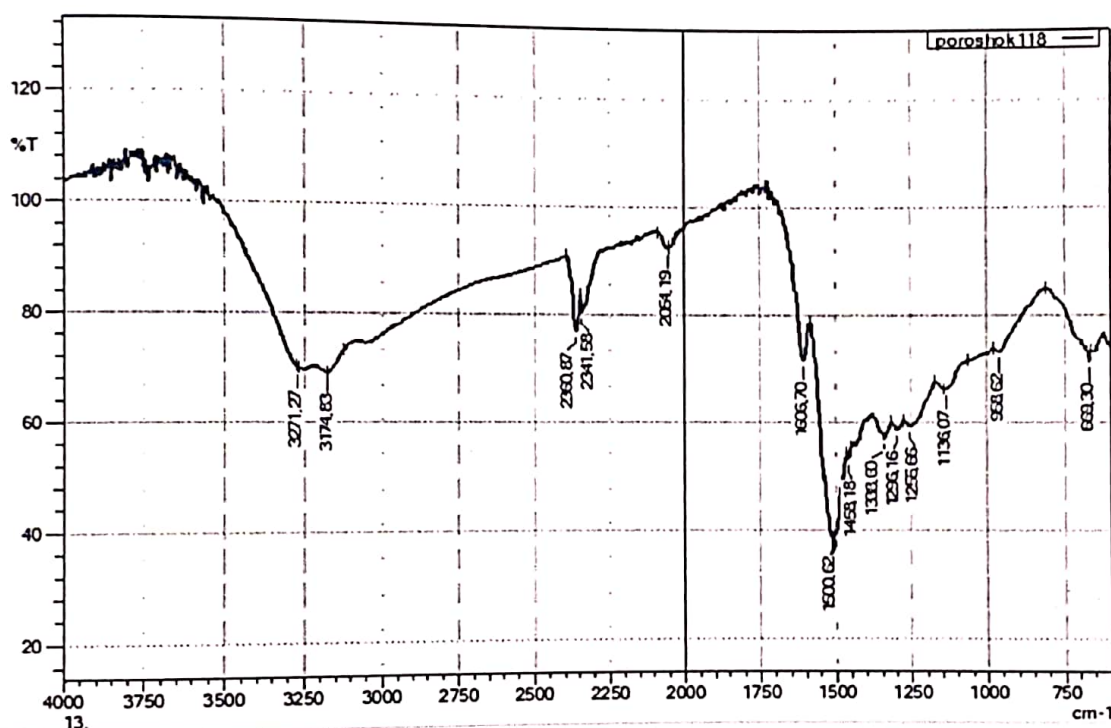
Hozirgi vaqtda olimlar va ishlab chiqaruvchilarning e'tibori ikkilamchi xomashyolardan ratsional foydalanish, ya'ni kam chiqindili yoki chiqindisiz texnologiyalarni yaratish hamda tabiiy boyliklardan kompleks foydalanishning tejamkor, shuningdek, ekologik jihatdan toza yo'llarini qidirib topishga qaratilgan. Bu muammolarni hal qilishning samarali yo'llaridan biri – ishlab chiqarish korxonalarining ikkilamchi mahsulotlari asosida kompleks hosil qiluvchi, yuqori sorbsion ko'rsatkichlarga ega bo'lgan sorbentlar olish hisoblanadi. Tarkibida azot va oltingugurt donor atomlarini tutgan kompleks hosil qiluvchi sorbentlarni olishning asosiy usuli tarkibida birlamchi va ikkilamchi aminoguruh bo'lgan polimer tipdagi ion almashinuvchi smolalarni sintez qilish polokondensatlanish, polimeralanish va polimeranologik o'zgartirishlardir. Bu sintezlar asosida turli kompleks hosil qilish qobiliyati hamda xelat effekti hisobiga sorbsiya jarayonidagi o'ziga xos tanlovchanlikka ega bo'lgan kompleks hosil qiluvchi sorbentlar sintez qilinadi [68; 397c].

Ma'lumki, hozirgi kunda sorbentlarning funksional guruhlarini aniqlashda IQ-spektroskopiyadan foydalanish samarali usul hisoblanadi. Hozirgi kunga kelib organik va noorganik moddalarning IQ-spektroskopik taxlili bo'yicha boy ma'lumotlar bazasi yaratilgan bo'lib, ular asosida deyarli barcha funksional guruhlarini tebranish turlari va chastotalari mavjud. Bu esa yangi sintez qilinadigan moddalar tarkibiga kiruvchi funksional guruhlarining yutilish chastotalaridagi o'zgarishlar orqali sodir bo'layotgan kimyoviy jarayonlarni, bog'larni hosil bo'lishi va tuzilishlarini aniqlashga imkon beradi. Sintez qilingan sorbentlarning koordinatsiya markazlari va koordinatsiyalanish yo'llarini

aniqlash maqsadida sintez qilingan birikmalarni IQ-spektroskopik usulda taxlili olib borildi. Reaksiya natijasida qanday modda yoki moddalar hosil bo'lishi noma'lum bo'lsa yoki o'simlikdan ajratib olingan yangi modda dastlabki fizik-kimyoviy ko'rsatgichlari bo'yicha ma'lum birikmalardan farq qilsa va shunga o'xshash boshqa holatlarda namunaning 4000 sm^{-1} dan 400 sm^{-1} gacha (to'lqin uzunligining $10^{-6} - 10^{-3}\text{ nm}$) bo'lgan sohada joylashgan IQ-spektrini tahlil qilish orqali qanday funksional guruhlar mavjudligini va namunaning qaysi sinfga oidligi haqida xulosalar qilish mumkin. Ayrim hollarda IQ-spektr polosalarining yutilish chastotalarini bilgan holda ularning qaysi funksional guruhlariga tegishli ekanligini topib, moddaning sinfi haqida xulosalar qilish mumkin. To'yingan va to'yinmagan uglevodorodlarning IQ-spektrida faqat C-H bog'ning valent va deformatsion tebranishlari tufayli yuzaga kelgan yutilish polosalari kuzatiladi. Lekin, IQ-spektrdan uglevodorod zanjiridagi metil, metilen guruhlarining soni haqida ma'lumot olishning imkoniyati yo'q. Sintez qilinadigan sorbentning sorbsion xossalarini nazorat qilish va uning ko'rsatkichlarini yaxshilash maqsadida, polimeranalogik o'zgarishlar natijasida polikondensatsion tipdagi sorbent (ionalmashinuvchi kompleksit) olindi. Ligandni sintez qilish jarayonida karbamid, formaldegid va ditizon kislotaning polikondensatsiya jarayoniga haroratning ta'sirini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar o'tkazildi. Polikondensatsiya jarayoni $70, 80, 85, 90$ va 95°C haroratlarda tadqiq etildi. Bunda reaksiyaning davomiyligi hamda $0,1\text{ N}$ Cu(II), Zn(II) hamda Ag(I) ionlar saqlagan eritmalarda ionlar bo'yicha statik almashinish sig'imi aniqlandi. Mazkur tadqiqot ishida IQ-spektroskopiya tahlilini SHIMADZU IQ-Furye spektrometri (Yaponiya) (diapazoni $400-4000\text{ sm}^{-1}$, o'lchamlari 4 sm^{-1}) spektrometrda olindi. Ushbu tahlilda molekulalarning tebranish harakatlari yoki ularning alohida qismlari uyg'onganda, namuna orqali yuborilgan nurlanish intensivligi pasayishi kuzatiladi. Lekin, yutilish kuzatilayotgan butun spektrda emas, balki o'rganilayotgan molekulalardagi tebranishlarni qo'zg'atish energiyasiga to'g'ri keladigan to'lqin uzunliklarida sodir bo'ladi.

Tiokarbamid, formaldegid, ditizon asosidagi TFD-1 tarkibli sorbentning IQ-spektrining tahlili. Sorbentlarning tuzilishini identifikatsiya qilish uchun IQ-spektrlari olindi. Tiokarbamid, formaldegid, ditizon asosida olingan kompleks hosil qiluvchi sorbentning IQ-spektri 1-rasmda keltirildi.

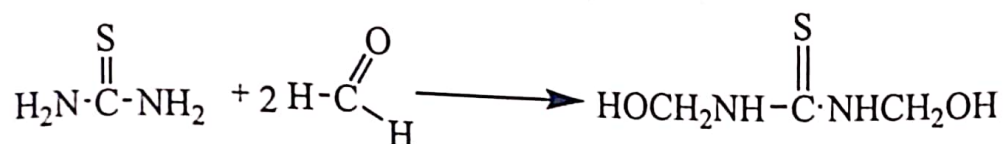
Sorbentning IQ spektrida $3271,27\text{cm}^{-1}$ sohada ikkilamchi N-H guruhlarining valent tebranish chastotasiga mos keluvchi yutilish chizig'i ko'rinadi. $2360-2341\text{cm}^{-1}$ (R)S-C=N guruhlarining valent tebranish, $1606-1500\text{cm}^{-1}$ mintaqahalarida -NH, (C=H) aromatik halqaning turli tebranishlari, 1136cm^{-1} sohada chiziqlar paydo bo'lishi bog'langan $\text{C}=\text{O}$ guruhini bildiradi. Bunday holda, davriy tuzilish bilan bog'liq bo'lgan ditizonning ikkilamchi amino guruhlar $1296-1255\text{cm}^{-1}$ sohasida paydo bo'ladi, bu C=S guruhi mavjudligini ko'rsatadi.



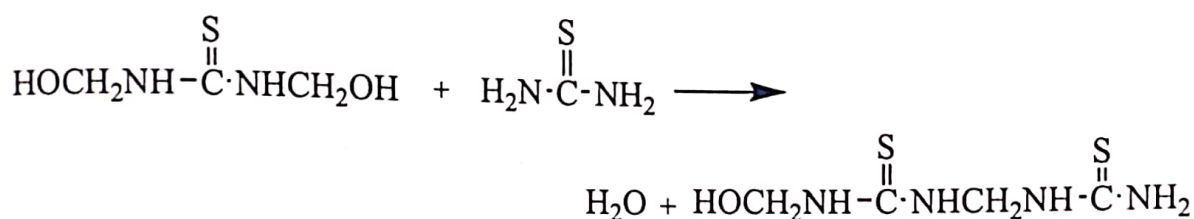
1-rasm. Tiokarbamid, formaldegid, ditizon asosidagi TFD-1 tarkibli sorbentning IQ-spektrining tahlili.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, Tiokarbamid, formaldegid, ditizon asosidagi TFD-1 markali sorbentning IQ spektr natijalarini ba'zi adabiyotlarda keltirilgan ma'lumotlardagi IQ-spektri bilan solishtirilganda ham spektrlarda

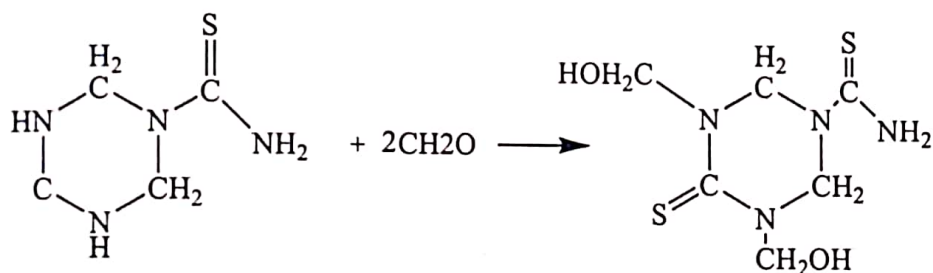
farq qiluvchi tebranish chastotalari mavjudligi yangi sorbent olinganligidan dalolat beradi. Bajarilgan tadqiqot ishining tajribaviy qismidan olingan natijalar va adabiyotlardagi ma'lumotlar asosida [69; 208c], sorbentning sintez reaksiyasini quyidagi ko'rinishlarda tasvirlash mumkin:



**1,5-digidrooksi-2,4-diaza-3-tiopentan
yoki dimetiloltiokarbamid**

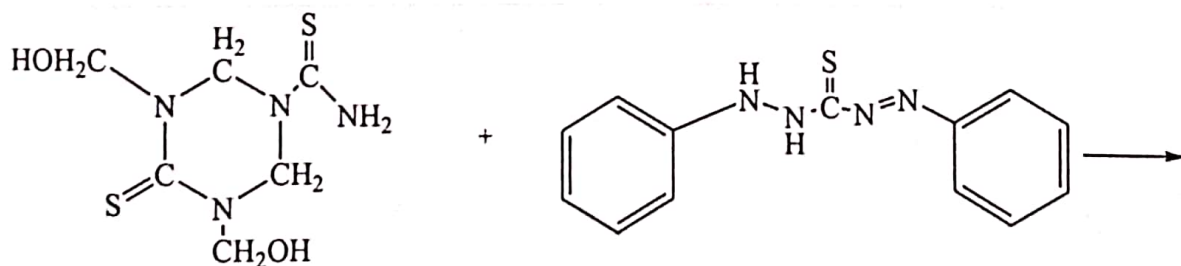


8-gidrooksi-1,3,5,7-tetraza-2,6-ditioktan

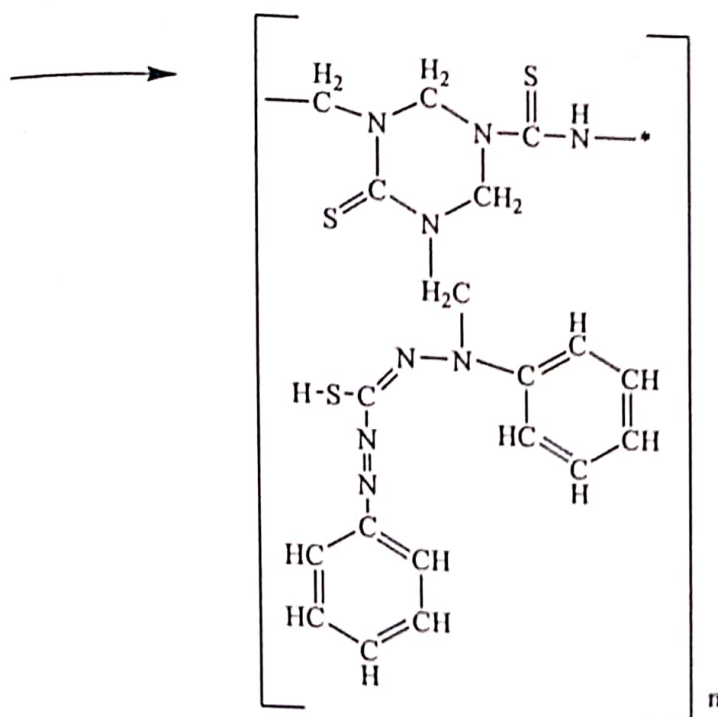


2-tiol, 3-di(gidrooksimetil)

5-N-gidrooksilmetilaminotionil-1,3,5 triazin



Ditizon



Tiokarbamid, formaldegid va ditizon asosida olingan sorbent monomer zvenosi fragmentining tuzilishi

Olingan TFD-1 tarkibli sorbentning tadqiqot ishi bo'yicha berilgan tegishli ionlar saqlagan 0,1 N li eritmalar uchun statik almashinish sig'imi hisoblab topildi va quyidagicha natijalar olindi. Natijalar asosida ion almashinish sig'imi barcha eritmalar uchun bitta formula bo'yicha hisob-kitob ishlari amalga oshirildi. Bunda asosan titrant sifatida ishlatilgan eritmalarining sarflangan qismi, jarayon muhiti hamda sarflangan sorbentning massasi alohida tortimlar va hajmlar bo'yicha standart sharoitda ish olib borilishi ta'minlandi. Tadqiqot ishida AgNO_3 eritmasi bo'yicha olib borilgan tajribada nisbatan effektiv natija olinmadi. Ko'pchilik ionalmashinuvchi kompozitsion birikmalarning fazoviy va to'rsimon tuzilishi – ularga suv va elektrolitlarda tegishli barqarorlikni beradi. Ionitlar ko'p holatlarda polifunksional birikmalarning nazorat qilib bo'lmaydigan tarkibli murakkab aralashmalaridan olinadi. Natijada, kimyoviy reaksiyaga kirishmagan dastlabki monomerlar bir xil bo'lmagan sondagi zvenoli oligomerlar bo'lib, ionit tarkibiga kiradi va oqibatda, reaksiya qobiliyatga ega

bo'lgan funksional guruhlar bir-biri bilan bog'langan holatda bo'ladi [70; 4219-4230 p].

3.1-jadval

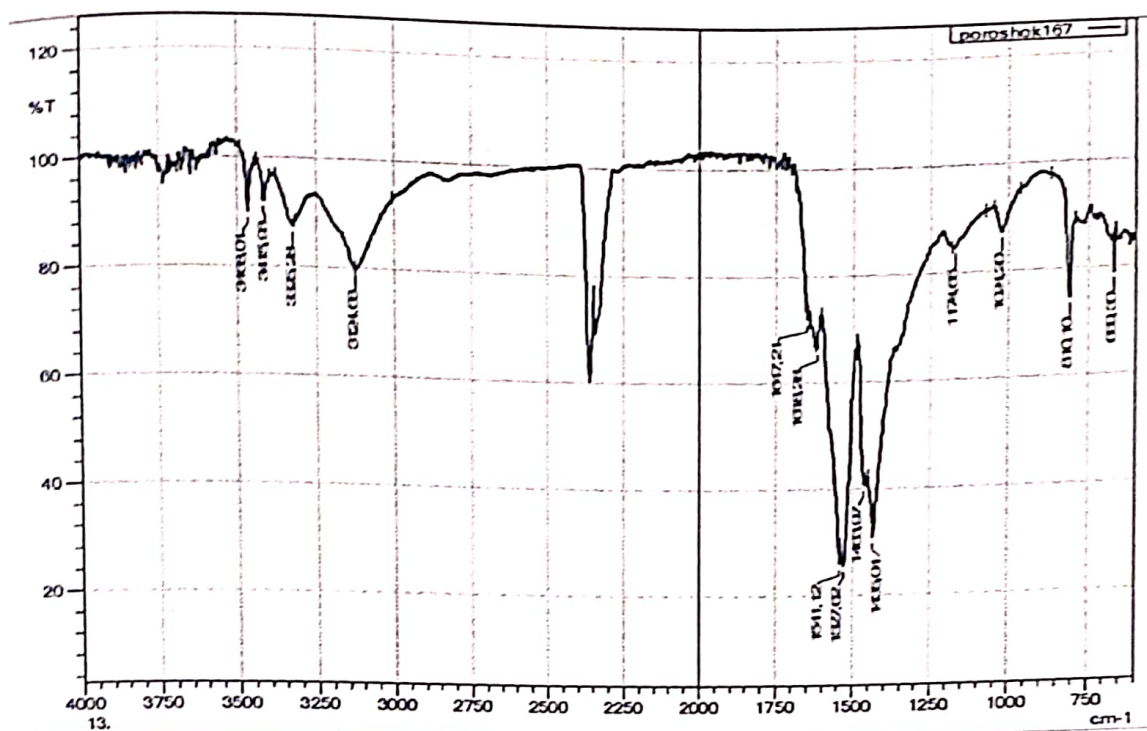
TFD-1 sorbentning turli metal ionlari bo'yicha statik almashinish sig'irlari bo'yicha olingan natijalar,mg-ekv/g

Standart eritmalar, 0,1N li	TFD-1 sorbent massasi,mg	Sorbsiya jarayonidagi muhit, pH ko'rsatkichi	Statik almashinish sig'iri, 0,1 N li eritmalar bo'yicha, mg-ekv/g
CuSO ₄	100	pH=3,5-3,8	3,2 mg-ekv/g
Zn(NO ₃) ₂	100	pH=5,5	3,05mg-ekv/g
AgNO ₃	100	pH=4,5	2,85mg-ekv/g

DM-1 sorbentining IQ-spektral tadqiqoti. Spekrning 2850-2950 sm^{-1} oralig'dagi sohasida metil ($-\text{CH}_3$), metilen ($-\text{CH}_2$) guruhlarining asimmetrik va simmetrik valent tebranishlari tufayli yuzaga kelgan polosalar joylashadi. Metil guruhining asimmetrik va simmetrik deformatsion tebranishlari hamda metilen guruhining qaychisimon tebranishlari natijasida yuzaga kelgan polosalar spektrning 1462 va 1377 sm^{-1} – oralig'idagi sohasiga to'g'ri keladi. Spekrning 1305 va 722 sm^{-1} –sohasidagi intensivligi kam bo'lgan polosalar metilen guruhining aylanma hamda mayatniksimon tebranishlari tufayli yuzaga keladi.

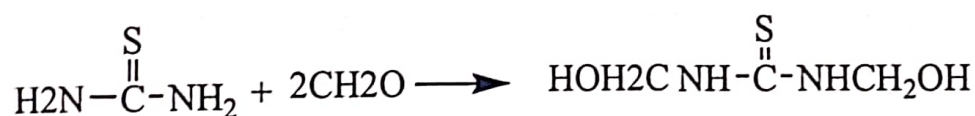
Umuman olganda, IQ-spektral analiz usuli moddaning tuzilish usulini tavsiflab beradigan usul bo'lib, IQ-spektrlar o'rganilayotgan birikmaning tarkibidagi funksional birikmalarini tavsiflashga yordam beradi. Kompleks birikmalar hosil qilgan sorbentlarning metal ionlari bilan almashinuvchanligini

ham tavsiflashda aynan mana shu usul qo'llanildi va keying boblarda bu haqida ham ma'lumotlar berib o'tildi.



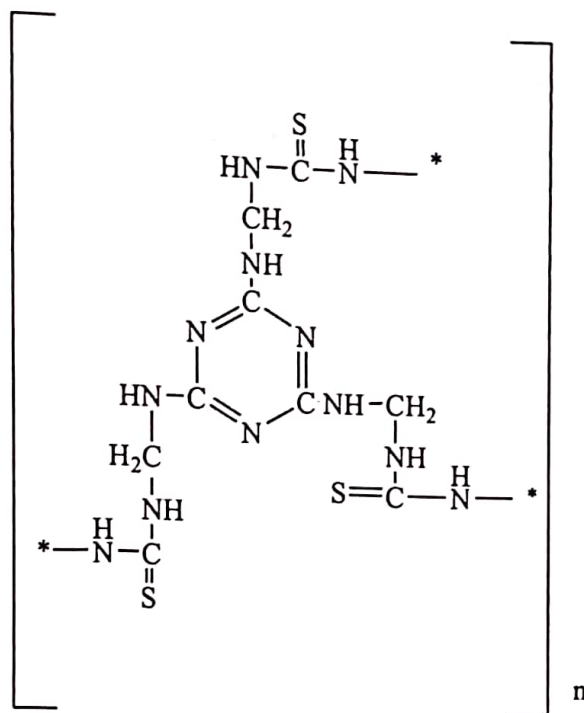
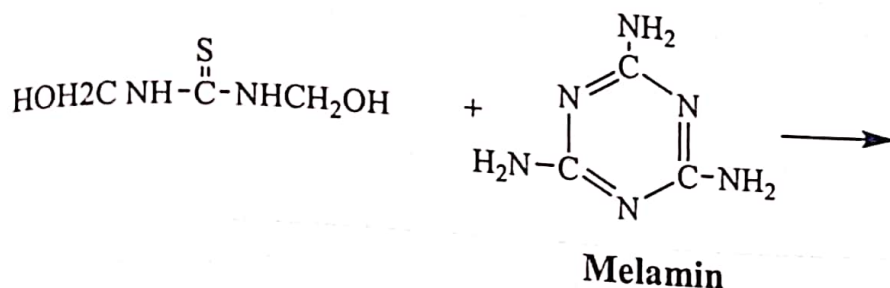
2-rasm. DM-1 sorbentining IQ-spektrining tahlili

Dimetiloltiokarbamid hamda melamin asosida olingan sorbentning sintezi jarayoni kimyoviy va IQ spektral analiz natijalari o'rganilgan adabiyotlar asosida quyidagi bosqichlarda amalga oshirilishi taklif etildi:



1,5-digidrooksi, 2,4-diaza, 3-tiopentan
yoki dimetiloltiokarbamid

Shundan so'ng, hosil bo'lgan mahsulotga melamin ta'sir ettirilib, tegishli polimer mahsulot olindi va uning bitta monomerining hosil bo'lishi quyidagicha:



Tiokarbamid formaldegid, melamin asosida olingan monomer fragmenti zvenosi

Polimerlanish reaksiyasining optimal harorati 85°C tanlab olindi, bunda reaksiya davomiyligi 2 soatni tashkil etdi va boshlang'ich moddalarning mol nisbatlari 1:1 bo'lgandagi olingan mahsulot yaxshi natija berdi. Dastlabki moddalar tuzilishi va xossalarining sorbent tuzilishi va xossalariga ta'sirini aniqlash hamda yuqori ko'rsatkichli eksplutatsion xossalarga ega bo'lgan sorbentlar sintezi variantlarini tanlash maqsadida ionit olishda dastlabki moddalar nisbatining ta'sirini o'rganish maqsadga muvofiq. Dimetiloltiokarbamidga suvli muhitda melamin qo'shish natijasida olingan mahsulotga metal ionlari saqlagan eritmalar ta'sir ettirilganda hosil bo'lgan kompleksning IQ-tahlil natijalari bilan bir qatorda uning ion almashinish sig'imi

ham o'lchandi va o'lchashlar tegishli formula asosida hisoblanib natijalar tahlil qilinib olindi.

Tadqiqot ishida sintez qilingan DM-1 sorbentning Cu(II), Zn(II) hamda Ag(I) ionlarini saqlagan eritmalar bo'yicha ion almashinish sig'imi statik sharoitda, tegishli pH ko'rsatkichida olindi.

3.2-jadval.

DM-1 sorbentning turli metall ionlari bo'yicha statik almashinish sig'implari bo'yicha olingan natijalar,mg-ekv/g

Standart eritmalar, 0,1N li	DM-1 sorbent massasi, mg	Sorbsiya jarayonidagi muhit, pH ko'rsatkichi	Statik almashinish sig'imi, 0,1 N li eritmalar bo'yicha, mg- ekv/g
CuSO ₄	100	pH=3,6	3,05 mg-ekv/g
Zn(NO ₃) ₂	100	pH=5,4	3,002mg-ekv/g
AgNO ₃	100	pH=4,5	2,93mg-ekv/g

Sintez qilingan kompleks birikma hosil qiluvchi ionitlarning termik barqarorliklarini o'lchash bo'yicha natijalar. Sintez qilingan ikki xil TFD-1 hamda DM-1 sorbentlarni termik analiz qilishda DTG-60 sinxron termal analizatori uskunasiidan foydalanildi. Uskunalar bir vaqtning o'zida termogravimetrik (TGA) va differensial termal tahlil (DTA) yordamida fazaviy o'tish haroratini aniqlash, issiqlikka chidamlilik, materiallarning termal va termal-oksidlanish barqarorligini baholash, parchalanish jarayonlarini o'rganish, kul va namlik miqdorini aniqlash imkonini beradi. DTG-60 seriyali analizatorlar harorat va namuna massasidagi o'zgarishlarni bir vaqtning o'zida o'lchash uchun mo'ljallangan, foydalanish qulayligi, yuqori sezuvchanlik va aniqlikni

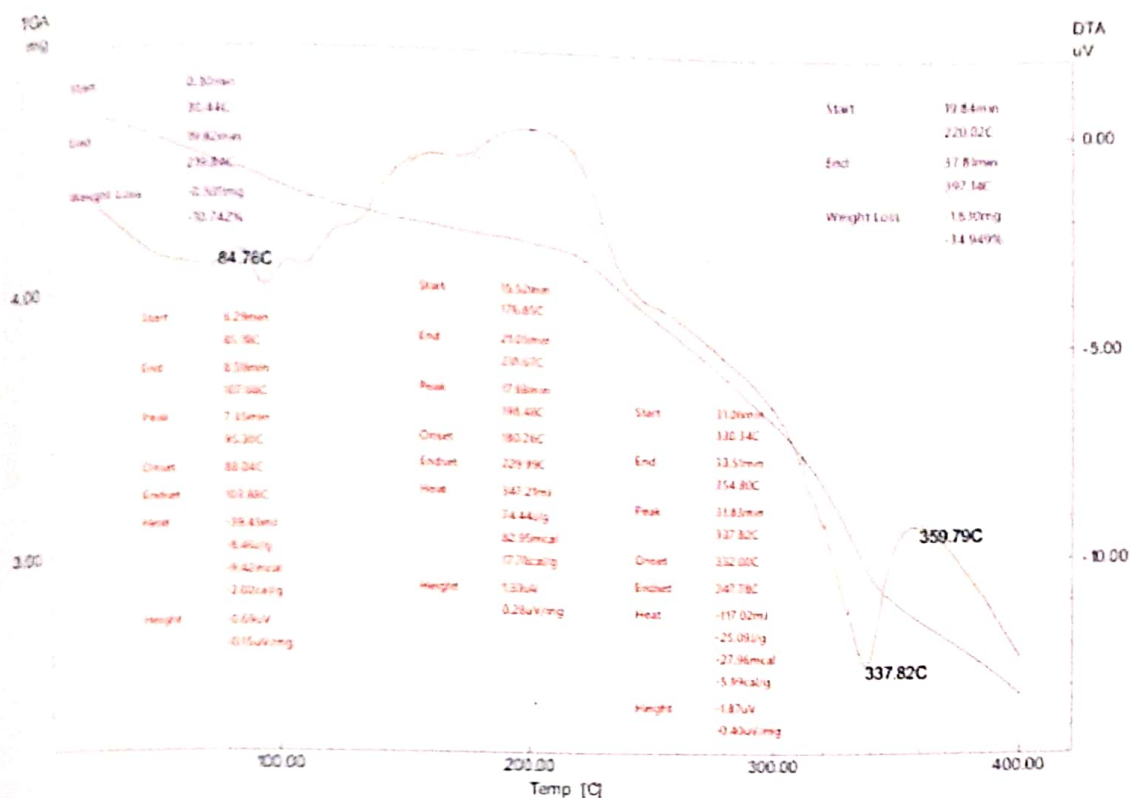
ta'minlaydigan yuqori yuklash balans tizimi bilan jihozlangan. Yuqori aniqlikdagi tarozilar, sezgir detektorlar va pechda haroratning bir xil taqsimlanishi DTA o'lchovlarining keng diapazonida 0,1 mkg aniqlik bilan 1000 mg gacha bo'lgan namuna massasining o'zgarishini qayd etish imkoniyatini beradi. Namuna qizdirilganda, sovutilganda yoki doimiy haroratda massasini o'lchash, oksidlanish jarayonlarini, termal va termik oksidlanish barqarorligini o'rganish, suv va boshqa uchuvchi komponentlarning tarkibini aniqlash, kul tarkibini tahlil qilish, namunalar tarkibini tahlil qilish, fazaviy o'tish temperaturalarini aniqlash, materiallarning tozaligini tahlil qilish, termofizik xususiyatlar to'plami bo'yicha mahsulotni aniqlash kabi vazifalarni bajaradi. Yuqori haroratlarda uzoq vaqt davomida ishlatishga mo'ljallangan ionalmashinuvchi materiallar termik barqaror bo'lishi talab etiladi. Termik barqarorlik polimer materiallar uchun muhim xususiyat bo'lib, yuqori haroratlarda ularning termik xususiyatlarini o'rganish- eksplutatsion xossalarning yomonlashishi va atrof muhitni zararlashga olib keluvchi destruktiv jarayonlar haqida xulosa chiqarishga imkon beradi. Quruq holatdagi ionitlarning destruksiya jarayonlarini o'rganib, matritsa va ionogen guruhlarining termik barqarorligini baholash hamda, bu strukturaga ega bo'lgan elementlarning boshlang'ich destruksiya haroratini aniqlash mumkin. Adabiyotlarning termik barqarorligi ionitlarning polimer matritsa va ionogen guruhlarining fizik va kimyoviy tabiati, shuningdek, ionitlarni termik qayt ishlash sharoiti bilan aniqlanishi ham mumkin [71; 2/3 doc.] . Sorbentlarning destruksiya jarayoni, avval, ularning hamma ionogen guruhlariga ta'sir qiladi. 40-45°Cda OH – to'rtlamchi aminoguruhli sorbentlarning termik barqarorligi kamayib boshlaydi. 90-110°C gacha haroratda ular tuz shakliga o'tadi va bunda termik barqarorlik sezilarli darajada oshadi. erkin asos shaklidagi kuchsiz asosli ionitlar 100-150°C gacha haroratga bardosh beradi. Bundan yuqori haroratda esa, dastlabki guruhlarining tuzilishiga qarab, (nitrozo va N-oksido guruhlar misolida) guruhlarda termooksidlovchi destruksiya sodir bo'ladi. Bu jarayon

ba'zi sorbentlarda massaning ayni temperaturada o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Masalan, PEPA (polietilenpoliamin) ni EXG (epixlorgidrin) bilan kondensatsiyalab olingan OH- shaklidagi sanoat anioniti EDE-10P havoda 110°C gacha qizdirishga barqaror va uning kuchli asosli guruhleri 120-150°C da o'zining faol guruhlarini yo'qotmasligini aniqlashgan[72; 233-249 p.].

TGA dan foydalanish termodestruksiya jarayonida sorbent massasi yo'qolishini aniqlash imkonini beradi. Sorbentlarning termik turg'unligini o'rganish bo'yicha tajribada olingan va [73;] adabiyotlardagi ma'lumotlar asosida sorbentlarni qizdirish jarayonida birikmalar tuzilishining destruksiyasi natijasida massa o'zgarishi bilan kuzatiladigan turli ekzotermik va endotermik issiqlik effektlari derivatografik analiz natijalari asosida tahlil qilingan .4-rasmda keltrilgan sorbentning TGA va DTA grafigida TFD-1 uchun maksimal 400°C harorat tanlab olinib, ushbu moddaning tahlil natijalari keltririlgan TGA va DTA grafik asosida ko'rib chiqildi(4-rasm; 3.3-jadval).

TGA egri chizig'i asosan 2ta intensiv massa yo'qotiladigan harorat oralig'ida amalga oshdi. Dastlabki massa yo'qotilishi 30,44°C va 219,84°C harorat oralig'ida, ikkinchi massa yo'qotilishi esa 220,02°C va 397,14°C harorat oralig'iga mos keladi. Birinchi massa yo'qotiladigan oraliqda massa yo'qotilishi 0,501mg (10,742%) ni tashkil etgan. Ikkinchi massa yo'qotishda intensiv parchalanish hodisasi kuzatiladi. Bunda massa yo'qotish 1,630 mg (34,949%) ni tashkil qilgan. Umumiy massa yo'qotilishi 2,131mg ya'ni 45,691%.

DTA tahlilga ko'ra, dastlabki endotermik effekt 85,18-107,68°C haroratlarda sorbentning erishi bilan kuzatilgan. Parchalanish 88,04°C da boshlanib, 103,88°C haroratlar oralig'ida kuzatilib, parchalanish effekt cho'qqisi 7,35 minutdan so'ng 95,30°C ni tashkil qilgan. Ikkinchi endotermik parchalanish 176,85-229,99°C oralig'ida kuzatilib, parchalanish cho'qqisi 17,60 daqiqada 198,48°C haroratda kuzatildi.



3-rasm. TFD-1 sorbentning TGA hamda DTA bo'yicha termik analizi natijalari

3.3-jadval

TFD-1 sorbentning TGA va DTA grafigi bo'yicha natijalar tahlili

Harorat °C	Effekt cho'qqisi °C	Massa o'zgarishi %	Massa o'zgarishi g	Sarflangan energiya miqdori (uV*s/mg)
30,44°C- 219,84°C	84,76	10,742%	0,501mg	0,15
220,02°C- 397,14°C	337,82	34,949%	1,630 mg	0,40

Uchinchi endotermik effekt 330,34-347,78°C oralig'ida kuzatildi va bunda parchalanish cho'qqisi 31,83daqiqada 337,82°C haroratdaligi o'rganildi. Parchalanishning umumiy entalpiyasi $\Delta Q = -107,99 \text{ J/g}$ ga teng. Termik tahlil ma'lumotlariga ko'ra, 3 ta endotermik jarayon mavjudligi aniqlandi va sintez qilingan sorbentning 85,8°C haroratgacha termik barqarorligi aniqlangan(4-rasm;3.3-jdval).

Endi sintez qilingan ikkinchi DM-1 markali sorbentning TGA hamda DTA tahliliga to'xtaladigan bo'lsak, uni quyidagi (5-rasm; 3.4-jadval) grafikdan foydalanib tahlil qilamiz. Ishda sintez qilingan DM-1 sorbentning termik analiz tavsifi 3.4 -jadvalda keltirilgan. **TGA egri chizig'i** asosan 3ta intensiv massa yo'qotiladigan harorat oralig'ida amalga oshdi. Dastlabki massa yo'qotilishi 27,9°C va 211,55°C harorat oralig'ida, ikkinchi massa yo'qotilishi esa 212,10°C va 360,26°C harorat oralig'iga mos keladi. Uchinchi massa yo'qotilishi 360,26 va 600,78°C harorat oralig'iga mos keldi. Birinchi massa yo'qotiladigan oraliqda massa yo'qotilishi 0,980 mg (6,313%) ni tashkil etgan. Ikkinchi massa yo'qotishda 6,739mg (43,410%) ni tashkil qilgan. Uchinchi massa yo'qotishda intensiv parchalanish kuzatilgan, ya'ni 1,600 mg (10,307%) ni tashkil qilgan. Umumiy massa yo'qotilishi 9,319mg ya'ni 60,03%. **DTA tahlilga ko'ra**, dastlabki endotermik effekt 27,78-135,57°C haroratlarda sorbentning erishi bilan kuzatilgan. Parchalanish 27,78°C da boshlanib, 135,57°C haroratlar oralig'ida kuzatilib, parchalanish effekt cho'qqisi 7,25 minutdan so'ng 89,95°C ni tashkil qilgan. Ikkinchi endotermik parchalanish 156,25-247,47°C oralig'ida kuzatilib, parchalanish cho'qqisi 20,27 daqiqada 218,37°C haroratda kuzatildi. Uchinchi endotermik effekt 276,49-337,84°C oralig'ida kuzatildi va bunda parchalanish cho'qqisi 30,92daqiqada 322,72°C haroratdaligi o'rganildi. Parchalanishning umumiy entalpiyasi $\Delta Q = -678,112 \text{ J/g}$ ga teng. Termik tahlil ma'lumotlariga ko'ra, 3 ta endotermik jarayon mavjudligi aniqlandi va sintez qilingan sorbentning 27,78°C haroratgacha termik barqarorligi aniqlangan.



4-rasm. DM-1 sorbentning TGA hamda DTA bo'yicha termik analiz natijalari

3.4-jadval

DM-1 sorbentning TGA va DTA grafigi bo'yicha natijalar tahlili

Harorat °C	Effekt cho'qqisi °C	Massa o'zgarishi %	Massa o'zgarishi g	Sarflangan energiya miqdori (uV*s/mg)
27,78- 135,57°C	89,95°C	6,313%	0,980 mg	0,45
156,25- 247,47°C	218,37°C	43,410%	6,739mg	0,58
276,49- 337,84°C	322,72°C	60,03%	9,319mg	1,62

Tahlil natijalariga ko'ra, ikkita olingan sorbentlarimizda o'tkazilgan termik tahlillar shuni ko'rsatadiki, TFD-1 markali sorbent DM-1 markali sorbentga nisbatan yuqoriroq haroratga barqarorligini ko'rishimiz mumkin. Natijalar nisbatan kamroq ko'rsatkichga ega bo'ldi, lekin natija mavjud. Shunday qilib, termoanaliz natijasi asosida ikkala sorbentda ham endotermik jarayonlar kuzatildi. Birinchi sorbentning erish temperaturasida endoeffekt sorbent tarkibidagi gigroskopik suvning chiqib ketishi bilan bog'liq. Ikkinchi bosqichda endoeffektlar tabiatiga ko'ra sorbent tarkibidagi suv, ya'ni aminoguruhlarning protonlashtirishda qatnashgan guruhlar tarkibidan suvning ajralib chiqishi bilan bog'liq.

3.2§. Sintez qilingan sorbentlarning bog' tabiati, atomlarining xususiyatlari bo'yicha kvant-kimyoviy tavsifi. Kimyoviy birikmalarda "tarkib-tuzilish-xossa" tizimini o'rganish natijasida birikmalarning tarkibi, xossalari va molekula tuzilishini oldindan bashorat qilish mumkin. Bunday ma'lumotlar tanlangan tarkib, xossa va tuzilishga ega bo'lgan kompleks birikmalarni sintez qilishga imkon beradi. Kompleks birikmalarni hosil bo'lishini nazariy asoslari va ularni amaliyotga qo'llash imkoniyatlarini yaratish hozirgi zamon koordinatsion birikmalar kimyosining dolzarb muammolaridan biridir.

Kvant kimyoviy hisoblashlarning rivojlanishi tufayli koordinatsion kimyo sohasidagi ishlarni oldindan rejalashtirish imkoniyati tug'ildi va kvant-kimyoviy xisoblashlar natijalariga asoslanib polifunksional ligandlarda konkurent koordinatsiyaga uchray oladigan markazlarni oldindan bashorat qila olish imkoni yaratildi [87; 17-20-b].

Kvant kimyoviy usullarning qo'llanilishi natijasi sifatida elektron holatlarning zichliklari, reaksiyalarning potensial sirti va qayta guruhlanish to'siqlari, turli spektroskopik kattaliklarni, ya'ni tebranma, elektron, rentgen, yutilish spektrlarini, yadro va elektron magnit rezonanslarni hisoblashlar imkonini beradi. Hozirda kvant kimyo moddaning atom va elektron tuzilishini

o'rganishdagi eng arzon, qulay, universal usullardan biri hisoblanadi. Xozirda dunyoda juda ko'p zamonaviy hisoblash komplekslari mavjud bo'lib, ulardan ko'pchilikning foydalanish imkoni mavjud. Bunday dasturlarning eng taniqlisi Hyper Chem programmasidir.

Oraliq metallarning kompleks birikmalarini olishda qo'llanilgan sorbentlar tarkibida potensial donor markazlarining mavjudligi bilan ularning kompleks hosil qilish qobiliyati tavsiflanadi. Har bir ko'rsatilgan donor atom kompleks hosil qiluvchi atom bilan koordinatsiyalashuvda raqobatdosh bo'ladi. Shuning uchun ligand molekulasidagi donor atomlarning effektiv zaryadlari va elektron zichliklarining taqsimlanish tabiatini kvant kimyoviy hisoblash usullari asosida eng faol reaksiya qobiliyatga ega donor markazni aniqlash kerak bo'ladi.

Shuningdek, moddalarning kvant-kimyoviy tavsiflash uchun Chem Office, Avagadro, Gaussian dasturlaridan foydalanish ham qulay. Tadqiqot ishida olingan sorbentlar hamda sorbentlar bilan tegishli ionlar Cu(II), Zn(II) hamda Ag(I) lar bilan hosil qilgan kompleks birikmalarning, shar strejenli ko'rinishlari aniqlandi va bog'lar xususiyatlari tahlil jadvallari o'rganib chiqildi.

3.5-jadval

TFD-1 markali sorbentning atom, bog'lanishlar, bog'lanish burchaklari bo'yicha ma'lumotlar

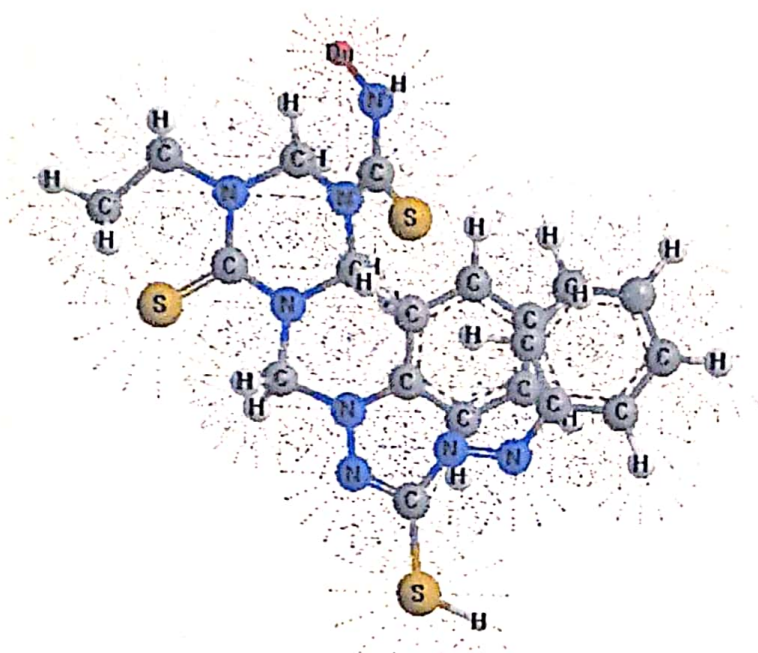
S.N.	Atom	Atom bog'lar	Bog'lanish uzunligi	Burchak atomi	Burchak	Ikki burchakli atom	Ikki burchak
9	S						
4	C	S(9)	янв.60				
3	N	C(4)	янв.90	S(9)	120.0000		
2	C	N(3)	янв.00	C(4)	118.0404	S(9)	16.5964
38	H	C(2)	1.1130	N(3)	109.4618	C(4)	-120.0004
5	N	C(4)	янв.90	N(3)	120.0000	S(9)	120.0000
6	C	N(5)	янв.00	C(4)	118.4000	N(3)	-16.8916
8	C	N(3)	янв.00	C(2)	123.5596	C(4)	118.4000
14	C	N(5)	янв.00	C(4)	118.0404	C(6)	123.5596
7	N	C(6)	янв.06	N(5)	109.3241	C(4)	39.9233
10	C	N(7)	янв.90	C(6)	126.0954	C(8)	126.0622

12	N	C(10)	январ.90	N(7)	113.0588	C(6)	161.3552
11	S	C(10)	январ.60	N(7)	126.9412	N(12)	120.0000
15	N	C(14)	январ.00	N(5)	109.5000	C(4)	-180.0000
16	N	N(15)	январ.00	C(14)	120.0000	N(5)	180.0000
17	C	N(15)	январ.60	C(14)	128.7525	N(16)	111.2475
18	C	C(17)	январ.70	N(15)	120.0000	C(14)	-146.9894
22	C	C(17)	январ.70	N(15)	120.0000	C(18)	120.0000
19	C	C(18)	январ.70	C(17)	120.0000	N(15)	180.0000
20	C	C(19)	январ.70	C(18)	120.0000	C(17)	0.0000
21	C	C(22)	январ.70	C(17)	120.0000	N(15)	180.0000
49	H	C(21)	1.1000	C(20)	120.0000	C(22)	120.0000
23	C	N(16)	январ.00	N(15)	120.0000	C(14)	180.0000
24	S	C(23)	январ.50	N(16)	120.0000	N(15)	-180.0000
25	N	C(23)	январ.00	N(16)	102.6400	S(24)	137.3600
26	N	N(25)	январ.80	C(23)	120.0000	N(16)	180.0000
27	C	N(26)	январ.00	N(25)	120.0000	C(23)	180.0000
28	C	C(27)	январ.70	N(26)	120.0000	N(25)	180.0000
32	C	C(27)	январ.70	N(26)	120.0000	C(28)	120.0000
29	C	C(28)	январ.70	C(27)	120.0000	N(26)	180.0000
30	C	C(29)	январ.70	C(28)	120.0000	C(27)	0.0000
31	C	C(32)	январ.70	C(27)	120.0000	N(26)	-180.0000
13	Du	N(12)	январ.60	C(10)	120.0000	N(7)	0.0000
1	C	C(2)	январ.30	N(3)	109.5000	C(4)	0.0000
46	H	C(18)	1.1000	C(17)	120.0000	C(19)	120.0000
47	H	C(19)	1.1000	C(18)	120.0000	C(20)	120.0000
48	H	C(20)	1.1000	C(19)	120.0000	C(21)	120.0000
50	H	C(22)	1.1000	C(17)	120.0000	C(21)	120.0000
51	H	C(28)	1.1000	C(27)	120.0000	C(29)	120.0000
52	H	C(29)	1.1000	C(28)	120.0000	C(30)	120.0000
53	H	C(30)	1.1000	C(29)	120.0000	C(31)	120.0000
54	H	C(31)	1.1000	C(30)	120.0000	C(32)	120.0000
55	H	C(32)	1.1000	C(27)	120.0000	C(31)	120.0000
37	H	C(2)	1.1130	C(1)	109.4418	N(3)	109.4418
39	H	C(6)	1.1130	N(5)	109.4857	N(7)	109.4857
40	H	C(6)	1.1130	N(5)	109.5644	N(7)	109.5644
41	H	C(8)	1.1130	N(3)	109.4418	N(7)	109.4418
42	H	C(8)	1.1130	N(3)	109.4618	N(7)	109.4618
43	H	N(12)	1.0120	C(10)	110.0945	Du(13)	129.9055
44	H	C(14)	1.1130	N(5)	109.4418	N(15)	109.4418
45	H	C(14)	1.1130	N(5)	109.4618	N(15)	109.4618
33	H	S(24)	январ.50	C(23)	120.0000	N(16)	-180.0000
34	H	C(1)	1.1130	C(2)	109.5000	N(3)	180.0000
35	H	C(1)	1.1130	C(2)	109.4418	H(34)	109.4418
36	H	C(1)	1.1130	C(2)	109.4618	H(34)	109.4618

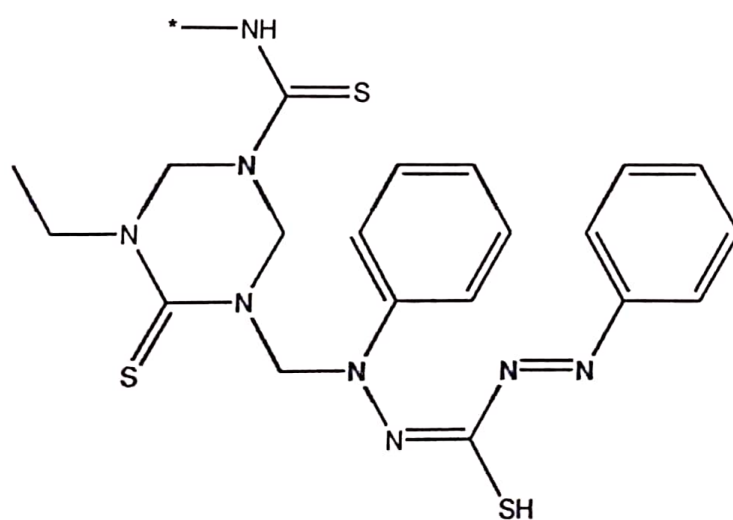
Ushbu jadvalda sorbentni tashkil qiluvchi atomlar bo'yicha qisqacha ma'lumotlar keltirilgan. Shar-strejenli ko'rinishi orqali struktura formulasi yozildi va atomlarning nechanchi atom ekanligi, atomlar orasidagi bog'lar, bog'lanishlar uzunligi, burchak atomlari, ikki burchakli atomlarning xususiyatlari haqida umumiy tavsiflar berib o'tilgan. Sorbent tarkibidagi Du atomi mavjud. Bu Du atomi bitta N atomining ochiq- * bilan belgilangan atomi bo'lib u yerga yana polimer hosil bo'lishi bitta monomer kelib birikadi.

Monomer kelib birikishi uchun polimer zanjir fragmentida huddi shunday donor atomning bo'sh bog'i yulduzcha bilan ifodalangan. Shunday qilib olingan ionalmashinuvchi polimerlarning uch o'lchamli tuzilishini aniqlash uchun kimyoviy analiz usullar bilan birgalikda fizik-kimyoviy usullardan ham foydalanildi. Kimyoviy jarayon va xususiyatlarni tavsiflashda yana bir qancha dasturlardan foydalanish mumkin. Kvant kimyoviy usullarning qo'llanilishi natijasi sifatida electron holatlarning zichligi, reaksiyalarning potensial sirti, va qayta guruhlanish to'siqlari, turli spektroskopik kattaliklarni hisoblash imkoniyatlarini ham beradi.

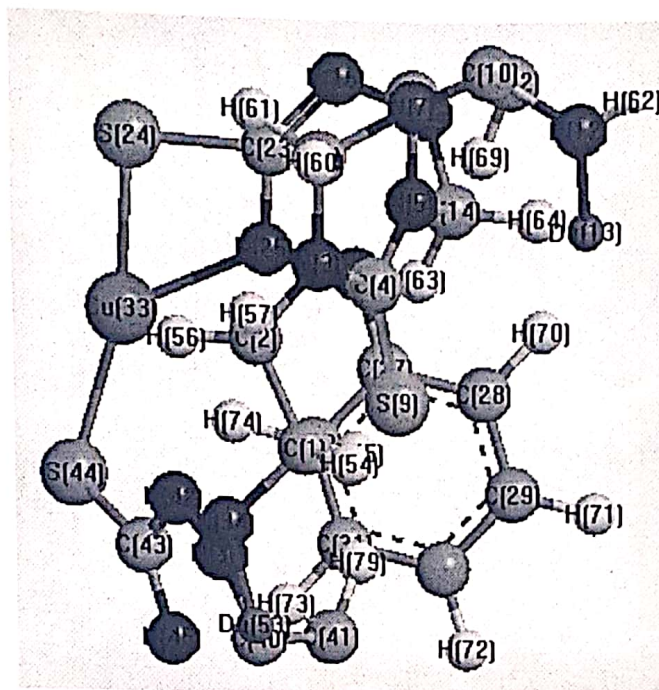
Shuningdek turli kimyoviy dasturlar asosida sintez qilingan sorbentlarning elektron tuzilishi, geometrik, energetik tavsiflarini MNDO, AM1 va PM3 yarim empirik kvant kimyoviy usullari orqali olingan hisoblash natijalari va ligandlar molekulalarining zaryad nazorati asosidagi modellashni qo'llanilishidan olingan natijalar ligand molekulalarining zaryad nazorati asosidagi modellashni qo'llanilishidan olingan natijalar ligand molekulalarining reaksiya qobiliyatini hisoblashda hamda polifunksional polidentatli ligandlar koordinatsiyalashuvining raqobatdosh donor markazlarini o'rganishda yarim empiric kvant-kimyoviy usullarni qo'llash mumkinligini ko'rsatmoqda.



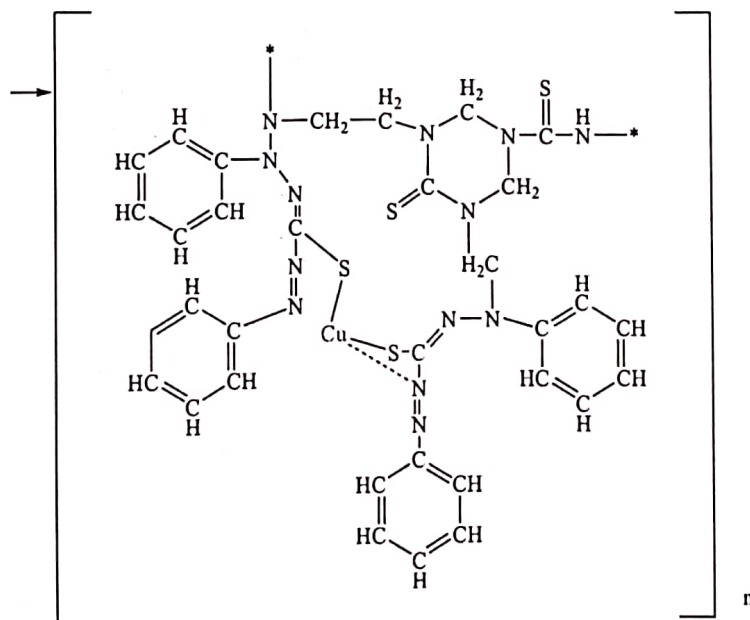
5-rasm. TFD-1 markali sorbent yakka monomerining shar-strejenli koʻrinishi



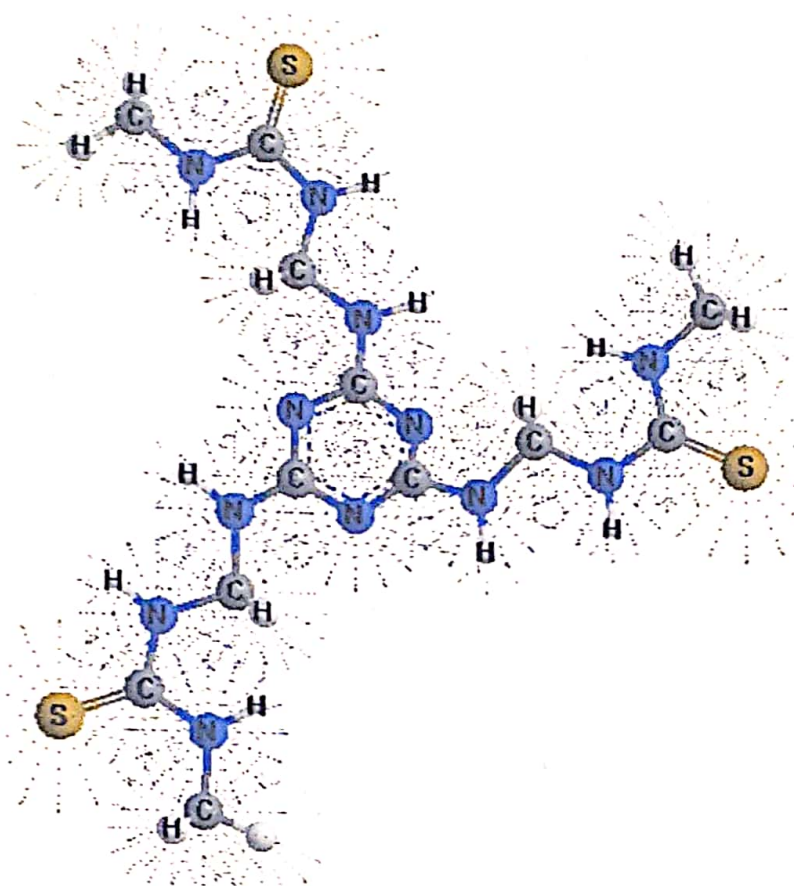
6-rasm. TFD-1 sorbent yakka monomerining struktura formulasi



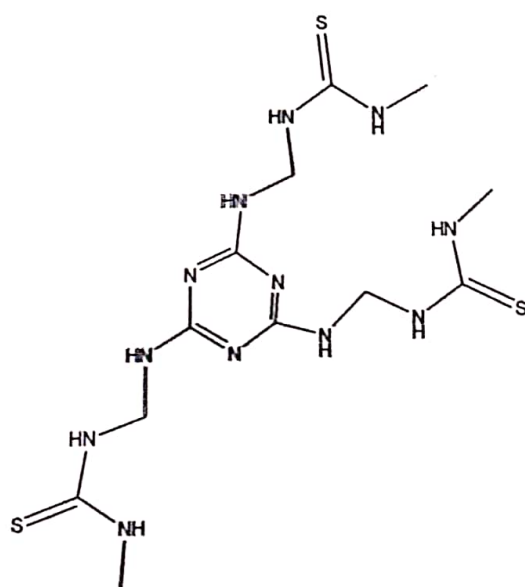
7 - rasm. TFD-1+Cu(II) – kompleks birikmasining shar-strejenli fazoviy 3D ko‘rinishi.



8-rasm. TFD-1+Cu (II) – kompleks birikmasining struktura ko‘rinishi



9-rasm. DM-1 markali sorbent yakka monomerining shar-strjenli ko‘rinishi



10-rasm. DM-1 markali sorbent yakka monomerining struktura formulasining ko‘rinishi

3.6-jadval

**DM-1 markali sorbentning atom, bog'lanishlar, bog'lanish burchaklari
bo'yicha ma'lumotlar**

S.N.	Atom	Atom bog'lar	Bog'lanish uzunligi	Burchak atomi	Burchak	Ikki burchakli atom	Ikki burchak
15	C						
14	N	C(15)	янв.00				
37	H	C(15)	1.1130	N(14)	109.4618		
12	C	N(14)	янв.90	C(15)	120.0000	H(37)	59.9996
11	N	C(12)	янв.90	N(14)	113.0588	C(15)	-180.0000
10	C	N(11)	янв.00	C(12)	120.0000	N(14)	0.0000
13	S	C(12)	янв.60	N(11)	120.0000	N(14)	126.9412
32	H	C(10)	1.1130	N(11)	109.4618	C(12)	-59.9996
33	H	N(11)	1.0120	C(10)	122.8492	C(12)	117.1508
7	N	C(10)	янв.00	N(11)	109.5000	C(12)	-180.0000
6	C	N(7)	янв.60	C(10)	120.0000	N(11)	180.0000
5	N	C(6)	янв.00	N(7)	120.0000	C(10)	0.0000
1	N	C(6)	янв.00	N(5)	120.0000	N(7)	120.0000
2	C	N(1)	янв.00	C(6)	115.0000	N(5)	0.0000
3	N	C(2)	янв.00	N(1)	120.0000	C(6)	0.0000
4	C	N(5)	0.9784	C(6)	122.0264	N(1)	0.0000
9	N	C(4)	янв.60	N(3)	130.4683	N(5)	101.5581
22	C	N(9)	янв.00	C(4)	120.0000	N(3)	180.0000
30	H	N(9)	1.0500	C(4)	112.6413	C(22)	127.3587
46	H	C(22)	1.1130	N(9)	109.4618	C(4)	59.9996
45	H	C(22)	1.1130	N(9)	109.4418	H(46)	109.5200
23	N	C(22)	янв.00	N(9)	109.5000	C(4)	180.0000
24	C	N(23)	янв.90	C(22)	120.0000	N(9)	-180.0000
25	S	C(24)	янв.60	N(23)	120.0000	C(22)	-180.0000
26	N	C(24)	янв.90	N(23)	113.0588	S(25)	126.9412
27	C	N(26)	янв.00	C(24)	120.0000	N(23)	180.0000
49	H	C(27)	1.1130	N(26)	109.5000	C(24)	-180.0000
8	N	C(2)	янв.60	N(1)	120.0000	N(3)	120.0000
16	C	N(8)	янв.00	C(2)	120.0000	N(1)	180.0000
38	H	C(16)	1.1130	N(8)	109.4418	C(2)	-60.0364
17	N	C(16)	янв.00	N(8)	109.5000	C(2)	-180.0000
18	C	N(17)	янв.90	C(16)	120.0000	N(8)	-180.0000
20	N	C(18)	янв.90	N(17)	113.0588	C(16)	0.0000
19	S	C(18)	янв.60	N(17)	120.0000	N(20)	126.9412
21	C	N(20)	янв.00	C(18)	120.0000	N(17)	-180.0000
35	H	C(15)	1.1130	N(14)	109.5000	H(37)	109.4618
36	H	C(15)	1.1130	N(14)	109.4418	H(35)	109.4418
41	H	N(20)	1.0120	C(18)	117.1508	C(21)	122.8492

51	H	C(27)	1.1130	N(26)	109.4618	H(49)	109.4618
28	H	N(7)	1.0500	C(6)	112.6413	C(10)	127.3587
39	H	C(16)	1.1130	N(8)	109.4618	N(17)	109.4618
40	H	N(17)	1.0120	C(16)	122.8492	C(18)	117.1508
47	H	N(23)	1.0120	C(22)	122.8492	C(24)	117.1508
48	H	N(26)	1.0120	C(24)	117.1508	C(27)	122.8492
29	H	N(8)	1.0500	C(2)	112.6413	C(16)	127.3587
42	H	C(21)	1.1130	N(20)	109.5000	C(18)	180.0000
43	H	C(21)	1.1130	N(20)	109.4418	H(42)	109.4418
44	H	C(21)	1.1130	N(20)	109.4618	H(42)	109.4618
31	H	C(10)	1.1130	N(7)	109.4418	N(11)	109.4418
50	H	C(27)	1.1130	N(26)	109.4418	H(49)	109.4418
34	H	N(14)	1.0120	C(12)	117.1508	C(15)	122.8492

Shar strejenli ko'rinishlar Chem 3D Ultra dasturi orqali aniqlandi va shu asosida olingan DM-1 markali sorbentning strukura formulasi yozildi. Bundan tashqari shu dastur asosida sorbent monomerining bog'lar bo'yicha umumiy xossalari jadval asosida keltirib o'tildi.

Umuman olganda kvant-kimyoviy hisoblash usullarini kimyo sohasiga qo'llash hozirgi kunda ommalashmoqda. Kvant-kimyoviy hisoblashlarning rivojlanishi tufayli koordinatsion kimyo sohasidagi ishlarni oldindan rejalashtirish imkoniyati tug'ildi va kvant-kimyoviy hisoblashlar natijalariga va kvant -kimyoviy hisoblashlar natijalariga asoslanib, poliffunksional ligandlarda konkurent kordinatsiyaga uchraydigan markazlarni oldindan bashorat qila olish imkoniyati yaratildi.

Shunday qilib, sintez qilingan sorbentlarning shar-strejenli 3D ko'rinishi tasvirlari olindi va olingan TFD-1 markali sorbent bilan Cu(II) ionining hosil qilgan kompleks birikmasining ham shar-strejenli ko'rinishi keltirib o'tildi. Sorbentlar hamda kompleks birikmaning atomlari bo'yicha ular orasidagi bog'lar xususiyatlari bo'yicha jadval asosidagi tavsiflar berib o'tildi.

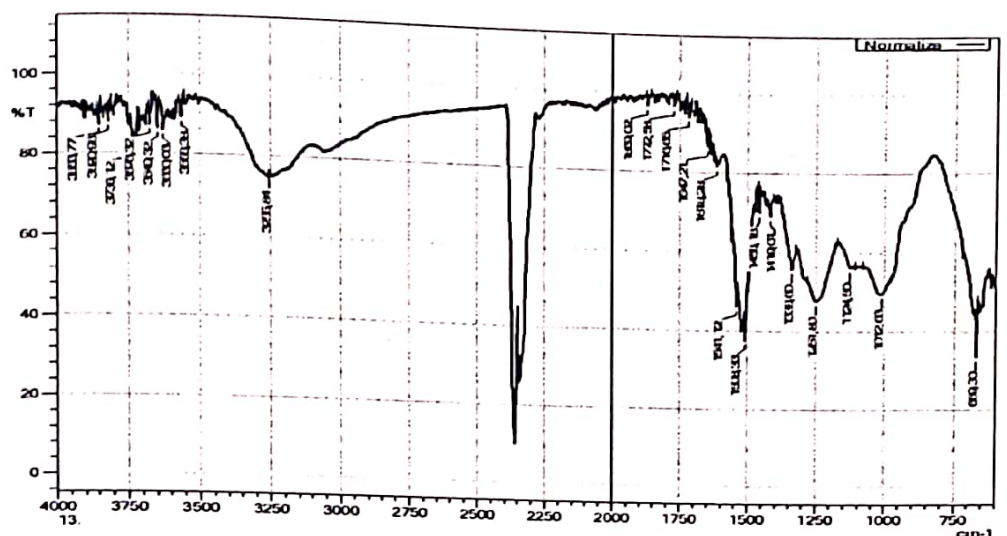
3.3§. Olingan sorbentning metall ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining IQ-spektral va termik analiz natija tahlillari.

Tarkibida elektrodonor funksional guruhlar bo'lgan ionalmashinuvchi polimerlardan kompleks hosil bo'lish reaksiyasi amaliy nuqtai nazardan

gidrometallurgiyada nodir va noyob metal ionlarini konsentrlash va ajratishda keng qo'llaniladi. Shuning uchun tadqiqot ishlari davomida metal ionlari bilan olingan sorbentlarning hosil qilgan kompleks birikmalarining tuzilishi turli tadqiqot usullari bilan o'rganiladi. Kompleks hosil qiluvchi ionalmashinuvchilarning o'ziga xos xususiyati shundaki, ionalmashinuvchilar polimer matritsasiga birikkan faol kimyoviy guruhlar metall ionlari bilan o'zaro ta'sirlashib, mustahkam kompleks hosil qiladi. Bu ta'sirning xususiyati funksional guruhlar, metal ionlari tabiati va sorbsiya sharoitiga bog'liq. Shunga ko'ra, sorbentlar sifatida tarkibida N va S tutgan funksional guruhli yangi sintez qilingan sorbentlar : (TFD-1 va DM-1) qo'llanildi. Ish uchun berilgan metall ionlarining sorbentlar funksional guruhlari bilan ion-koordinatsion ta'sirining spektral ko'rinish sohasi aniqlandi. Metall – sorbent komplekslarining hammasida $N \rightarrow Me$ bog'i uchun xos bo'lgan $1400-1300\text{cm}^{-1}$ sohada yutilish chiziqlari mavjud bo'ladi. Sorbentlarning kompleks hosil qilish xossasi qo'shilayotgan eritmaning pH iga bog'liq. pH ning optimal qiymatini aniqlashda pH ning 2 dan 8 gacha bo'lgan oralig'ida 0,1 N li tuzlar eritmalarida metallar sorbsiyasi o'rganildi va ion almashish sig'implari hisoblab topildi (...-jadval). Hosil bo'lgan kompleks birikmalarning IQ-spektr analiz tahlil natijalarini quyida ko'rib chiqamiz. Sanoatda qo'llaniladigan ko'pchilik kuchsiz asosli ionitlar ionogen guruhidagi azot atomining bo'linmagan elektron juftlari hisobiga kompleks hosil qilishga moyillikni namoyon qiladi. $\text{Cu(II)} + \text{TFD-1}$ kompleks birikma IQ spektrida $3368,77\text{cm}^{-1}$ sohada ikkilamchi N-H guruhlarning valent tebranish chastotasiga mos keluvchi yutilish chizig'i ko'rinadi.

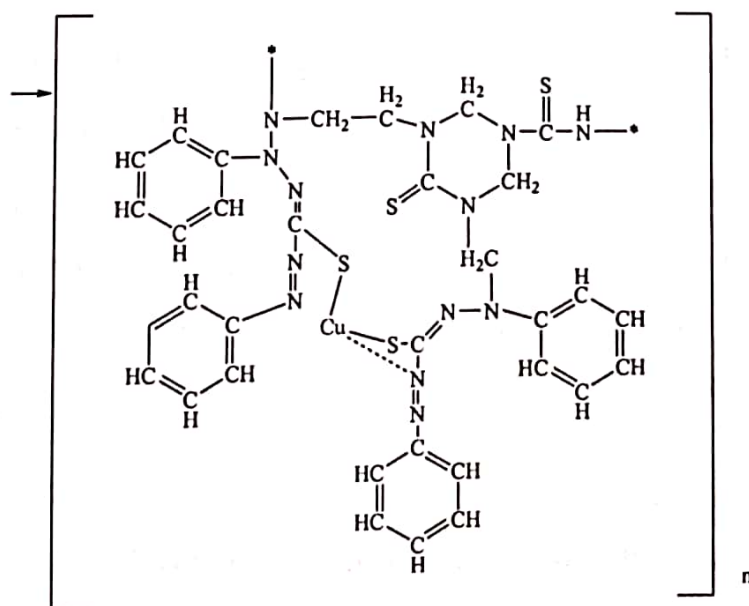
Metall ionlari ishtirokida NH- guruhlar tebranish chastotasining (3400cm^{-1}) o'zgarishi polimerdagi azot va oltingugurtning π - elektronlari, shuningdek, metalldagi p va d-elektron orbitallar ishtirokida $S \rightarrow M - N$ koordinatsion bog' hosil bo'lishini ko'rsatadi. $2360-2341\text{cm}^{-1}$ (R)S-C=N guruhlarning valent tebranish, $1606-1500\text{cm}^{-1}$ mintaqa sohalarida -NH, (C=H)aromatik halqaning turli tebranishlari, 1136cm^{-1} sohada chiziqlar paydo bo'lishi bog'langan

ditizonning ikkilamchi amino guruhlari $1296-1255\text{cm}^{-1}$ sohasida paydo bo'ladi, bu C=S guruhi mavjudligini ko'rsatadi.

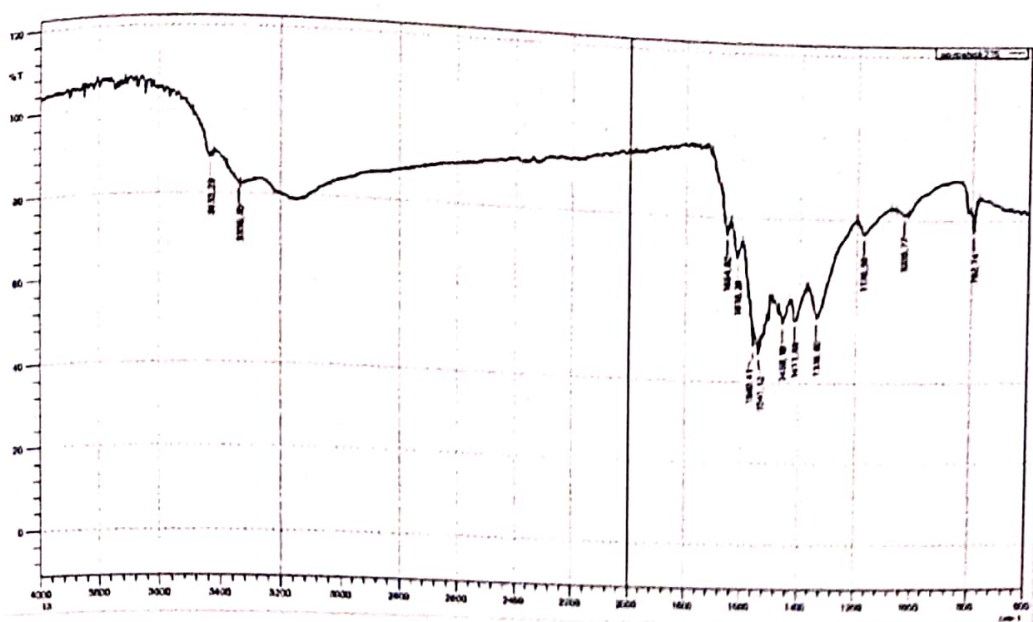


11-rasm. Cu^{2+} +TFD-1 sorbent bilan kompleksining IQ-spektri

Ko'rsatilgan spektrlarda C-C bog' chastotalari – $975-1054, 1330-1778\text{ cm}^{-1}$ sohadagi chastotalar tekislikdan tashqari tebranishga xos bo'lib, kompleks hosil bo'lishi natijasida tebranish chastotasining kuchli o'zgarishi kuzatildi. IQ-spektral analiz natijalari asosida TFD-1 sorbentning Cu(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmaning struktura formulasini tahminiy ko'rinishini quyidagicha tasvirlashimiz mumkin:



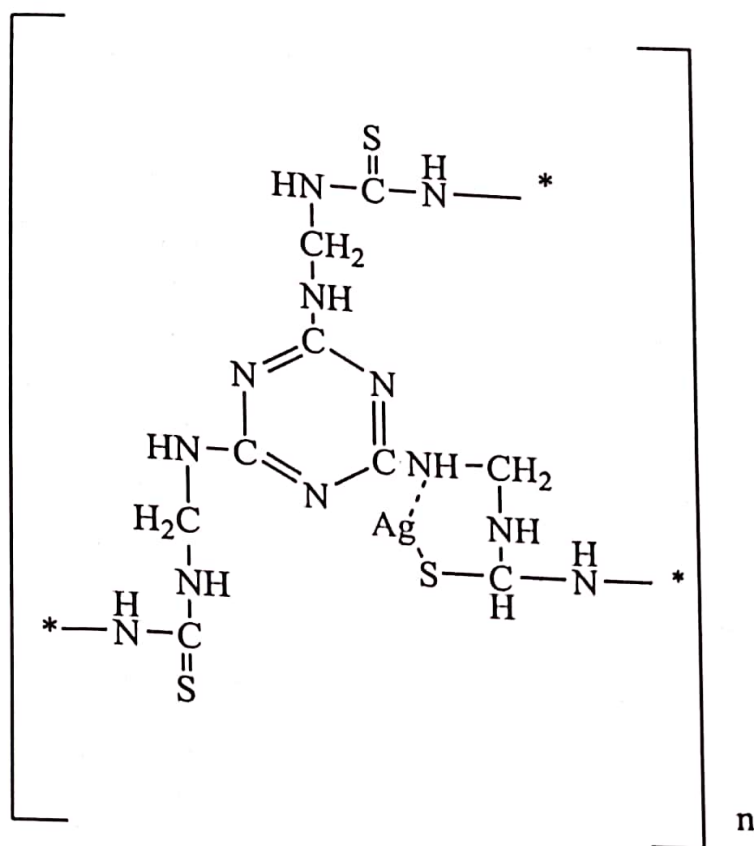
12- rasm. Cu(II) +TFD-1 hosil qilgan kompleks birikmaning struktura formulasi



13-rasm. Ag (I) ning DM-1 bilan koordinatsion birikmasining IQ-spektri

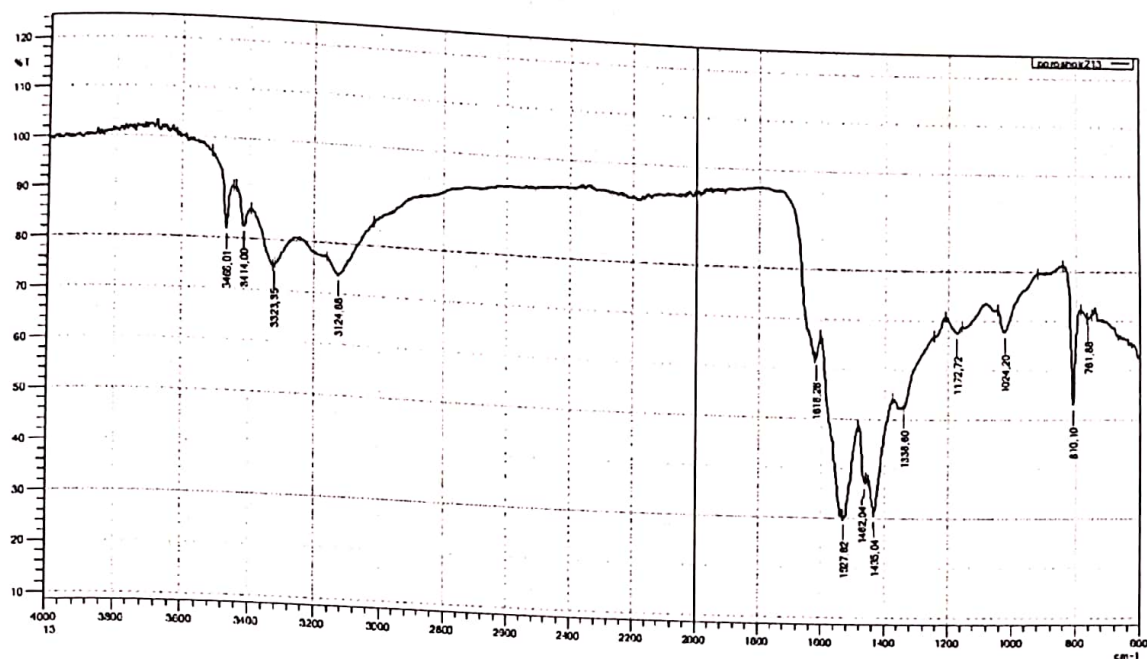
Yuqoridagi ko‘rilgan IQ-spektrlarda $3433,29 - 3336,85 \text{ cm}^{-1}$ ikkilamchi N-H guruhlarining valent tebranish chastotasiga mos keluvchi yutilish chizig‘i ko‘rinadi. Metall ionlari ishtirokida NH- guruhlar tebranish chastotasining (3400 cm^{-1}) o‘zgarishi polimerdagi azot va oltingugurtning π - elektronlari, shuningdek, metalldagi p va d-elektron orbitallar ishtirokida $S \rightarrow M - N$ koordinatsion bog‘ hosil bo‘lishini ko‘rsatadi. $1654,92 - 1618,28 \text{ cm}^{-1}$ mintaqasohalarida $-NH$, $(C=H)$ aromatik halqaning turli tebranishlari, $1500,41 \text{ cm}^{-1}$ sohada chiziqlar paydo bo‘lishi bog‘langan ditizonning ikkilamchi amino guruhlar $1411-1458,18 \text{ cm}^{-1}$ sohasida paydo bo‘ladi, bu $C=S$ guruhi mavjudligini ko‘rsatadi. Ko‘rsatilgan spektrlarda C-C bog‘ chastotalari – $792, 1035,77-1176,58 \text{ cm}^{-1}$ sohadagi chastotalar tekislikdan tashqari tebranishga xos bo‘lib, kompleks hosil bo‘lishi natijasida tebranish chastotasining o‘zgarishi kuzatildi. Koordinatsiya azot va oltingugurt atomlari orqali bo‘lganda $C = N$, $C=S$ bog‘larining valent tebranish chastotalari qoida bo‘yicha ortadi. Bu siljishlar esa $C=Me^{2+} - N = C$ koordinatsion bog‘i hosil bo‘lganidan dalolat beradi.

Ag (I) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasining struktura formulasini tahminan quyidagicha ifodalashimiz mumkin:



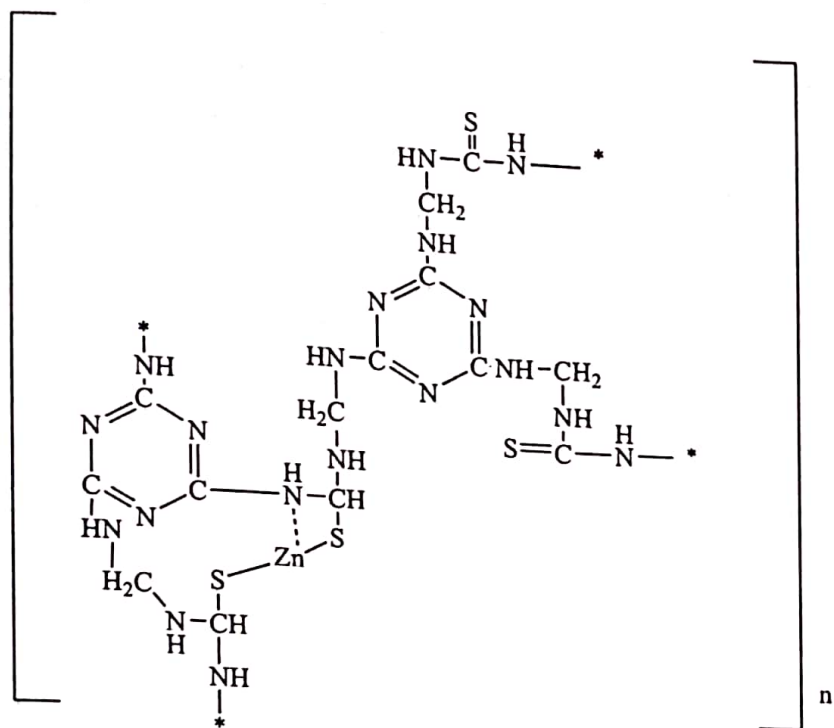
14-rasm. Ag(I) + DM-1 kompleks birikmaning struktura formulasi

Struktur formulasidagi bog'lanishlarni tushuntiradigan bo'lsak, metall ion bilan N atomi donor-akseptor bog' hosil qilib birikadi. Oltingugurt bilan esa to'g'ri bog' hosil qiladi va bog' tabiati ion bog' hisoblanadi. Bir qator kompleks hosil qiluvchi ionitlar, ularning tarkibi intensive tadqiq qilinmoqda. Bu yo'nalishdagi tadqiqotlar poliligand bo'la oladigan, samarali kompleks hosil qilish xossasiga ega bo'lgan yuqori molekulyar birikmalar uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Sintez qilingan ionitlar kompleks hosil qilish xossasiga ega va ko'pgina elementlar qatori uchun (Cu^{2+} , Co^{2+} , Ag^+ va boshqalar) yuqori kompleks hosil bo'lishini ta'minlaydi. Bu kabi sorbentlardan gidrometallurgiyada (nodir metallarga tanlovchan), oqova suvlarni tozalashda va ionalmashinish texnologiyalarining boshqa sohalarida foydalanish mumkin.



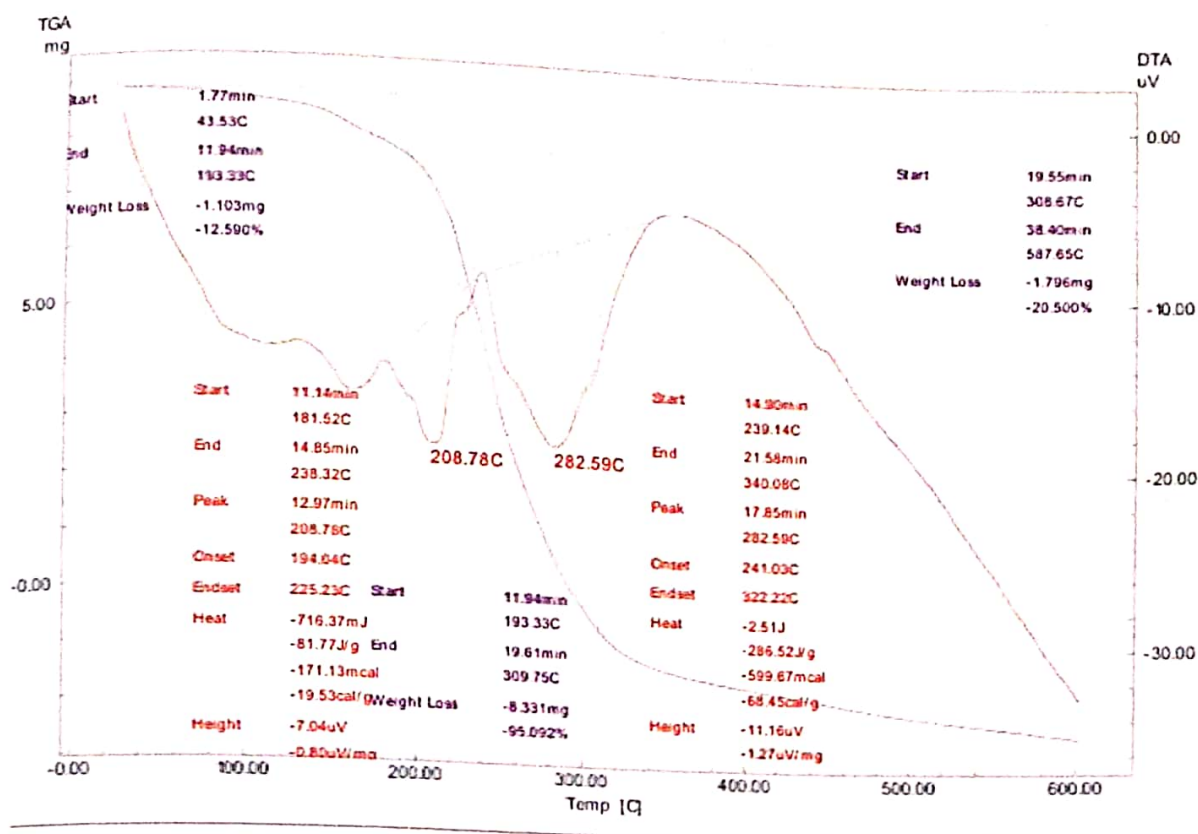
15-rasm. Zn^{2+} DM-1 IQ-spektri.

$\text{Zn}+\text{DM-1}$ IQ-spektrini tahlil qilish jarayoni orqali quyidagicha tahlil natijalari olindi: IQ-spektrlarda 3468,01, 3414,00, 3323,35, 3124,68 sm^{-1} ikkilamchi N-H guruhlar hamda erkin NH_2 guruhi, ikki tasma (suyultirilgan eritmalarda), ba'zan Amid A va Amid B ning valent tebranish chastotasiga mos keluvchi yutilish chizig'i ko'rinadi. Metall ionlari ishtirokida NH- guruhlar tebranish chastotasining (3400sm^{-1}) o'zgarishi polimerdagi azot va oltingugurtning π - elektronlari, shuningdek, metalldagi p va d-elektron orbitallar ishtirokida $\text{S} \rightarrow \text{M} - \text{N}$ koordinatsion bog' hosil bo'lishini ko'rsatadi. 1654,92 - $1618,28\text{sm}^{-1}$ mintqa sohalarida $-\text{NH}$, ($\text{C}=\text{H}$) aromatik halqaning turli tebranishlari, $1500,41 \text{ sm}^{-1}$ sohada chiziqlar paydo bo'lishi bog'langan ditizonning ikkilamchi amino guruhlar $1411\text{-}1458,18 \text{ sm}^{-1}$ sohasida paydo bo'ladi, bu $\text{C}=\text{S}$ guruhi mavjudligini ko'rsatadi. Ko'rsatilgan spektrlarda C-C bog' chastotalari - 792, 1035,77-1176,58 sm^{-1} sohadagi chastotalar tekislikdan tashqari tebranishga xos bo'lib, kompleks hosil bo'lishi natijasida tebranish chastotasining o'zgarishi kuzatildi. Koordinatsiya azot va oltingugurt atomlari orqali bo'lganda $\text{C} = \text{N}$, $\text{C}=\text{S}$ bog'larining valent tebranish chastotalari qoida bo'yicha ortadi.



16-rasm. Zn^{2+} DM-1 struktura formulasining tahminiy ko‘rinishi.

Dastlabki moddalar tuzilishi va xossalarning ligand tuzilishi va xossalariga ta‘sirini aniqlash hamda yuqori ko‘rsatkichli ekspluatatsion xossalarga ega bo‘lgan polimer ligandlar sintezi variantlarini tanlash maqsadida sorbent olishda dastlabki moddalar nisbatining ta‘siri o‘rganildi. Shuningdek, $\text{Cu(II)} + \text{DM-1}$ kompleks birikmasi uchun TGA hamda DTA natijalarini olishga muvaffaq bo‘lindi. Olingan natijalarning grafik tasviri hamda natijalar tahlili jadval asosida keltirib o‘tildi. Metall- ionit komplekslarining hammasida $\text{N} \rightarrow \text{Me}$ bog‘i uchun xos bo‘lgan $1400\text{-}1300\text{cm}^{-1}$ sohada yutilish chiziqlari mavjud. So‘ngi yillarda yuqori molekulyar birikmalarning turli metallar ionlari bilan kompleks birikmalari sintez qilinib, ularning tarkibi va xossalari intensive tadqiq qilinmoqda. Bu yo‘nalishdagi tadqiqotlar poliligand bo‘la oladigan, samarali kompleks hosil qilish xossasiga ega bo‘lgan yuqori molekulyar birikmalar uchun muhim ahamiyat kasb etadi.



17-rasm. Cu+DM-1 TGA va DTA grafik tasviri

TGA egri chizig'i asosan 2ta intensiv massa yo'qotiladigan harorat oralig'ida amalga oshdi. Dastlabki massa yo'qotilishi 43,53°C va 193,33°C harorat oralig'ida, ikkinchi massa yo'qotilishi esa 308,67°C va 587,65°C harorat oralig'iga mos keladi. Birinchi massa yo'qotiladigan oraliqda massa yo'qotilishi 1,103mg (12,590%) ni tashkil etgan. Ikkinchi massa yo'qotishda intensiv parchalanish hodisasi kuzatiladi. Bunda massa yo'qotish 1,796 mg (20,500%) ni tashkil qilgan. Umumiy massa yo'qotilishi 2,899 mg ya'ni 33,09%.

DTA tahlilga ko'ra, dastlabki endotermik effekt 181,52-225,23°C haroratlarda sorbentning erishi bilan kuzatilgan. Parchalanish 181,52°C da boshlanib, 225,23°C haroratlar oralig'ida kuzatilib, parchalanish effekt cho'qqisi 12,97 minutdan so'ng 208,78°C ni tashkil qilgan. Ikkinchi endotermik parchalanish 239,14-322,22°C oralig'ida kuzatilib, parchalanish cho'qqisi 17,85 daqiqada 282,59°C haroratda kuzatildi. Parchalanishning umumiy entalpiyasi

$\Delta Q = -368,29 \text{ J/g}$ ga teng. Termik tahlil ma'lumotlariga ko'ra, 3 ta endotermik jarayon mavjudligi aniqlandi va sintez qilingan sorbentning $181,52^\circ\text{C}$ haroratgacha termik barqarorligi aniqlangan.

Xulosa qilsak, olingan DM-1 sorbentning termik barqarorlik holati Cu(II) ioni hosil qilayotgan kompleks birikmaning termik barqarorligidan past.

Eng kam kompleks birikma hosil bo'lishi ionitning protonlashgan shakli uchun xos bo'lib, azot-vodorod bog'i azot-metall bog'idan mustahkam hisoblanadi. Protonlashgan shakldagi funksional guruhlarining metall ionlari bilan kompleks hosil qilishi sorbent tarkibida gidratlangan aminoguruhlar hisobiga sodir bo'ladi va to'rsimon polielektrolitlarda zaryadlar zichligi kattaligi sababli ularni har doim ham to'liq protonlashtirib bo'lmaydi.

Kompeks hosil qiluvchi ionalmashinuvchilartning o'ziga xos xususiyati shundaki, ionalmashinuvchilar polimer matritsasiga birikkan faol kimyoviy guruhlar metall ionlari bilan o'zaro ta'sirlashib, mustahkam kompleks hosil qiladi. Bu ta'sirning xususiyati funksional guruhlar, metal ionlari tabiati va sorbsiya sharoitiga bog'liq. Bu ta'sirning xususiyati funksional guruhlar, metal ionlari tabiati va sorbsiya sharoitiga bog'liq.

3-bob bo'yicha xulosalar

Dissertatsiyaning 3-bobida 2-bobda bajarilgan tajribaviy qismdagi amaliy qilingan barcha ishlarning natijalarini tahlil qilishga bag'ishlangan bo'lib, unda sintez qilingan sorbentlar hamda ularning Cu(II), Zn(II) va Ag(I) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarni turli usullar orqali o'rganishlar asosidagi tahlil natijalari keltirib o'tildi. Shuningdek:

1. Sintez qilingan sorbentlarning hamda tegishli metal ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmlarining IQ-spektral tadqiqoti tahlili natijalari o'rganildi.
2. Sintez qilingan sorbentlarning TGA hamda DTA termik tahlillari olindi; shuningdek, TFD-1 sorbentining Cu(II) ionlari bilan, DM-1 sorbentining Zn(II) va Ag(I) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasining ham termik tahlil natijalari, IQ spektral natijalari atroflicha o'rganildi.
3. Sintez qilingan sorbentlar reaksiya qobiliyatlarining kvant kimyoviy tavsifi keltirib o'tildi.

XULOSA

Ilmiy adabiyotlardagi ma'lumotlar tahlili shuni ko'rsatmoqdaki, tarkibida azot bo'lgan sorbentlar sinteziga doir ilmiy-tadqiqot ishlari hamda ishlab chiqarishda asosan funksional guruhlarni turli materiallarga kimyoviy biriktirish yoki organik polimer va mineral tashuvchilarga reagentlarni nokovalent kiritish yo'li bilan olingan anional tashinuvchi hamda kompleks birikmalar hosil qiluvchi sorbentlardan ko'proq foydalanilgan.

Hozirga qadar olimlar jahonda sorbentlarning yangi turlarini sintez qilish, metallar ionlariga nisbatan sorbsion xususiyatlarini aniqlash va ular yordamida eritmalar tarkibidan qimmatbaho metall ionlarini ajratib olish va oqava suvlarni, oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibidagi og'ir metallarni ajratib olish texnologiyasini yaratish bo'yicha bir qancha ishlarni amalga oshirishgan.

Yuqoridagi mualliflarning ilmiy-tadqiqot ishlarini o'rganib chiqib, kompleks hosil qiluvchi sorbentlar yaratish bo'yicha tadqiqotlarni amalga oshirish, mahalliy xom-ashyolar asosida tarkibida oltingugurt, azotdan tashqari kislorod va fosfor donor atomlarini saqlagan, eritmada turli metallar ionlari bilan kompleks hosil qilish xususiyatiga ega bo'lgan sorbentlar sintez qilish va sorbentlarnig fizik-kimyoviy xossalarini turli usullar yordamida o'rganish hozirgi kunda dolzarb vazifalardan hisoblanishini alohida ta'kidlab o'tish maqsadga muvofiq. Shunga ko'ra tadqiqot ishida turli usullarni hamda tajribaviy ishlarni turli adabiyotlardagi ma'lumotlar asosida o'rganishga harakt qilindi.

1. Dissertatsiya ishining 1-bobida tadqiqot ishi bo'yicha ish olib borgan o'zbek va boshqa mamlakat olimlari tomonidan bajarilgan ishlar tahlil qilindi.
2. Dissertatsiya ishining 2- bobi tarkibida N va S tutgan sorbentlar sintez qilishda foydalanilgan boshlang'ich moddalarni o'rganishga va kompleks birikmalar hosil qiluvchi sorbentlar sinteziga bag'ishlangan bo'lib, bu bobda dastlabki moddalar va sintez qilingan moddalarni analiz qilishda qo'llanilgan

tadqiqot usullari batafsil yoritilgan. Bundan tashqari, bu bobda olingan sorbentlarning tegishli ionlarning eritmalari asosida ion almashinish sig'implari hisoblab topildi va natijalar jadval asosida tushuntirib o'tildi.

3. Dissertatsiya ishining 3- bobida sintez qilinga sobentlar va sorbentlar va Cu (II), Zn(II) hamda Ag (I) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari bo'yicha IQ -spektroskopiya, TGA, DTA usullari orqali olingan grafiklarni o'rganish tahlil natijalari keltirib o'tildi. Sintez qilingan sorbentlarning atomlarining joylashuvi, bog' tabiati, atomlarning bog'lanishi bo'yicha kvant-kimyoviy tavsifi sorbentlarning bitta monomer zvenosining elektron tuzilishlari tadqiq etildi.

Bundan tashqari, sintez qilingan TFD-1 hamda DM-1 markali kompleks hosil qiluvchi sorbent sintez qilishda boshlang'ich moddalarning mol nisbatlari, sintez jarayonidagi tashqi omillar ta'siri, sintez qilingan sorbentning tarkibiy tuzilishi tegishli metodlar orqali o'rganildi va tahlil qilindi. Ishlatilish sohasiga ko'ra sanoat ahamiyatiga ega ekanligi, ishlatilish sohasi kengligi hamda samarador mahsulot ekanligi turli adabiyotlardagi ma'lumotlar asosida tahlil qilindi. Adabiyotlar tahlili asosida tadqiqot ishida juda ko'pchilik adabiyotlardagi usullar saralab olinib, tajribaviy qismni yozishda shu ma'lumotlarga tayanildi. Ishning tajribaviy qismini bajarish mobaynida texnika xavfsizlik qoidalariga hamda turli uskunalardan foydalanishda xavfsizlik texnikasi qoidalariga amal qilindi.

Xulosa sifatida, sintez qilingan sorbentni o'rganish mobaynida shuningdek, ularning ishlatilish sohalarini nazarda tutgan holda, sanoat namunasi sifatida ishlab chiqarishga tatbiq qilish bo'yicha hamda boshqa ion almashinuvchi polimerlarga nisbatan samaradorligi, ishlab chiqarish texnologiyasi tuzib chiqilishi bo'yicha qator rejalar tuzildi va sanoat mahsuloti sifat darajasiga yetkazishni ko'zda tutib, tadqiqot ishini davom ettirish maqsad qilindi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 3-apreldagi 42-65 sonli qaroriga ILOVA. [//xs.uz/uz/post/selektor-kimyo //](https://xs.uz/uz/post/selektor-kimyo)
2. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoyevning 2022-yil 21-fevraldagi 2019–2025 yillarga belgilangan istiqbolli loyihalarga to'g'ridan-to'g'ri investitsiyalarni jalb qilish masalasi bo'yicha bo'lib o'tgan yig'ilishi. <https://lex.uz/docs/-5288160>
3. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni, 28.01.2022 yildagi PF-60-soniga ILOVA. Kuchga kirish sanasi 29.01.2022 [http:// www.lex.uz](http://www.lex.uz) (O'zbekiston Respublikasi Qonunchilik portal);
4. X.X. Turaev, Sh.A. Qosimov, A.T. Djalilov, F.B. Eshqurbonov, "Gidrazo-, fosfo- va ditiofosfoguruhli kompleks hosil qiluvchi sorbentlar" , Toshkent, "UNIVERSITET" 2019. 4-b.
5. Hua Chen, S.Wageh, A.Ahmed, Al-Ghamdi, Hongyang Wang, Jiaguo Yu, Chuanjia Jiang, Hierar Chical. C/NiO-ZnO nanocomposite fibers with enhanced adsorption capacity for Congo red // Journal of Colloid and Interface Science 537. 2019.736-745.
6. Sottiqulov E.S., Beknazarov X.S., Eshqurbonov F.B., Синтез и исследование сорбционных свойств модифицированной ортокремниевой кислоты этаноламинами // Композиционные материалы, 2017., № 1 –с . 79-81.
7. Мухин В.М., А.В. Тарасова, В.Н. Клушин. Активные угли России// – М Металлургия; 2000. 352 с.
8. Chorieva N., Ermuratova N., Turayev Kh., Kasimov Sh. Synthesis and research of chelate forming sorbent based on karbamide, formaldehyde, ditizone // chemistry and chemical engeering . 2021. February, number 4, Article 4

9. Мухин В.М. Активные угли России // В.М. Мухин, А. В. Тарасова, В.Н. Клушин. М: Металлургия 2000.-352-с.
10. Новы справочник химика и технолога. В. 2 ч. II Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ // С А Апостолов и др. под. общ. Ред. Проф. д.т.н Ю.В. Поконовой и проф д.т.н В.И. Страхова - СПб: Профессионал, 2007. 1142 с.
11. Новы справочник химика и технолога. В. 2 ч. II Сырье и продукты промышленности органических и неорганических веществ // С А Апостолов и др. под. общ. Ред. Проф. д.т.н Ю.В. Поконовой и проф д.т.н В.И. Страхова - СПб: Профессионал, 2007. 1142 с.
12. Лейкин Ю.А. Физико-химические основы синтеза полимерных сорбентов: учебное пособие Ю.А.Лейкин М Бином, 2011.-413-с.
13. Юсупова Н.М., Гафурова Д.А., Мухамедиев М.Г. Синтез и свойства новых анионитов на основе поливинилхлорида // Узб. хим. Журнал. – 2019, №1, – С.10-18.
14. Краев И.Д. Попков О.В., Сорокин А.Е., Юрков Г.Ю., Перспективы – использования кремнийорганических полимеров при создании современных материалов и покрытий различных назначений // Труды ВИАМ: электронный научный журнал. – 2017. – № 12. – С. 189-197.
15. Рустамова Н.М., Гафурова Д.А., Мухамедиев М.Г. Синтез анионообменных полимерных сорбентов на основе поливинилхлорида // Материалы международной конференции «Современные инновации: химия и химическая технология ацетиленовых соединений. Нефтехимия. Катализ». Тошкент – 2018. 15-16 ноябрь. – С. 179-185.
16. 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.

17. Qutlimuratov N.M. "Mahalliy xomashyolar va chiqindilar asosida olingan ionitlarning kimyoviy barqarorligi"// Academic Research in educational Sciences, 2022. March. 639-643.
18. Гаджиева С.Р. Джафарова Н.М. Бахманова Ф.Н. Гамидов С. З. Чкрагов Ф.М. Сорбционное определение кобальта (II) на хелатобразующим сорбенте на основе полибутадиене // журн. Экол. И пром-сть России, 2012, июль, С. 36-37.
19. Mutalov Sh.A. Mahalliy xomashyodan yangi sorbentlar va reagentlar asosida oqova suvlarni tozalashning samarali usullarini ishlab chiqish// dissertatsiya avtoreferati. 2016. 81-sahifa.
20. Ro'ziyev F. F. Turbina moylarini navbahor bentoniti yordamida adsorbsion tozlash usullarini tadqiq qilish // dissertatsiya ishi avtoreferati. Buxoro-2015.
21. Зуб Ю.Л. Новые мезопористые сорбенты с комплексобразующим поверхностным слоем // Материалы III международной симпозиум по сорбции и экстракции, Владивосток, 20-24-сентября, 2010, с. 67-84.
22. Z. Hubicki A.B., Leszczyńska M., , Lodiga B., Lodiga A. N-donor atomlarini o'z ichiga olgan ion almashtirgichlarni xelatlash orqali xlorid va xlorid-nitrat eritmalaridan palladiy (II) ni olib tashlash.// Minerallar muhandisligi 2006-noyabr. 1341-1347 b.
23. Xiangmeng Chen, Yong Xiang, Li Xu, Guoji Liu // Recovery and reduction of Au(III) from mixed metal solution by thiourea-resorcinol-formaldehyde microspheres// Journal of Hazardous Materials.2020-y. 5-oktyabr.397-jild.
24. Wolowicz A., Hubicki Z. The use of the chelating resin of a new generation Lewatit MonoPlus TP-220 with bis-picolylamine functional groups in the

removal of selected metall ions from acidic solutions // Chem Eng J2012, V,197, P. 493-508.

25. Turayev X.X., Qosimov Sh.A., Djalilov A.T., Eshqurbonov F. B.// *Gidrazo-, fosfo- va ditiofosfoguruhli kompleks hosil qiluvchi sorbentlar*// monografiya, Toshkent-2019., Universitet nashr., 23-24 b.
26. 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.
27. Шахидова Д.Н., Фафурова Д А Мухамедиев М Г Очистка природных вод от ионов меди комплекс ообразующими материалами на основе полиакрилонитрила // “Tabiiy birikmlardan qishloq xo‘jaligida foydalanish istiqbollari”, Respublika ilmiy amaliy anjumani. – Guliston shahri. 2013. GulDU. 97-98 bet.
28. Turayev X.X., Qosimov Sh.A., Djalilov A.T., Eshqurbonov F.B. gidrazo-, fosfo- va ditiofosfoguruhli kompleks hosil qiluvchi sorbentlar // Toshkent-2019. Universitet nashr., 24-25 b.
29. Астапова А.В. Комплексообразование анионов глицина и глутаминовой кислоты с ионами Cu (II)и Ni(II) на амфолита АНКБ-35 // диссертация канд. Хим. Наук. – Воронеж. 2004. С. 44-47.
30. Pestov A. V., Slepukhin P. A., Yatluk Y. G., Charushin V. N., Chupakhin O. N. Synthesis of chelating polymer sorbents by using the S, N, H. // Journal of Applied Polymer Science. – 2012. 125(3) – P. 1970-1978.
31. Alexander Pestov, Svetlana Bratskaya. Chitosan and Its Derivatives as Highly Efficient Polymer Ligands // Molecules. – 2016, 21, – P. 330

32. 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.
33. Turayev X.X., Eshqurbonov F.B., Djalilov A.T., Qosimov Sh.A. Tarkibida azot, fosfor va oltingugurt bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ionitlar // Toshkent-2019. Universitet nashr. 21 b.
34. Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Эшкурбонов Ф.Б., Изучение физико химических свойств синтезированного комплексообразующего анионита // III международная конференция по химии и химической технологии.- 2013. – С. 450-452.
35. Альтшулер Г.Н., Абрамова Л. П., Альтшулер О. Г. Способ получения полимерного катионита // Тип: патент на изобретение. Номер патента: RU 2291171 C1 Патентное ведомство: Россия Год публикации: 2007 г.
36. Djalilov A.T., Shirinov Sh.D., Eshqurbonov F.B., Yangi ko'p funksiyali gidrogellar sintezi va ularning ayrim metallar sorbsiyasida qo'llanilishini o'rganish. // ANRUz -2014. №3 – С. 10-12.
37. L.K. Neudachina, A.S. Kholmogorova, I.S. Puzyrev, Z.R. Galieva, Exchange capacity of polysiloxane ion exchangers modified with dithiooxamide groups with respect to silver(I), platinum(IV), and palladium(II), Russ. J. Phys. Chem. A, 92 (2018) 2309-2314.
38. Yu. S. Petrova, L. M. Alifkhanova, L. K. Neudachina, D. V. Nesterov, A. V. Mekhaev & A. V. Pestov Sulfoethylated polyaminostyrene: Synthesis in a gel and selectivity of sorption of silver(I) and copper(II) ions Russian Journal of Applied Chemistry volume 89, pages 1500–1505 (2016) Cite this article.
39. Alen G., Maja Đ., Branislava L. RAJAKOVIĆ OGNJANOVIĆ Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija Institut za nuklearne nauke Vinča,

32. Singru R. N., Gurnule W. B., Khatri 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.
33. Turayev X.X., Eshqurbonov F.B., Djalilov A.T., Qosimov Sh.A. Tarkibida azot, fosfor va oltingugurt bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ionitlar // Toshkent-2019. Universitet nashr. 21 b.
34. Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Касимов Ш.А., Эргашева Н.Н., Эшкурбонов Ф.Б., Изучение физико химических свойств синтезированного комплексообразующего анионита // III международная конференция по химии и химической технологии.- 2013. – С. 450-452.
35. Альтшулер Г.Н., Абрамова Л. П., Альтшулер О. Г. Способ получения полимерного катионита // Тип: патент на изобретение. Номер патента: RU 2291171 C1 Патентное ведомство: Россия Год публикации: 2007 г.
36. Djalilov A.T., Shirinov Sh.D., Eshqurbonov F.B., Yangi ko'p funksiyali gidrogellar sintezi va ularning ayrim metallar sorbsiyasida qo'llanilishini o'rganish. // ANRUz -2014. №3 – С. 10-12.
37. L.K. Neudachina, A.S. Kholmogorova, I.S. Puzyrev, Z.R. Galieva, Exchange capacity of polysiloxane ion exchangers modified with dithiooxamide groups with respect to silver(I), platinum(IV), and palladium(II), Russ. J. Phys. Chem. A, 92 (2018) 2309-2314.
38. Yu. S. Petrova, L. M. Alifkhanova, L. K. Neudachina, D. V. Nesterov, A. V. Mekhaev & A. V. Pestov Sulfoethylated polyaminostyrene: Synthesis in a gel and selectivity of sorption of silver(I) and copper(II) ions Russian Journal of Applied Chemistry volume 89, pages 1500–1505 (2016) Cite this article.
39. Alen G., Maja Đ., Branislava L. RAJAKOVIĆ OGNJANOVIĆ Građevinski fakultet Univerziteta u Beogradu, Srbija Institut za nuklearne nauke Vinča,

Univerzitet, PO Box 522, 11 001 Beograd, Srbija Competitive sorption of silver, zinc and copper ions on different types of sorbent // Vodoprivreda, 2015, 47, 1-3, 67-77

40. Abidin K., Ali Hakan Ö. Adsorption of zinc from aqueous solutions to bentonite // Publication: Journal of Hazardous Materials Publisher. Elsevier Date: 17 October 2005. 183-189-p.

41. Касимов Ш.А., Тураев Х. Х, Джалилов А.Т. Исследование процесса комплексообразования ионов некоторых двухвалентных 3d-металлов с хелатообразующим сорбентом // Universum: Химия и биология: электрон. научн. журн. -2018. -№3 (45).

42. Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т., Чориева Н.Б., Амонова Н.Д. ИК спектроскопические исследование и квантово-химические характеристики азот и фосфорсодержащего полимерного лиганда // Universum: Химия и биология: электрон. научн. жєhn. 2019. № 6(60). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/7400>

43. Акимбаева А.М. Ергожин Е Е Товасаров А Д Сорбция ионов меди (II) органоминеральным катионитом на основе бентонита // Успеха современного естествознания - 2006 № 4 С.27-29.

44. Bingacia Pan Selektive heavy metals removal from waters amorphous zirconium phosphate // Behavior and mechanism // Water research -41 2007P 3103-3111

45. Trace elements sorption by the chitosan-based materials / Pogorielev M.V., [et.al.] J. Clin Exp. Med. Res. -2014-2(1) P.-88-99.

46. 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.

47. 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.
48. Зейналов Р.З., Ахмедов С.А. Исследование химико-аналитических свойств нового комплексообразующего сорбента на основе силикагеля и аминодифосфоновой кислоты // *Вестник МГОУ. Серия: «Естественные науки»*. Вып. «Химия и химическая экология». –2006. –№ 3. –С.27-36
49. Xu. Wenjie, Zhao Quanlin, Wang Rufan, Jiang Zhenming, Zhang Zhenzhong, Gao Xuewen, Ye Zhengfang. Optimization of organic pollutants removal from soil eluent by activated carbon derived from peanut shells using response surface methodology // *Vacuum*. Jul., -2017, -V. 141, -P. 307-315.
50. Shelor C. Phillip, Dasgupta Purnendu K. Automated programmable pressurized carbonic acid eluent ion exclusion chromatography of organic acids // *Journal of Chromatography A* Nov., 2017, -V. 1523, -P.300-308.
51. Салихов В.Д. Физико-химическое исследование комплексообразования Cu(II), Co(II) и Ni(II) полимерными сорбентами и их применение в анализе объектов окружающей среды // дисс. На соиск канд. Хим. наук по физическая химия, -Курск, 2011. -157с.
52. Салдадзе К.М. Копылова-Валола В.Д. Комплексообразующие иониты(комплекситы). –М. Химия. 1980.-200с.
53. Салихов В.Д. Физико-химическое исследование комплексообразования Cu(II),Co(II) и Ni(II) полимерным и сорбентами и их применение в анализе объектов окружающей среды // дисс. на соиск канд. Хим. Наук по физическая химия. F Курск, 2011. -128 с.
54. Ismoilova H.M. Mahalliy xomashyolar asosida olingan ionitlarning oraliq metallar bilan komplekslari // *Kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori dissertatsiyasi*. – Urganch-2020, 120 b.

55. Бабамуратов Б.Э., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Изучение модификация целлюлозы кармабидом и влияния различных растворителей на полученный продукт // Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовский международный конгресс. Москва: Инфинити, 2021. Р. 127–131.

56. Aydin Abdulhakim, Imamoglu Mustafa, Gulfen Mustafa. Separation and recovery of gold (III) from base metal ions using melamine-formaldehyde-thiourea chelating resin // J. Appl. Polym.Sci.2008.№2.T.107. – С. 1201-1206.

57. Chassary P., Vincent T., Snchez Marciano J., Macaskie L.E., Guibal E. Palladium and platinum recovery from bicomonenl mixtures using chitosan derivatives // Hydrometallurgy. 2005. V. 76. № 1-2. 3.131-147.

58. Фармаковский Д. SHIMADZU: Новинки аналитического и испытательного оборудования // Аналитика - научно-технический журнал. 2014. Vol. 2. Р. 56–63.

59. Rustamov X.R. Fizik kimyo //oliy o‘quv yurti talabalari uchun darslik – T: O‘zbekiston, 2000—487 b.

60. В.А. Черепанов, А.Ю. Зуев, Д.С. ЦВЕТКОВ ПРАКТИКУМ ПО КУРСУ «ТЕРМОДИНАМИКА И СТРУКТУРА ТВЁРДОГО ТЕЛА» ЧАСТЬ 3. Термический анализ. Термогравиметрия.// Екатеринбург 2011.

61. <https://www.wikihow.com/Do-Spectrophotometric-Analysis>

62. K.R.Rasulov “ Analitik kimyo” G‘ofur G‘ulom nashriyoti, T 2004.

63. Fayzullaev O. “Analitik kimyo”. Toshkent, «Yangi asr avlodi», 2006;

64. Fayzullayev O. Turabov N., Ro‘ziev E., Quvatov A., Muhamadiev N. “Analitik kimyo. Laboratoriya mashg‘ulotlari”. Toshkent, «Yangi asr avlodi», 2006.

65. Shohidoyatov H.M., Xo'janiyozov H.O., Tojimuhamedov H.S. Organik kimyo/Toshkent - «Fan va texnologiya», 2014. —799 bet
66. Неудачина Л. К., Кинетика сорбции ионов тяжелых металлов при дилетил и рованным аминопропилполисилоксаном / Л.К. Неудачина, Ю.С.Петрова , А.С. Засухина, В.А. Осипова , Е.М. Горбунова, Т Ю Ларина // Аналитика и контроль.2011.
67. Джалилов А.Т., Тураев Х.Х., Касимов Ш.А., Синтез сорбента на основе ди-(2аминоэтила) -дитифосфата эпихлоргидрина // Universum: химия и биология электронный научный журнал, Россия, № 9(39) сентябрь, - 2017.
68. Салихов В.Д. Физико-химическое исследование комплексообразования Cu(II), Co(II) и Ni(II) полимерными сорбентами и их применение в анализе объектов окружающей среды // дисс. На соиск канд. Хим.наук по физическая химия, -Курск, 2011. -157 с.
69. Ганиев М. М., Недорезков В. Д. Химическая защита растений: Уч.пособие / БГАУ. - Уфа, 2002. - 391 с
70. Попов С. Я., Дорожкина Л. А., Калинин В. А. Основы химической защиты растений / Под ред. профессора С. Я. Попова. — М.: Арт Лион, 2003. — 208 с
71. Bar M., Ori N. Leaf development and morphogenesis // Development. - 2014. –V.141. –P. 4219–4230.
73. <https://study.urfu.ru/Aid/Publication/12268/1/works/w2/2.3.doc>
74. Wilson C.A., Kreychman J., Gerstein M. Assessing annotation transfer for genomics: quantifying the relations between protein sequence, structure and function through traditional and probabilistic scores // J. Mol. Biol. -2000. – V.297. –P. 233–249.

75. Pacifici E., Polverari L., Sabatini S. Plant hormone cross-talk: the pivot of root growth // J. Exp. Bot. -2015. –V.66. –P. 1113–1121.
76. Stephenson G. R., Solomon K.R. Pesticides and the Environment, Canadian Network of Toxicology Centres Press. Canada. -2007. –P. 427.
77. Mathews G.A. Pesticides: Health, Safety and the Environment // Blackwell Publishing, Oxford, UK. -2006. –P. 235.
78. Susithra G., Ramalingam S., Periandy S. Molecular structure activity investigation and spectroscopic analysis on (4-Chloro-2-methylphenoxy) acetic acid using Computational methods // J. Pharmacol Med. Chem. -2018. –V.2. - №1. –P. 4-17.
79. Devos D., Valencia A. Practical limits of function prediction // Proteins. - 2000. –V.41. –P. 98–107.
80. Semitut E.Yu., Sukhikh T.S., Filatov E.Yu., Anosova G.A. Synthesis, Crystal Structure, and Luminescent Properties of Novel Zinc Metal–Organic Frameworks Based on 1,3-Bis(1,2,4-triazol-1-yl)propane // Cryst. Growth Des. - 2017. -№17 (10). –P. 5559–5567.
81. Dilek E., Caglar S., Dogancay N., Caglar B., Sahin O., Tabak A. Synthesis, crystal structure, spectroscopy, thermal properties and carbonic anhydrase activities of new metal(II) complexes with mefenamic acid and picoline derivatives // J. Coord. Chem. -2017. –V.70. –P. 2833-2852.
82. Tabrizi L., Chiniforoshan H., Mcardle P. A cobalt(II) complex with anionic and neutral N-donor ligands: synthesis, crystal structure, and application as a heterogeneous catalyst for olefin epoxidation with tert-BuOOH // J.Coord.Chem. -2015. –V.68. –P. 980-992.

83. Ozbek F.E., Sertcelik M., Yuksek M. Cu(II) and Ni(II) 4-cyanobenzoate complexes with nicotinamide: Synthesis, spectral, structural and optical characterization and thermal behavior // J.Mol.Struct.-2017. –V.1150.P. 112-117.
84. Hokelek T., Askin G.S., Ozkaya S., Necefoglu H. Crystal structure and Hirshfeld surface analysis of aqua-bis-(nicotinamide- κ N1)bis-(2,4,6-trimethylbenzoato- κ O)zinc // Acta Cryst. Sect.E. -2017. –V.73. –P. 1348-1352.
85. Kumar S., Sharma R.P., Venugopalan P. Hybrid inorganic-organic complexes: Synthesis, spectroscopic characterization, single crystal X-ray structure determination and antimicrobial activities of three copper(II)-diethylenetriamine-p-nitrobenzoate complexes // Inorg. Chim. Acta. -2018. –V.469. –P. 288-297.
86. Necefoglu H., Clegg W., Scott A.J. Di-aqua-bis (4-nitrobenzoato) zinc(II): a redetermination // Acta Cryst. Sect. E. -2001. –V.57. –m472-474.
87. Kumagai H., Akita-Tanaka M., Kawata S., Inoue K. Synthesis, Crystal Structures, and Properties of Molecular Squares Displaying Hydrogen and π - π Bonded Networks // Cryst.Growth Des. -2009. –V.9. –P. 2734-2741.
88. S. Kirci, M. Guelfen, A.O. Aydin, Separation and recovery of silver(I) ions from base metal ions by thiourea- or urea-formaldehyde chelating resin, Sep. Sci. Technol., 44 (2009). 1869-1883.
89. Yeshimbetov A.G. IQ-spektroskopiya usulidan amaliy qo'llanma // Toshkent-2014. 17-20-b.
90. To'rayev, X., Kasimov, S., Eshqurbonova, M., & Xolto'rayev, Q. (2023). Tiokarbamid, formaldegid, ditizon asosida xelat hosil qiluvchi polimer sorbent sintezi. Tom 1 № 7 (2023): International scientific journal "Interpretation and researches" №7.

91. Тураев Х. Х. и др. Диметилкарбамид ва ортофосфат кислота асосидаги ионит синтези //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 118-123.
92. Turayev X., Xolto'rayev Q., Eshqurbonova M. Synthesis of polymer sorbents based on cadmium dithiophosphate with organic compounds containing nitrogen and sulfur preservation //Science and Innovation. – 2022. – Т. 1. –№. 8. – С. 1128-1132.
93. Kasimov Sh.A., Primqulova M.O'., Yodgorov R.A., Eshqurbonova M.B. Melaminformaldegid smola asosida tarkibida azot va oltingugurt bo'lgan sorbentlar sintezi va tadqiqoti// Integratsiyalashgan ta'lim va tadqiqotlar jurnali // The journal of intergrated education and research. ISSN 21-81-3558. April-2023.
94. Qosimov Sh.A., Xolto'rayev Q.B. Oqova suvlarni tozalashda ion-almashtirish usulining ahamiyati“Tabiiy fanlarning dolzarb masalalari” mavzusidagi IV xalqaro ilmiy-nazariy anjumani // Nukus-2023. 13-may. 329-330-b.
95. Тураев Х. Х. и др. Диметилкарбамид ва ортофосфат кислота асосидаги ионит синтези //Science and Education. – 2022. – Т. 3. – №. 12. – С. 118-123. 65.
96. Мухин В.М. Активные угли России // В.М. Мухин, А. В. Тарасова, В.Н. Клушин. М: Металлургия 2000.-352-с.
97. 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.
98. To'rayev X.X., Eshqurbonov F.B., Jalilov A.T., Qosimov Sh.A. Tarkibida azot, fosfor va oltingugurt bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ionitlar // T.“Universitet ” – 2019., 93-94 bet.

FOYDALANILGAN INTERNET SAYTLAR

99. [//xs.uz/uz/post/selektor-kimyo //](https://xs.uz/uz/post/selektor-kimyo)
100. <https://lex.uz/docs/-5288160>
101. [http:// www.lex.uz](http://www.lex.uz) (O'zbekiston Respublikasi Qonunchilik portali);
102. [http:// www.dissercat.com](http://www.dissercat.com)
103. [http:// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
104. [http:// www.dissforal.com](http://www.dissforal.com)
105. [//xs.uz/uz/post/selektor-kimyo //](https://xs.uz/uz/post/selektor-kimyo)
106. [http://www.library.ziyonet.uz;](http://www.library.ziyonet.uz)
107. [http:// www.samdu.uz;](http://www.samdu.uz)
108. [http:// www.elibrary.ru;](http://www.elibrary.ru)
109. [http:// www.dslib.net;](http://www.dslib.net)
110. [http:// www.stat.uz;](http://www.stat.uz)
111. [https://www.researchgate.net.](https://www.researchgate.net)
112. https://t.me/Sci_Hubot