

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01. RAQAMLI ILMIY KENGASH**

TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

ERMURATOVA NILUFAR ABDUSAMATOVNA

**KARBAMID, FORMALDEGID VA BA'ZI ALIFATIK
AMINOKISLOTALAR ASOSIDA IONITLAR OLISH
TEXNOLOGIYASINI YARATISH VA AMALIYOTGA QO'LLASH**

02.00.14 - Organik moddalar va ular asosida materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTASIYASI AVTOREFERATI**

Termiz– 2023

Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам

Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD) on technical sciences

Ermuratova Nilufar Abdusamatovna

Karbamid, formaldegid va ba’zi alifatik aminokislotalar asosida ionitlar olish texnologiyasini yaratish va amaliyotga qo‘llash..... 5

Эрмуратова Нилуфар Абдусаматовна

Разработка и применение на практике технологии получения ионитов на основе мочевины, формальдегида и некоторых алифатических аминокислот..... 21

Ermuratova Nilufar Abdusamatovna

Development and practical application of technology for the production of ionites based on urea, formaldehyde and some aliphatic amino acids..... 39

E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 42

**TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01. RAQAMLI ILMY KENGASH**

TERMIZ DAVLAT UNIVERSITETI

ERMURATOVA NILUFAR ABDUSAMATOVNA

**KARBAMID, FORMALDEGID VA BA'ZI ALIFATIK
AMINOKISLOTALAR ASOSIDA IONITLAR OLIH
TEXNOLOGIYASINI YARATISH VA AMALIYOTGA QO'LLASH**

02.00.14 - Organik moddalar va ular asosida materiallar texnologiyasi

**TEXNIKA FANLARI BO'YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTASIYASI AVTOREFERATI**

Termiz – 2023

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.4.PhD/T4067 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Termiz davlat universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (tersu.uz) va «ZiyoNet» axborot ta'lim portalida (www.ziyounet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Turayev Xayit Xudaynazarovich
kimyo fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Tojiyev Panji Jovliyevich
texnika fanlari doktori, dotsent

Shukurov Dilmurod Xursanovich
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori

Yetakchi tashkilot:

Buxoro davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01. raqamli Ilmiy kengashning «24» 01 2023 yil soat 10 dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43 uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Dissertatsiya bilan Termiz davlat universitetining Axborot resurs markazida tanishish mumkin (№234 raqami bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 190111, Termiz shahri, Barkamol avlod ko'chasi, 43 uy. Tel.: (+99876) 221-74-55, faks: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «5» 01 kuni tarqatildi.
(2023 yil «5» 01 dagi 1- raqamli reyestr bayonnomasi).



I.A.Umbarov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash raisi, t.f.d., dots.

Sh.A.Kasimov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash kotibi, k.f.d., dots.

R.V.Aliqulov
Ilmiy darajalar beruvchi
ilmiy kengash qoshidagi
ilmiy seminar raisi, k.f.d., dots.

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiya annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda aholi soni va ishlab chiqarish hajmining oshib borishi sababli ichimlik suviga bo‘lgan talab ham yildan-yilga ortib bormoqda. Sanoat rivojlangan davlatlarda, korxonalar suvlaridan qayta-qayta foydalanish suvga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Bu esa sanoat suvlarini turli xil chiqindi va metall ionlaridan tozalashda, sorbsion qobiliyati yuqori bo‘lgan ionitlardan foydalanishni taqozo etadi. Hozirda kimyogarlar oldida turgan asosiy vazifalardan biri, arzon samarali polimer matritsalar sintezi muammolarini hal etish amaliy ahamiyat kasb etadi.

Jahonda tarkibida azot va kislorod saqlagan ion almashinuvchi polimerlar olish, ularni fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish, ularni olish texnologiyasini takomillashtirish, qo‘llanilish usulini soddalashtirishga yo‘naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari amalga oshirilmoqda. Bu borada, ionitlarning dinamik hamda statik sharoitda sorbsion sig‘imini yaxshilash, sorbsiya-desorbsiya jarayonlariga turli omillar ta‘sirini aniqlash, ular yordamida texnologik eritmalarini og‘ir va zaharli metallar ionlaridan tozalash, murakkab eritmalaridan metallarni ajratib olish, metallarni kompleks birikmalar ko‘rinishida tanlovchan ajratish, ionitlarning turli agressiv muhitlardagi sorbsion qobiliyatlarini oshirishga alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamizda kimyo sanoati sohasini rivojlantirish maqsadida zamonaviy talablarga javob bera oladigan yangi turdagi ion almashinuvchi birikmalar olish bo‘yicha ma‘lum ilmiy va amaliy natijalarga erishilmoqda. Mazkur yo‘nalishda amalga oshirilgan dasturiy chora-tadbirlar asosida muayyan natijalarga erishilmoqda, ayniqsa, yangicha yondashuvlarga asoslangan, noorganik va organik ion almashinuvchilar hamda sorbentlar sintez qilib olingan. Shu bois ichki bozorni import o‘rnini bosuvchi mahalliy mahsulotlar bilan ta‘minlash sohasida keng ko‘lamli tadbirlar amalga oshirilmoqda. Respublikamizda, innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish orqali sanoat obyektlarini yuritishning ilmiy asoslangan tizimi va atrof-muhitni muhofaza qilishning chora-tadbirlarini amalga oshirishga katta e‘tibor qaratilmoqda. “Yangi O‘zbekistonning 2022–2026-yillardagi taraqqiyot strategiyasida”¹ iqtisodiyotni rivojlantirish ustuvor yo‘nalishlari belgilangan hamda mahalliy xomashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida, yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni yanada jadallashtirish, sifat jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o‘zgartirish masalalari alohida belgilab qo‘yilgan. Bu borada milliy iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlarini, jumladan, kimyo sanoatini rivojlantirishda, yo‘naltirilgan organik sintez asosida tanlovchan sorbentlar olish va ular yordamida d-metallar sorbsiyasida hosil bo‘ladigan kompleks birikmalarni tadqiq etish dolzarb vazifalardan bo‘lib, muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-sonli «2017-2021 yillarda O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning beshta ustuvor yo‘nalishi bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni, 2018 yil 17

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni

yanvardagi PQ-3479-sonli «Mamlakatimiz iqtisodiyoti tarmoqlarini zarur mahsulotlar va xomashyo turlari bilan barqaror ta'minlash chora-tadbirlari to'g'risida»gi, 2018 yil 25 oktyabrdagi PQ-3983-sonli «O'zbekiston Respublikasida kimyo sanoatini jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi va 2019 yil 3 apreldagi PQ-4265-sonli «Kimyo sanoatini yanada isloh qilish va uning investisiyaviy jozibadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida»gi qarorlarida hamda mazkur faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti natijalari muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining VII «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Xorijda ionitlar sintezi va ularning oraliq metallar bilan sorbsiya jarayonida olingan koordinatsion birikmalariga doir tadqiqotlar olib borilgan bo'lib, E.S.Dragan, P.A.Mohan, A.A. Yones, M. J. Page, X.Fotovat kompleks hosil qiluvchi turli analitik reagentlar asosidagi ionitlar sintezi, Yu-Lung Lam, P.Chassary, E.Guibal, M.Cox va N.Pandey tabiiy obyektlardan metallarni ionitlar yordamida sorbsion ajratish usullarini va sorbsiyada hosil bo'lgan kompleks birikmalarini o'rganganlar. MDH ning bir qator olimlari tomonidan kompleks hosil qiluvchi ionitlar sintezi hamda ular yordamida metallar sorbsiyasini o'rganishga doir tadqiqot ishlarni olib borilgan. Rossiya Federatsiyasi Pyotr I nomidagi agrar universiteti olimlari Kotov V.V., Gorelova E.I., Gorelov I.S., Danilova G.N. ionitlarni tadqiq qilishning termodinamik va kinetik xususiyatlarini, Nikiforova T.Ye. ion almashinish jarayonlari muvozanatini, Basargin N.N., Salixov D.V., Kichigin O.V. xelatli sorbentlarning kislotasiz, kompleks hosil qilish xossalarini, Baygozin D.V. ionitlarning kinetik xossalarini, Yergojin Ye.Ye. va uning rahbarligidagi olimlar tarkibida azot, kislorod bo'lgan epoksid smolalar asosidagi kompleks hosil qiluvchi polifunksional ionitlar sintezi va ular yordamida murakkab tarkibli eritmalar oraliq metallarni tanlovchan ajratish usullarini o'rganishga doir tadqiqotlar olib borganlar.

Respublikamizda kompleks hosil qiluvchi ionitlar sintezi va tadqiqoti bo'yicha Musayev U.N., Asqarov M.A., Djalilov A.T., Babayev T.M., Sharipov X.T., Ibragimov B.T., Muxamediyev M.G., Akbarov H.I., Turayev X.X., Ro'zimurodov O.N., Kadirova Sh.A., Smanova Z.A., Daminova Sh.Sh., Gafurova D.A., Kattayev N.T., D.J.Bekchanovlar faoliyat olib borgan. Ular tomonidan kompleks hosil qiluvchi ionitlarning oraliq metallar sorbsiyasida qo'llanilishi, sorbsiya jarayonida hosil bo'lgan koordinatsion birikmalarining tuzilishi va xossalari tahlil qilingan.

Sorbsiyalanish mahsulotlarining tarkibi va tuzilishini aniqlash, bu o'zgarishlarning qonuniyatlarini o'rganish, ionitlarning fizik-kimyoviy, kompleks hosil qiluvchi xossalarini to'g'ri interpretatsiya qilish ularning reaksiya qobiliyatini tushuntirish va oldindan aytib berish uchun zarurdir.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Termiz davlat universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining F-7-28 «To'rtlamchi azot va fosfor birikmalari asosida binar ekstragentlar sintezi va ularning nodir metallar bilan koordinatsion birikmalari» (2012-2016 yy.) va OT-F7-34 «Kompleks hosil qiluvchi polifunksional ionitlar sintezi va ular yordamida ba'zi d-metallarni ajratishning nazariy asoslari» (2017-2020 yy.) mavzusidagi fundamental loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi tarkibida azot, kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ionitlar olish texnologiyasini ishlab chiqish va olingan ionitlar yordamida Cu(II), Co(II), Zn(II), Ni(II) va Cd(II) ionlarining sorbsiyasidan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

tarkibida azot va kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi yangi ionitlarni sintez qilish;

sintez qilingan ionitlarda mis(II), nikel(II), rux(II), kobalt(II) va kadmiy(II) ionlari sorbsiyasining tadqiqoti;

sintez qilingan ionitlarning tarkibi va tuzilishini fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlash;

tarkibida azot va kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi yangi ionitlarni olish texnologiyasini ishlab chiqish va texnik-iqtisodiy asoslash.

Tadqiqotning obyekti sifatida karbamid, formaldegid, aminosirka kislotasi (glitsin), aminoqahrabo kislotasi va 2-aminopentan dikislotalar asosida sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi ionitlari olingan.

Tadqiqotning predmetini kompleks hosil qiluvchi ionitlarni sintez qilish usullari, texnologiyasi, olingan ionitlarning sorbsiya sig'imi, ba'zi metall ionlari sorbsiyasi va ularga turli omillar ta'siri, desorbsiya jarayonlari tashkil qilgan.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida IQ-spektroskopiya, termogravimetrik va differensial termik analiz (TG-DTA), skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), element tahlili, spektrofotometriya, kompleksometriya kabi zamonaviy eksperimental tadqiqot usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

Karbamid-formaldegid smolani aminosirka kislotasi, aminoqahrabo kislota, 2-aminopentan dikislotalar bilan modifikatsiyalash asosida tarkibida azot va kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi yangi MFA, KFA va MFG markali ionitlar olingan;

sintez qilingan ionitlarning mis (II), nikel (II), rux (II), kobalt (II) ionlariga nisbatan statik almashinish sig'imlari aniqlangan va ushbu metallarning olingan ionitlarda sorbsiyalanish qatori tuzilgan;

sintez qilingan ionitlarning tarkibi va tuzilishi zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari yordamida aniqlangan;

tarkibida azot va kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi yangi ionitlar olish texnologiyasi ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat: karbamid-formaldegid smolani kimyoviy modifikatsiyalash asosida kompleks hosil qiluvchi ionitlar olishning maqbul sharoitlari aniqlangan;

olingan kompleks hosil qiluvchi ionitlarning kislotali (sulfat, xlorid, nitrat) va ishqoriy agressiv muhitlarda barqarorligi aniqlangan;

kompleks hosil qiluvchi ionitlarning turli metall ionlariga nisbatan sorbsion qobiliyatiga sorbsiya davomiyligi, harorat va eritma muhitining ta'siri aniqlangan;

karbamid-formaldegid smolani kimyoviy modifikatsiyalash asosida kompleks hosil qiluvchi ionitlar olish texnologik sxemasi ishlab chiqilgan va texnik-iqtisodiy asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Sintez qilingan birikmalarning tarkibi va tuzilishi IQ-spektroskopiya, termogravimetrik va differensial termik analiz (TG-DTA), skanerlovchi elektron mikroskopiya (fotosurati, element tahlili), spektrofotometriya, kompleksonometriya kabi zamonaviy usullar yordamida eksperimental natijalar olinganligi bilan asoslangan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, karbamid-formaldegid smolani aminosirka kislotasi, aminoqahrabo kislotasi, 2-aminopentan dikislotalar bilan modifikatsiyalash asosida tarkibida azot, kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi yangi, yuqori samarali ionitlar olish usulining ilmiy asosi yaratilganligi va resurstejamkor texnologiyasi ishlab chiqilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati sorbsion qobiliyati yuqori bo'lgan sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi ionitlar respublikamizda suv tozalashda qo'llaniladigan reagentlarga bo'lgan ehtiyojni ta'minlash, import hajmini qisqartirish, shuningdek, sanoat korxonalarini chiqindi eritmalari tarkibidagi juda kam miqdordagi og'ir va rangli metallarni ajratib olish hamda sanoat oqava suvlarini tozalashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Mahalliy xomashyolar asosida sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi ionitlar olish va ular yordamida Ni(II), Co(II), Zn(II), Cu(II), Cd(II) ionlarining sorbsiyasi bo'yicha olingan natijalar asosida:

karbamid-formaldegid smolani aminosirka kislotasi, aminoqahrabo kislotasi, 2-aminopentan dikislotalar bilan kimyoviy modifikatsiyalash asosida kompleks hosil qiluvchi ionitlar olish texnologiyasi "Petromaruz-Uzbekistan" xorijiy korxonasida MFA, KFA va MFG markali ionitlar olishda joriy etilgan ("Petromaruz-Uzbekistan" xorijiy korxonasining 2023 yil 27 oktyabr EKO-433-son ma'lumotnomasi). Natijada, mahalliy xomashyolar asosida yuqori samarali, import o'rnini bosuvchi ionitlar olishga imkon bergan:

olingan MFA, KFA va MFG markali ionitlar "Petromaruz-Uzbekistan" xorijiy korxonasida oqava suvlarni og'ir metallar ionlaridan tozalashda amaliyotga joriy etilgan ("Petromaruz-Uzbekistan" xorijiy korxonasining 2023 yil 27 oktyabr EKO-433-son ma'lumotnomasi). Natijada, korxonada oqava suvlarini og'ir metallar ionlaridan samarali tozalashga imkon bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 7 ta, jumladan, 3 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilingan va muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 13 ta ilmiy ishlar, jumladan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya

komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 1 ta maqola respublika va 4 ta maqola xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 115 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

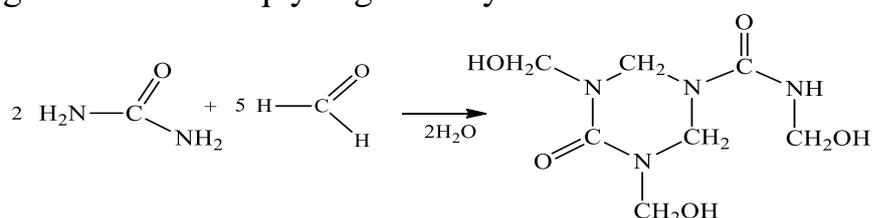
Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zaruriyati asoslangan, maqsad va vazifalar, tadqiqot obyektlari va predmetlari berilgan, tadqiqotning O‘zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan, uning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etish istiqbollari bo‘yicha xulosa qilingan hamda chop etilgan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

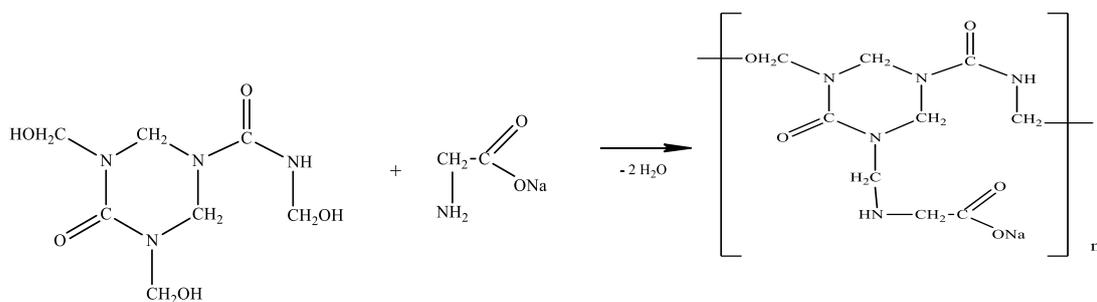
Dissertatsiyaning «**Kompleks hosil qiluvchi ionitlar sintezi va tadqiqoti hamda kompleks hosil qiluvchi ionitlarda d-metallar sorbsiyasi**» deb nomlangan birinchi bobida asosan karbamid-formaldegid smola asosida tarkibida azot, kislorod bo‘lgan kompleks hosil qiluvchi ionitlar sintezining fizik-kimyoviy asoslari keltirilgan qiyosiy tahlil qilingan eritmalardan ba‘zi d-metallar ionlarini kompleks hosil qiluvchi ionitlar yordamida sorbsiyalashga doir adabiyotlar tahlili keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Karbamid, formaldegid va aminokislotalar asosida ionitlar sintezi va tadqiqoti**» deb nomlangan ikkinchi bobida tadqiqot uchun olingan moddalar xususiyatlari, tadqiqot usullari hamda karbamid-formaldegid smolasini modifikatsiyalash asosida ionitlar sintezi yoritilgan.

MFA ionitining sintezi. Aminsirka kislotasi dastlab suv bilan ishlov berilib, hosil bo‘lgan cho‘kma filtrlanib, ajratildi va filtrat sintez uchun ishlatildi. Sovutgich va mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan uch bo‘yinli kolbada 12 g karbamid (0,2 mol) joylashtirildi va 40 ml (0,5 mol) formalin bilan 40°C haroratda eritildi. Polikondensatsiya jarayoni ishqoriy muhitda ketganligi sababli, eritmadagi kerakli muhit 5 ml NH₄Cl-NH₄OH bufer eritmasini qo‘shilib, pH=9-10 kuchsiz ishqoriy muhitga keltirildi. Shundan so‘ng intensiv aralashtirish bilan 1,5 g (0,02 mol) aminsirka kislota qo‘shildi, harorat 85-90°C ga ko‘tarildi. Ushbu haroratda 1,5-2 soatdan keyin smolasimon massa hosil bo‘ladi. Quritich shkafida 80-90°C da 24 soat davomida quritildi va maydalandi, quyi molekulyar moddalardan tozalash maqsadida avval 5% NaOH eritmasi bilan, shundan so‘ng neytral muhit hosil bo‘lguncha distillangan suv bilan yuvildi. Olingan mahsulot kichik, g‘ovaksimon, mayda granulalardan iborat. Mahsulot unumi 93% ni tashkil etdi.

Hosil bo‘lgan ionit sintezi quyidagi reaksiyada keltirildi:





1-jadval

Karbamid formaldegid smolani modifikatsiyalash asosida olingan ionitlar

№	Reagent	Modifikatsiyalashning maqbul sharoiti	Olingan ionit	Sochma og'irligi, g/ml	To'la almashinish sig'imi, mg-ekv/g
1	Aminosirka kislota	85-90°C, pH=9-10; 1,5-2 soat	MFA	0,80	6,9
2	Aminoqahrabo kislota	90-100°C, pH=9-10, 1-1,5 soat	KFA	0,76	6,8
3	Aminopentandi kislota	85-90°C, pH=8-9, 1,5-2 soat	MFG	0,7	7,1

Karbamid, formalin, aminosirka kislolaning polikondensatsiyalanish jarayoniga haroratning ta'sirini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar olib borildi. Polikondensatsiya jarayoni quyidagi haroratlarda o'rganildi: 85, 90, 95 va 100°C. Shuningdek, reaksiyaning davomiyligi, ionitning suvdagi solishtirma hajmi va 0,1 n NaOH eritmasi uchun statik almashinish sig'imi (SAS) qiymati aniqlandi. 1-jadvaldagi ma'lumotlardan ko'rinib turibdiki, polikondensatsiya uchun optimal harorat sifatida 85-90°C olingan, reaksiya vaqti 2 soat, reaksiya bir xil bo'lib, 0,1 n NaOH eritmasi uchun almashinuv sig'imi 4,2 mg-ekv/g ga to'g'ri keladi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar: karbamid, formaldegid va aminosirka kislolaning mos ravishda 2:5:0,1 dan 2:5:0,3 gacha bo'lgan molyar nisbatlarda olinib, polikondensatlanish reaksiyasi amalga oshirildi (2-jadval).

2-jadval

Ionitning sorbsion xossalarini moddalar almashinuvi nisbatiga bog'liqligi

karbamid:formalin:aminosirka kislota, mol nisbatlarda	Olingan miqdor, g/ml	0,1 n eritmalarining statik almashinish sig'imi, mg-ekv/g					
		NaOH	HCl	Cu ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺	Co ²⁺
2:5:0,1	0,75	3,0	1,65	4,3	4,1	3,9	4,0
2:5:0,2	0,80	4,2	1,45	4,6	4,3	4,5	4,1
2:5:0,3	0,82	3,7	1,26	4,4	3,9	4,2	3,8

O'tkazilgan tadqiqotlar asosida mos ravishda karbamid, formaldegid va aminosirka kislotasining 2:5:0,2 nisbatida eng yaxshi ko'rsatkichlarga ega bo'lgan ionitlar olindi.

Metall ionlarining 0,1 n eritmadagi statik almashinish sig‘imi Cu(II)=4,6 mg-ekv/g, Zn(II)=4,3 mg-ekv/g, Co(II)=4,1 mg-ekv/g va Ni(II)=4,5 mg-ekv/g ni tashkil etdi.

MFG ionitining sintezi. 40°C haroratda 40 ml (0,5 mol) formalinda oldindan eritilgan 12 g karbamid (0,2 mol) teskari muzlatgich va mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan uch bo‘yinli kolbaga joylashtirildi. Shundan so‘ng unga intensiv aralashtirish bilan 2,94 g (0,02 mol) 2-aminopentan dikislota qo‘shildi. Keyin harorat 85-90°C ga ko‘tarildi va bu haroratda 1,5-2 soatdan keyin smolasimon massa hosil bo‘ldi. Quritilgan polimer maydalanib, past molekulyar og‘irlikdagi moddalardan 5% NaOH eritmasi bilan so‘ngra neytral holga kelguncha distillangan suv bilan yuviladi. Olingan mahsulot kichik, g‘ovakli, oq granulalardir. Reaksiya unumi 93%. Karbamid-formaldegid smolasi 2-aminopentan dikislota bilan o‘zaro ta’sirlashganda, yuqori samarali xususiyatlarga ega bo‘lgan ion almashinuvchini sintez qilingan bo‘lib, olingan ionitning asosiy sorbsion va fizik-kimyoviy xossalari boshlang‘ich moddalar nisbati va konsentratsiyasiga bog‘liqligi o‘rganilgan.

Karbamid, formaldegid, 2-aminopentan dikislota (MFG) polikondensatsiyasi jarayoniga haroratning ta’sirini o‘rganish bo‘yicha tadqiqotlar olib borildi. Polikondensatsiya jarayoni 75, 85, 90 va 100°C haroratlarda o‘rganildi. Shu bilan birga reaksiyaning davomiyligi, ionitning suvdagi solishtirma hajmi va 0,1 n HCl eritmasi uchun statik almashinish sig‘imi (SAS) qiymati aniqlandi.

3-jadval

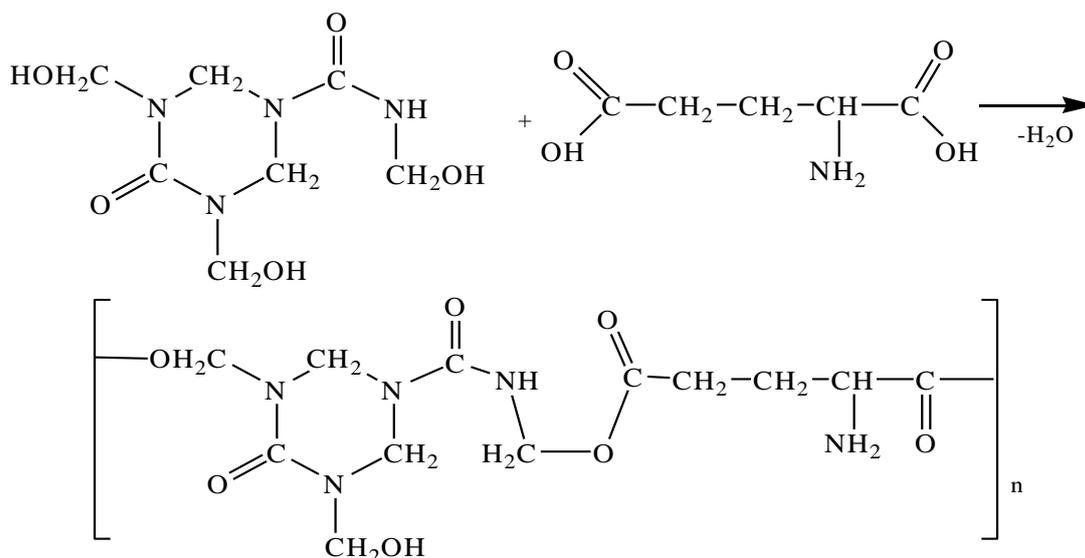
Polikondensatsiya haroratining ion almashinuvchi xossalariga ta’siri

№	Reaksiya harorati, t, °C	Reaksiya vaqti, τ, soat	Maxsus hajm suvda bo‘kkan ionit OH shakli, ml/g	SAS, 0,1 n HCl eritmasi mg-ekv/g bo‘yicha
1.	75	2,5-3	1,76	2,5
2.	85	2-2,5	1,58	3,1
3.	90	1,5-2	1,35	4,1
4.	100	1-1,5	1,23	3,7

3-jadval ma’lumotlariga ko‘ra, polikondensatsiya reaksiyasining 75°C haroratdagi davomiyligi 2,5-3 soat bo‘lib, HCl ning 0,1 n eritmasi bo‘yicha statik almashinish sig‘imi 2,5 mg-ekv/g ga teng. Bu ta’sirlashuvchi moddalarning faolligi pastligi bilan izohlanadi. Haroratning 100°C gacha ko‘tarilishi bilan polikondensatsiya reaksiya shiddat bilan kechadi va reaksiya vaqti 1-1,5 soatgacha qisqaradi, biroq almashinuv qobiliyati va bo‘kish darajasi kamayadi. Buning sababi shundaki, harorat ko‘tarilganda ion almashinuvchining tuzilishi zichlashib, ion almashinish qiyinlashadi va ionogen guruhlarning harakatchanligi susayadi.

Polikondensatlanish uchun optimal harorat sifatida 90°C olindi, reaksiya vaqti 1,5-2 soat va 0,1 n HCl eritmasi uchun almashinuv sig‘imi 4,1 mg-ekv/g ga yetadi.

Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, ion almashinuvchining sintez reaksiyasi quyidagicha:



Turli xil nisbatda o‘zaro bog‘langan ionitlarni olish uchun ion almashinuvchilarning turli namunalari sintez qilindi. Polikondensatsiya reaksiyalari reaktivlarning quyidagi mol nisbatlarida amalga oshirildi: karbamid, formaldegid va 2-aminopentan dikislotasi mos ravishda 2:5:0,1 dan 2:5:0,3 gacha. Turli mol nisbatdagi MFG ning sorbsion xossalriga ta’sirini o‘rganish natijalari 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval.

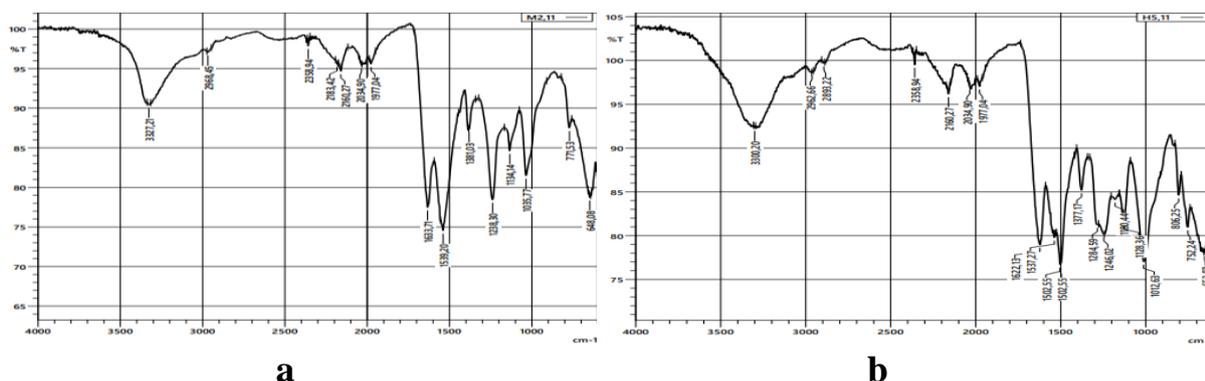
Ionitning sorbsion xossalari reaktivlar nisbatiga bog‘liqligi

kARBAMID, formaldegid, 2-aminopentandi kislota, mol nisbatlarda	Sochma og‘irligi, g/ml	0,1 N eritmalar uchun statik almashinuv sig‘imi, mg-ekv/g				
		Cu ²⁺	Co ²⁺	Cd ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺
2:5:0,1	0,71	4,2	3,0	1,7	4,0	3,8
2:5:0,2	0,78	4,5	3,4	2,2	4,2	4,3
2:5:0,3	0,82	4,3	2,6	2,0	3,8	4,0

Jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, 2-aminopentan dikislotasi miqdori ortishi bilan almashinuv qobiliyati asta-sekin oshib so‘ngra pasayadi. Bunga sabab ionit g‘ovaklari radiusining kichrayishi tufayli ionlarning tarqalishida geometrik to‘siqlar paydo bo‘lishi, shuningdek, bo‘kish darajasining kamayishi bilan izohlash mumkin. Tadqiqotlar asosida eng yaxshi ko‘rsatkichga ega ionitlar mos ravishda karbamid, formaldegid va 2-aminopentan dikislotasining 2:5:0,2 nisbatida olingan.

Dissertatsiyaning «Sintez qilingan ionitlarning tarkibi, tuzilishi va fizik-kimyoviy xossalari» deb nomlangan uchinchi bobida sintez qilingan ionitlar IQ-spektroskopiya, skanerlovchi elektron mikroskopiya, termogravimetrik va differensial termik analiz, kompleksometriya, spektrofotometrik tahlil hamda konduktometriya kabi zamonaviy tadqiqot usullaridan foydalanib ularning fizik-kimyoviy xossalari tahlil etilgan.

KFA ionitining Co(II) va Ni(II) ionlari bilan birikib hosil qilgan kompleks birikmaning IQ-spektr tasvirlari keltirilgan hamda natijalari tahlil qilingan.



1-rasm. KFA ionitining (a) Co(II) va (b) Ni(II) ionlari bilan hosil qilgan birikmasining IQ-spektrlari.

Tahlil natijalarida KFA+Me(II) uchun nur yutulish sohalaridagi siljishlar o‘rganilgan.

Sintez qilingan KFA ioniti Co^{2+} ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmasining IQ-spektrlarini quyidagicha ta’riflash mumkin. 3327 cm^{-1} tebranish chastotasida CO-NH_2 birlamchi amid guruh bandlari paydo bo‘ladi. 2358 cm^{-1} tebranish chastotasi R-C=O guruhiga mos keladi. R-NH_2 deformatsiyalangan tebranish chastotalari 1633 cm^{-1} ga mos keladi. 1539 cm^{-1} sohada C-N guruhining tebranishlarini kuzatishimiz mumkin. 1238 cm^{-1} tebranish chastotasi R-OH guruhlar mavjudligini tasdiqlaydi. 1134 cm^{-1} tebranish chastotasida $-\text{CH}_2-$ guruh bandlari paydo bo‘ladi. 771 cm^{-1} mintaqada C-H guruhlarining bog‘lanishlari mavjud (1.a-rasm).

Olingan KFA ioniti Ni^{2+} ionlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmasining IQ-spektroskopik tahlil natijalari o‘tkazilgan. IQ-spektr yutilish chastotasi 3300 cm^{-1} tebranish chastotasida CO-NH_2 guruh bandlari paydo bo‘ladi. $1622\text{-}1537 \text{ cm}^{-1}$ tebranishida birlamchi amidlar R-NH_2 guruhlar mavjud bo‘lib, $2358\text{-}\text{cm}^{-1}$ tebranish chastotasi R-C=O guruhiga mos keladi. Birlamchi aminlarning R-NH_2 tebranish chastotasi 1622 cm^{-1} ga mos keladi. 1537 cm^{-1} tebranishda C-N guruh tebranishini kuzatishimiz mumkin. 1246 cm^{-1} chastotasi R-OH guruhiga mos keladi. $806\text{-}752 \text{ cm}^{-1}$ mintaqalarda C-H guruhlarining bog‘lanishlari mavjud (1. b-rasm).

KFA ioniti va KFA+Me(II) kompleks birikmalarining IQ-spektridagi tebranish chastotalari 5-jadvalda kelirilgan.

5-jadval.

KFA ioniti va KFA+Me(II) kompleks birikmalarining IQ-spektridagi tebranish chastotalari

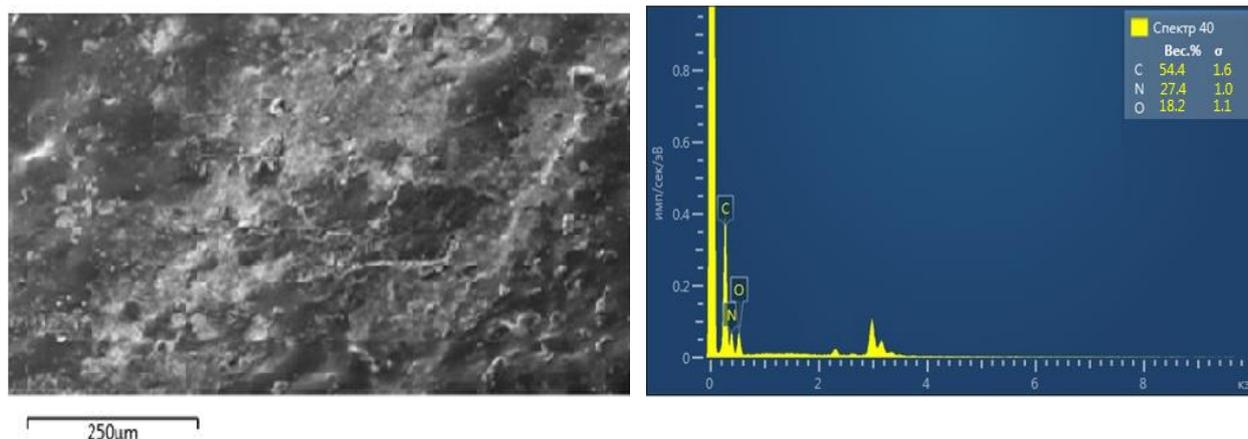
IQ-spektrdagi tebranish chastotalari, cm^{-1}			Tebranish tasnifi
KFA	KFA+ Co^{2+}	KFA+ Ni^{2+}	
3325	3327	3327	CO-NH_2 guruh tebranishi
2358	2358	2358	R-C=O tebranishlar chastotasi
1666	1633-1539	1622-1537	R-NH_2 tebranish to‘lqinlari
1583	1537	1539	C-N guruhining tebranishlari
1238	1238	1246	R-OH guruh chastotalari
808	771	772	δ_{CH} tebranishi

KFA ning TG egri chizig'i natijalari tahlili

No	Temperatura, °C	Yo'qotilgan massa, mg (20 mg)	Yo'qotilgan massa, %	Sarflanadigan energiya miqdori ($\mu\text{V}\cdot\text{s}/\text{mg}$)	Sarflanadigan vaqt (min)	Qoldiq massa (mg)
1	166,09	0,932	4,847	0,39144	13,05	19,068
2	355,49	12,47	64,859	5,237	18,76	7,53
3	481,36	1,976	10,277	0,83	12,82	18,024

7-jadvalda KFA ning berilgan termogravimetrik tasviridan olingan egri chiziq natijalarining tahlili o'rganilgan. Unga ko'ra, TG egri chizig'ida, asosan 3 ta intensiv massa yo'qotilish kuzatildi. 1-massa yo'qotiladigan oraliq 40,34-166,09°C haroratlarga mos keladi. Bu haroratlar oralig'ida 0,932 mg massa yo'qotilishi kuzatilgan bo'lib, 4,847% tashkil qiladi, 2-massa yo'qotiladigan oraliq 166,09-355,49°C haroratlarga mos keladi. Bunda massa yo'qotilishining asosiy qismi 12,47 mg, ya'ni 64,86% ni tashkil qiladi. 3-massa yo'qotilish 355,49-481,36°C haroratlar oralig'ida sodir bo'lib, massa yo'qotilishi 1,976 mg, ya'ni 10,27% ga mos keladi.

Olingan yangi MFA kompleks hosil qiluvchi ionitining morfologik xususiyatlari (foto, elementlar tahlili) skanerlovchi elektron mikroskopda o'rganilib natijalari tahlil qilindi (4-rasm).



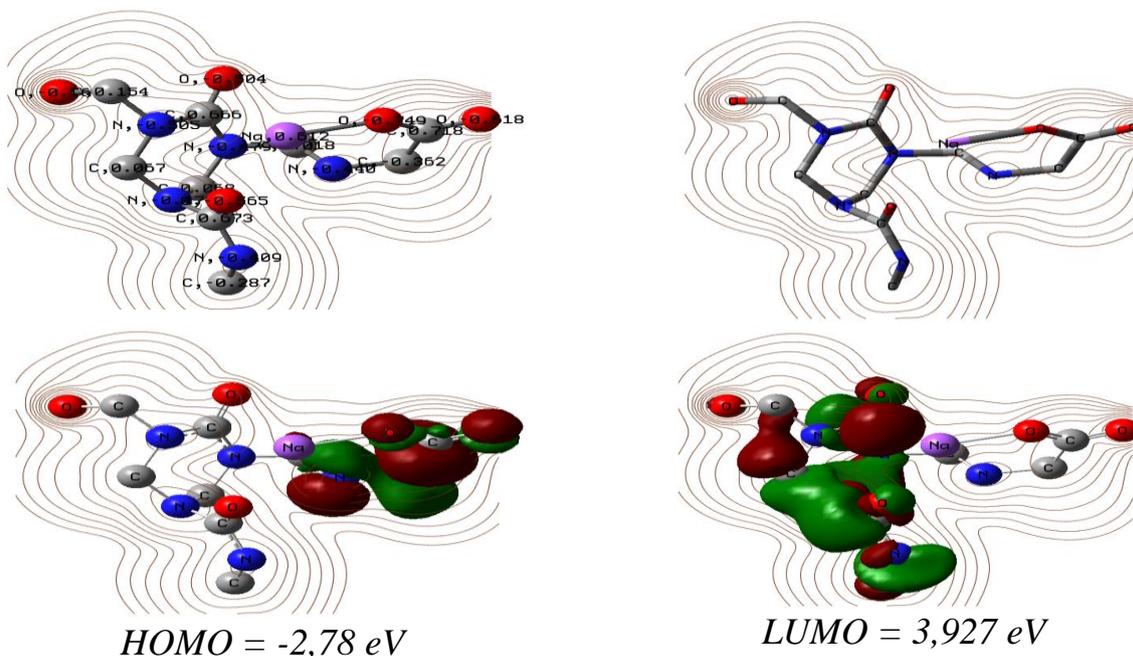
4-rasm. MFA ion almashinuvchi yuzasining skanerlangan elektron mikroskopik tasviri (a) va element tarkibi, % (b)

Skanerlash elektron mikroskopi (SEM) ionit morfologiyasining adabiyotlarda tasvirlangan boshqa ionitlarga o'xshashligini ko'rishga imkon berdi. SEM fotosuratlarida ionitning tegishli ravishda 100 μm , va 250 μm marta kattalashtirib ko'rsatilgan tasvirlari keltirildi. Ushbu fotosurat tasvirlaridan shuni ko'rish mumkinki, asosan notekis joylashtirilgan donachalardan va qirralarning o'tkir burchaklaridan iborat, bundan tashqari struktura ko'proq g'ovakliroqdir. Bu shuni ko'rsatadiki, ion almashinuvchi juda yuqori sorbsiya sig'imiga yoki turli metallarning ionlarini yutish qobiliyatiga ega. Quyidagi rasmda MFA ionitining sirt tuzilishi tasvirlangan va quyidagi rasmda keltirilgan.

250 mkm o'lchamda olingan fotosuratda ko'rinib turibdiki, hosil bo'lgan kompleks hosil qiluvchi ion almashinuvchi mikrog'ovaklarida adsorbsiya jarayonining yuz berishi mumkinligini ta'kidlasa bo'ladi. Bu hosil bo'lgan ion almashinuvchining sorbsion qobiliyati ancha yuqori ekanligini ko'rsatadi.

Ligand molekulasining reaksiyon xususiyatini kvant kimyoviy hisoblash Avogadro, Hyper Chem 8.01, Asselrys MS Modeling 3.0.1 programmasida cheklangan Semi-empirical (UHF) usuli orqali, SCF-MO qo'llagan holda yarim empirik AM1, MNDO, PM3 va RM1 usuli bilan Intel Pro Pentium 1.40 GGs kompyuterida hisoblashlar amalga oshirildi.

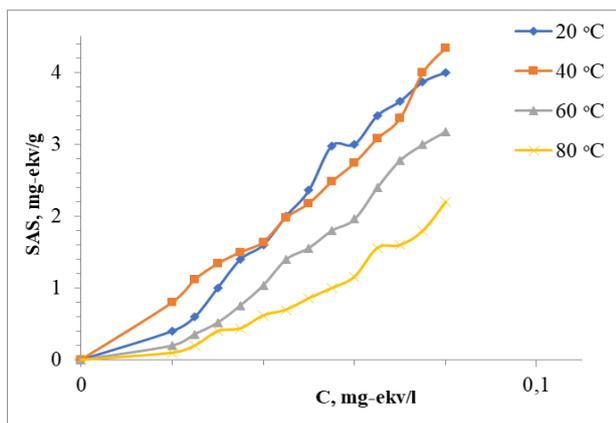
MFA ning HOMO dagi elektron zichligi $-C=O$ guruhidagi kislorod va ikkilamchi azot atomlarida joylashgan (5-rasm). Bu ligand uchun ham LUMO va HOMO holatlar energiyasi bir-biridan katta farq qiladi. Shuning uchun MFA ham kuchli maydon hosil qiladi va Pirsonning "qattiq va yumshoq kislotalar va asoslar" prinsipiga ko'ra, $-C=O$ guruhidagi kislorod va ikkilamchi azot atomlari spektator ligand sifatida raqobatlashadi. Natijada oraliq kislotalar Cu(II), Ni(II), Zn(II) bilan $-C=O$ guruhidagi kislorod va ikkilamchi azot orqali to'rt va besh a'zoli mustahkam xelat halqali kompleks birikmalar hosil qiladi. Ushbu kompleks birikmalar metall ioni orbitalida bo'linish energiyasi yuqori bo'lganligi uchun past spinli kompleks birikmalar hisoblanadi (5-rasm).



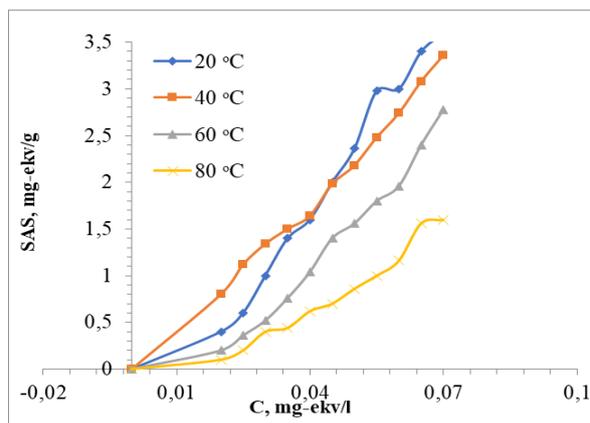
5-rasm. MFA da zaryadning atomlarda taqsimlanishi va chegaraviy orbitallarning lokallashuvi.

Sintez qilingan ionitlarda sorbsiya izotermasi: MFA+Cu, MFG+Ni ionlari bo'yicha o'rganildi va olingan natijalar grafik ko'rinishida keltirildi (6-7-rasmlar).

Sorbsiya izotermasi har bir ionit uchun 20, 40, 60, 80°C haroratlarda o'rganildi. Olingan natijalariga ko'ra, Cu(II), Ni(II) ionlarining optimal sorbsiyalanish harorati 40°C ekanligi aniqlandi.

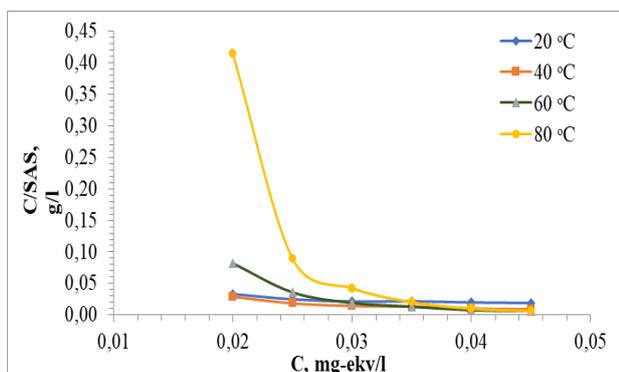


6-rasm. MFG ionitida Ni(II) ioni sorbsiyasi izotermasi.

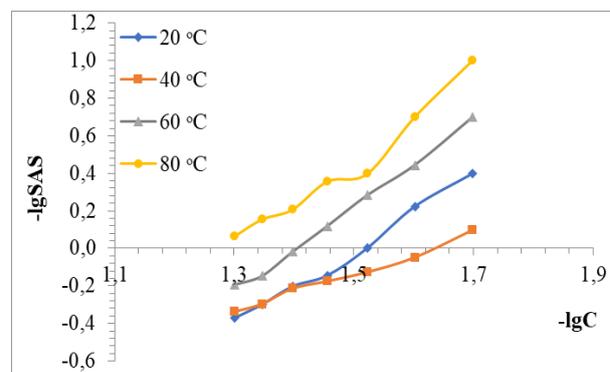


7-rasm. MFA ionitida Cu (II) ioni sorbsiyasi izotermasi.

Tajribada olingan natijalarga ko‘ra, nikel (II) ioni karbamid-formaldegid va aminopentandi kislotasi asosida olingan kompleks hosil qiluvchi ioniti bilan sorbsiya izotermasi Lengmyur va Freyndlix modellari bo‘yicha tahlil qilindi, olingan natijalar Freyndlix modeliga mos kelishi aniqlandi (8-9-rasm).



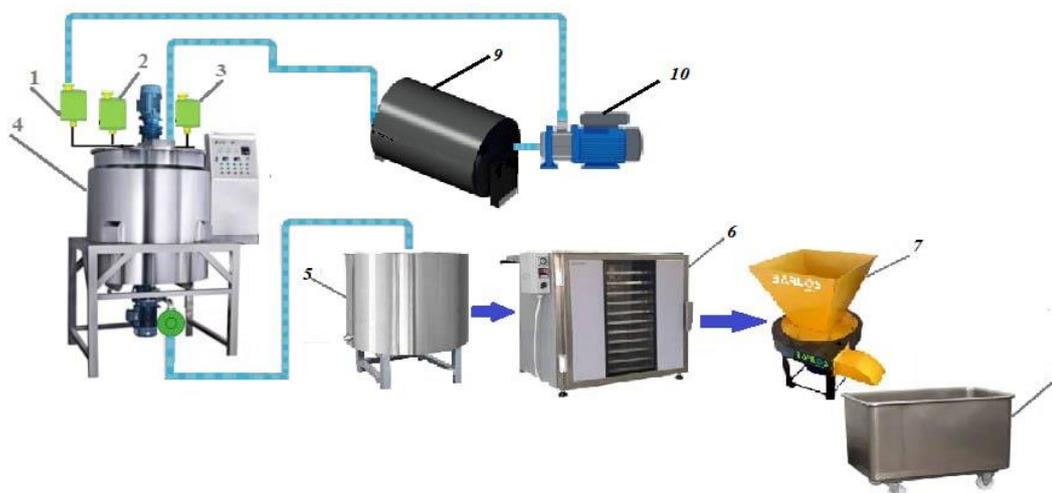
8-rasm. Lengmyur modeli bo‘yicha Ni(II) ionlarining MFG bilan chiziqli shakldagi sorbsiya izotermalari.



9-rasm. Freyndlix modeli bo‘yicha Ni(II) ionlarining MFG bilan chiziqli shakldagi sorbsiya izotermalari.

Harorat pasayishi bilan ionit sorbsion sig‘imining ortib borishi ionit tarkibidagi koordinatsion bog‘lar mustahkamligini bildiradi. Ya‘ni harorat pasayishi bilan ionitning bo‘kuvchanligi ortadi, natijada sorbsiyalanuvchi ionlar ionit tarkibiga chuqurroq kirib sorbsiyalanadi.

Dissertatsiyaning «**Karbamid, formaldegid va aminokislotalar asosidagi ionitlar ishlab chiqarishning texnologik sxemasi va texnik-iqtisodiy asoslash**» deb nomlangan to‘rtinchi bobida ionitlar ishlab chiqarishning texnologik sxemasi va kompleks hosil qiluvchi ionitning texnik-iqtisodiy hisob-kitoblarining natijalari muhokama qilingan. Tadqiqotimiz natrijalariga ko‘ra, sintez qilingan ionitlar, ishlab chiqarish korxonalaridagi turli metall ionlarini konsentrlashda, tarkibida og‘ir metall ionlari bo‘lgan chiqindi eritmalarni zararsizlantirishda ionit sifatida qo‘llashga tavsiya etiladi.



1-formalin uchun sig'im; 2-karbamid uchun sig'im; 3-aminosirka kislotasi uchun sig'im; 4-reaktor; 5-yuvish kamerasi; 6 -quritish kamerasi; 7- sharli maydalagich terigmon va vibroelak; 8-tayyor mahsulot; 9-kondensatni yig'ish uchun sig'im; 10- vakuum nasos

10-rasm. Kompleks hosil qiluvchi ionitlar ishlab chiqarish texnologik sxemasi.

Texnologik sxemaga ko'ra, 1-sig'imda ishqoriy muhitga keltirilgan formalin, 2-sig'imdagi maydalangan karbamid va 3-sig'imdagi aminosirka kislotasi eritmasi, 4-reaktorga uzatiladi. Unda 90-100°C da ionit hosil qilinib, hosil bo'lgan ionit sovutilib, kerakli o'lchamga keltiriladi va 5-sig'imdagi natriy gidroksidning 5% eritmasida yuviladi. 6- sig'imda quritiladi va qotiriladi. Ionit 7 - sharli tegirmonda maydalanib vibroelakda elanadi, 8-tayyor mahsulot omborga yuboriladi. 9-sig'imda hosil bo'lgan NH_4OH va formaldegid yig'iladi va 10-vakuum nasos orqali reaktorga qayta yuboriladi.

8-jadvalda 1 tonna karbamid, formaldegid va aminosirka kislotasi asosidagi kompleks hosil qiluvchi ionitni ishlab chiqarish uchun dastlabki xomashyo narxlari faqat boshlang'ich moddaning o'zi uchun 10 417 330,15 so'm sarflanadi.

8-jadval.

1 tonna kompleks hosil qiluvchi MFA ionitini ishlab chiqarish uchun xomashyo narxi

№	KFTB markali ionit	Xomashyo narxi, kg/so'm	1 tonna KFTB olish uchun xomashyo, kg	1 tonna KFTB narxi (1000 kg) so'm
1	Karbamid	2 970	424,028	1 259 363,16
2	Formalin (40%)	6 600	523	3 451 800
3	Aminosirka kislotasi	94 291,83	53	4 997 466,99
4	NaOH	10 000	70	700 000
5	Suv	2,9	3000	8 700
Jami				10 417 330,15

Bozor iqtisodiyotida MFA ionitini ishlab chiqarish va 1 tonna tayyor mahsulot olish uchun barcha harajatlar tannarxi hisoblab topildi (9-jadval).

9-jadval.

1 tonna kompleks hosil qiluvchi MFA ionitning tannarxi

№	Nomlanishi	Narxi, so‘m
1	Ishchilar maoshi	2 200 000
2	Yagona ijtimoiy to‘lov, 12%	264 000
3	Xomashyo narxi	10 417 330,15
4	Qo‘shimcha harajatlar (shu jumladan issiqlik va elektr uchun)	1 800 000
5	Ko‘zda tutilmagan harajatlar	1 300 000
6	Foyda, 10%	1 571 733
Jami		17 289 063,15
7	QQS, 12%	2 074 687,578
Umumiy		19 363 750,728
Purolite C100E xorijiy sanoat sorbenti narxi		37 000 000
Iqtisodiy samaradorlik		17 636 249,272

9-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, 1 tonna mahsulot ishlab chiqarish uchun barcha harajatlar 19 363 750,728 so‘mga teng ekanligi hisoblab topildi.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, yangi olingan ionitlar yordamida sanoat-korxonalarining chiqindi suvlari tarkibidagi og‘ir metallarni tozalashda kutilgan iqtisodiy samaradorlikga erishiladi.

XULOSALAR

1. Sintez qilingan karbamid-formaldegid smolani 85-100°C haroratda aminosirka kislotasi, aminoqahrabo kislotasi va aminopentan dikislotasi bilan modifikatsiyalash asosida tarkibida azot va kislorod saqlagan yangi sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi samarador polifunksional MFA, MFG va KFA markali ionitlar olishning optimal reaksiya sharoitlari taklif etildi.

2. Sintez qilingan ionitlarning fizik-kimyoviy xossalari IQ-spektroskopiya usulidan foydalangan holda tahlil qilindi. Amino va karboksil guruhlar hisobiga Cu(II), Ni(II), Co(II), Zn(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalarining yutilish chastotalaridagi siljish natijalari o‘rganilgan va ionitlarni tuzilish formulalari keltirilgan.

3. MFA, KFA va MFG ionitlarining termogravimetrik va differensial termik analizi natijalariga ko‘ra, ionitlarni qizdirish jarayonida birikmalar tuzilishining barqarorligi va egri chizig‘i natijalari tahlili keltirilgan. Skanerlovchi elektron mikroskopi yordamida olingan yangi kompleks hosil qiluvchi ionitlarning va ba’zi d-metallar bilan sorbsiyasining morfologik xususiyatlari tahlil qilingan.

4. Sintez qilingan ionitlarda sorbsiya izotermasi mis (II) va nikel (II) ionlari bo‘yicha o‘rganildi va olingan natijalar grafik ko‘rinishida berildi. Ionitlarning sorbsiya jarayoni Lengmyur hamda Freyndlix izotermalari yordamida qayta ishlangan bo‘lib, uning turli haroratlardagi barqarorlik doimiysini aniqlangan

hamda kompleks hosil qiluvchi ionitlarda ba'zi d-metallar sorbsiyasining pH muhitga bog'liqligi o'rganilgan.

5. Sintez qilingan kompleks hosil qiluvchi ionitlarning kimyoviy barqarorligi kuchli kislota va ishqorlarning 10% li eritmaları kabi turli agressiv muhitlarda sinovdan o'tkazildi hamda ushbu ionitlarning statik almashinish sig'imining kamayishi 7-9 marta sorbsiya-desorbsiya siklida 6-10% ni tashkil etishi ko'rsatildi. Olingan MFA va MFG ionitlarini kuchsiz kislotali muhitda metall ionlarini sorbsiyalashga tavsiya etildi.

6. Tarkibida azot va kislorod bo'lgan kompleks hosil qiluvchi polifunksional ionitlar olish texnologiyasi ishlab chiqildi va texnik-iqtisodiy asoslandi. Ionitlar olish texnologiyasi "Petromaruz-Uzbekistan" MCHJda sanoat oqava suvlarini ayrim d-metall ionlaridan tozalash uchun amaliyotda qo'llashga tavsiya etildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/31.01.2023.К/Т.78.01.
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЁНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
ТЕРМЕЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ЭРМУРАТОВА НИЛУФАР АБДУСАМАТОВНА

**РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРАКТИКЕ ТЕХНОЛОГИИ
ПОЛУЧЕНИЯ ИОНИТОВ НА ОСНОВЕ МОЧЕВИНЫ,
ФОРМАЛЬДЕГИДА И НЕКОТОРЫХ АЛИФАТИЧЕСКИХ
АМИНОКИСЛОТ**

02.00.14-Технология органических веществ и материалы на их основе

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD)
ПО ТЕХНИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Термез – 2023

Тема диссертации доктора философии (PhD) по техническим наукам зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2023.4.PhD/T4067.

Диссертация выполнена в Термезском государственном университете.
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу www.tersu.uz и информационно-образовательном портале Ziyonet по адресу www.ziyonet.uz.

Научный консультант:	Тураев Хайит Худайназарович доктор химических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Тожиёв Паизи Жовлиевич доктор технических наук, доцент Шукуров Дилмурод Хурсанович доктор философии по техническим наукам
Ведущая организация	Бухарский государственный университет

Защита диссертации состоится «24» 01 2023 г. в «10⁰⁰» часов на заседании Ученого совета на основе Ученого совета DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01. при Термезском государственном университете по адресу: 190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz.

Диссертация зарегистрирована в Информационно-ресурсном центре Термезского государственного университета за № 234 с которой можно ознакомиться в ИРЦ (190111, Сурхандарьинская область, г. Термез, ул. Баркамол авлод, 43. Тел.: (+99876) 221-74-55, факс: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

Автореферат диссертации разослан «5» 01 2023 года.
(протокол рассылки № 1 от «5» 01 2023 г.).



И.А. Умбаров
Председатель научного совета
по присуждению ученой
степени, д.т.н., доц.

Ш.А. Касимов
Ученый секретарь научного
совета по присуждению ученой
степени, д.х.н., доц.

Р.В. Аликулов
Председатель научного семинара
при научном совете по присуждению
ученой степени, д.х.н., доц.

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация к диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. Спрос на питьевую воду также растет из года в год из-за роста населения и производства в мире. В промышленно развитых странах многократное использование воды на предприятиях снижает потребность в воде. Это обуславливает необходимость использования ионитов с высокой сорбционной способностью при очистке промышленных вод от различных отходов и ионов металлов. Одной из главных задач, стоящих перед химиками в настоящее время, становится решение задач синтеза дешевых эффективных полимерных матриц практического значения.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на получение ионообменных полимеров, содержащих азот и кислород, исследование их физико-химических свойств, совершенствование технологии их получения, упрощение способа применения. Кроме того, особое внимание уделяется определению сорбционной способности ионитов в динамических и статических условиях, влиянию различных факторов на сорбционно-десорбционные процессы, с помощью которых происходит очистка технологических растворов от ионов тяжелых и токсичных металлов, выделение металлов из сложных растворов, селективное разделение металлов в виде сложных соединений, определение сорбционной способности ионитов в различных агрессивных средах.

В целях развития отрасли химической промышленности в нашей республике достигаются определенные научные и практические результаты по получению новых видов ионообменных соединений, отвечающих современным требованиям. На основе программных мер, реализованных в данном направлении, достигаются определенные результаты, особенно на основе новых подходов, синтеза неорганических и органических ионообменников и сорбентов. Поэтому осуществляются широкомасштабные мероприятия в области обеспечения отечественного рынка импортозамещающей продукцией. В нашей республике большое внимание уделяется научно обоснованной системе управления промышленными объектами и реализации мероприятий по охране окружающей среды путем внедрения инновационных технологий. В «Стратегии развития нового Узбекистана на 2022-2026 годы»¹ определены приоритетные направления развития экономики и особо обозначены вопросы дальнейшего ускорения производства готовой продукции с высокой добавленной стоимостью, изменения видов качественно новой продукции и технологий на основе глубокой переработки местных сырьевых ресурсов. В связи с этим в развитии ведущих отраслей народного хозяйства, в том числе химической промышленности, получение селективных сорбентов - полимерных лигандов на основе направленного органического синтеза и исследование с их помощью комплексных соединений, образующихся при сорбции d-металлов,

¹Указ Президента Республики Узбекистан, от 28 января 2022 года УП-60 “О стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы”

является актуальным из неотложных задач и имеет большое значение.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит осуществлению задач, предусмотренных в Указе и постановлении Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года «О Стратегии дальнейшего развития Республики Узбекистан», № ПП-3479 от 17 января 2018 года «Об обеспечении отраслей экономики нашей страны необходимой продукцией и сырьем, о мерах по устойчивому обеспечению», ПЗ-3983 от 25 октября 2018 года «О мерах по опережающему развитию химической промышленности в Республике Узбекистан» и ПУ -4265 от 3 апреля 2019 года «Дальнейшее реформирование химической промышленности и ее инвестирование», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования приоритетам развития науки и техники республики. Данное исследование является VII этапом республиканского развития науки и техники. Оно проводилось в соответствии с приоритетным направлением «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы.

За рубежом были проведены исследования синтеза ионитов и их координационных соединений, получаемых при сорбции с промежуточными металлами, E.S.Dragan, P.A.Mohan, A.A. Yones, M. J. Page, X.Fotovvat изучали синтез ионитов на основе различных аналитических реагентов образующих комплексы, Yu-Lung Lam, P.Chassary, E.Guibal, M.Cox и N.Pandey изучали методы сорбционного отделения металлов от природных объектов с помощью ионитов и комплексные соединения образующихся при сорбции. Ряд ученых СНГ провели исследовательские работы по синтезу комплексообразующих ионитов, а также по изучению сорбции металлов с их помощью. В Российской Федерации ученые аграрного университета им. Петра I го Котов В.В., Горелова Е.И., Горелов И.С., Данилова Г. Н. изучали термодинамические и кинетические свойства ионитов, Т.Е.Никифорова изучала равновесии ионообменных процессов, Н.Н.Басаргин, Д.В.Салихов, О.В. Кичигин изучали кислотно-основные комплексообразовательные свойства хелатных сорбентов, Д.В.Байгозин изучает кинетические свойства ионитов, Е.Е.Ергожин и ученые под его руководством проводили исследования по синтезу комплексообразующих полифункциональных сорбентов на основе эпоксидных смол, содержащих азот, кислород, а также изучали методы селективного выделения с их помощью промежуточных металлов из растворов сложного состава.

По синтезу и исследованию комплексообразующих ионитов в нашей республике ведут деятельность У.Н.Мусаев, М.А.Аскарлов, А.Т.Джалилов, Т.М.Бабаев, Х.Т.Шарипов, Х.Х.Тураев, Розимуродов О.Н., Кадирова Ш.А., Сманова З.А., Даминова Ш.Ш., Гафурова Д.А., Каттаев Н.Т., Бекчанов. Ими были проанализированы применение комплексообразующих ионитов при сорбции промежуточных металлов, строение и свойства образующихся при сорбции координационных соединений.

Определение состава и структуры продуктов сорбции, изучение закономерностей этих изменений, правильная интерпретация физико-химических, комплексообразующих свойств ионитов необходимы для объяснения и предсказания их реакционной способности.

Связь диссертационного исследования с исследовательскими планами вуза, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ Термезского государственного университета по проектам Ф-7-28 «Синтез бинарных экстрагентов на основе соединений четвертичного азота и фосфора и их координационные соединения с благородными металлами» (2012-2016 гг.) и ОТ-Ф7-34 «Синтез комплексообразующих полифункциональных ионитов и теоретические основы разделения некоторых d-металлов с их помощью» (2017-2020 гг.). (2017-2020 гг.).

Целью исследования является разработка технологии получения комплексообразующих ионитов содержащих азот, кислород и с помощью синтезированных ионитов определении сорбции ионов Cu(II) , Co(II) , Zn(II) , Ni(II) и Cd(II) .

Задачи исследования:

синтез новых комплексообразующих ионитов, содержащий азот и кислород;

исследование сорбции ионов меди(II), никеля(II), цинка(II), кобальта(II) и кадмий (II) синтезированными ионитами;

определение состава и структуры синтезируемых ионитов с помощью физико-химических методов анализа;

разработка и технико-экономическое обоснование технологии получения новых комплексообразующих ионитов, содержащих азот и кислород.

Объектов исследования являются, синтезированные комплексообразующие иониты на основе мочевины, формальдегида с аминоксусной кислотой (глицин), аминоянтарной кислотой и 2-аминопентандиовой кислотами.

Предметом исследования является процессы синтеза комплексообразующих ионитов, технология, сорбционная ёмкость полученных ионитов, сорбция некоторых ионов металлов и влияние на них различных факторов, десорбционные процессы.

Методы исследования. В ходе исследования были использованы современные экспериментальные методы исследования, такие как ИК-спектроскопия, дифференциально-термический и термогравиметрический анализ (ДТА-ТГА), сканирующая электронная микроскопия, элементный анализ, спектрофотометрия, комплексометрия.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

На основе модификации мочевиноформальдегидной смолы с аминоксусной кислотой, аминоянтарной и 2-аминопентандиовой кислотой получены новые комплексообразующие иониты марок МФА, КФА и МФГ, содержащий азот и кислород;

определены статические обменные емкости синтезированных ионитов по отношению к ионам меди (II), никеля (II), цинка (II), кобальта (II) и составлен ряд сорбционных свойств этих металлов с полученными ионитами;

состав и строение синтезируемых ионитов определено с помощью современных физико-химических методов анализа;

разработана технология получения новых комплексобразующих ионитов содержащих азот и кислород.

Практические результаты исследования:

на основе химической модификации карбамидоформальдегидной смолы определены оптимальные условия получения комплексобразующих ионитов;

установлена стабильность полученных комплексобразующих ионитов в кислых (сульфатных, хлоридных, нитратных) и щелочных агрессивных средах;

установлено влияние продолжительности сорбции, температуры и среды раствора на сорбционную способность комплексобразующих ионитов по отношению к ионам различных металлов;

разработана и обоснована технико-экономическая схема получения комплексобразующих ионитов на основе химической модификации карбамидоформальдегидной смолы.

Достоверность результатов исследования. Состав и структура синтезируемых соединений основаны на получении современных экспериментальных методов с помощью элементного анализа, ИК-спектроскопии, дифференциального термического и термогравиметрического анализа (ДТА-ТГА), сканирующей электронной микроскопии (фото, элементный анализ), спектрофотометрии и комплексонометрии.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования объясняется тем, что получения новых высокоэффективных комплексобразующих азот, кислородсодержащих ионитов на основе модификации карбамидоформальдегидной смолы с аминокислотами, аминокислотами, 2-аминопентандиовой кислотами создана научная основа и разработана ресурсосберегающая технология.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что синтезированные комплексобразующие иониты, обладающие высокой сорбционной способностью, служат для обеспечения потребности республики в реагентах, используемых при очистке воды, сокращения объемов импорта, а также для извлечения микроколичества тяжелых и цветных металлов из растворов отходов промышленных предприятий и очистки промышленных сточных вод.

Внедрение результатов исследования. Получение синтезированных комплексобразующих ионитов на основе местного сырья на основании полученных с их помощью результатов по сорбции ионов Ni(II), Co(II), Zn(II), Cu(II), Cd(II):

технология получения комплексообразующих ионитов на основе химической модификации мочевиноформальдегидной смолы с аминокислотой, аминоянтарной кислотой, 2-аминопентандиовой кислотами внедрена в ООО «Petromaruz- Uzbekistan» при получении ионитов марок МФА, КФА и МФГ (Справка иностранного предприятия «Petromaruz- Uzbekistan» № ЭКО- 433 от 27 октября 2023). В результате удалось получить высокоэффективные, импортозамещающие иониты на основе отечественного сырья:

полученные иониты марок МФА, КФА и МФГ внедрены в практику для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов в ООО «Petromaruz- Uzbekistan» (Справка иностранного предприятия «Petromaruz- Uzbekistan» № ЭКО-433 от 27 октября 2023). В результате предприятие позволило эффективно очищать сточные воды от ионов тяжелых металлов.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были представлены и обсуждались на 7 конференциях, в том числе 3 международных и 4 республиканских научных конференциях.

Опубликованность результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 12 научных статьи, из них 5 научных статей опубликовано в научных журналах: 1 статья в республиканской и 4 статьи в зарубежных журналах рекомендованных Высшей Аттестационной Комиссией Республики Узбекистан.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации состоит из 115 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ.

Введении обосновывается на актуальность и необходимость темы диссертации, даны цели и задачи, объекты и предметы исследования, указывается соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в Республике Узбекистан, излагаются его научная новизна и практические результаты, подводятся итоги по перспективам внедрения результатов исследований в практику и приводятся данные по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации, озаглавленной **«Синтез и исследование комплексообразующих ионитов и сорбция d-металлов в комплексообразующих ионитах»** представлены основы физико-химические синтеза комплексообразующих ионитов, содержащих азот и кислород, приведен анализ литературы по сорбции некоторых ионов d-металлов из сравнительно проанализированных растворов с помощью комплексообразующих ионитов.

Вторая глава диссертации **«Синтез и исследование ионитов на основе мочевины, формальдегида и аминокислот»** освещает свойства полученных веществ, методы исследования, а также синтез ионитов на основе модификации мочевиноформальдегидной смолы.

Табл. 1

**Иониты, полученные на основе модификации
карбамидоформальдегидной смолы**

№	Реагент	Оптимальное состояние модификации	Полученный ионит	Насыпной вес, г/мл	Полная обменная ёмкость, мг-экв/г
1	Аминоуксусная кислота	85-90°C, pH=9-10, 1,5-2 часа	МФА	0,80	6,9
2	Аминоянтарная кислота	90-100°C, pH=9-10, 1-1,5 часа	КФА	0,76	6,8
3	Аминопентандиовая кислота	85-90°C, pH=8-9, 1,5-2 часа.	МФГ	0,78	7,1

Реагенты: мочевина, формальдегид и аминоксусная кислота получены в мольном соотношении от 2:5:0,1 до 2:5:0,3 соответственно и проведены с использованием реакции поликонденсации (табл. 2).

Табл. 2

**Зависимость сорбционных свойств ионита от коэффициента обмена
веществ**

Наименование показателей		Соотношение мочевины, формальдегида и аминоксусная кислота, моль		
		2:5:0,1	2:5:0,2	2:5:0,3
Масса порошка , г / мл		0, 75	0, 80	0, 82
Статическая обменная емкость растворов 0,1 Н, мг-экв / г	NaOH	3,0	4,2	3,7
	HCl	1,65	1,45	1,26
	Cu ²⁺	4,3	4,6	4,4
	Zn ²⁺	4,1	4,3	3,9
	Ni ²⁺	3,9	4,5	4,2
	Co ²⁺	4,0	4,1	3,8

На основании проведенных исследований получены иониты с лучшими характеристиками при соотношении карбамида, формальдегида и аминоксусной кислоты 2:5:0,2 соответственно.

Статическая обменная емкость ионов металлов в 0,1 н растворах составляет Cu(II)=4,6 мг-экв/г, Zn(II)=4,3 мг-экв/г, Ni (II)=4,5 мг-экв/г и Co (II)=4,1 мг-экв/г.

Синтез ионита МФГ. В трёхгорлую колбу, снабжённую обратным холодильником и механической мешалкой помещали 6 г карбамида (0,1 моль) предварительно растворённой в 40 мл (0,5 моль) формалина при температуре 40°C. После чего добавили 2,94 г (0,02 моль) 2-аминопентандиовой кислоты с интенсивным перемешиванием. Затем температуру повысили до 85-90°C и при этой температуре через 1,5-2 часа образовывалась смолообразная масса. Высушенный полимер измельчали, отмывали от низкомолекулярных веществ 5%-ным раствором NaOH, затем дистиллированной водой до нейтрализации. Полученный продукт представляет собой мелкие, пористые, белые гранулы. Выход 93%.

Проведены исследования влияния температуры на процесс поликонденсации мочевины, формальдегида и 2-аминопентандиевой кислоты (МФГ). Процесс поликонденсации изучен при температурах 75, 85, 90 и 100°C. При этом определялись продолжительность реакции, удельный объем сорбента в воде и значение статической обменной емкости (САС) для 0,1 Н раствора HCl.

Табл. 3

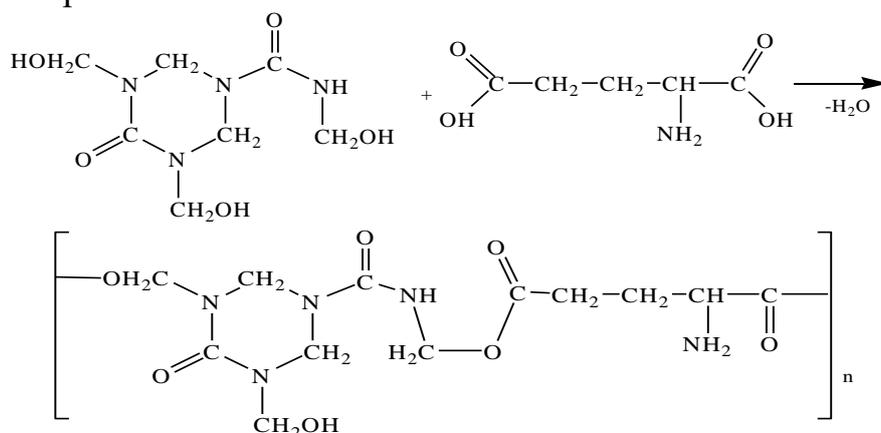
Влияние температуры поликонденсации на ионообменные свойства

№	Температура реакции t, °С	Продолжительность реакции τ, час	Удельный объём набухшего в воде ионита в ОН-форме, мл/г	Обменная ёмкость СОЕ, по 0,1 Н раствору HCl мг-экв / г
1	75	2,5-3	1,76	2,5
2	85	2-2,5	1,58	3,1
3	90	1,5-2	1,35	4,1
4	100	1-1,5	1,23	3,7

По данным таблицы 3, продолжительность реакции поликонденсации при температуре 75°C составляет 2,5-3 часа, а статическая обменная емкость при 0,1 Н раствора HCl равна 2,5 мг-экв/г. Объясняется это низкой активностью действующих веществ. При повышении температуры до 100°C реакция поликонденсации протекает бурно, а время реакции сокращается до 1-1,5 ч, но снижается обменная ёмкость и степень набухания. Это связано с тем, что при повышении температуры структура ионообменника уплотняется, и ионообмен затрудняется, а подвижность ионогенных групп ослабевает.

В качестве оптимальной температуры для поликонденсации брали 90°C, время реакции 1,5-2 ч. реакция протекает равномерно, а для раствора 0,1 Н HCl обменная емкость достигает 4,1 мг-экв/г.

По результатам исследований реакция синтеза ионообменника выглядит следующим образом:



При взаимодействии мочевиноформальдегидной смолы с 2-аминопентандиевой кислотой основные сорбционные и физико-химические свойства полученного ионита зависят от соотношения и концентрации исходных веществ. Различные образцы ионообменников были

синтезированы для получения ионитов, связанных между собой в разных пропорциях. Реакции поликонденсации проводились в следующих мольных соотношениях реагентов: мочевины, формальдегида и 2-аминопентандиевой кислоты от 2:5:0,1 до 2:5:0,3 соответственно. Результаты исследования влияния на сорбционные свойства МФГ различных мольных соотношений представлены в таблице 4.

Табл. 4

Зависимость сорбционных свойств ионита от соотношения реагентов

Соотношение карбамида: формалина: трилон б, в молях	Полученное количество, г/мл	Статическая обменная ёмкость 0,1 н растворов, мг-экв/г				
		Cu ²⁺	Co ²⁺	Cd ²⁺	Zn ²⁺	Ni ²⁺
2:5:0,1	0,76	3,6	2,7	1,6	3,5	3,4
2:5:0,2	0,78	4,4	2,9	2,1	3,9	3,7
2:5:0,3	0, 81	3,9	2,6	1,8	3,7	3,5

Как видно из данных таблицы, по мере увеличения количества 2-аминопентандиевой кислоты метаболическая способность постепенно увеличивается, а затем уменьшается. Это можно объяснить тем, что из-за уменьшения радиуса ионных пор возникают геометрические барьеры для диффузии ионов, а также снижается степень осаждения. На основании исследований были получены иониты с лучшими показателями в соотношении 2:5:0,2 мочевины, формальдегида и 2-аминопентандиевой кислоты.

В третьей главе диссертации, заглавленной «**Состав, структура и физико-химические свойства синтезированных ионитов**», синтезированные иониты исследуются с использованием современных физико-химических методов исследования, таких как ИК-спектроскопия, термический анализ, сканирующая электронная микроскопия, термогравиметрический и дифференциальный термический анализ, комплексометрия, спектрофотометрический анализ, сорбционная изотерма и кондуктометрия.

Представлены изображения ИК-спектра комплексного соединения, образованного с ионитом КФА в сочетании с ионами Co (II) и Ni (II), а также проанализированы их результаты.

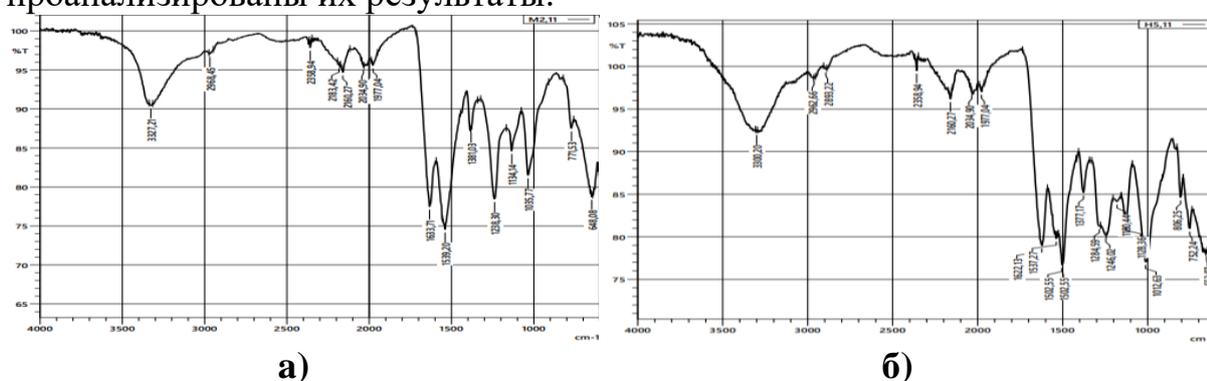


Рис. 1. ИК-спектры соединения ионита КФА с ионами Co (II) (а)- и Ni (II)-(б)

Результаты анализа изучали сдвиги в областях поглощения света для КФА+Ме (II).

ИК-спектры комплексного соединения, образованного синтезированным ионитом КФА с ионами CO^{2+} , можно описать следующим образом. При частоте колебаний 3327 см^{-1} возникают полосы первичной амидной группы CO-NH_2 2358 см^{-1} соответствует частоте колебаний группы R-C=O . Частоты деформированных колебаний R-NH_2 соответствуют 1633 см^{-1} . Наблюдаются колебания группы C-N 1539-см^{-1} . На частоте колебаний 1238 см^{-1} подтверждает наличие групп R-OH . При частоте колебаний 1134 см^{-1} возникают полосы $-\text{CH}_2$ -группы. В области 771 см^{-1} имеются связанные группы C-H . (рис.1.а).

Были получены результаты ИК-спектроскопического анализа координационного соединения, образованного полученным ионитом КФА с ионами Ni^{2+} . Частота поглощения ИК-спектра при частоте колебаний 3300 см^{-1} возникают полосы CO-NH_2 . Колебания $1622\text{-}1537 \text{ см}^{-1}$ содержат первичные амидные группы R-NH_2 , а частота колебаний 2358 см^{-1} соответствует группе R-C=O . Первичным аминам R-NH_2 соответствует частота колебаний 1622 см^{-1} . При колебании 1537 см^{-1} можно наблюдать колебание C-N группы. Частота 1246 см^{-1} соответствует группе R-OH . В областях $806\text{-}752 \text{ см}^{-1}$ имеются связи групп $-\text{C-H}$. (рис. 1.б).

Частоты колебаний в ИК-спектре ионита КФА и комплексных соединений КФА + Ме(II) приведены в таблице 5.

Табл. 5

Колебательные частоты в ИК спектре сорбента КФА и комплексного соединения КФА+Ме (II)

Классификация вибрации	Частоты колебаний в ИК спектре, см^{-1}		
	КФА	КФА + Co^{2+})	КФА + Ni^{2+}
CO-NH ₂ колебание	3325	3327	3327
R-C = O частота колебаний	2358	2358	2358
Колебательные волны R-NH ₂	1666	1633-1539	1622-1537
Колебания группы C-N -	1583	1537	1539
Частоты R-OH группы	1238	1238	1246
δ_{CH} частота	808	771	772

Табл. 6

Изменения частот поглощения света ионитами КФА и соединениями КФА + Ме(II)

Соединения	$\nu(\text{CO-NH}_2), \text{ см}^{-1}$	$\Delta\nu, \text{ см}^{-1}$	$\nu(\text{R-NH}_2), \text{ см}^{-1}$	$\Delta\nu, \text{ см}^{-1}$	$\nu(\text{C-N}), \text{ см}^{-1}$	$\Delta\nu, \text{ см}^{-1}$	$\nu(\text{R-OH}), \text{ см}^{-1}$	$\Delta\nu, \text{ см}^{-1}$
КФА	3325	-	1616	-	1583	-	1238	-
КФА+Co (II)	3327	2	1633	17	1539	44	1238	-
КФА+Ni (II)	3300	25	1622	6	1537	46	1246	8

Зарегистрированные сдвиги частот поглощения первичным амином, карбоксилат анионом и углеводородными группами в ИК-спектрах

комплексных соединений ионита КФА, образованных ионами Со (II) и Ni (II), приведены в 6-таблице.

Как видно из таблицы 6, частоты колебаний группы СО-NH₂ в ионите смещены в относительно высокую область, а частоты колебаний группы С-N смещены в относительно низкую область. Из этого видно, что аминогруппа в ионите образует химическую связь с ионами металлов.

По результатам термогравиметрического и дифференциально-термического анализа изучалась стабильность структуры соединений в процессе нагрева ионитов, термический анализ синтезированных ионитов проводился в диапазоне температур 20-600°С. Все образцы термического анализа представленных ионитов проводились в динамическом режиме со скоростью 10 град/мин на огнеупорной алюминиевой ступке, в аргоновой среде. Кроме того, показаны эндотермические и экзотермические пики ионитов.

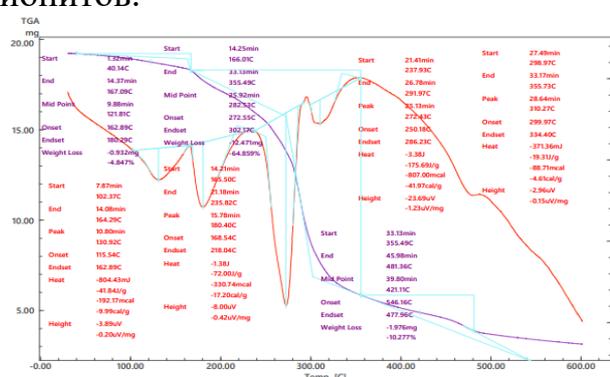


Рис. 2. График ДТА и ТГА иона КФА.

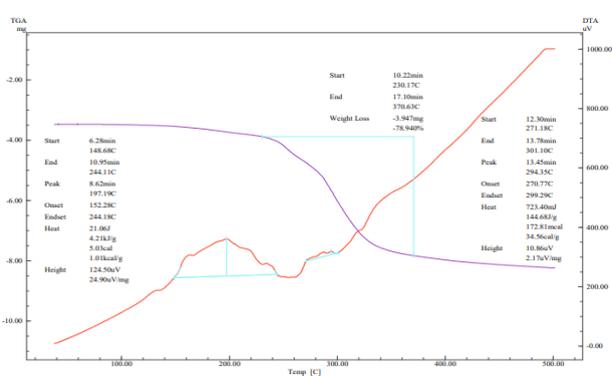


Рис. 3. График ДТА и ТГА иона МФГ.

На графике ДТА и ТГА ионита КФА имеется 4 эндотермических пика. Эндотермические пики в ионите произошли при температурах 130,92°С, 180,40°С, 272,43°С и 310,27°С. Процесс плавления в пробе начинается при температуре 130°С. Эндотермический пик с большим уменьшением массы наблюдается при температуре 272,43°С. Это вызвано распадом некоторых функциональных групп в соединении ионита КФА. Также изучен термогравиметрический анализ (ТГА) ионита, результаты которого представлены в таблице 7.

Табл. 7

Анализ результатов кривых ТГА ионита КФА

№	T, °C	Потерянная масса, мг (20 мг)	Потеря массы, %	Количество потребляемой энергии (мкВ *с/ мг)	Затраченное время (мин)	Остаток (мг)
1	166,09	0,932	4,847	0,39144	13,05	19,068
2	355,49	12,47	64,859	5,237	18,76	7,53
3	481,36	1,976	10,277	0,83	12,82	18,024

Согласно таблице, на кривой ТГА три интенсивные потери массы в основном наблюдается в диапазоне температур от 166,09 до 481,36. 1-

диапазон потери массы соответствует температуре 40,34-166,09°C. Потеря массы 0,932 мг в этом температурном диапазоне составляет 4,847%, при этом 2-й диапазон потери массы соответствует температуре 166,09-355,49°C, при этом основная часть потери массы составляет 12,47 мг, то есть 64,86%. 3-потеря массы происходит в диапазоне температур 355,49-481,36°C, что соответствует потере массы 1,976 мг, то есть 10,27%.

Морфологические свойства полученных новых комплексообразующих ионитов с маркировкой МФА и МФГ были изучены при помощи сканирующего электронного микроскопа и проанализированы результаты.

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) позволила увидеть сходство морфологии ионитов с другими ионитами, описанными в литературе. На фотографиях СЭМ были представлены изображения ионита с увеличением в 100 мкм и 250 мкм соответственно. По изображениям видно, что она состоит в основном из неравномерно расположенных гранул и острых углов кромок, к тому же структура более пористая. Это говорит о том, что ионообменник обладает очень высокой сорбционной способностью или способностью поглощать ионы различных металлов. На рисунке-4 показана структура поверхности ионита МФА.

Морфологическое строение (фото, элементный анализ) поверхности нового комплексообразующего ионита МФА, изучалось с помощью сканирующего электронного микроскопа (рис. 4)

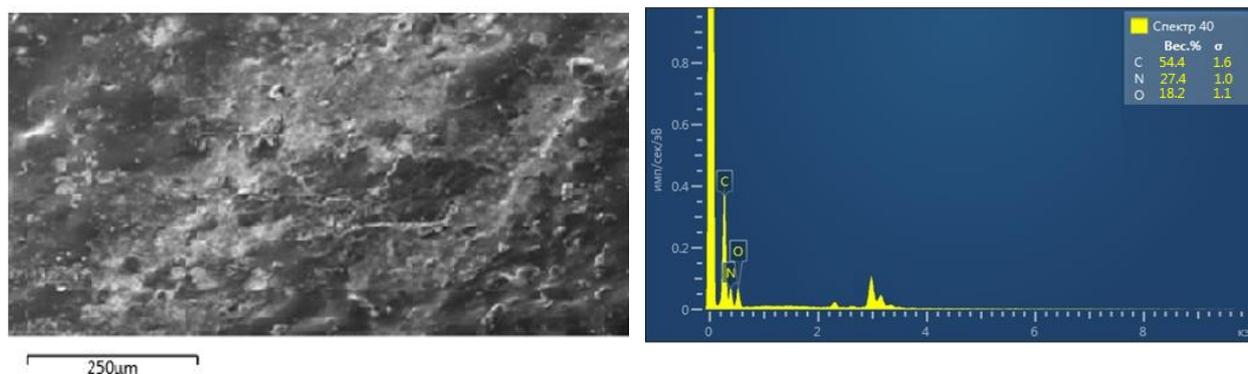


Рис. 4. СЭМ изображение поверхности ионообменного полимера МФА (а) и элементного анализа МФА,% (б).

Как видно на изображение, сделанной с разрешением 250 мкм, в образовавшихся комплексообразующих ионообменных микропорах может происходить процесс адсорбции. Это говорит о том, что сорбционная способность образующегося ионообменника достаточно высока.

Квантово-химический расчет реакционной природы молекулы лиганда выполнен на компьютере Intel Pro Pentium 1.40 ГГц методом ограниченного полуэмпирического (UHF) в программе Avogadro, Hyper Chem 8.01, Asselrys MS Modeling 3.0.1, полуэмпирическим методом AM1, MNDO, PM3 и RM1 с использованием SCF-МО.

Электронная плотность МФА в НОМО-находится на атомах кислорода и вторичного азота в группе C=O (рис.5). Для этого лиганда энергия состояний

LUMO и НОМО сильно различается. Следовательно, МФА также создает сильное поле, согласно принципу Пирсона “твердые и мягкие кислоты и основания”, атомы кислорода в группе -C=O и вторичного азота конкурируют в качестве спектрального лиганда. В результате промежуточные кислоты образуют четырех и пятичленные твердые хелатные комплексные соединения с Cu(II), Ni(II), Zn(II) через кислород в группе -C=O и вторичный азот. Эти комплексные соединения считаются комплексными соединениями с низким спином из-за высокой энергии деления на орбитали ионов металлов.

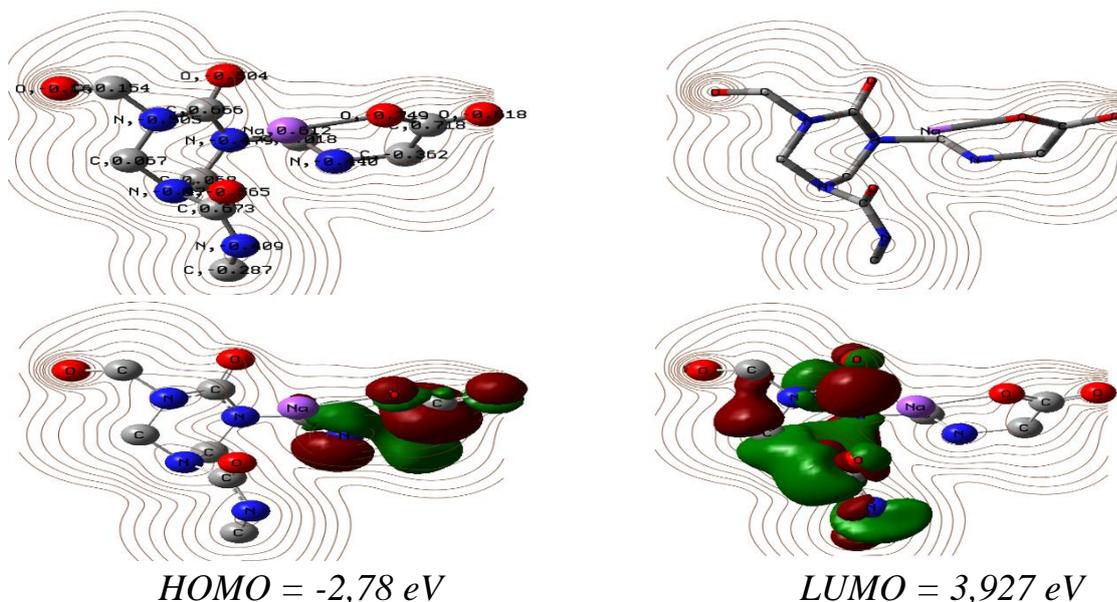


Рис. 5. Распределение заряда в атомах и локализация пограничных орбиталей в МФА.

Изотерма сорбции в синтезируемых ионитах: исследована по ионитам МФА+Cu, МФГ+Ni, полученные результаты представлены в виде графиков (рис.6-7).

Изотерма сорбции ионитов изучалась при температурах 20, 40, 60, 80°C. По полученным результатам установлено, что оптимальная температура сорбции ионов Cu (II), Ni (II) в ионитах составляет 40°C.

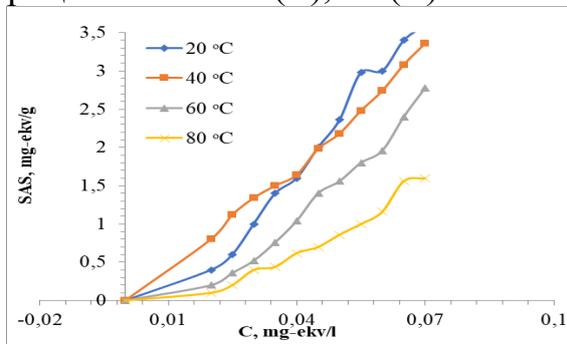


Рис. 5. Изотерма сорбции ионов Cu (II) в МФА

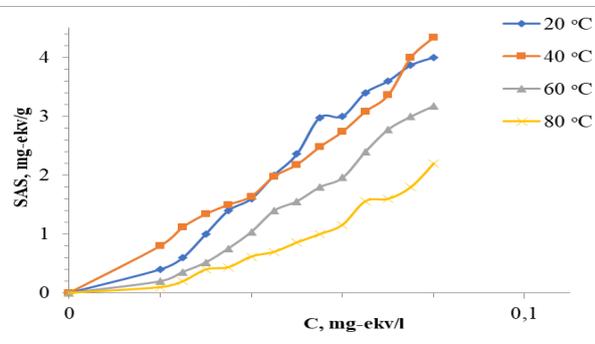


Рис. 6. Изотерма сорбции ионов Ni (II) в МФГ

По полученным результатам, изотерма сорбции иона никеля (II) с комплексообразующим ионитом, полученным на основе

мочевиноформальдегида и аминокпнтандиевой кислоты, была проанализирована по моделям Ленгмюра и Фрейдлиха, полученные результаты в данных ионитах подчиняется модели Фрейдлиха.

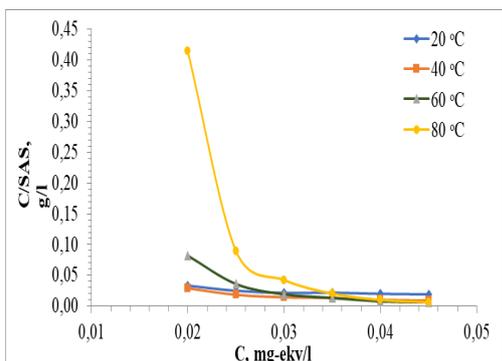


Рис. 8. Сорбционные изотермы линейной формы ионов Ni (II) с МФГ по модели Ленгмюра.

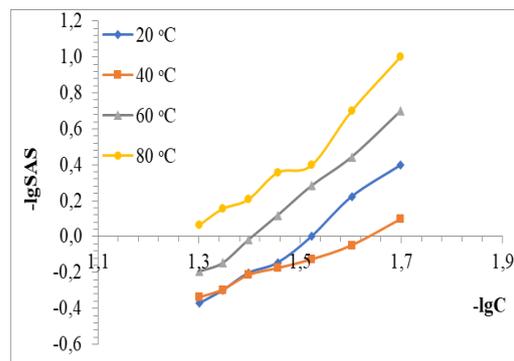


Рис. 9. Сорбционные изотермы линейной формы ионов Ni (II) с МФГ по модели Фрейдлиха.

Увеличение сорбционной способности ионита с понижением температуры указывает на прочность координационных связей в ионите. То есть с понижением температуры набухание ионита увеличивается, в результате чего сорбируемые ионы проникают глубже в ионит и сорбируются.

В четвертой главе диссертации «**Технологическая схема и технико-экономическое обоснование производства ионитов на основе мочевины, формальдегида и аминокислот**» рассмотрена технологическая схема производства ионитов и результаты расчета экономической эффективности производства комплексообразующих ионитов. По результатам исследования синтезированные комплексообразующие иониты рекомендуются к применению в качестве ионитов при концентрировании различных ионов металлов на производственных предприятиях, при обеззараживании отработанных растворов, содержащих ионы тяжелых металлов.

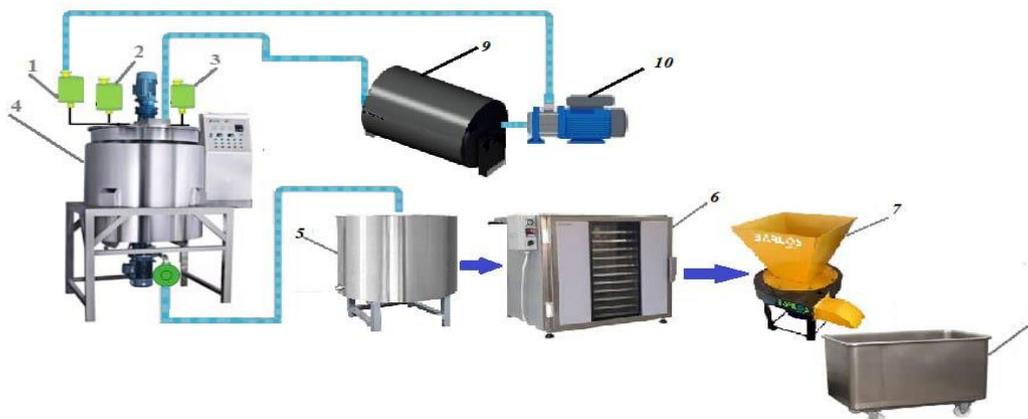


Рис. 7. Технологическая схема производства комплексообразующих ионитов.

1-емкость для формалина; 2-емкость для мочевины; 3-емкость для аминокислоты; 4-реактор; 5-промывочная камера; 6 - сушильная камера; 7-шаровая мельница и виброрито; 8-готовое продукция; 9-емкость для сбора конденсата; 10-вакуумный насос.

По технологической схеме в емкости 1-формалин преведенный в щелочную среду, во 2 ой емкости раствор измельченной мочевины, в 3-емкости аминокислоты. Вся эта смесь передается в реактор 4, в котором при 90-100°C образуется ионит. Полученный ионит охлаждают и измельчают до требуемых размеров, промывают в 5% растворе гидроксида натрия в емкости 5, сушат в емкости 6. Ионит измельчается в 7 ой шаровой мельнице и просеивается в вибросите, 8-готовый продукт отправляется на склад. 9 ой емкости собираются образующиеся газы формальдегида и NH₄OH которые повторно вводятся в реактор вакуумным насосом 10.

Приведены начальные цены на сырье для производства 1 т комплексобразующего ионита на основе мочевины, формальдегида и аминокислоты, затрачиваемые только на сам исходный материал в сумме 10 417 330,15 сум. (табл. 8).

Табл. 8.

Цена сырья для производства 1 тонны комплексобразователя ионита МФА

№	Ионит марки МФА	Цена сырья, кг/сум	Сырье для получения 1 тонны МФА, кг	1 тонны МФА (1000 кг) сум
1	Мочевина	2970	424,028	1 259 363,16
2	Формалин (40%)	6600	523	3 451 800
3	Аминокислотная кислота	94 291,83	53	4 997 466,99
4	NaOH	10000	70	700 000
5	Вода	2,9	3000	8700
Всего				10 417 330,15

Все затраты на производство ионита МФА рассчитываются исходя из себестоимости продукции и готовой продукции в рыночной экономике на 1 т готовой продукции (табл.9).

Табл. 9.

Себестоимость 1 тонны комплексобразующего ионита МФА

№	Именованние	Цена, сум
1	Заработная плата рабочих	2,200,000
2	Единый социальный платеж 12%	264 000
3	Цена сырья	10 417 330,15
4	Дополнительные расходы (включая тепло и электричество)	1,800,000
5	Непредвиденные расходы	1,300,000
6	Прибыль 10%	1 571 733
Общий		17 289 063,15
7	НДС 15%	2 074 687,578
Всего		19 363 750,728
Цена промышленного ионита Purolite C100E		37 000 000
Экономическая эффективность		17 636 249,272

Как видно из таблицы-9, было подсчитано, что все затраты на производство 1 тонны продукции равны 19 363 750 728 сумам.

Исходя из вышесказанного, с помощью новых полученных ионитов достигается ожидаемая экономическая эффективность очистки сточных вод промышленных предприятий от тяжелых металлов.

ВЫВОДЫ

1. Предложены оптимальные условия реакции получения эффективных полифункциональных ионитов марок МФА, МФГ и КФА, образующих новый синтезированный комплекс, содержащий азот и кислород, на основе модификации синтезированной карбамидоформальдегидной смолы с аминокусусной, аминоянтарной и аминопентандиовой кислот.

2. Физико-химические свойства синтезированных ионитов анализировали методом ИК-спектроскопии. Изучены результаты поглощения сдвига частот за счет амина и карбоксильных групп комплексных соединений, образованных ионами Cu (II), Ni (II), Co (II), Zn (II) а также приведены формулы строения ионитов.

3. По результатам термогравиметрического и дифференциально-термического анализа ионитов МФА, КФА и МФГ представлен анализ результатов кривых и структуры устойчивости соединений в процессе нагрева ионитов. Были проанализированы морфологические особенности новых комплексообразующих ионитов и их комплексы полученные с некоторыми d-металлами, с помощью сканирующей электронной микроскопии.

4. В синтезированных ионитах изотерма сорбции была изучена по ионам меди (II) и никеля (II), представлены графические изображения полученных результатов. Процесс сорбции ионитов был обработан с использованием изотерм Ленгмюра и Фрейндлиха, определена постоянная стабильность при различных температурах, а также изучена зависимость сорбции некоторых d-металлов в комплексообразующих ионитах от величины pH среды.

5. Химическая стабильность синтезированных комплексообразующих ионитов была проверена в различных агрессивных средах, таких как 10% растворы сильных кислот и щелочей, и было показано, что снижение статической обменной емкости этих ионитов составляет 6-10% в 7-9 циклах сорбции-десорбции. Полученные иониты МФА, КФА и МФГ рекомендованы для сорбции ионов металлов в слабокислой среде.

6. Разработана и технико-экономически обоснована технология получения комплексообразующих полифункциональных ионитов, содержащих азот и кислород. Технология получения ионитов рекомендована к применению на практике в ООО "Петромаруз Узбекистан" для очистки промышленных сточных вод от некоторых ионов d-металлов.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARD
OF SCIENTIFIC DEGREES DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01 AT
TERMEZ STATE UNIVERSITY**

TERMEZ STATE UNIVERSITY

ERMURATOVA NILUFAR ABDUSAMATOVNA

**DEVELOPMENT AND PRACTICAL APPLICATION OF TECHNOLOGY
FOR THE PRODUCTION OF IONITES BASED ON UREA,
FORMALDEHYDE AND SOME ALIPHATIC AMINO ACIDS**

02.00.14 – Technology of organic substances and materials based on them

**ABSTRACT OF THE DISSERTATION
OF THE DOCTOR OF PHILOSOPHY (PhD) TECHNICAL SCIENCES**

Termez – 2023

The topic of the dissertation of the Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences is registered in the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher Education, Science and Innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2023.4.PhD/T4067.

Thesis was completed at Termez State University.

The abstract of the thesis in three languages (Uzbek, Russian, English (summary)) is posted on the web page at www.tersu.uz and the information and educational portal ZIYONET at www.ziyonet.uz.

Scientific adviser:

Turaev Khayit Khudainazarovich
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Official opponents:

Tojiyev Panji Jovliyevich
Doctor of Technical Sciences, Docent

Shukurov Dilmurod Khursandovich
Doctor of Philosophy in Technical Sciences

Lead organization:

Bukhara State University

The defense of the thesis will take place "24" 01 2023 at "10⁰⁰" hours at a meeting of the Scientific Council DSc.03/31.01.2023.K/T.78.01. at Termez State University at the address: 190111, Surkhandarya region, Termez, st. Barkamol Avlod, 43. Tel.: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz.

The thesis is registered at the Information Resource Center of Termez State University under No. 234, which can be found at the IRC (190111, Surkhandarya region, Termez, Barkamol Avlod St., 43. Tel.: (+99876) 221-74-55, fax: (+99876) 221-71-17, e-mail: termizdu@umail.uz).

The abstract of the dissertation was sent out "5" 01 2023.
(Protokol at the register No. 1 dated "5" 01 2023)



I.A. Umbarov
Chairman of the Scientific Council for
awarding of the scientific degrees,
Doctor of Technical Sciences, Docent

Sh.A. Kasimov
Scientific Secretary of the Scientific Council
for awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Docent

R.V. Alikulov
Chairman of the Scientific Seminar under Scientific
Council for awarding the scientific degrees,
Doctor of Chemical Sciences, Docent

INTRODUCTION (abstract of doctor of philosophy PhD dissertation)

The aim of the research is to develop a technology for obtaining complex-forming ionites containing nitrogen and oxygen and sorption of Cu(II), Co(II), Zn(II), Ni(II) and Cd(II) ions using the obtained ions.

The object of research ionites synthesized on the basis of urea, formaldehyde with aminoacetic acid, aminoantarcic acid and 2-aminopentanedioic acid were selected.

The scientific novelty of the research is:

Based on the modification of urea-formaldehyde resin with aminoacetic acid, aminoyantarcic acid and 2-aminopentanedioic acid, new complexing ionites of the MFA, CFA and MFG grades containing nitrogen and oxygen were obtained;

the static exchange capacities of synthesized ionites with respect to ions of copper (II), nickel (II), zinc (II), cobalt (II) have been determined and a number of sorption properties of these metals in the obtained ionites have been compiled;

the composition and structure of synthesized ionites were determined using modern physico-chemical analysis methods;

a technology has been developed for the production of new complexing ionites containing nitrogen and oxygen.

Implementation of the research results. Preparation of synthesized complexing ionites based on local raw materials based on the results obtained with their help on the sorption of ions Ni(II), Co(II), Zn(II), Cu(II), Cd(II):

the technology for the production of complexing ionites based on the chemical modification of urea-formaldehyde resin with aminoacetic acid, aminoyantarcic acid, 2-aminopentanedioic acids was introduced in Petromaruz-Uzbekistan LLC when obtaining MFA, CFA and MFG ionites (Certificate of the foreign enterprise Petromaruz-Uzbekistan No. ECO- 433 dated October 27, 2023). As a result, it was possible to obtain highly efficient, import-substituting ionites based on domestic raw materials:

the obtained ionites of the MFA, CFA and MFG brands have been put into practice for wastewater treatment from heavy metal ions at Petromaruz-Uzbekistan LLC (Certificate of the foreign enterprise Petromaruz- Uzbekistan No. ECO-433 dated October 27, 2023). As a result, the company has made it possible to effectively purify wastewater from heavy metal ions.

The structure and scope of the dissertation. The results of this study were presented and discussed at 7 conferences, including 3 international and 4 republican scientific conferences.

E'lon qilingan ishlar ro'yxati
Список опубликованных работ
List of publications
I bo'lim (I часть; part I)

1. Эрмуратов Н.А., Тураев Х.Х., Корнилов К.Н., Роева Н.Н., Синтез и изучение комплексообразующего сорбента на основе карбамида, формальдегида и аминокусусной кислоты при помощи ик-спектроскопии и сканирующего электронного микроскопа // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология.- Россия- 2022. – Т. 65. – №. 9. – С. 31-38. (Q3. **SCOPUS**. CiteScore - 1,2. 2022. SJR-0.246);

2. Умирова Г.А., Тураев Х.Х., Корнилов К.Н., Эрмуротова Н.А. Исследование сорбции металлов ковалентно иммобилизованными полиамфолитами на основе аминокислот. // Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология.- Россия- – 2023. – Т. 66. – №. 5. – С. 41-51. (Q3. **SCOPUS**. CiteScore - 1,2. 2022. SJR-0.246);

3. Эрмуратова Н. А., Касимов Ш. А., Тураев Х. Х. Синтез и исследование хелатообразующего сорбента на основе карбамида, формальдегида и 2-аминопентандиовой кислоты //Universum: технические науки. – 2021. – №. 4-4 (85). – С. 71-73. (02.00.00, №1);

4. Ermuratova, N.A., Kasimov, Sh.A., Turaev, Kh. Kh., Rahimov A.A. Синтез и исследование комплексообразующего полиамфолита на основе модифицирования карбамид формальдегидной смолы с аминокислотами //O'zMU xabarлари, -2021. -№3/1/1, 258-261-b. (02.00.00. №12).

5. Ermuratova N.A., Kasimov Sh.A., Turaev Kh. Kh., Ashurov D.R. Synthesis and research of a chelate forming sorbent based on carbamide, formaldehyde and 2-aminopentandic acid //International Scientific Journal Theoretical & Applied Science – 2021. – №. 10. – p. 780-784. (№23. SJIF. 2021. IF-6,1).

II bo'lim (II часть; II part)

6. Эрмуратова Н.А., Тураев Х.Х.Касимов, Ш.А., Корнилов К.Н. Синтез и исследование ик-спектра комплексообразующего сорбента на основе карбамида, формальдегида и аминокусусной кислоты // Молодой учёный года 2022. Сборник статей Международного научно исследовательского конкурса. Пемза 25 марта 2022. -С.9-13.

7. Эрмуратова Н.А., Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Ашуров Д.Р. Исследование комплексообразующих сорбентов на основе карбамида, формальдегида и аминокислот // “Kimyo, oziq-ovqat hamda kimyoviy texnologiya mahsulotlarini qayta ishlashdagi dolzarb muammolarni yechishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati.” Xalqaro ilmiy-amaliyanjuman. Namangan 23-24 noyabr -2021. 111-112-b.

8. Эрмуратова Н.А., Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Ашуров Д.Р. Синтез и исследование хелатообразующих сорбентов на основе карбамида, формальдегида и глутаминовой кислоты а также карбамида, формальдегида и аминокислотной кислоты. Свойства сорбента, образующего комплекс,

содержащий серу и кислород // «Kimyo, oziq-ovqat hamda kimyoviy texnologiya mahsulotlarini qayta ishlashdagi dolzarb muammolarni yechishda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati» mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari to'plami. Namangan. 2021 yil 23-24 noyabr. 360-362-б.

9. Эрмуратова Н.А., Касимов Ш.А., Тураев Х.Х. Джалилов А.Т. Синтез и исследование комплексные соединения меди, цинка и никеля хелатообразующим полиэлектролитом // «Комплекс бирикмалар кимёсининг долзарб муаммолари» мавзусидаги Республика илмий-амалий анжумани.- Toshkent. 14-15 сентябрь -2021. -253-254-б.

10. Эрмуратова Н.А., Касимов Ш.А., Тураев Х.Х., Назаров Ю.Э. Синтез и исследование хелатообразующего амфолита // “Замонавий органик кимёнинг долзарб муаммолари.” Республика илмий-амалий анжумани материаллари.-Қарши. 1-май 2021. -54-55-б.

11. Эрмуратова Н.А., Касимов Ш.А., Тураев Х.Х. Синтез и ик спектроскопическое исследование азотсодержащего хелатообразующего сорбента // “Mahalliy xomashyolar va ikkilamchi resurslar asosida innovatsion texnologiyalar” Respublika ilmiy-amaliy anjuman 2-jild. Urganch. 19-20 aprel. - 2021. -236-237-б.

12. Тураев Х.Х., Эрмуратова Н.А., Чориева Н.Б., Касимов Ш.А. Йулчиева М.Ғ. Аминокислотлар билан модификацияланган карбамид формальдегид смолалар асосида комплекс ҳосил қилувчи сорбент синтези //“Аналитик кимё фанининг долзарб муаммолари” республика илмий-амалий анжумани материаллари тўплами 24-26 апрель Termiz -2022. 263-б.

Avtoreferatning o‘zbek, rus va ingliz (rezyume) tillaridagi nusxalari
«Surxondaryo ilm va fan» jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 15.12.2023 yil.
Ofset bosma qog‘ozi. Qog‘oz bichimi 60×84 1/16.
“Times New Roman” garniturasini. Ofset bosma usuli.
Shartli b.t. 2,8. Adadi 70 nusxa. Buyurtma № 35.

Termiz davlat universiteti nashr-matbaa markazida chop etildi.
Manzil: Termiz shahri, Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.

