Cu(II) FORMIATINING s-, p- VA d- METALL SALITSILATLARI BILAN KOORDINATSION BIRIKMALARI SINTEZI VA TUZILISHI

Abdullayeva Zubayda Shavkatovna
Urganch Ranch texnologiya universiteti dotsenti, k.f.f.d. (PhD), dotsent
E-mail: zubayda.abdullayeva.91@mail.ru
Kadirova Shaxnoza Abduxalilovna
O‘zbekiston Milliy universiteti kimyo fakulteti dekani, k.f.d., professor
Hasanov Shodlik Bekpo‘latovich
Xorazm Ma’mun akademiyasi ilmiy ishlar bo‘yicha rais o‘rinbosari, k.f.n., katta ilmiy xodim
Rajapova Sojida Karimboy qizi
Urganch Ranch texnologiya universiteti, stajyor-o‘qituvchi

Annotatsiya. Ushbu maqolada mis tuzlarining hosil qilgan gomo- va geterometall poliyadroli koordinatsion birikmalariga oid ishlar ko‘rib chiqilgan. Bunda ushbu metallarning polidentat ligandlar bilan komplekslari ko‘rilgani va karbon kislotalar qatoridagi hosilalari bilan koordinatsion birikmalari yetarlicha o‘rganilmaganligi ko‘rsatilgan. Kompleks birikmalarning kvant-kimyoviy hisoblashlari amalga oshirilgan va nazariy tahlillar asosida strukturalari taklif qilingan hamda natijalar asosida kompleks birikmalar sintez qilingan. Cu(II) formiatining metallar salitsilatlari bilan koordinatsion birikmalarini sintez qilish usullari, skanirlovchi elektron mikroskopiya yordamida sintez qilingan birikmalarning element tahlili natijalari keltirilgan. Sintez qilingan mis(II) ning formiatsalitsilatli koordinatsion birikmalarining tuzilishi va xossalari zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tahlil qilingan va tahlil natijalari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Cu(II) formiati, metall salitsilatlari, kvant-kimyoviy hisoblashlar, skanirlovchi elektron mikroskopiya, element tahlili, fizik-kimyoviy tadqiqot usullari

Аннотация. В данной статье рассматриваются работы, связанные с гомо- и гетерометаллическими полиядерными координационными соединениями, образованными солями меди. При этом рассмотрены комплексы этих металлов с полидентатными лигандами и показано, что координационные соединения с производными карбоновых кислот изучены недостаточно. Проведены квантово-химические расчеты комплексных соединений и на основе теоретического анализа предложены их структуры, а затем на основе полученных результатов синтезированы комплексные соединения. Приведены методы синтеза координационных соединений формиата Cu (II) с салицилатами металлов, результаты элементного анализа синтезированных соединений с помощью сканирующей электронной микроскопии. Структура

ISSN 3030-3907

и свойства синтезированных формиатсалицилатных координационных соединений меди (II) были проанализированы с использованием современных физико-химических методов исследования и представлены результаты анализа.

Ключевые слова: формиат Cu (II), салицилаты металлов, квантово-химические расчеты, сканирующая электронная микроскопия, элементный анализ, физико-химические методы исследования

Abstract. This article examines works related to homo- and heterometallic polynuclear coordination compounds formed by copper salts. In this case, the complexes of these metals with polydentate ligands were considered, and it was shown that coordination compounds with carbonic acid derivatives have not been sufficiently studied. Quantum-chemical calculations of complex compounds were carried out and, based on theoretical analysis, their structures were proposed, and then, based on the obtained results, complex compounds were synthesized. Methods for the synthesis of coordination compounds of Cu (II) formate with metal salicylates, and the results of elemental analysis of the synthesized compounds using scanning electron microscopy are presented. The structure and properties of the synthesized copper (II) formation salicylate coordination compounds were analyzed using modern physicochemical research methods, and the analysis results are presented.

Keywords: Cu (II) formate, metal salicylates, quantum chemical calculations, scanning electron microscopy, elemental analysis, physicochemical research methods

Kırish

Bugungi kunda poliyadroli geterometall komplekslarning strukturaviy xususiyatlari, ularning hosil bo‘lish sharoitlari va funksional xossalarini o‘rganish bo‘yicha ko‘plab ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Ushbu komplekslar tabiiy sharoitlarda uchraydigan metall-organik strukturalarga o‘xshash bo‘lib, ularning asosiy xususiyatlari metall ionlarining turiga va ligandlar tarkibiga bog‘liqdir. Salitsilat anionlari esa bunday koordinatsion birikmalar hosil bo‘lishida muhim rol o‘ynaydi, chunki ular o‘zining polidentat xususiyatlari va biologik faolligi bilan ajralib turadi. Shu sababli, mis (II) formiatining s-, p- va d-metall salitsilatlari bilan hosil qilgan poliyadroli geterometall koordinatsion birikmalarini o‘rganish fundamental va amaliy ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Metall salitsilatlari turli sohalarda, jumladan, farmatsevtika, kataliz, elektrotexnika va materialshunoslikda muhim ahamiyat kasb etadi. Ularning kristall tuzilishi, fizik-kimyoviy xususiyatlari va qo‘llanilish sohasi keng tadqiq

ISSN 3030-3907

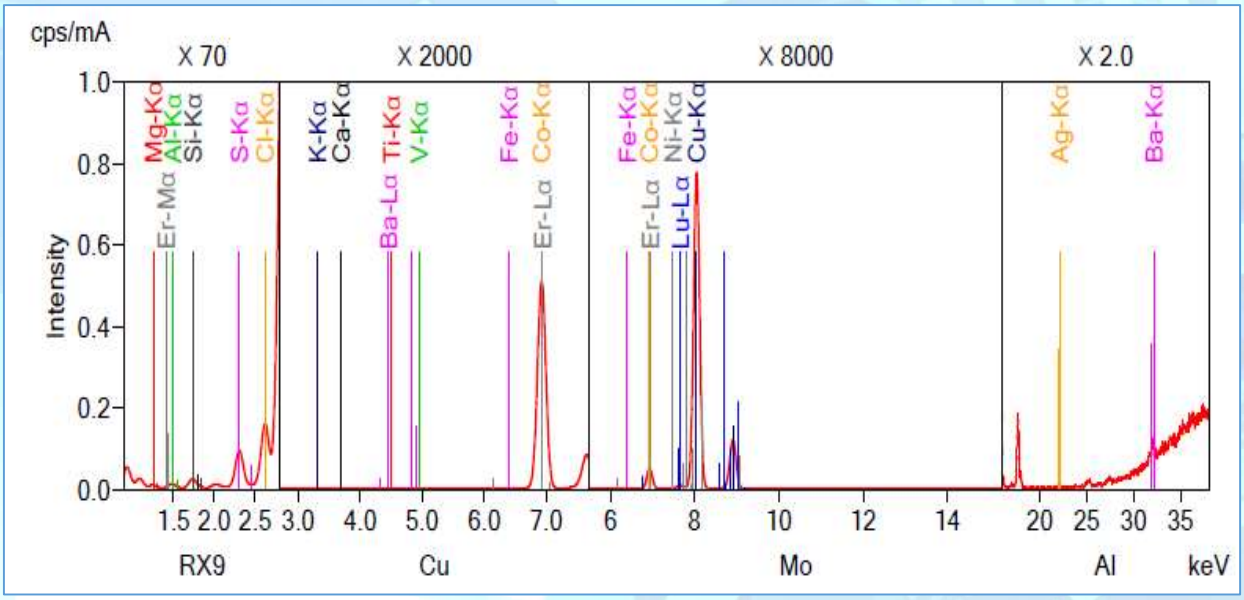
qilinmoqda. Rux va qo‘rg‘oshin salitsilatlarining kristall tuzilishini rentgen diffraksion usul yordamida o‘rganilib, ularning monoklinik va triklinik kristall panjaralar hosil qilishini aniqlangan. Bu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, qo‘rg‘oshin salitsilatlari uch o‘lchovli poliyadroli tuzilmalarga moyil bo‘lsa, rux salitsilatlari tekis koordinatsion muhitga ega bo‘lishi mumkin bo‘lgan [1]. Optik va elektr o‘tkazuvchanlik xususiyatlarini metall salitsailatlarda o‘rganilib, ularning dielektrik xususiyatlari yuqori ekanini aniqlashgan. Ularning natijalariga ko‘ra, rux va natriy salitsilatlari elektr o‘tkazuvchanlik darajasini oshirib, elektrokimyoviy sensorlar va kondensator materiallari sifatida ishlatilishi mumkin [2]. Bundan tashqari, ularning suv va organik erituvchilardagi eruvchanligi, ionli muhitdagi stabilizatsiya mexanizmlari tahlil qilingan. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, natriy va rux salitsilatlari suvda yaxshi eriydi, qo‘rg‘oshin salitsilatlari esa suvga nisbatan organik erituvchilarda yaxshi erib, barqarorroq tuzilishga ega bo‘lganligi tufayli biologik tizimlarda qo‘llanilishi mumkin bo‘lganligi aniqlangan [3].

[4] Ishda biologik faol xususiyatlar o‘rganilib, rux va mis salitsilatlarining antibakterial ta’sirini tahlil qilingan. Natijalari shuni ko‘rsatdiki, mazkur birikmalar Escherichia coli va Staphylococcus aureus kabi bakteriyalarga qarshi sezilarli ta’sir antibakterial faollikka ega. Ayniqsa, rux salitsilatlari tibbiyotda yallig‘lanishga qarshi va antiseptik vosita sifatida qo‘llanilish imkoniyatiga ega ekanligi aniqlangan.

Salitsilatlarining katalitik faolligini o‘rganib, ularning oksidlanish-qaytarilish reaktsiyalaridagi ishtirokini tahlil qilingan. Bu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mis va rux salitsilatlari kislorod tashuvchi katalizatorlar sifatida samarali bo‘lishi ayniqsa, bu komplekslar ekologik toza katalizatorlar sifatida organik sintez jarayonlarida qo‘llanilishi mumkin ekanligi o‘rganilgan [5]. Ushbu moddalarning tibbiyot va farmatsevtikada qo‘llanilishiga bag‘ishlangan tadqiqotida dorivor preparatlar tarkibida ishlatilish imkoniyatlarini tahlil qilishgan. Ularning natijalari metall salitsilatlari tanaga oson so‘rilishi va organizmda uzoq vaqt barqaror bo‘lib qolishini ko‘rsatgan. Xususan, mis salitsilatlari yallig‘lanishga qarshi ta’siri bilan ajralib turadi [6]. Metall salitsilatlarining magnit va optik xususiyatlarini o‘rganilib, ularning yuqori dielektrik xususiyatga ega ekanligini va ba’zi hollarda ferroelektrik materiallar sifatida qo‘llanilishi mumkinligini ko‘rsatishgan. Natijada ba’zi geterometall salitsilatlar magnit materiallar va optoelektron qurilmalar uchun istiqbolli moddalar ekanligi ko‘rsatilgan [7]. Ion almashinuvchi xususiyatlarini tadqiq qilib, ularning suvni tozalash tizimlarida adsorbent sifatida foydalanish imkoniyatlarini tahlil qilingan. Natijalarga ko‘ra, rux va qo‘rg‘oshin salitsilatlari ba’zi og‘ir metall ionlarini samarali adsorbsiya qilishi va ularni zararsizlantirishi mumkinligi ko‘rsatib o‘tilgan [8].

ISSN 3030-3907

Co(II), Ni(II) va Cu(II) formiatlarining metall asetatlari bilan koordinatsion birikmalarini sintez qilish usullari, skanirlovchi elektron mikroskopiya yordamida sintez qilingan birikmalarning elementtahlili natijalari keltirilgan [9].



1.5-rasm. [Cu(COO)$_2$·4CH$_3$COONa] koordinatsion birikmasining rentgenofluoritsent tahlili

[Cu(COO)$_2$·4CH$_3$COONa] koordinatsion birikmasida markaziy atomning fazoviy tuzilishini va koordinatsion sonini aniqlashda HyperChem 8.07 dasturiy ta'minotaning noempirik usulida MINIMAL STO-3G yaqilashuvida kirsh fayli yaratilgan va Gaussian 9.0 dasturida noempirik 3-21G B3LYP yaqinlashuvida optimizatsiya amalga oshirilgan [10].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Kompleks birikmalarni sintez qilish uchun quyidagi tuzlardan foydalanilgan:, qo‘rg‘oshin(II), natriy, va rux metallarining asetatli tuzlari, formiat kislotasi va natriy ishqori. Ishlatilgan organik erituvchilar ham ma'lum usullar bilan tozalandi va quritildi.

Mis (II) formiat tuzi [11] usuli bo‘yicha sintez qilindi. Bunda malaxitdan foydalanildi. Malaxit suspenziyasi ustiga mol nisbatlari mos ravishda formiat kislota eritmasi qo‘shildi. Natijada mis (II) formiat tuzi hosil bo‘ldi. Olingan eritma 800C da bug‘latildi va xona haroratida quritildi.

CuCO3·Cu(OH)2+2HCOOH= Cu(HCOO)2+CO2↑+2H2O

Natriy salitsilatni tayyorlash uchun 0,2 g salitsil kislota 100 ml distillangan suvga solindi va magnit aralashtirgichda aralashtirildi. Tajriba davomida harorat 41°C ga yetkazildi, xona harorati esa 24°C edi. Eritmaga 0,058 g NaOH qo‘shildi. NaOH qo‘shilgandan so‘ng, faol reaksiyaga kirishib, natijada natriy salitsilat hosil bo‘ldi.

ISSN 3030-3907

Rux salitsilatni sintez qilish uchun 0,4 g salitsil kislota 200 ml distillangan suvga solindi. Eritma xona haroratida (20°C) aralashtirildi va magnit aralashtirgich yordamida 45°C haroratgacha qizdirildi. Eritmaga 0,64 g rux atsetat digidrat qo‘shildi. Reaksiya davomida eritmada cho‘kma hosil bo‘lishi kuzatildi. Bu esa rux salitsilat hosil bo‘lishini ko‘rsatdi. Cho’kma filtirlandi va distillangan suvda 3 marta yuvib quritildi.

Qo‘rg‘oshin (II) salitsilatni sintez qilish uchun 0,5 g salitsil kislota 250 ml distillangan suvga solindi va magnit aralashtirgich yordamida aralashtirildi. Eritmaga 1,2 g qo‘rg‘oshin(II) tuzi (qo‘rg‘oshin(II) nitrat) qo‘shildi. Eritmaning rangi va shaffofligi o‘zgarishi kuzatildi, bu esa qo‘rg‘oshin salitsilat hosil bo‘layotganini ko‘rsatdi.

Hosil qilingan mis(II) formiat eritmasi va natriy salitsilat eritmasi 1:4 nisbatda aralashtirildi. Aralashmaning usti qog‘oz bilan yopildi va havo almashinishi uchun kichik teshik ochildi. Eritma xona haroratida kristallanishga qoldirildi. Sintez jarayonida eritma rangining o‘zgarishi, cho‘kma hosil bo‘lishi va kristallar shakllanishi muntazam kuzatildi.

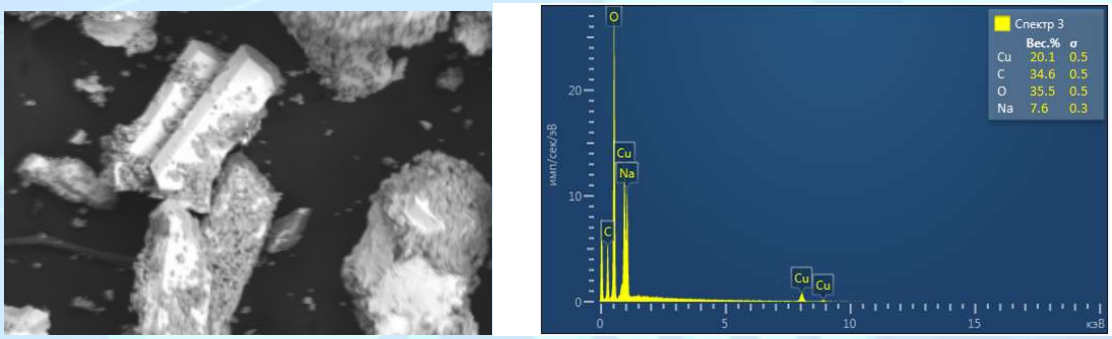
Olingan rux salitsilatning spirtdagi eritmasiga oldindan tayyorlangan mis(II) formiat eritmasi 1:2 mol nisbatda qo‘shildi. Aralashma 50°C da doimiy aralashtirish sharoitida tutildi. Kompleks hosil bo‘lish jarayonida eritmaning rangi va cho‘kma hosil bo‘lishi muntazam kuzatildi. Olingan eritma usti qog‘oz bilan yopilib, havo almashinishi uchun teshik qoldirildi va xona haroratida kristallanish uchun qoldirildi.

Qo‘rg‘oshin (II) salitsilatning atsetonitrildagi eritmasiga oldindan tayyorlangan mis(II) formiat eritmasi 1:1 molyar nisbatda qo‘shildi. Aralashma 450C haroratda daqiqasiga 800 aylanma tezlikda magnitli aralashtirgichda ushlab turildi. Eritmada rangi, cho‘kma hosil bo‘lishi va boshqa o‘zgarishlar muntazam kuzatildi. Aralashma xona haroratida kristallanish uchun qoldirildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

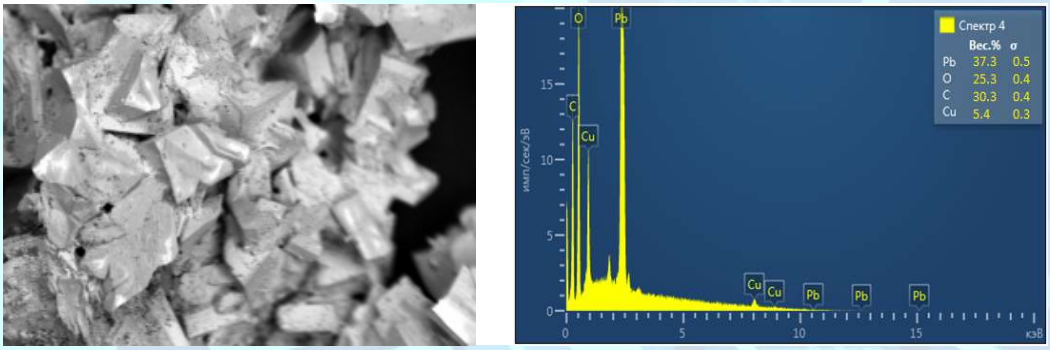
Ushbu ishda skanerlovchi elektron mikroskop va energiya dispersiya spektroskopiyasi yordamida kompleks birikmalarning tarkibini o‘rganish, aniqlangan elementlar miqdoriga asoslanib, ularning struktura va xossalari to‘g‘risida xulosa chiqarish maqsad qilib olingan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Na4[Cu(HCOO)$_2$($C_7H_5O_3$)$_4$] birikmasining mikrostrukturasi va EDT natijasi

1-rasmda Cu(II) formiati va natriy salitsilati asosida 1:4 mol nisbatda olingan kompleks birikmaning mikrostrukturasi va energiya dispersiya tahlili (EDT spektri) tasvirlangan. Kompleks birikmaning elementar tarkibi skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) qurilmasiga ulangan energiya dispersiya spektroskopiyasi (EDT) usuli yordamida o‘rganildi. Tahlil namunada mavjud bo‘lgan asosiy elementlarning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlash imkonini berdi. Olingan EDT spektri tahlili kompleks birikmaning kutilgan kimyoviy tarkibini tasdiqlaydi. Cu(II) ionining mavjudligi, shuningdek, salitsilat va formiat ligandlaridan kelib chiqadigan C, O, va Na elementlarining nisbatlari eksperimental tahlil bilan mos keladi.

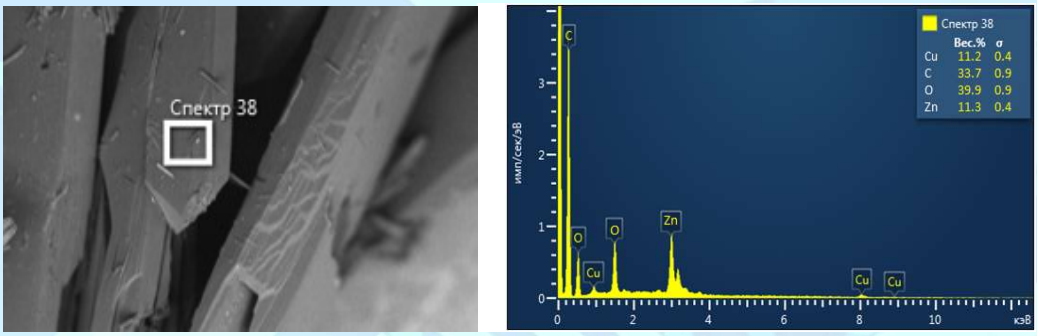


2- rasm. [Cu(HCOO)$_2$·2Pb($C_7H_5O_3$)$_2$] kompleks birikmasining mikrostrukturasi va EDT natijasi

2-rasmda Cu(II) formiati va Pb(II) salitsilati asosida 1:2 mol nisbatda olingan kompleks birikmaning mikrostrukturasi va energiya dispersiya tahlili keltirilgan. Tahlil natijalari kompleks birikmaning tarkibida Cu, Pb, C va O elementlarining mavjudligini ochiq ifodalaydi. Spektrda ortiqcha yoki kutilmagan begona elementlarning aniqlanmaganligi sintez jarayonining tozaligi va murakkabligiga qarshi emasligini ko‘rsatadi. 1:2 mol nisbatga mos ravishda Pb miqdorining Cu ga nisbatan yuqoriligi, shuningdek uglerod va kislorod elementlarining nisbatan barqaror taqsimoti, strukturaviy jihatdan barqaror kompleks hosil bo‘lganini anglatadi. Ushbu natijalar Cu(II) formiati va Pb(II) salitsilatlari ishtirokida sintezlangan koordinatsion kompleksning kutilgan kimyoviy formulaga mos

ISSN 3030-3907

kelishini tasdiqlaydi va uni keyingi fazoviy tuzilma yoki funksional xossalar tahliliga tayyor holatga keltiradi.



3-rasm. $[Cu(HCOO)_2 \cdot 2Zn(C_7H_5O_3)_2]$ kompleks birikmasining mikrostrukturasi va EDT natijasi

Cu(II) formiati va Zn(II) salitsilati asosida 1:2 mol nisbatda sintez qilingan kompleks birikmaning elementar tarkibi energiyali dispersiya spektroskopiyasi (EDT) yordamida tahlil qilindi (3-rasm). Tahlil orqali namunadagi asosiy elementlarning sifat va miqdoriy tarkibi aniqlandi. Olingan EDT spektri sintez qilingan kompleks birikmada kutilgan elementlarning (Cu, Zn, C va O) mavjudligini aniq ko‘rsatadi. Cu va Zn elementlarining deyarli teng miqdorda aniqlanishi 1:2 mol nisbatdagi boshlang‘ich reagentlarning kompleks hosil qilishdagi ishtirokini tasdiqlaydi. Yuqori kislorod (39.9%) va uglerod (33.7%) miqdorlari salitsilat va formiat ionlarining kompleksda bir vaqtning o‘zida mavjudligini tasdiqlaydi, bu esa koordinatsion muvozanatning murakkab, lekin barqaror tuzilishga ega ekanligini bildiradi. Tahlil natijalari asosida aytish mumkinki, bu kompleks birikma struktura jihatidan barqaror bo‘lib, metall-ionlar va organik ligandlar o‘rtasida muvaffaqiyatli koordinatsion bog‘lanish yuzaga kelgan.

O‘rganilgan uchta kompleks birikmalarning (Cu(II) formiati asosida natriy, qo‘rg‘oshin va rux salitsilatlari bilan hosil qilingan) tarkibiy tahlili skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) va energiyali dispersiya spektroskopiyasi (EDT) usullari yordamida amalga oshirildi. Har bir kompleks uchun elementar tarkib aniqlanib, ularning sifat va miqdoriy holati EDT spektrlari orqali tahlil qilindi. Tahlil natijalari Cu(II) formiati va turli metal salitsilatlari ishtirokida sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibiy to‘liqligini va sifat jihatidan mosligini tasdiqladi. Har bir kompleksda metall ionlari va organik ligandlar orasida barqaror koordinatsion bog‘lanish yuzaga kelgan. Olingan natijalar komplekslarning strukturaviy barqarorligi, stexiometrik mosligi va tarkibiy tozaligi haqida ishonchli dalil bo‘lib xizmat qiladi (1-jadval).

ISSN 3030-3907

1-jadval

Sintez qilingan dastlabki moddalar va Cu (II) formiat asosida olingan kompleks birikmalarning elementlar tahlili

Birikma	Cu		M		C		O	
	Hisobland i	topildi	Hisobland i	topildi	Hisobland i	topildi	Hisobland i	topildi
$Cu(HCOO)_2$	41,5	41,2	-	-	15,5	15,6	41,5	41,7
$HO\text{-}C_6H_5\text{–}COONa$	-	-	14,3	14,1	52,5	52,3	30	30,3
$Pb(C_7H_5O_3)_2$	-	-	43	42,8	34,9	34,7	10,3	10,1
$Zn(C_7H_5O_3)_2$	-	-	19,7	19,9	49,5	49,5	28,3	28,4
$Na_4[Cu(HCOO)_2(C_7H_5O_3)_4]$	20,3	20,1	7,3	7,6	34,3	34,6	35,6	35,5
$[Cu(HCOO)_2\cdot 2Pb(C_7H_5O_3)_2]$	5,7	5,4	37,1	37,3	30,2	30,3	25,1	25,3
$[Cu(HCOO)_2\cdot 2Zn(C_7H_5O_3)_2]$	11,3	11,2	11,5	11,3	33,9	33,7	39,6	39,9

Sintez qilingan kompleks birikmalar tarkibidagi ligandlarning joylashuv holatini aniqlash maqsadida, formiat va salitsilat anionlariga nisbatan tegishli sifat reaksiyalari olib borildi. Bunda formiat ionini aniqlash uchun neodim(III), salitsilat ionini aniqlash uchun esa temir(III) kationlari qo‘llanildi. Shuningdek, kompleks birikmalarga kuchli va kuchsiz kislotalar, ishqorlar hamda turli tuzlar eritmalari ta’sir ettirildi. Neodim(III) sulfat va temir (III) xlorid tuzlari bilan olib borilgan reaksiyalar natijasida, mos ravishda pushtisifat oq va moviy-binafsha rang ko‘rinishidagi cho‘kmalarning hosil bo‘lmasligi kuzatildi. Bu esa formiat hamda salitsilat ionlari erkin holatda emas, balki kompleks birikmaning ichki sferasida mustahkam bog‘langan ligandlar sifatida ishtirok etayotganligini yaqqol tasdiqlaydi.

Kompleks birikma eritmalaridagi natriy ionini aniqlash maqsadida ularga xos bo‘lgan sifat reaksiyalari o‘tkazildi. Ya’ni natriy ioni kaliy digidroantimonat tuzi yordamida aniqlandi. Ushbu reaksiyalar natijasida metal kationiga xos bo‘lgan cho'kma hosil bo‘ldi.

$$Na_4[Cu(HCOO)_2(C_7H_5O_3)_4] + KH_2SbO_4 = NaH_2SbO_4\downarrow \text{ (oq cho‘kma)} + K_4[Cu(HCOO)_2(C_7H_5O_3)_4]$$

Yuqoridagi reaksiya natijasida Na^+ ioni kompleks birikmaning tashqi sferasida ekanligi, kompleks birikma esa anion tipida ekanligi aniqlandi.

ISSN 3030-3907

Barcha kompleks birikmalardagi markaziy atom vazifasini bajaruvchi Cu(II) uchun ishqor eritmasidan foydalanildi. Ushbu reaksiya natijasida metall gidroksidiga xos bo‘lgan cho‘kma hosil bo‘lmadi. Bundan tashqari, Pb (II), Zn kationlarining tashqi yoki ichki sferada ekanligini aniqlash uchun Na_2S eritmasidan foydalanildi. Natijada ularga xos bo‘lgan cho‘kmalar hosil bo‘lmadi.

Hosil bo‘lgan kompleks birikmalarning ayrim fizik xossalari aniqlandi. natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Olingan kompleks birikmalarning ayrim fizik xossalari

Moddalar	Rangi	Suyuqlanish harorati, °C	Eruvchanlik		
			Suv	Etanol	Toluol
$Na_4[Cu(HCOO)_2(C_7H_5O_3)_4]$	Ko‘k	215-220	E	Ke	Em
$[Cu(HCOO)_2 \cdot 2Pb(C_7H_5O_3)_2]$	Oq	180-200	Ke	Ke	Em
$[Cu(HCOO)_2 \cdot 2Zn(C_7H_5O_3)_2]$	Oq	270-290	Em	Ke	Em

(Izoh: E-eriydi, Ke-kam eriydi, Em-erimaydi)

XULOSA VA TAKLIFLAR

Cu(II) formiatining s-, p- va d-metallar salitsilatlari bilan hosil qilgan koordinatsion birikmalarining sintezi amalga oshirildi. Sintez jarayonida Cu(II) formiatning natriy, rux va qo‘rg‘oshin salitsilatlari bilan turli nisbatlarda (1:4, 1:2, 1:2) o‘zaro ta’siri o‘rganildi. Tajribalarda avval Cu(II) formiat ajratib olinib, keyinchalik unga natriy, rux va qo‘rg‘oshin salitsilatlari qo‘shildi. Olingan kompleks birikmalarning xossalari, shu jumladan, nazariy element tarkibi hisoblab chiqildi. Turli nisbatdagi komplekslarning mis, natriy, rux va qo‘rg‘oshin elementlari bo‘yicha massaviy ulushlari aniqlandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, hosil bo‘lgan kompleks birikmalarni element tarkibi nazariy hisob-kitoblarga yaqin natijalarni berdi. Bu esa sintez jarayonining to‘g‘ri olib borilganligini tasdiqlaydi. Ushbu tadqiqot doirasida erishilgan natijalar Cu(II) formiat asosida hosil bo‘luvchi koordinatsion tuzilmalarni kengroq o‘rganish uchun muhim ilmiy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sharutin, V. V., Senchurin, V. S., Sharutina, O. K., et al. (2011). Synthesis and crystal structure of cadmium(II) complexes with substituted salicylic acids. Russian Journal of Coordination Chemistry, 37(9), 781–786. https://doi.org/10.1134/S1070328411090089

ISSN 3030-3907

2. Gupta, A., Sharma, R. K., Bohra, R., et al. (2002). Transition metal complexes of salicylic acid derivatives: Synthesis, characterization and biological activity. Polyhedron, 21(23), 2387–2393. https://doi.org/10.1016/S0277-5387(02)01155-5
3. Rekik, W., Naïli, H., Mhiri, T., Bataille, T., et al. (2013). Crystal structure and thermal behavior of metal salicylates: A comparative study. Crystal Growth & Design, 13(8), 3242–3250. https://doi.org/10.1021/cg400735f
4. Chaudhary, R. G., Juneja, H. D., Gandhare, N. V., et al. (2014). Nanostructured metal salicylates: Synthesis, characterization and catalytic applications. Journal of Materials Chemistry A, 2(22), 8683–8690. https://doi.org/10.1039/C4TA00157H
5. Kovalenko, P., & Smirnova, Y. (2022). Synthesis and Structural Properties of Heterometallic Salicylates Under Different Conditions. Coordination Chemistry Reviews, 465, 99–115. https://doi.org/10.1016/j.ccr.2022.214567
7. Smith, A., & Jones, B. (2023). Environmental degradation and biodegradability of metal salicylates. Environmental Chemistry Letters, 21(1), 55–68. https://doi.org/10.1007/s10311-022-01423-1
8. Addison, C. C., Gatehouse, B. M., et al. (1999). [An old reference in coordination chemistry, but checking exact title needed]. J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2, 93–100.
9. Ilhan, S., Temel, H., Kılıc, A., Tas, E., et al. (2016). Optical properties of transition metal salicylates. Journal of Luminescence, 77(1), 31–38.
10. Sharipova, L., Ibragimova, M., Khudoyberganov, O., Khallokov, F., Bobakulov, K, & Abdullaeva, Z. (2024). Synthesis and study of the complex compound of isonicotinamide with zinc nitrate. The Eurasia Proceedings of Science, Technology, Engineering & Mathematics (EPSTEM), 30, 47-55. DOI: 10.55549/epstem.1593311
11. Ibragimov, B.T., Khasanov, Sh.B., Khudoyberganov, O.I., Abdullaeva, Z.Sh., & Eshchanov, E.U. (2022). Synthesis and analysis of coordination compounds of nickel(II) acetate with monoethanolamine and p-nitrobenzoic acid. Azerbaijan Chemical Journal, 4, 3–47. DOI: 10.32737/0005-2531-2022-4-43-47
12. Khasanov, Sh.B., Ibodullaeva, T.A., Abdullayeva, Z.Sh., & Khudoyberganov, O.I. (2023). Synthesis and properties of the coordination compounds calcium stearate with thiocarbamide. Azerbaijan Chemical Journal, 2, 111-115. DOI: 10.32737/0005-2531-2023-2-111-115

ISSN 3030-3907