

Erkabay ESHCHANOV,
Urganch davlat universiteti dotsenti
E-mail: eshchanov.1966@mail.ru

Shodlik HASANOV,
Xorazm Ma'mun akademiyasi ilmiy ishlar bo'yicha rais o'rinbosari
E-mail: shadlik@mail.ru

Oybek XUDOYBERGANOV,
Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi
E-mail: oybek_hudoyberganov@mail.ru

Zubayda ABDULLAYEVA,
Xorazm Ma'mun akademiyasi katta ilmiy xodimi
E-mail: zubayda.abdullayeva.91@mail.ru

Shohida XO'SINOVA
Urganch davlat universiteti magistranti
E-mail: xusinovashohida93@gmail.com

Sanobar KALANDAROVA
Urganch davlat universiteti magistranti
E-mail: Sanobar97@gmail.com

Urganch davlat universiteti kimyo kafedrasi dotsenti, k.f.n Azizjanov X.M. taqrizi asosida

SYNTHESIS AND STRUCTURE OF THE COMPLEX OF COBALT(II) ACETATE AND SUCCINIC ACID WITH THE SODIUM SALT

Annotation

This article highlights the research results on the synthesise of a new heterometallic complex compound of cobalt(II) acetate and succinic acid with the sodium salt and the determination of their composition, structure and properties by physico-chemical methods: scanning electron microscope-energy dispersive analysis (SEM-EDX), X-ray phase analysis, thermal analysis and X-ray structural analysis. The central atom of the complex compound is cobalt, the oxygen atom of the carboxyl group of the acetate residue and the sodium salt of succinic acid are interconnected through the oxygen atom of the carboxyl group, forming a complex compound with a coordination number of 6.

Key words: Cobalt(II) acetate, succinic acid with the sodium salt, ligand, thermal analysis, SEM-EDX, X-ray phase and X-ray structural analysis, complex compound, coordination number, Mercury program, coordination capacity, complex compound stability.

СИНТЕЗ И СТРУКТУРА КОМПЛЕКСА АЦЕТАТА КОБАЛЬТА(II) И ЯНТАРНОЙ КИСЛОТЫ С НАТРИЕВОЙ СОЛЮ

Аннотация

В статье освещены результаты исследований по синтезу нового гетерометаллического комплексного соединения ацетата кобальта(II) и янтарной кислоты с натриевой солью и определению их состава, строения и свойств физико-химическими методами: растровым электронным микроскопом-энергодисперсионным анализ (SEM-EDX), рентгенофазовый анализ, термический анализ и рентгеноструктурный анализ. Центральным атомом комплексного соединения является кобальт, атом кислорода карбоксильной группы ацетатного остатка и натриевая соль янтарной кислоты соединены между собой через атом кислорода карбоксильной группы, образуя комплексное соединение с координационным числом 6.

Ключевые слова: ацетат кобальта(II), янтарная кислота с натриевой солью, лиганд, термический анализ, SEM-EDX, рентгенофазовый и рентгеноструктурный анализ, комплексное соединение, координационное число, программа «Меркурий», координационная способность, комплексное соединение. стабильность.

KOBALT(II) ATSETATI HAMDA QAHRABO KISLOTASINING NATRIYLI TUZI BILAN KOMPLEKSI SINTEZI VA STRUKTURASI

Annotatsiya

Maqolada kobalt(II) atsetatining qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan yangi geterometall kompleks birikmasi sintez qilgan va ularning tarkibi, tuzilishi va xossalari fizik-kimyoviy metodlar: skanerlovchi elektron mikroskop-energiya dispersion tahlil (SEM-EDT), rentgenfazaviy tahlil, termik analiz va rentgen strukturaviy tahlil yordamida o'rganilgan. Kompleks birikma tarkibidagi markaziy atom kobalt, atsetat qoldig'i tarkibidagi karboksil guruhining kislorod atomi va qahrabo kislotasining natriy tuzi bilan ham karboksil guruhidagi kislorod atomi orqali o'zaro bog'lanib, koordinatsion soni 6 ga teng bo'lgan kompleks birikmani hosil qilgan.

Kalit so'zlari: Kobalt(II)atsetati, qahrabo kislotasining natriyli tuzi, ligand, termik analiz, SEM-EDX, rentgenfazaviy va rentgen strukturaviy tahlil, kompleks birikma, koordinatsion son, Mercuriy dasturi, koordinatsion sig'im, kompleks birikma barqarorligi.

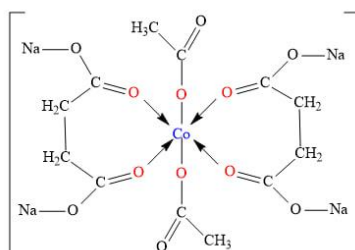
Kirish. Ushbu maqolada kompleks birikmalar kimyosining yangi yo'nalishlaridan bo'lgan geterometall koordinatsion birikmalar sintezi va ularning fizik-kimyoviy metodlar bilan tahlili haqida ma'lumotlar berilgan. Hozirgi davrda kompleks birikmalar kimyosi bilan shug'ullanuvchi olimlar tomonidan tarkibida ikki xil metall atomi tutgan koordinatsion birikmalarni sintez qilish va ularning tahlilini amalga oshirish bo'yicha ishlar keng ko'lamda amalga oshirilyapti. Ushbu sintezlangan koordinatsion birikma tarkibida ikki xil metall atomi va turli xil kislota qoldig'i tutganligi, shu jumladan, ular tarkibida juft elektronga ega geteroatomlarning mavjudligi, ularning 3d-metallari bilan kompleks birikmalar hosil qilish imkoniyatini yanada kengaytiradi. Shuningdek, 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 [1]. Ushbu yo'nalishda iqtisodiyotimizning yetakchi tarmoqlaridan biri bo'lgan, kimyo sanoatini rivojlantirishda, yangi kompleks birikmalarni sintez qilish, ularning biologik faolliklarini tadqiq etishga keng e'tibor qaratilmoqda. Ushbu masalalardan kelib chiqqan holda laboratoriya sharoitida o'simliklarning qurg'oqchilik va turli zararli hasharotlarga qarshi kurashish qobiliyatini oshiruvchi qo'shimcha biologik faol ozuqa modda sifatida ishlatiluvchi biostimulyator sintezini amalga oshirdik. Sintezlangan bu biostimulyator Xorazm vohasida o'suvchi kartoshka, pomidor, qovun, tarvuz, qand lavlagi kabi o'simliklarda sinab ko'rildi.

Tadqiqotning maqsadi kobalt(II) atsetati hamda qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan kompleksining sintezi, tarkibi, tuzilishi va xossalari aniqlashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun kobalt(II) atsetatining, qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan kompleks birikmasining sintez qilish usullari ishlab chiqilgan va sintezi amalga oshirilgan. Sintez qilingan birikmalar tarkibi va tuzilishi SEM-EDX, rentgenfazaviy tahlil, termik analiz va rentgen strukturaviy tahlil metodlari yordamida o'rganilgan.

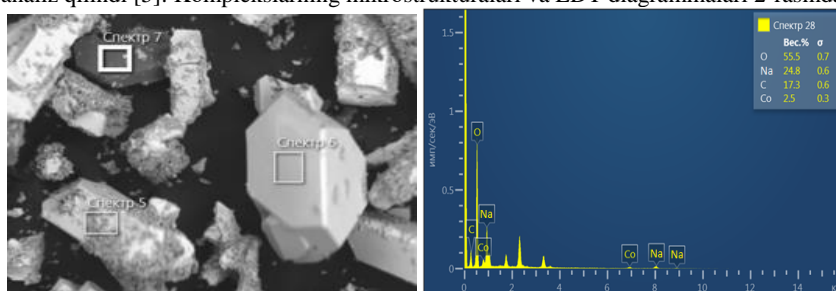
Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Adabiyotlarda kobalt(II)atsetatining va qahrabo kislotasining kompleks birikmalari sintezi, tuzilishini o'rganish va amaliy qo'llanilishi bo'yicha ishlarning natijalarini umumlashtirgan ko'plab sharxlar, maqolalar mavjud. Shuningdek, adabiyot manbalari tahlilining ko'rsatishicha, kobalt(II) atsetati va qahrabo kislotasining kompleks birikmalarini tahlil qilish bo'yicha keng miqyosda tajriba natijalari bo'lishiga qaramasdan, bu ligandlar asosida olingan geterometall kompleks birikmalar sintezi va tuzilishi yetarli darajada o'rganilmagan. Shu sababli, kobalt(II) atsetati hamda qahrabo kislotasi natriyli tuzi bilan geteroyadroli kompleks birikmasini sintez qilish, fizik-kimyoviy va biologik faolligini aniqlash alohida ilmiy qiziqish tug'diradi. Hao Y.M., Irene Braunlich., Walter Caseri., B.Dede., Dawe L.N., Matthias Bauer., Swiegers G.F kabi olimlar tomonidan geterometall poliyadroli kompleks birikmalarining tuzilishi, tarkibi, xossasi va biologik faolligini o'rganish bo'yicha bir qancha ishlar tahlili amalga oshirilgan. Tadqiqotlar natijasida gomo- va geterometall koordinatsion birikmalar sintezi amalga oshirilgan, ularning tuzilishi, kimyoviy va ayrim fizik xossalari tahlil qilingan [2].

Tadqiqot metodologiyasi. Ishda zamonaviy fizik-kimyoviy metodlar: skanerlovchi elektron mikroskop-energiya dispersion tahlil (SEM-EDT), rentgenfazaviy tahlil, termik analiz va rentgen strukturaviy analiz usullaridan foydalanilgan[3]. $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ tarkibli kompleks birikma sintezi quyidagi metodika bo'yicha amalga oshirildi. Qaytarma sovutgich bilan jihozlangan ikki og'izli kolbaga, 0,001 mol $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$ tuzining suvdagi 10ml eritmasi quyildi. Eritma ustiga ikkinchi eritma 0,002 mol qahrabo kislotasi natriyli tuzining etanoldagi 20ml eritmasi, xar 10 minut davomida 5ml dan qo'shiladi. Aralashma 50 minut davomida aralashtirib turgan holda, qaynatildi [4]. Erituvchisi xona haroratida bug'latildi. Olingan mahsulot dietil efirda yuvildi. Olingan och-pushti rangli modda uch kun davomida ochiq havoda, so'ngra quritish shkafida 5 kun davomida quritildi va kompleks birikmaning monokristali o'stirildi. Unum 72 %. Tsuyuq =184 °C.



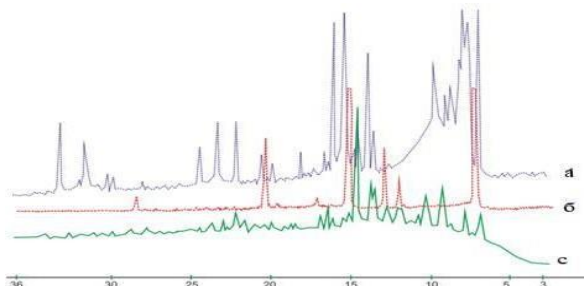
1-rasm. Sintezlangan $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ tarkibli kompleks birikma strukturasi

Sintez qilingan kompleks birikmadagi elementlarning miqdorlari (uglerod, kislorod va metall atomlari) SEM-EDT metodi yordamida analiz qilindi [5]. Komplekslarning mikrostrukturasi va EDT diagrammalari 2-rasmda keltirildi.



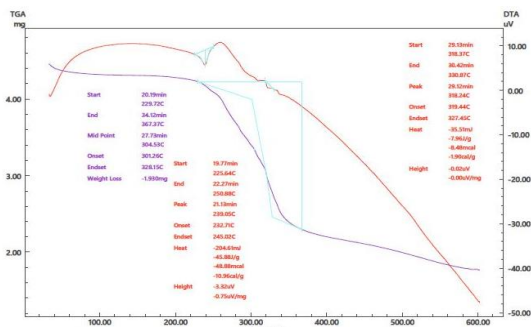
2-rasm. $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ kompleks birikmasining mikrostrukturasi va EDT diagrammasi

Tahlil va natijalar. $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ tarkibli kompleks birikmaning rentgenfazaviy tahlili amalga oshirildi [6]. $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ kompleksining termik barqarorligi va tarkibida suv molekullari bor yoki yo'qligini



3-rasm. a- $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, b-SucNa, c- $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ kompleks birikmasi rentgenogrammalari

aniqlash maqsadida termik analiz o'tkazildi [7,8]. Termik analiz natijalari: birikmalarni termik parchalanish bilan boruvchi issiqlik effekti tabiati, temperatura effekti intervallari va ularning tabiati, massani *mg* larda kamayishi 4-rasmda keltirilgan.



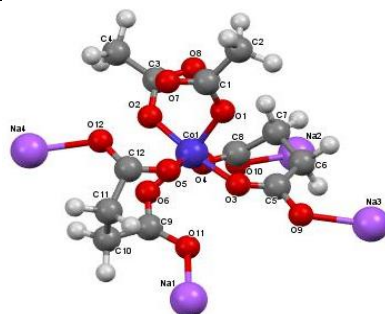
4-rasm. $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ kompleks birikmasi derivatogrammasi

$[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ tarkibli kompleks birikmaning DTA egrisida 74, 96°C da endotermik effektlar va 232, 301, 319, 328°C da ekzotermik effektlar mavjud. 74°C dagi effekt suvning parchalanishiga mos keladi. Keyingi 74-232°C termoeffektlarda asosiy massaning 8,64 % ya'ni 0.562 *mg* yo'qotiladi. Keyingi parchalanish 301-328°C oralig'ida kechadi. Unda asosiy massaning 36,4% organik kislotaga qoldig'ining parchalanishi va termoliz mahsuloti sifatida kobalt oksidining hosil bo'lishi o'rganildi. Aralash ligandli komplekslarning derivatografik tahlili natijasida namunaning massasi, komplekslarning parchalanish massasi va komplekslarning termik barqarorligi harorat ortgani sari o'zgarib borishi aniqlandi. Sintezlangan $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ kompleks birikma monokristallari o'stirilib, O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Bioorganik kimyo institutining jamoaviy foydalanish markaziga o'rnatilgan XtaLAB Synergy(Rigaki, Yaponiya) difraktometrida rentgenstrukturaviy tahlili o'tkazildi [9]. Rentgen strukturaviy tahlil natijalari Xcalibur Roxford Diffraction avtomatik difraktometrida 293 K haroratda (Cu Karadiation, $k = 1,54184 \text{ \AA}$, xscan rejimi, grafit monoxromator) olingan.

1-Jadval

Qahrabo kislotasining natriyli tuzi va Co(II) atsetati bilan olingan kompleks birikmasi monokristalining kristallografik ma'lumotlari va strukturasi aniqlik kirituvchi parametrlar

Parametr	Qiymatlar	Parametr	Qiymatlar
Co li-kompleks birikma: $[\text{CoC}_{12}\text{H}_{14}\text{Na}_4\text{O}_{12}]$			
Formula	$\text{CoC}_{12}\text{H}_{14}\text{Na}_4\text{O}_{12}$	Kristall o'lchami, mm	0.18×0.14×0.08
Molekulyar massa	501.12	Harorat T, °K	298
Singoniya	triklinik	Skanelash oralig'i θ , °	3,6; -71,54
Fazoviy guruh	C1	Interval h,k,l	-20/24, -8/12, -14/16
a, Å	17.83	Jami reflekslar	4758
b, Å	17.83	Mustaqil reflekslar soni	1562
c, Å	12.61	R_{int}	0.054
α , °	90	$F2 \geq 2\sigma(F2)$ kriteriy	1062
β , °	90	Aniqlagan parametrlar	244
γ , °	90	Strukturani aniqlash sifati	1.14
V , Å ³	4010	$R_1, wR_2 (I > 2\sigma(I))$	0.0452, 1.532, 1.08
Z	2	$\Delta\rho_{\text{min}} / \Delta\rho_{\text{max}}, e\text{\AA}^{-3}$	-0.46 / 0.54
Dx, g/cm ³	1.206	CCDC-raqami va ref-kod	
$\mu(\text{CuK}\alpha)$, mm ⁻¹	1.238		



5-rasm. Sintezlangan $[(\text{SucNa}_2)_2\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2]$ tarkibli kompleks birikma kristalining tasviri

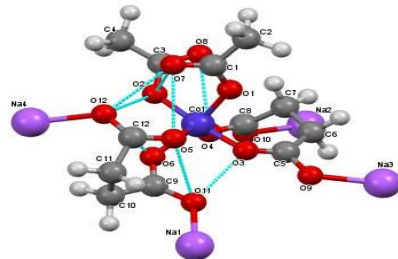
2-jadval

Kompleks birikmaning bog' uzunliklari va bog'lanish burchaklari

Bog'	d, Å	Burchak	ω , grad
Co(1)-O(1)	1.8028	O(1)-Co(1)-O(2)	91.25
Co(1)-O(2)	1.8066	O(1)-Co(1)-O(3)	82.98
Co(1)-O(3)	1.8089	O(1)-Co(1)-O(4)	117.30
Co(1)-O(4)	1.8043	O(1)-Co(1)-O(5)	92.06
Co(1)-O(5)	1.8431	O(1)-Co(1)-O(6)	159.83
Co(1)-O(6)	1.8435	O(2)-Co(1)-O(3)	173.75
Na(1)-O(11)	2.1589	O(2)-Co(1)-O(4)	86.03
Na(2)-O(10)	2.1601	O(2)-Co(1)-O(5)	101.55
Na(3)-O(9)	2.1603	O(2)-Co(1)-O(6)	83.35
Na(4)-O(12)	2.1592	O(3)-Co(1)-O(4)	94.45

O(1)-C(1)	1.3555	O(3)-Co(1)-O(5)	81.14
O(2)-C(3)	1.3552	O(3)-Co(1)-O(6)	102.89
O(3)-C(5)	1.2106	O(3)-Co(1)-O(4)	94.45
O(4)-C(8)	1.2093	O(3)-Co(1)-O(5)	81.14

Kristalning elementar yacheykasi parametrlari quyidagicha: fazoviy guruhi C1, $a=17.83\text{\AA}$, $b=17.83\text{\AA}$, $c=12.61\text{\AA}$, $\alpha=90^\circ$, $\beta=90^\circ$, $\gamma=90^\circ$, $V=4010\text{\AA}^3$, $Z=2$. [Co(Suc)(MEA)] kompleksi monoyadroli bo'lib Co^{2+} ionining qahrabo kislotasi va sirka kislotasi qoldig'i bilan hosil qilingan, neytral tabiatga ega. Kompleks tarkibidagi Co(1)-O(1), Co(1)-O(2), Co(1)-O(3), Co(1)-O(4) va Co(1)-O(5), Co(1)-O(6) bog'lar orasidagi masofasi qiymati mos ravishda 1.8028Å, 1.8066Å, 1.8089Å, 1.8043Å va 1.8431Å, 1.8435Å ga teng [10, 11].



6-rasm. Kompleks birikmadagi vodorod bog'lanishlar

3-jadval

Kristall tuzilishidagi vodorod bog'lar (Å°)

D-H...A	Bog'lanish	Masofa, Å			Burchak D-H...A, grad.	Atom koordinatalari, Å
		D-H	H...A	D...A		
[(SucNa₂)₂Co(CH₃COO)₂]						
	C(7)--H(12)...O(1)	1.11	2.33	3.043	120	1-x, -y, 1-z
	C(7)--H(12)...O(8)	1.11	2.47	3.202	139	x, 1/2-y, 1/2+z
	O(2)--H(2B)...O(3)	0.78	1.83	2.671	166	1-x, 1/2+y, 3/2-z
	O(3)--H(3C)...O(4)	0.85	1.89	2.728	170	1-x, 1/2+y, 3/2-z
	O(3)--H(3D)...O(1)	0.85	1.94	2.730	155	x, 3/2-y, 1/2+z

O(1)-Co(1)-O(2), O(1)-Co(1)-O(3), O(1)-Co(1)-O(4), O(1)-Co(1)-O(5) va O(1)-Co(1)-O(6), O(2)-Co(1)-O(3) ning burchak kattaliklari mos ravishda 91.25° , 82.98° , 117.3° , 92.06° va 159.83° , 173.75° ga teng ekanligini ko'rish mumkin. Kompleks birikma tarkibidagi qahrabo kislotasi natriyli tuzi kislorod atomi va markaziy atom kobalt orasidagi masofa farqi Yan-Tellar effekti bilan tushuntiriladi.

Kompleks birikmadagi markaziy atom kobalt triklinik tipida ikkita molekula atsetat qoldig'i kislorod atomi va qahrabo kislotasi qoldig'idagi kislorod atomlari bilan koordinatsiyalanadi. Bunda atsetat qoldig'i kislorod atomi orqali monodentat va ikkita qahrabo kislotasi qoldig'i esa kislorod atomlari orqali bidentat ligandlar sifatida koordinatsiyalanishda qatnashadi. Markaziy atom kobaltning koordinatsion soni 6ga teng bo'lib, sp^3d^2 xolatda gibridlangan. Tahlil natijalari ko'ra kompleks tarkibidagi sirka kislotasi qoldig'i va natriy suksinat molekulari ishtirokidagi, C(7)--H(12)...O(1), C(7)--H(12)...O(8), O(2)--H(2B)...O(3) turdagi vodorod bog'lar (3-jadval) hisobiga *bc* tekislikiga parallel ikki o'lchamli qatlam hosil bo'lganligi hisobiga barqaror bo'ladi [12].

Xulosa va takliflar. Sintez qilingan kompleks birikmaning tarkibi, tuzilishi va xossalari zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari bilan o'rganilganda [(SucNa₂)₂Co(CH₃COO)₂] kompleks birikma tarkibida ikki xil tabiatli metall atomlari borligi va ular geterometall poliyadroli kompleks birikma hosil qilishi aniqlandi. Yaratilgan sintez metodi o'xshash koordinatsion birikmalarni keyinchalik sintez qilishda qo'llanilishi mumkin. [(SucNa₂)₂Co(CH₃COO)₂] koordinatsion birikmaning monokristallari o'stirildi va unga tegishli parametrlar mercuriy dasturi yordamida aniqlanib, jadval ma'lumotlari yordamida ifodalab berildi. Olingan geterometall poliyadroli kompleks birikmada markaziy atom kobalt bo'lib uning, koordinatsion soni 6 ga teng ekanligini va gibridlanishi sp^3d^2 holatda bo'lishini rentgen strukturaviy tahlildan olingan ma'lumotlarga tayanib aytish mumkin.

ADABIYOTLAR

- O'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.
- Шакирова Ю.Р. Гомо- и гетерометаллические люминесцентные комплексы металлов подгруппы меди: синтез и исследование фотофизических свойств: дис. ... канд. хим. наук : 02.00.01. – СПб., 2014. – 181 л.
- Synthesis and properties of the coordination compound of calcium stearate with thiocarbamide // Khasanov Sh.B., Ibdullaeva T.A., Abdullaeva Z.Sh., Khudoyberganov, O.I. *Azerbaijan Chemical Journal*, 2023, 2023(2), P-111-115.
- Прямой синтез координационных соединений. Под ред. акад. НАН Украины Скопенко В. В. - Киев: Вент, 1997.-175 с.
- Корусенко П. М., Несов С. Н., Ивлев К. Е. Морфология, структура и электрохимические свойства композита MnOx @ CNTs: исследование методами SEM, EDX, XPS и CVA // Омский научный вестник. 2022. № 2 (182). С. 86–92. DOI: 10.25206/1813-8225-2022-182-86-92.
- Ковба П. М., Трунов В. К. Рентгенофазовый анализ. - М.: МГУ, 1976. - 232 с.
- Топор Н.Д., Огородова Л.П., Мельчакова Л.В. Термический анализ минералов и неорганических соединений. Москва: Изд-во МГУ, 1987. - С.190.
- Шаталова Т.Б., Шляхтин О.А., Веряева Е. Методы термического анализа. – Москва: 2011. – 72 с.
- Савицкая Л.К. Рентгеноструктурный анализ: учебное пособие// Томск: СКК-Пресс, 2006, стр.274.
- Macrae C.F, Bruno I.J, Chisholm J.A. et. al. Mercury CSD 2.0 – new features for the visualization and investigation of crystal structures // J. Appl. Cryst. -2008. -V.41. -P.466-470.
- Sheldrick G.M. // SHELXS97, SHELXL97, Programs for Crystal Structures Solution and Refinement, University of Göttingen, Göttingen, Germany. - 1997.
- G.M. Sheldrick, *Acta Crystallogr.*, 2015, A71, 3.