ISNN 3030-3907

2025/4
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

NIKEL (II) METAGIDROKSIBENZOAT VA NIKOTINAMID ASOSIDA ARALASH LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMA SINTEZI VA SPEKTRAFOTOMETRIK TAHLILI

Kurbanova Raxila Saliyevna
Xorazm Ma'mun akademyasi tayanch doktoranti
E-mail: raxila.qurbonova.94@gmail.com
Hasanov Shodlik Bekpo'latovich
Xorazm Ma'mun akademyasi, kimyo fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim,
E-mail: shadlik@mail.ru
Abdullayeva Zubayda Shavkatovna
Urganch Ranch texnologiya universiteti, Texnika kafedrasi dotsenti, PhD
E-mail: zubayda.abdullayeva. 91@mail. Ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada ikki valentli nikel (Ni(II)) ioni asosida nikotinamid ishtirokida hosil qilingan kompleks birikmalarning sintezi, tuzilishi hamda fizik-kimyoviy xossalari batafsil o'rganildi. Dastlabki ligand sifatida m-gidroksibenzoy kislota qo'llanildi. Sintez jarayonlarini amalga oshirishda mavjud ilmiy adabiyotlar chuqur tahlil qilindi va optimal sharoitlar tanlab olindi. Sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibini aniqlash maqsadida elementar tahlil usuli qo'llanildi. Ligand va markaziy ion o'rtasidagi koordinatsion bog'lanishlar IQ-spektroskopiya ma'lumotlaridagi o'zgarishlar asosida tahlil qilindi. Shuningdek, birikmaning fazoviy tuzilishi (UB-spektroskopiya) orqali yutilish spektrlari hamda rentgenafazoviy tahlil natijalari asosida aniqlab berildi.

Kalit so'zlar: Ni(II) ioni, nikotinamid, kompleks tuzilishi, m-gidroksibenzoy kislota, element tahlili, IQ va UB fazoviy tuzilishi, rentgenafazoviy tahlil.

Аннотация. В данной статье подробно изучены синтез, строение и физико-химические свойства комплексных соединений, полученных в присутствии никотинамида на основе двухвалентного иона никеля (Ni (II)). В качестве исходного лиганда была использована м-гидроксибензойная кислота. При осуществлении процессов синтеза была глубоко проанализирована имеющаяся научная литература и выбраны оптимальные условия. Для определения состава синтезированных комплексных соединений был использован метод элементного анализа. Координационные связи между лигандом и центральным ионом были проанализированы на основе изменений данных ИК-спектроскопии. Пространственная структура соединения также была определена на основе спектров поглощения (УФ-спектроскопия) и результатов рентгенофазового анализа.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: сульфат Ni (II), никотинамид, комплексное строение, м-гидроксибензойная кислота, элементный анализ, ИК- и УФ-пространственное строение, рентгенофазовый анализ.

Abstract. In this article, the synthesis, structure, and physicochemical properties of complex compounds formed in the presence of nicotinamide based on divalent nickel (Ni (II)) ions were studied in detail. M-hydroxybenzoic acid was used as the initial ligand. Existing scientific literature on the implementation of synthesis processes was thoroughly analyzed, and optimal conditions were selected. The elemental analysis method was used to determine the composition of the synthesized complex compounds. Coordination relationships between the ligand and the central ion were analyzed based on changes in IR spectroscopy data. Also, the spatial structure of the compound was determined based on absorption spectra (UV spectroscopy) and X-ray phase analysis results.

Keywords: Ni (II) ion, nicotinamide, complex structure, m-hydroxybenzoic acid, elemental analysis, IR and UV spatial structure, X-ray phase analysis.

KIRISH.

Kimyo fanining muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lgan koordinatsion birikmalar kimyosi murakkab tuzilishga ega moddalarni o‘rganadi. Ushbu birikmalar markaziy atom yoki ion (odatda metall) va uning atrofida joylashgan ligandlardan tashkil topgan bo‘lib, ular o‘ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega. Mazkur ishda yangi kompleks birikmalarning tuzilishi, xossalari va ahamiyati haqida so‘z yuritiladi. Meta-gidroksibenzoy kislota (m-gidroksibenzoy kislota) fenolik tuzilma va karboksil guruhiga ega bo‘lgan biologik faol moddalardan biridir. U tibbiyotda asosan antibakterial, zamburug‘larga qarshi va antioksidant xususiyatlari tufayli qo‘llaniladi [1]. Meta-gidroksibenzoy kislotaning fenolik tuzilmasi reaktiv kislorod turlarini neytrallashga yordam beradi, bu esa uni hujayra oksidativ stressiga qarshi himoya vositasi sifatida muhim ro’l o’ynaydi. Shu bilan birga, uning hosilalari dori vositalari sintezida oraliq birikmalar sifatida keng qo‘llaniladi. Masalan, u ba’zi antiseptik va konservant sifatida ishlatiladigan parabenlar (metilparaben, propilparaben) [2-3] ishlab chiqarishda asosiy komponent hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Adabiyotlarda nikel (II) ionlari (Ni^{2+}) va ularning tuzlari metall koordinatsion kimyo sohasida katta e’tibor qozongan. So‘nggi o‘n yilliklarda Ni(II) tuzlarining komplekslari sintezi, ularning struktura va fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish bo‘yicha keng ko‘lamli tadqiqotlar olib borildi. Ni(II) tuzlari turli ligandlar bilan birikib, mononuklear va polinuklear komplekslar hosil qiladi. Ushbu komplekslar koordinatsion geometriya (oktaedrik, kvadrat-planar,

ISSN 3030-3907

tetraedrik), ligand turi va reaktiv sharoitlarga bog‘liq holda turlicha xususiyat ko‘rsatadi [4]. Nikel sulfat tabiatda gidratlangan shaklda, masalan $NiSO_4 \cdot 10H_2O$ (monogidrat), $NiSO_4 \cdot 5H_2O$ (pentagidrat), $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ (geksagidrat) va $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ (geptagidrat), bir nechta minerallar sifatida, shu jumladan morenozit va retgersit kabi shakllarda uchraydi. Kristall geksagidrat, masalan, quyidagi shaklda bo‘ladi ikkita ma’lum fazada uchraydi: α-faza: ko‘kdan ko‘k-yashilgacha tetragonal kristallar-faza: yashil shaffof kristallar (40°C da barqaror). α fazaga o‘tish 53.3°C da sodir bo‘ladi. Nikel sulfat geksagidrat, $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ suvda eriydigan tuz, u geksagidrat (oltita suv) molekulalarini hosil qiladi. Yakuniy natijada nikel (II) natriy sulfat geksagidratining kristallari, $NiNa_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ sekin bug‘latish usulida orqali o‘simliklarni o’stirishi aniqlangan [5]. Ni(II) komplekslari biologik faoliyat, kataliz va materialshunoslikda keng qo‘llaniladi. Xususan, N-donor ligandlar (pyrazolyl, piridin, nikotinamid) bilan hosil bo‘lgan ni(II) komplekslari katalitik reaksiyalar, C–C bog‘lanish jarayonlari va fotokimyoviy tizimlarda samarali ishlaydi [6]. Shu bilan birga, tiosemikarbozon, Shiff asosi va ditiokarbaza ligandlari bilan hosil bo‘lgan ni(II) komplekslari biologik faol, antimikrob va DNK bilan o‘zaro ta’sir ko‘rsatadi [7]. Shuningdek, aralash ligand tizimlarida (masalan, nikotinamid, karboksilat yoki fenalenil asosli tridentat ligandlar) ni(II) markazining elektron va geometrik xususiyatlari nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganilgan. Bu komplekslar elektroximik, katalitik va terapevtik faoliyatda istiqbolli ekanligi tasdiqlangan [8-9]. O‘tgan o‘n yillikda amalga oshirilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ni(II) tuzlarining komplekslari nafaqat fundamental koordinatsion kimyo, balki amaliy sohalarda ham keng qo‘llanilishi bilan ahamiyatlidir. Shu sababli, ni(II) tuzlarining komplekslarini o‘rganish va ularning strukturaviy, spektroskopik hamda katalitik xususiyatlarini aniqlash bugungi kunda metall kimyosi sohasida dolzarb masala hisoblanadi [10]. Amidlar – bu kislorod va azot atomlari orqali koordinatsiyalanuvchi ligandlar bo‘lib, ularning molekulyar tuzilmasi, funksional guruhlari va elektron taqsimoti sababli turli xil metall ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilish xususiyatiga ega. Nikotinamid, tiokarbamid va atsetamid kabi amidlar strukturaviy jihatdan farqlanuvchi, ammo potensial ligand sifatida keng qo‘llaniladigan birikmalardir [11]. Ularning har biri nikel ionlari bilan har xil turdagi koordinatsion muhit hosil qilishi mumkin.

MATERIALLAR VA USULLAR.

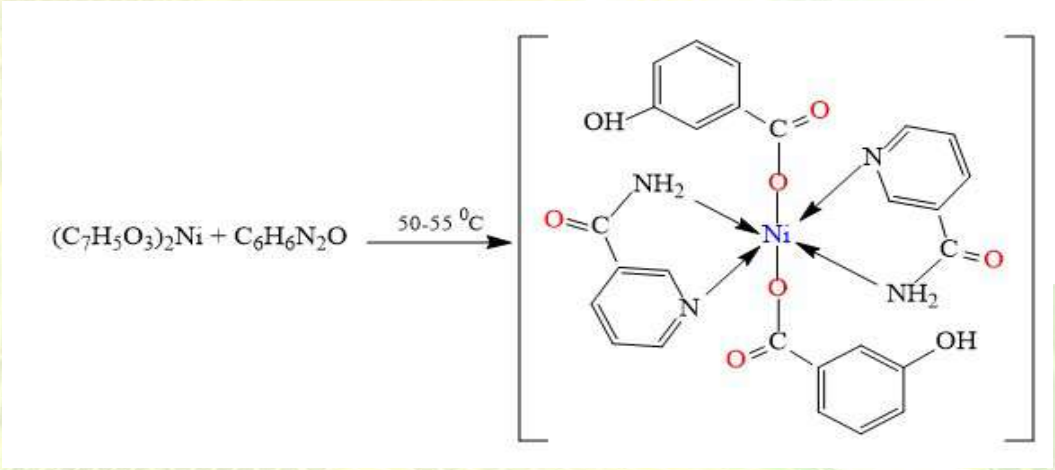
Ushbu tadqiqot ishida Ni (II) ioni va amid kompleksi bilan qo'shimcha ravishda m-gidroksibenzoy kislotasi ham sintez qilindi. Bunda barcha tuz va ligandlar sof va toza xolatda ishlatilindi. Kompleks birikmalarni sintez qilish quyidagicha amalga oshirildi:

ISSN 3030-3907

Nikel (II) m-gidroksibenzoatini (Ni (mgb)) tayyorlash: Dastlab 0,1 gramm m-gidroksobenzoy kislota 50 ml distillangan suvda aralashtirildi va asta-sekin qizdirildi. Kislota to‘liq erib bo‘lgandan so‘ng eritma ustiga 5 ml 0,1 n KOH eritmasi qo‘shilib, ishqoriy muhit hosil qilindi. So‘ngra 10 ml distillangan suvda 0,8 gramm $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ eritilib, eritmaga qo‘shildi. Tayyorlangan eritma 100 ml xajmdagi stakanga solindi.

$$2C_7H_6O_3 + 2KOH + NiSO_4 \cdot 6H_2O \rightarrow [Ni(C_7H_5O_3)_2] + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Ni (mgb) va nikotinamid aralash kompleksini tayyorlash: 1 stakandagi Ni (mgb) eritmasiga 0,24 gramm nikotinamid 5 ml distillangan suvda to’liq eritilib sekinlik bilan qo‘shildi. Tajriba davomida eritma to’q-yashil rangga kirganligi kuzatildi, bu esa Ni (II) ionlarining kompleks hosil qilganligidan dalolat beradi. Nikotinamid qo‘shilishi bilan eritma yanada barqaror bo‘lib qoldi, ya’ni ikkilamchi ligand sifatida u kompleks strukturaning shakllanishida ishtirok etgan. Bu holat aralash ligandli koordinatsion kompleks hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi.



Tahlil va natijalar (Analysis and results). Sintez qilingan birikmaning elementlar tahlili (1-jadval) keltirilgan, mahsulotning chiqish unumi 84% ni tashkil qildi. Kompleks birikmaning element tarkibi quyidagicha:

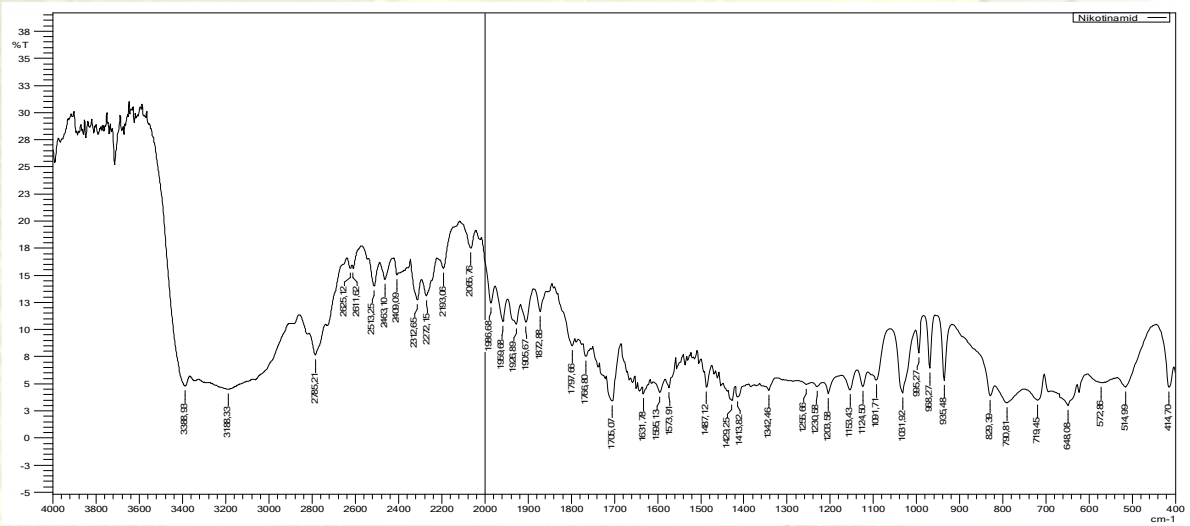
1-jadval

$[Ni(C_7H_5O_3)_2 (C_6H_6N_2O)_2]$ kompleks birikmasining elementlar tahlili

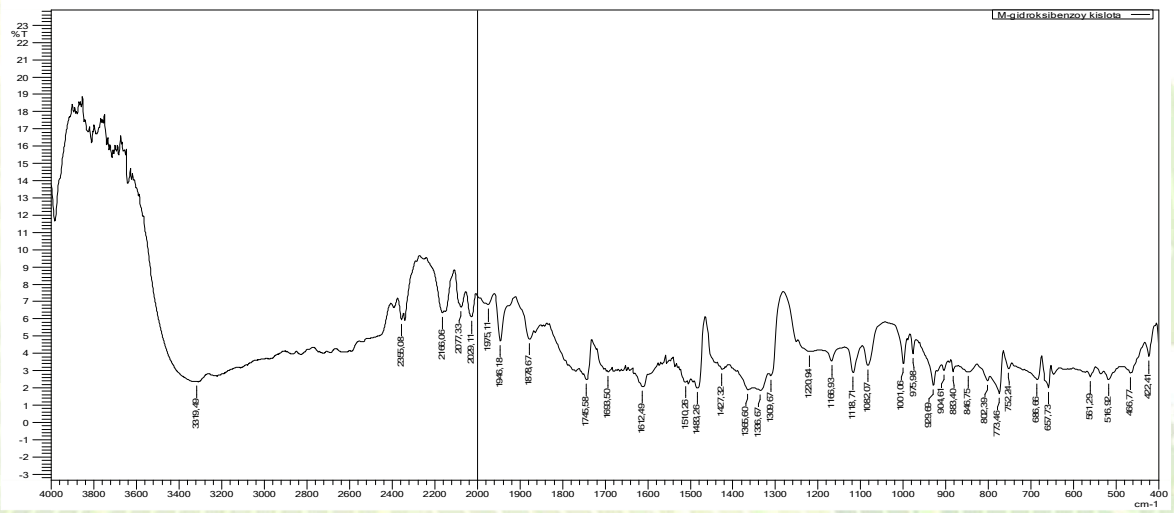
Kompleks birikma	Ni		C		H		N		O		Chiqish unumi %
	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	
[Ni(C7H5O3)2(C6H6N2O)2]	10.08	10.01	54.02	53.05	3.79	3.01	9.65	9.55	21.08	20.10	84

ISSN 3030-3907

Ligandlardagi funksional guruhlarning o‘zgarishini, koordinatsiya turini hamda yangi bog’lar hosil bo’lganligini aniqlash maqsadida dastlabki moddalar va hosil bo’lgan kompleks birikmaning IQ spektrlari taqqoslab tahlil qilindi. Namunalarning IQ spektrlari «IRTracer- 100» (SHIMADZU CORP., Yaponiya, 2017) spektrida MIRacle-10 diamond/ZnSe prizmasi yordamida 400-4000 sm-1 sohasi bo‘yicha qayd qilingan.

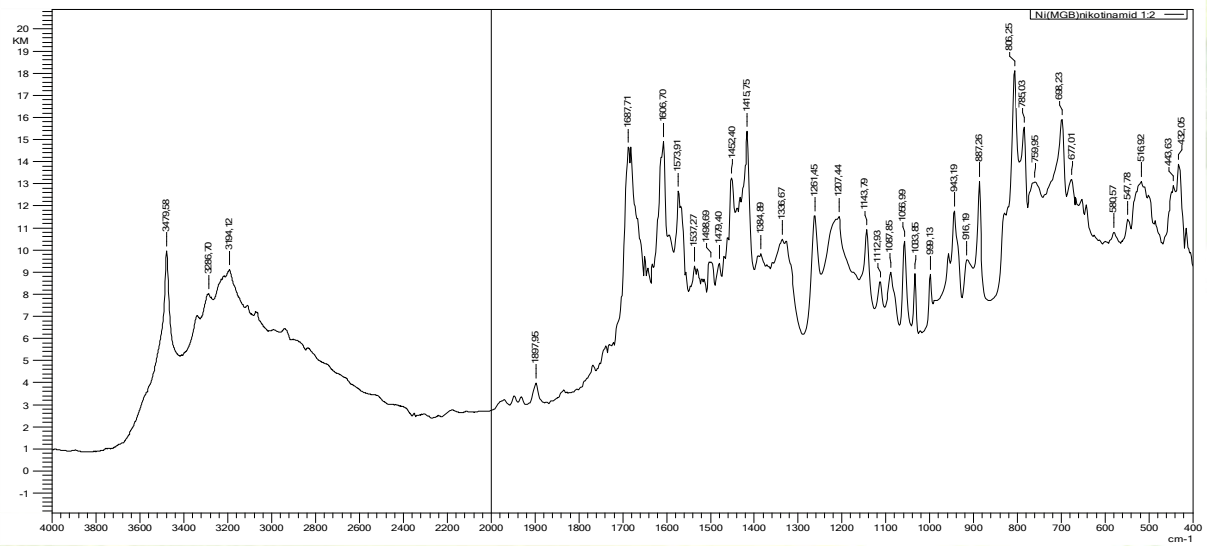


1-rasm. Nikotinamidning IQ spektri



2-rasm. M-gidroksobenzoy kislotasining IQ spektri

ISSN 3030-3907



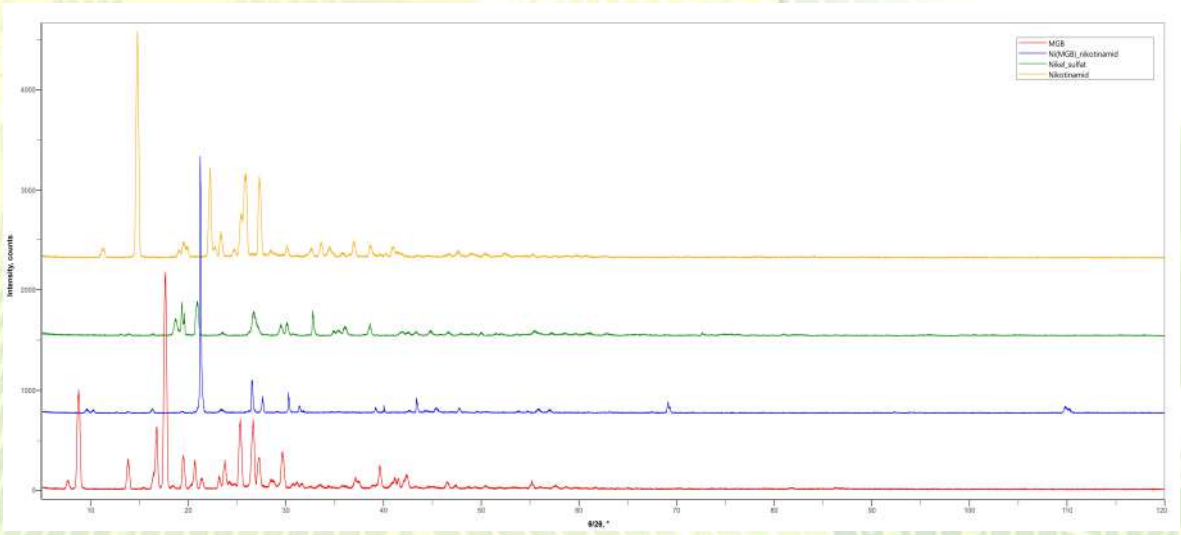
3-rasm. $[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$ kompleks birikmasining IQ spektri

Karboksil guruhining ν(C–O) tebranishlari **$[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$ kompleksida** 1650–1680 cm^{-1} ga teng. Kompleks birikmada ν(C–O) chizig‘i pastroqqa siljigan yoki shakli o‘zgargan. Bu o‘zgarish metal bilan koordinatsiya natijasida karboksil guruh tebranish chastotalarida farq bo‘lishidan dalolat beradi. Gidroksil guruhining (O–H) tebranish chastotasi odatda 3200–3500 cm^{-1} oralig‘ida keng sohada bo‘ladi. Kompleksda bu bu sohada kuchsiz siljish kuzatilgan bo’lib, bu ligand ta’siri bo‘lishi mumkin. Nikotinamidda piridin azotining metalga koordinatsiyasi bo‘lsa, bu ν(C=N) yoki ν(C–N) chiziqlarida o‘zgarish beradi. 1-rasm bilan 3-rasmni solishtirganda, nikotinamidga xos tebranishlar joylashuvi o‘zgargan, bu esa metal bilan koordinatsiyaga kirishganini ko‘rsatadi. 450–600 cm^{-1} oralig‘ida yangi cho’qqilar paydo bo‘lgan — bu Ni–O yoki Ni–N bog‘lariga mos keladi. Bunday cho’qqilar oddiy ligandlarda bo‘lmaydi, bu esa kompleks hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

UB-spektroskopiyasi — bu kompleks birikmalarning elektron tuzilmasi va ligandlar bilan o‘zaro ta’sirini o‘rganishda samarali usuldir. Bu metod yordamida kompleksning hosil bo‘lganini, ligandlarning o‘zgarishi hamda d-d va zaryad o‘tishlariga asoslangan spektral siljishlar aniqlanishi mumkin. Kompleks birikmalarning ultrabinafsha (UV) spektrlari Shimadzu UV-1900 rusumli spektrofotometr yordamida o‘rganildi. Ushbu asbob Shimadzu korporatsiyasi (Yaponiya) tomonidan ishlab chiqarilgan bo‘lib, 190–1100 nm oralig‘idagi to‘lqin uzunliklarida yutilish spektrlari aniqlash imkonini beradi. Nikotinamid, Ni(II) metagidroksibenzoat va ularning asosida olingan [Ni(MGBK)(nikotinamid)] kompleks birikmasining ultrabinafsha (UB) spektrlari taqqoslab tahlil qilindi. Nikotinamidning UB spektrida 212,0 nm va 232,0 nm da so‘rilish cho‘qqilari kuzatildi. Bu cho‘qqilar molekuladagi π→π* va n→π* o‘tishlarga mos keladi, ular odatda aromatik halqali strukturali organik birikmalar uchun xosdir. Ni(II)

ISSN 3030-3907

metagidroksibenzoat (MGBK) spektrida 200,0 nm va 280,0 nm atrofida intensiv yutilish cho‘qqilari aniqlangan bo‘lib, ular ligandning organik qismiga va ehtimol metall markaz atrofida yuz beruvchi d→d tipidagi o‘tishlarga taalluqlidir. Kompleks birikmaning spektrida esa 205,0 nm, 224,0 nm, 242,0 nm va 288,0 nm da joylashgan bir nechta so‘rilish cho‘qqilari kuzatildi. Bu cho‘qqilar erkin ligand va metal-organik komponentga nisbatan spektral siljishlar sodir bo‘lganini ko‘rsatadi. Xususan, nikotinamidning 212,0 nm va 232,0 nm cho‘qqilari mos ravishda 205,0 nm va 224,0 nm ga siljigan. Shuningdek, ni (II) benzoatidagi 285,0 nm cho‘qqisi 280,0 nm da qayd etilgan. Yutilish to‘lqin uzunliklarining siljishi, yangi cho‘qqilarning paydo bo‘lishi va spektr shaklining o‘zgarishi nikotinamid va metagidroksibenzoat ligandlari metall ion (Ni^{2+}) bilan kompleks hosil qilganini tasdiqlaydi. Bu o‘zgarishlar ligandlar va metall ion o‘rtasida elektron zichlikning qayta taqsimlanishi, koordinatsion bog‘lanish yuzaga kelganini ko‘rsatadi. **Rentgenofazaviy tahlil** (RFT) kompleks birikmalar tarkibini aniqlashda juda muhim va kuchli vosita hisoblanadi. 4-rasmda nikotinamid (1), ni (II) sulfat (2) va ular asosida olingan kompleks birikmaning (3) rentgenogrammalari va meta gidroksibenzoati (4) (rentgenogrammalari) keltirilgan.



4-rasm. Nikotinamid (1), Ni sulfat (2) va ular asosida olingan kompleks birikmaning (3) rentgenogrammalari va meta gidroksibenzoati (4)

Kompleks birikmaning rentgenogrammasi dastlabki moddalarning (Nikotinamid va metagidroksibenzoy kislota) rentgenogrammasidan farq qiladi. Yangi cho‘qqilarning paydo bo‘lishi va avvalgi cho‘qqilarning yo‘qolishi yangi kristall faza shakllanganligini ko‘rsatadi. Bu esa kompleks birikma sintez qilinganligini rentgenofazaviy tahlil orqali tasdiqlaydi (2-jadval). Rentgenogramma tahlili va faza shakllanishiga ko‘ra, nikotinamid rentgenogrammasida o’rtacha intensivlikda, lekin o‘ziga xos cho‘qqilar mavjud (20°–30°oralig‘ida). Kristallik darajasi yuqori yoki o‘rta cho‘qqilar metagidroksibenzoy kislota bilan mos kelmaydi. Kompleks

ISSN 3030-3907

birikmada esa yangi cho‘qqilar paydo bo‘lgan (masalan, ~22°, ~26°,~28 °). Ba’zi cho‘qqilar yo‘qolgan yoki siljigan. Dastlabki moddalarning oddiy yig‘indisi emas, bu esa yangi kristall faza shakllanganini bildiradi.

2-jadval

Kompleks birikma sintez qilinganligining rentgenofazaviy tahlil

Tahlil qilinayotgan modda	Kristallik holati	Fazaviy o‘zgarishlar va natija
Nikotinamid	O’rta kristallik	Baland va o’xshash cho‘qqilar
Ni sulfat	Faqat yashil spektrda mavjud	Kamroq cho‘qqi, ba’zi joylarda kuchli
M-gidroksibenzoy kislota	Yuqori kristallik	Aniq va baland cho‘qqilar
Kompleks birikma	Yangi faza (kompleks birikma)	Kompleksda yangi va eng baland cho‘qqi boshqa joylarda mavjud emas

XULOSA

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, nikotinamid va ni(II) ionlari bilan muvaffaqiyatli kompleks hosil qilishi va bu komplekslar oktaedrik tuzilishga ega ekani aniqlandi. Nikotinamid eng kuchli ligand bo‘lib, u orqali hosil bo‘lgan nikel (II) komplekslarining barqarorligi yuqori, koordinatsion maydoni kuchli, va spektroskopik o‘zgarishlari aniqlandi. Har bir kompleks uchun olingan infraqizil (IQ) spektrlari asosida ligandlarning koordinatsion xatti-harakatlari va struktura xususiyatlari chuqur tahlil qilindi. Uchala kompleks IQ spektral tahliliga ko‘ra salitsilat anionlari asosan karboksil guruhining kislorodi orqali koordinatsiyalangan. Rentgenogramma taqqoslash va faza shakllanishining tahliliga ko‘ra, nikel sulfat past intensivlikdagi va kamroq sonli cho‘qqilarni hosil qilgan. Kristallik darajasi pastroq. Cho‘qqilar nikotinamid va m-gidroksibenzoy kislotanikidan ancha farq qiladi va bu ularning o‘ziga xosligini ko‘rsatadi. Yangi **$[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$** kompleks birikmaning rengenogrammasida yangi cho‘qqilar mavjud. Ba’zi cho‘qqilar yo‘qolgan yoki o‘zgargan, ba'zilari esa ko‘chgan. Bu yangi kristall faza hosil bo‘lganini bildiradi. Kompleks birikma boshqa ikkala moddaning rentgenogrammasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri mos kelmaydi, bu birikma oddiy aralashma emas, balki haqiqiy kompleks ekanini isbotlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Beppu, M., et al. (2019). *Drug delivery using phenolic acid–based polymeric carriers.* Biomaterials Science, 7(9), 3697–3705. DOI: 10.1039/C9BM00540D

ISSN 3030-3907

2. Salgado, H.R.N., et al. (2020). *Hydroxybenzoic acids as potential antimicrobial and anti-inflammatory agents: Mechanisms and applications.* Journal of Pharmacy and Pharmacology, 72(6), 773–790. DOI: 10.1111/jphp.13215
3. Karakaya, S., & El, S.N. (2018). *Phenolic Acid Derivatives Used in Food and Medicine: A Review.* Trends in Food Science & Technology, 85, 64–72. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.02.001
4. Migwi, F.K., Nyamato, G.S., Ojwach, S.O., & Darkwa, J. (2025). *A review of the recent coordination chemistry and catalytic applications of pyrazole and pyrazolyl transition metal complexes*. Coordination Chemistry Reviews, 450, 214–256. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010854525009439
5. Myint Myint Soe, Wut Hmone Win, Win Kyaw, May Thida Win. Characterization of Nickel Sodium Sulphate Hexahydrate (NSSH) Crystal // Journal of the Myanmar Academy of Arts and Science. – 2018. – Vol. XVI. – No. 2.
6. Theivanayagom, M. & Mahadevan, C. (2001). Lattice variation and thermal parameters of NixMg1–xSO4.7H2O single crystals. Bulletins Materials Science, 24(5), 441-444.
7. Nikovskii, I.A., Safiullina, E.S., & Nelyubina, Y.V. (2025). *Synthesis of Nickel(II) Complexes with 2,6-Dichlorophenyl-Substituted Pyridylpyrazole*. Russian Journal of Coordination Chemistry, 51(5), 95–103. https://link.springer.com/article/10.1134/S1070328424601511
8. Pessoa, G.S., et al. (2020). *Dithiocarbazate ligand-based Ni(II) complexes: synthesis and biological activity*. Molecules, 25(16), 3516. https://www.mdpi.com/1420-3049/25/16/3516
9. Osman, U.M., et al. (2020). *Thiosemicarbazide ligand complexes of Ni(II): XRD and spectroscopic studies*. Journal of Molecular Structure, 1215, 128–135. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002228602031317X
10. Chem. Lett. (2023). *Cationic nickel(II) complexes bearing a phenalenyl-based tridentate ligand*. Chemistry Letters, 52(7), 1458–1465. https://academic.oup.com/chemlett/article/doi/10.1093/chemle/upae251/7934133
11. Kadirov M.K. *Amid asosidagi koordinatsion komplekslar kimyosi*. — Toshkent, 2017.

ISSN 3030-3907