KETOALDEGID AROILGIDRAZONLARI ASOSIDA 3d-METALLARINING KOMPLEKS BIRIKMALAR TUZILISHI

Amonov M.M.
Buxoro innovatsion ta'lim va tibbiyot universiteti
Adizova Sh.T.
Buxoro innovatsion ta'lim va tibbiyot universiteti
To'xtayev S.A.
Buxoro innovatsion ta'lim va tibbiyot universiteti

Annotatsiya. Maqolada ketoal'degidlarning atsildigidrazidlar bilan kondensatlanishi hosil bo'lgan organik ligandlar va 3d-metall ionlari bilan kompleks birikmalari o'rganilgan. Ilmiy tadqiqotda komplekslarining tuzilishi, spektroskopik xossalari va biologik faolligi tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: Ketoal'degidlar,kordinatsion markaz, ichki sfera, spektr,molekulalararo bog',ligant, katalizator.

Аннотация. В статье изучена конденсация кетоальдегидов с ацилидразидами, приводящая к образованию органических лигандов, а также их комплексные соединения с ионами 3d-металлов. В научном исследовании проанализированы структура комплексов, их спектроскопические свойства и биологическая активность.

Ключевые слова: Кетоальдегиды, координационный центр, внутренняя сфера, спектр, межмолекулярная связь, лиганд, катализатор.

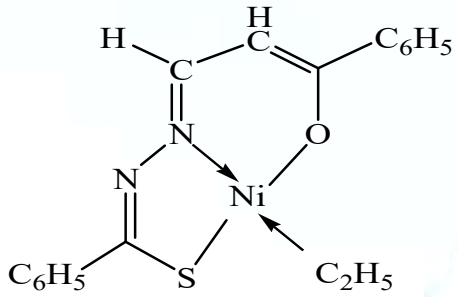
Abstract. The article studies the condensation of ketoaldehydes with acylhydrazides, resulting in the formation of organic ligands and their complex compounds with 3d-metal ions. The scientific research analyzes the structure of the complexes, their spectroscopic properties, and biological activity.

Key words: Ketoaldehydes, coordination center, inner sphere, spectrum, intermolecular bond, ligand, catalyst.

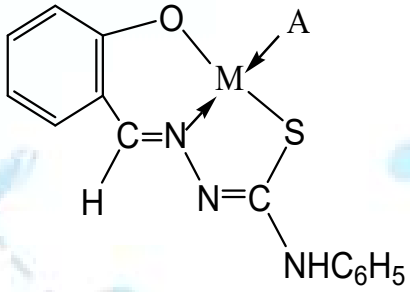
KIRISH. Bugungi kunda sintetik koordinatsion birikmalar kimyosining jadal rivojlanishiga polidentatli va ko 'pfunktsional organik ligandlar hamda ularning kompleks birikmalari katta hissasini qo'shmoqda. Ketoal'degidlar va ketoefirlar asosida olinadigan organik ligandlar shular jumlasidandir. Olib borilgan izlanishlar natijasida β-ketoal'degidlarning atsildigidrazidlar bilan kondensatlanishidan tri- va geksadentatli organik ligandlar olishga muvaffaq bo 'lingan. Bunday ligandlar eritmalarda gidrazon, engidrazin va 5-gidroksi-pirazolin tautomer aralashmalar shaklida uchrashi aniqlangan [1-2].

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR. Bu ligandlarning oraliq metallar ionlari bilan hosil qilingan biyadroli kompleks birikmalari sintez qilingan va ular tuzilishi spektroskopik va RSA usullarida o 'rganilgan.

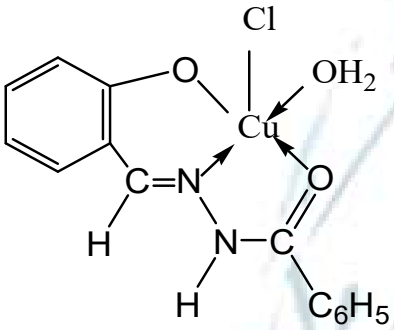
ISSN 3030-3907



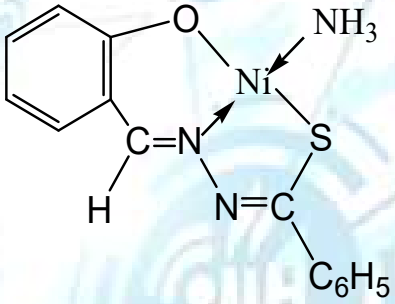
I



II



III



IV

Benzoilsirka al’degidi tiobenzoilgidrazoni (I), salitsil al’degidi 4-feniltiosemikarbazoni(II) va benzoilgidrazoni(III) kabi ligandlarning nikel(II) va mis(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleks birikmalari biofaolligi etazol bilan solishtirilganda ayrim grammusbat mikroorganizmlarga nisbatan turlicha faollikni namoyon qiladi, ammo barcha grammanfiy bakteriyalarga qarshi ta’siri etazoldan farqli ravishda 2–4 marta юqori faollikni ko ‘rsatdi. Salitsil al’degidi tiobenzoilgidrazoni asosida olingan nikel(II) kompleksining (IV) ayrim biofaollik xossalari tetratsiklindan yuqori ekanligi aniqlandi.

Ayni bir paytda ikki metall kationi bilan koordinatsion bog ‘lanib, qo‘sh yadroli kompleks birikmalar hosil qiladigan ligandlar katta ahamiyatga ega. Chunki ularning paramagnit ionlar bilan hosil qilgan gomobiyadroli kompleks birikmalarining magnit va elektrokimyoviy xossalarini o ‘rganish koordinatsion markazlar orasidagi o ‘zaro elektron ta’sirlashuv tabiatini o ‘rganish uchun katta imkoniyat yaratadi. Ularning bir qator oraliq 3d-metallar bilan kompleks birikmalari olingan, tuzilishi, tarkibi va xossalari o ‘rganilgan.

Asetilgidrazin hosilalari masalan, sianatsetilgidrazin kompleks birikmalar sintezi jarayonida hosil bo ‘lish sharoitiga bog ‘liq ravishda ichki sferada ikki xil tautomer holda ishtirok etadi. Salitsil al’degidining sianatsetilgidrazoni asosida yangi ligand bilan kompleks hosil qilishi olimlarda katta qiziqish uyg‘otdi. [7] ishda salitsilal’degining gidrazoni Cu(II), Co(II) va Ni(II) bilan kompleks birikmalari sintezi va xossalari muhokama qilingan. Salitsil al’degidi sianatsetilgidrazoni dastlabki ikki moddaning kondensatlanishi bilan olinadi.

ISSN 3030-3907

Olingan $M(H_2L)X_2 \cdot nH_2O$, $M(H_2L)_2X_2 \cdot nH_2O$ kompleks birikmalarning IQ spektrlari erkin holdagi H_2L ligandining elektroni bilan solishtirilganda shu narsa aniqlandiki, organik ligand molekulasi markaziy ion bilan karbonil va gidroksil guruhlari kislorod atomlari hamda azometin guruhining azot atomi yordamida tridentant-halqali bog ‘ hosil qilgan. Mis, nikel atomlarining Sulfatli va nitratli kompleks birikmalarining IQ spektrlari tahlil qilinganda kislota qoldig ‘i anionlari-ning faqat tashqi sferada joylashganligi isbotlangan. Kompleks birikmalarning magnit xossalari o‘rganilganda $Ni(H_2L)X_2 \cdot nH_2O$ kompleksi diamagnit, $Cu(H_2L)X_2 \cdot nH_2O$ kompleksi paramagnit ($\mu_{eff.}$=1,8-2,4 B.M.) zarracha ekanligi aniqlandi. Haqiqatdan ham ularning suvli eritmalaridagi molyar elektr o ‘tkazuvchanligini tekshirilganda 1:2 nisbatdagi uchta ioni bor elektrolit ekanligi qayd etildi.

Spektral tadqiqotlar va termogravimetrik tahlil natijalari hamda olingan kompleks birikmalarning tarkibiga ko ‘ra kobalt(II) va nikel(II) ionlarining $M(H_2L)_2X_2 \cdot nH_2O$ komplekslari oktaedrik, biroq $[M(H_2L)(H_2O)]X_2 \cdot nH_2O$ (M=Cu, Ni) birikmalari tekis-kvadrat tuzilishi bilan farqlanadi. Mis(II) va nikel(II) tuzlari bilan salitsilal’degidi tsianatsetilgidrazoni kuchsiz ishqoriy muhitda reaktsiyaga kirishsa, qizg ‘ish-jigar rangli $NiL(NH_3) \cdot nH_2O$ va yashil rangli $CuL \cdot 3H_2O$ kompleks birikmalari ajratib olindi. Bu kompleks birikmalar suvda va oddiy organik erituvchilarda erimaydi. Yangi moddaning IQ spektrlari tahlil etildi, effektiv magnit moment qiymatlari mis(II) ioni uchun, ya’ni uning kompleksi uchun (μ_{ef} =1,87 B.M.) Ni(II) kompleksi uchun 0 ga teng ekanligi isbotlandi.

Mono- va dikarbonil birikmalar atsil-, benzoil-, tenoil-, tioatsilgidrazonlari va semi-, tiosemikarbazonlari polidentatli organik ligandlar bo ‘lib, ular C=N–N gidrazon fragmentining ikkinchi azot atomidagi turli funktsional –CXR guruhlar bilan farqlanadi (X = O, S; R = AlK, Ar, NH_2 va hokazo). Ularda halqa chiziqli tautomeriya uchraydi. Ular gidrazin (I), engidrazin (II), azo (III), oksiazin (V) va tiodiazolin tatomer holatlarda bo ‘lishi mumkin. So ‘nggi yillarda ularning amaliy qo ‘llanilishiga bo ‘lgan qiziqish ortib borishining sababi shundaki, bu sinf organik birikmalar xar xil tautomer shaklda bo‘lgani uchun oraliq metallar bilan kompleks hosil qilish imkoniyati keskin ortadi. Ular orasida ketoefirlarning asilgidrazidlar va digidrazidlari asosida olingan ligandlar paramagnit ionlar bilan hosil qilgan mono va gomobiyadroli kompleks birikmalarining magnit va elektrokimyoviy xossalarini o‘rganish koordinatsion markazlar orasidagi o‘zaro elektron ta’sirlashuv tabiatini o‘rganish uchun katta yo‘l ochadi.

Bu ishda asetosirka efirining kislotalar (asetil va benzoil) gidrazidlarining etanoldagi eritmalari o ‘zaro 2:1 nisbatda reaktsiyaga kirishishi natijasida tautomer jihatdan murakkab yangi ligandlar sintez qilindi va ularning tuzilishi o‘rganildi.

ISSN 3030-3907

Erituvchining tabiati va reaksion muhitning pH iga bog ‘liq holda bu ligandlar tautomer shakllarda bo ‘lishi mumkin.

Asetosirka efirinig asetilgidrazoni (H_2L^1) IQ spektrida 1645-1760, 1585-1620 sm^{-1} sohalaridagi signallar gidrazon fragmentining $\nu_{C=O}$) va $\nu_{CN} + \delta_{NH}$ valent tebranishlariga tegishli. Yuqori chastotali sohadagi (3210-3271 sm^{-1}) bir necha maksimumlardan iborat kengaygan yutilish chiziqlari amid qoldig ‘idagi (ν_{N-H}) bog‘larining tebranishlariga taalluqlidir. 1739-1749 sm^{-1} sohasidagi yutilish chizig‘i murakkab efiri karboniliga tegishlidir. IQ spektr natijalari qattiq holdagi ligandlarning asosan chiziqli gidrazon holatda bo‘lishi bilan birga ichki molekulyar vodorod bog ‘lari mavjudligini isbotladi.

Asetosirka efirinig benzoilgidrazoni (H_2L^1) IQ ham yuqorida aytganimizdek chiziqli gidrazon va engidrazin holatlarda bolishi mumkin. Tautomerlarning molyar ulushi erituvchi tabiatiga bog‘liq bo‘ladi.

Shu ligandlarning deyteriylangan xloroform eritmasidagi ^{1}H–YaMR spektrlarida amid qoldig‘idagi N–H guruhlar protonlarining kuchsiz maydondagi singlet signallari δ 9,43-9,48 m.h. hamda C_6H_4 fragmentining δ 6,85-7,31 m.h. maydondagi mul’tiplet signallari kuzatiladi. Murakkab efiri qoldig ‘dagi etil radikali protonlaridan intensivligi 2:3 bo ‘lgan triplet va kvadruplt signallari δ 1,02-2,70 m.h. oralig‘ida kuchli maydon sohasida qayd etildi. Bu natijalar ligandlarning chiziqli shaklda ekanligidan dalolat beradi. Agar halqali ligand bo‘lganda OH-guruhi signallari qayd qilinishi kerak edi.

IQ va ^{1}H–YaMR spektroskopiyasi ma’lumotlariga tayanib asetosirka efirinig asetil va benzoilgidrazonlari qattiq holatda gidrazon (a) eritmada esa gidrazon (a) va engidrazin (b) tautomer holatlarda ekanligi isbotlandi.

Sintez qilingan kompleks birikmalarning IQ spektrlari tahlil qilinganda, ular uchun quyidagi xarakteristik tebranish chastotalari kuzatildi: 1580-1610 sm^{-1} $\nu_{(N=C-C=N)}$ va 1630-1646 sm^{-1} $\nu_{(N=C)}$, azometin guruh tebranish chastotasi erkin ligand IQ spektridagi ayni yutilish chizig ‘i shu tebranish chastotasi bilan solishtirilganda bu valent tebranish chastotasi 10-15 sm^{-1} quyi chastotali sohaga siljiganini aniqladik.

Spektrdagi yakka holda ajralib turgan 1545 sm^{-1} sohadagi valent tebranishi N=C-O^- fragmentining xarakteristik chastotasiga mos keladi. 1040-1050 sm^{-1} sohadagi kuchsiz intensivlikdagi yutilish $\nu_{(N-N)}$ bog ‘iga ruzatilmaydi, ligand spektri bilan taqqoslanganda bu signallar 3210-3271 sm^{-1} yuqori chastotali sohada uchragan edi.

Salisil aldegidi asosida olingan komplekslar IQ spektrni 1410-1605 sm^{-1} sohalarida qayd qilingan o‘rtacha va kuchli intensivlikka ega tebranish chastotalari liganddagi formal jihatdan oddiy va qo ‘shbog ‘ hisoblangan C=N, C=N–N–C, N=C–O^- fragmentlarining valent, deformatsion va valent-deformatsion yutilish

ISSN 3030-3907

chiziqlari uchrasa bu komplekslarda esa umuman boshqacha tuzilish ekanligini ko‘rsatadi. IQ spektrdagi $\nu_{(C=N)}$ valent tebranish chastotasi 1607 sm^{-1} sohada kuzatilib, erkin ligandning IQ spektridagi $\nu_{(C=N)}$ 1633 sm^{-1} chastotasiga nisbatan 26 sm^{-1} qiymaticha quyi chastotali sohaga siljigan. Bu o‘z navbatida ligandning markaziy aton bilan koordinatsion bog‘ hosil qilish jarayonida murakkab efir qoldig‘i qismidagi ikkita kislorod anionlaridan tashqari azometin guruhi azot atomi bilan koordinatsion bog‘ hosmil qilganini isbotlaydi.

IQ spektroskopiyasi ma’lumotlariga tayanib asetosirka efirinig asetil va benzoilgidrazonlarining mis(II) komplekslari N_2O_2 koordinasion qurshovli teks-kvadrat tuzilishli (b) ekanligi isbotlandi.

Ularning EPR spektrlarining shakli diqqat bilan tahlil qilinsa, uning spin qiymati I_{Cu} = 3/2 bo ‘lgan ^{63}Cu va ^{65}Cu yadrolarining superpozitsiyasidan iborat bo‘lib, mis(II) ionining koordinatsion qurshovi trans-N_2O_2 konfiguratsiyadan iborat.

Kompleksining izotrop EPR spektrida O‘NS ga taalluqli to‘rtta liniyalar qayd qilingan bo‘lsa ham buning shakli va SG parametrlari (g=2,112, a_{Cu}=0,00467 sm^{-1}) CuL^1_2 va CuL^2_2 komplekslari uchun xona haroratida olingan EPR spektrining parametrlaridan deyarli farq qilmaydi.

HL^2 ligandi asosida olingan CuL^2_2 kompleks birikmasi azot atomiga qo‘shni o ‘rinbosarlar bo‘lmasligi koordinatsion qurshovni tetraedrik shaklga o‘tishiga olib kelmaydi. EPR spektri prametrlari: g-faktor qiymatining ortishi va O‘NS konstantasining ikki martaga kamayishi o‘z navbatida metallligand bog ‘ining kovalentlik darajasini (α^2=-0,62) ortishi bilan ham belgilanadi . Ilgari olib borilgan ilmiy izlanishlardan ma’lumki, oraliq metallarning kompleks birikmalaridagi izotrop O‘NS faqatgina paramagnit markaziy ionning toq d-elektroni ta’sirida uning s-orbitali qutblanadi.

$$\varphi_{B1g} = \alpha dx^2 - y^2 - \frac{\alpha'(\delta_1 - \delta_2 + \delta_3 - \delta_4)}{2} \quad (6)$$

bunda α va α' - misning atom orbitalidagi (d_{x2-y2}) va ligand atomlaridagi (δ_i) koeffitsientlar. tenglamadagi koeffitsientining semantik ma’nosi uning kvadrati orqali ifodalash d_{x2-y2} orbitaldagi toq elektron zichligi ehtimolligini anglatadi. O‘z-o‘zidan tushunarliki, ligand atom orbitallaridagi toq elektronning delokallanish darajasini ko ‘rsatadi.

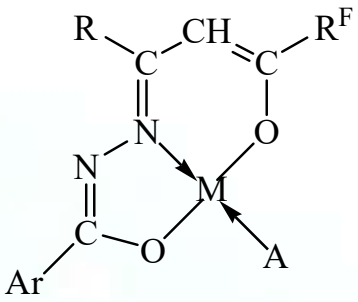
Asetosirka efirinig asetil va benzoilgidrazonlarining mis(II) komplekslari EPR spektri parametrlari ularning N_2O_2 koordinasion qurshovli tekis-kvadrat tuzilishli ekanligi isbotlandi. Bu fikrimizni IQ spektroskopiyasi ham tasdiqlab beradi.

ISSN 3030-3907

Hozirgi kunda tadqiqotchilar tomonidan tarkibida ftor saqlagan β-dikarbonil birikmalar va ularning hosilalariga alohida e'tibor qaratishmoqda, chunki bu xildagi birikmalarning amalda qo'llanishi ularning muhim xossalari bilan belgilanadi. Ftortutgan β-diketonlar hosilalarining kompleks birikmalari yuqori uchuvchanlikka ega, chunki ftor atomi kristall panjaraning zichligini kamaytiradi va molekulalararo bog'larni zaiflashtiradi. Bunday kompleks birikmalar katalizator sifatida muhim xossalarni namoyon qilib, kimyo sanoati tarmoqlarida keng qo'llaniladi. Koordinasion birikmalar ba'zi noorganik va organik birikmalarni faollashtirish xossasiga ega. Bu katalizatorlar yaxshi eruvchanligi sababli reaktsiyaga kirishadigan moddalar bilan bir fazada bo'lib, gomogen kataliz natijasida reaktsiya ancha yumshoq sharoitda olib boriladi.

Shularni inobatga olib, ftortutgan β-diketonlar hosilalari asosida 3d-metallar bilan olingan kompleks birikmalarining kimyoviy reaktsiyalardagi katalitik xossalari o'rganildi. Karbon kislotalar nitrillariga bo'lgan e'tibor ularning yuqori reaktsion qobiliyati, turli kimyoviy o'zgarishlar natijasida yangi turkum organik moddalar sinteziga imkon yaratishi bilan belgilanadi. Ko'pgina nitrillar orasida polixloralmashingan karbon kislota hosilalaridan birinchi navbatda α–holatida xlor atomi tutgan birikmalari muhim ahamiyat kasb etadi. Molekula tarkibidagi bunday guruhlar bir-biriga ta'sir etib, ularning biologik faolligini oshiradi, boshqa tomondan ular asosida tarkibida xlor atomi tutgan chiziqli va geterotsiklik birikmalar yangi sinflarini sinteziga imkon yaratadi.

Ana shunday reaktsiyalardan bir turkumi poligalogenidli nitrillarning to'yinmagan dienlar bilan o'zaro birikish reaktsiyalaridir. Bu xildagi birikish reaktsiyalarida an'anaviy ravishda mis(I) xloridi katalizator sifatida ishlatiladi. Ammo bu katalizatorning qo'llanishi ayrim salbiy oqibatlarga ham olib keladi: reaktsiya natijasida qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'ladi, dastlabki reagentlarning bir qismi smolaga aylanadi, erituvchi bilan dienlar o'zaro reaktsiyaga kirishadi. Chunki bu reaktsiyalar yuqori haroratlarda olib boriladi va erituvchi sifatida karbon kislotalar yoki spirtlarning nitrillari ishlatiladi. Shuning uchun ushbu birikish reaktsiyalarida katalizator sifatida ftorlangan β-dikarbonil birikmalar va ketoaldegidlarning atsil- va tioatsilgidrazonlari asosida olingan Ni(II), Cu(II) va Zn(II) ionlarining kompeks birikmalaridan olingan:



ISSN 3030-3907

M = Ni(II), Zn(II), Cu(II);R^F = CF_3, C_2F_5, C_3F_7; A = NH_3, Pipe, Py.
R=H, CH_3, C_6H_4-4X (X=H, CH_3, CH_3O, Cl, Br, NO_2);

Bu katalizatorlar dixlorsirkakislota nitrili N≡$CCHCl_2$ (1), trixlorsirkakislota nitrili N≡$CCCl_3$ (2), 2,2-dixlorpropion kislota nitrili N≡$CC(CH_3)Cl_2$ dixlormalon kislota dinitrili (3), $(N≡C)_2CCl_2$ (4), dixlortsiankislota N≡$CC(Cl)_2COOCH_3$ (5) metil- va etil efirlari N≡$CC(Cl)_2COOC_2H_5$ (6) bilan butadien-1,3, izopren, pentadien-1,3 va α,β-to ‘yinmagan karbonil birikmalarning birikish reaktsiyalarida sinab ko‘rildi. Bu reaktsiyalar natijasida dien birikmalariga 1,4-birikish mahsulotlari olindi. Reaktsiyalar inert atmosfera muhitida yoki kavsharlangan shisha idishlarda olib borildi. Reaktsiyada nitril bilan dien o ‘zaro 1,5:1 nisbatda olib borildi. Reaktsiya jarayoni gaz-suyuqlik xromatografiyasi yordamida nazorat qilindi va har 10 minutda reaktsion aralashma tarkibi tekshirilib turildi.

Birikish reaktsiyalarida faqatgina ftorli β-dikarbonil birikmalar va ketoal-degidlarning atsilgidrazonlari asosida olingan Cu(II) ioni kompleks birikmalari CuL·A (L–ikki karra deprotonlangan ligand qoldig‘i, A–NH_3, Pipe, Py va $BuNH_2$ kabi monodentatli donor asoslar) yuqori faollikka ega katalizator xossalarini ko ‘rsatdi va katalitik xossa donor asos molekulalari tabiati bilan uzviy bog ‘liq ekanligi ham isbotlandi. Piridin, piperidin va izobutilamin kabi donor molekulalari tutgan kompleks birikmalarning katalitik xossalari $CuCl_2$ darajasida ekanligi aniqlandi. CuL·Pipe, CuL·Py katalizatorlari qo‘llanilganda, reaksion aralashma 100 minut davomida qaynatilishi dastlabki reagentlarning asosiy miqdori smola-lanish mahsulotiga aylandi. Bizning fikrimizcha, dien uglevodorodlarining poli-merlanishi jarayonida bu komplekslar ingibitorlik xossalarini namoyon qilmaydi va xosil bo ‘lgan adduktlar parchalanib ketadi.

Tarkibida ammiak molekulasi tutgan kompleks birikmalar (CuL·NH_3) katalizator sifatida qo‘llanilganda eng yaxshi natijalar olindi va ularning samaradorligi yuqori ekanligi tajriba davomida isbotlandi. Bu jarayonda reaksiya-ning asosiy mahsuloti sifatida tajribadan olinishi kutilgan dien bilan nitrillarning konversiyasi birikmalari olindi. Reaktsiya natijalariga ko ‘ra, olingan dastlabki dien uglevodorod qo‘shimcha polimerlanish o‘rniga, asosan poligalogen-nitril bilan o‘zaro dimerlanadi. Kompleks birikmalar koordinatsion qurshovi trans-N_2O_2 bo‘lgan tekis-kvadrat geometrik tuzilishga ega. Mis(II) kompleks birikmalari (CuL·NH_3) katalizator sifatida qo‘llanilganda, ularning kontsentratsiyasi 0,5 mol % miqdorigacha kamaytirildi va reaksiya past haroratda (50-60°C) olib borildi. Buning natijasida dastlabki mahsulotlar to‘liq birikish reaktsiyalariga kirishdi va sintez qilinishi rejalashtirilgan reaktsiya mahsuloti unumdorligi 75-95 % oralig‘ida bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Ushbu tadqiqotda ketoal'degidaroilgidrazonlarning 3 hosil bo‘luvchi d-metal kompleks birikmalari o‘rganildi. Sintez qilingan ligandlar turli tautomer shakllarda mavjud bo ‘lishi aniqlanib, nikel (II) va mis (II) ionlari bilan hosil qilgan komplekslari fizik-kimyoviy va spektroskopik vositalar yordamida tadqiq qilindi. Ftorli β-dikarbonil birikmalar va ketoaldegidlarning atsilgidrazonlari asosida olingan Cu(II) ioni kompleks birikmalari yuqori faollikka ega katalizator xossalarini namoyon qilishi aniqlandi. Tarkibida ammiak molekulasi tutgan kompleks birikmalar ($CuL \cdot NH_3$) katalizator sifatida qo‘llanilganda eng yaxshi natijalar olindi va ularning samaradorligi yuqori ekanligi tajriba natijasida isbotlandi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Турсунов М.А., Севинчова Д.Н., Остонова Н. Синтез и исследование этилового эфира пара-диметиламинобензоилгидразона 2,4-диоксопентановой кислоты. Universum: химия и биология: электрон. Научн. Журн.- 2022.- №7 (97).- С. 26-30.

2. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производны-ми кетоальдегидов и кетоэфиров.– Ташкент.– Нишон-ношир.– 2016.– 350 с.

3. Турсунов М.А. Комплексы некоторых 3d-металлов на основе производных кетоальдегидов и кетоэфиров, их строение и свойства. Дис… PhD по специальности 02.00.01. – Неорганическая химия. – Бухара. – БухГУ. – 2019. – 120 с.

4. Tursunov M. A., Avezov K. G., Umarov B. B. and Parpiev N. A. 1H NMR Spectra and Crystal Structure of the Nickel(II) Complex with Ethyl 5,5-Dimethyl-2,4-Dioxohexanoate Aroylhydrazones // Russian J. of Coord. Chem. – 2017. – Vol. 43. – No 4. P. 93 – 96.

5. Турсунов М. А., Умаров Б. Б., Авезов К. Г. Комплексы меди(II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты // Развитие науки и технологий. Научно-технический журнал. –2018. – №2. – С.71 – 75.

6. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Авезов К.Г. Синтез и кристаллическая структура комплексов никеля(II) и цинка(II) с производными бензоилуксус-ного альдегида // Моск. Ун-та. Сер. 2. Химия. – Москва. – 2019. – Т. 60. – № 3. – С. 184 – 189.

7. Турсунов М.А., Умаров Б.Б., Авезов К.Г. Комплексы никеля(II) и цинка(II) с производными бензоилуксусного альдегида // Коорд. химия.- Москва.- 2019.- Т. 45.- № 7.- С. 399-403.

8. Amonov M.M., Adizova Sh.T.,To‘xtayev S.A. ,4-dimetil-3-oksopentanalning aromatik karbon kislota gidrazonlari Qo’qon DPI ilmiy xabarlar 2025yil №2 45-51b

ISSN 3030-3907

9. Mardonov S.Y., Tursunov M.A. Regional focus and tautomericity in the series of aroilhydrasones of β-dikarbonyl compounds. Jurnal of Rharmaceutical Results. Volume 13. Special Issue 6. 2022. pp. 279-287.

10. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров. – Ташкент. - Нишон ношир.- 2016. -350 с.

ISSN 3030-3907