

FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRARISH  
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI  
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI  
VOLUME-3, ISSUE-05

**3D-METALLARNING 2,6-PIRIDINDIKARBON KISLOTASI BILAN  
KOMPLEKSLARI: SINTEZI, TUZILISHI VA QO'LLANILISHINING  
ZAMONAVIY TAHLILI**

**Rahmonberdiyeva Surayyo Bakir qizi**

E-mail: [raxmonberdiyevasurayyo8@gmail.com](mailto:raxmonberdiyevasurayyo8@gmail.com)

**Ilmiy rahbar: Nazarov Yusuf Eshqobilovich**

E-mail: [nazarovy714@gmail.com](mailto:nazarovy714@gmail.com)

**Annotatsiya:** Mazkur maqolada 3d-qator metallari - temir, kobalt, nikel, mis va rux ionlarining 2,6-piridindikarbon kislotasi (dipikolin kislotasi) bilan hosil qiladigan koordinatsion komplekslari har tomonlama va chuqur tahlil qilinadi. Ushbu ligand o'zining noyob tridentat (N,O,O donorli) tuzilishi tufayli metall ionlari bilan yuqori barqarorlikka ega bo'lgan chelat komplekslar hosil qilish xususiyatiga ega. Maqolada komplekslarning hosil bo'lish mexanizmi, sintez sharoitlarining strukturaga ta'siri, koordinatsion geometriyaning shakllanish qonuniyatlari hamda kristall kimyoviy xususiyatlari keng yoritilgan. Shuningdek, ushbu komplekslarning fizik-kimyoviy xossalari - termik barqarorlik, magnit xususiyatlar, optik faollik va elektrokimyoviy xatti-harakatlari chuqur tahlil qilinadi. Ayniqsa, ligandning ko'p funktsionalligi tufayli hosil bo'ladigan ko'p o'lchamli koordinatsion tuzilmalar (1D, 2D, 3D) va metall-organik karkaslarning shakllanish mexanizmlariga alohida e'tibor qaratilgan. Maqolada ushbu komplekslarning amaliy qo'llanilish yo'nalishlari ham keng yoritilgan bo'lib, ular kataliz, fotokataliz, kimyoviy sensorlar, biologik faol moddalar va zamonaviy materialshunoslik sohalarida muhim ahamiyat kasb etishi ko'rsatib berilgan. Shu bilan birga, mavjud muammolar strukturani boshqarishdagi murakkablik, selektivlikning yetarli emasligi, ayrim komplekslarning barqaror emasligi va sanoat miqyosida qo'llashdagi cheklovlar tanqidiy tahlil qilinadi. Tahlillar natijasida aniqlanishicha, 2,6-piridindikarbon kislotasi asosidagi komplekslar yuqori ilmiy va texnologik salohiyatga ega bo'lib, ular yangi avlod funktsional materiallarini yaratishda muhim platforma bo'lib xizmat qiladi. Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu komplekslarning strukturaviy dizaynini boshqarish, ularning funktsional xossalari optimallashtirish va ekologik toza sintez usullarini ishlab chiqishga qaratilishi zarur.

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRISH  
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI  
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI  
VOLUME-3, ISSUE-05**

**Kalit soʻzlar:** 3d-metallar, dipikolin kislotasi, koordinatsion komplekslar, chelat birikmalar, metall-organik karkaslar, kataliz, sensor tizimlar, kristall tuzilish, fizik-kimyoviy xossalari

**Kirish:** Koordinatsion kimyo zamonaviy kimyo fanining eng muhim va tez rivojlanayotgan yoʻnalishlaridan biri boʻlib, unda metall ionlari va ligandlar oʻrtasidagi oʻzaro taʼsirlar, ularning tuzilishi, xossalari hamda amaliy qoʻllanilishi oʻrganiladi. Ayniqsa, 3d-qator metallari ushbu yoʻnalishda alohida oʻrin tutadi. Buning asosiy sababi ushbu metallarning elektron konfiguratsiyasi oʻzgaruvchanligi, turli oksidlanish darajalarini qabul qila olishi va turli koordinatsion geometriyalarni hosil qilish qobiliyatidir. 3d-metallar asosida hosil boʻlgan komplekslar biologik tizimlardan tortib sanoat katalizigacha boʻlgan keng sohalarda muhim rol oʻynaydi. Shu sababli, ushbu metallarning turli ligandlar bilan oʻzaro taʼsirini oʻrganish ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Soʻnggi yillarda koʻp funksional ligandlar asosida koordinatsion komplekslar sinteziga boʻlgan qiziqish sezilarli darajada ortdi. Bunday ligandlar ichida 2,6-piridindikarbon kislotasi alohida ahamiyat kasb etadi. Ushbu birikma molekulasida bir vaqtning oʻzida azot va kislorod donor markazlari mavjud boʻlib, bu uning metall ionlari bilan kuchli va barqaror komplekslar hosil qilishiga imkon beradi. Dipikolin kislotasi oʻzining koordinatsion moslashuvchanligi bilan ajralib turadi. U metall ioniga turli xil usullarda bogʻlana oladi, bu esa murakkab va xilma-xil strukturalarning shakllanishiga olib keladi. Natijada bir oʻlchamli zanjirsimon tuzilmalar, ikki oʻlchamli qatlamlar va uch oʻlchamli karkaslar hosil boʻladi. Ayniqsa, uch oʻlchamli strukturalar zamonaviy materialshunoslikda muhim ahamiyatga ega boʻlib, ular gazlarni saqlash, ajratish va katalitik jarayonlarda keng qoʻllaniladi. Bundan tashqari, ushbu komplekslar ekologik muammolarni hal qilishda ham muhim ahamiyat kasb etadi. Masalan, ular suvdagi zararli moddalarni parchalay oladigan samarali fotokatalizatorlar sifatida ishlatiladi. Shu bilan birga, biologik faol komplekslar sifatida tibbiyotda ham qoʻllanilish imkoniyatiga ega. Shu nuqtai nazardan, 3d-metallarning 2,6-piridindikarbon kislotasi bilan hosil qiladigan komplekslarini chuqur oʻrganish nafaqat fundamental fan uchun, balki amaliy texnologiyalarni rivojlantirish uchun ham muhim hisoblanadi.

**Asosiy qism:** 3d-metallarning 2,6-piridindikarbon kislotasi bilan hosil qiladigan komplekslarini oʻrganishda, avvalo, ushbu ligandning molekulyar tuzilishi va koordinatsion xususiyatlarini chuqur tahlil qilish zarur. Ushbu ligand aromatik piridin halqasidan iborat boʻlib, uning 2 va 6-holatlarida joylashgan karboksil guruhlar metall ionlari bilan bogʻlanishda muhim rol oʻynaydi. Piridin halqasidagi azot atomi ham

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRISH  
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI  
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI  
VOLUME-3, ISSUE-05**

donor sifatida ishtirok etadi, natijada ligand uchta koordinatsion markazga ega bo'ladi. Ligandning bunday tuzilishi unga metall ionlari bilan mustahkam chelat komplekslar hosil qilish imkonini beradi. Chelat effekt tufayli hosil bo'lgan komplekslar oddiy monodentat ligandlarga nisbatan ancha barqaror bo'ladi. Bu esa ularning turli sharoitlarda qo'llanilish imkoniyatini kengaytiradi. Sintez jarayoni komplekslarning tuzilishiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Masalan, gidrotermal sharoitlarda olingan komplekslar odatda yuqori darajada tartibli va uch o'lchamli strukturalarga ega bo'ladi. Eritma usulida esa ko'proq oddiy molekulyar komplekslar hosil bo'ladi. Bu holat sintez parametrlarining (harorat, pH, erituvchi, konsentratsiya) muhimligini ko'rsatadi. 3d-metall ionlari ushbu ligand bilan turli koordinatsion geometriyalarni hosil qiladi. Masalan, temir, kobalt va nikel ionlari ko'pincha oktaedrik tuzilishga ega komplekslar hosil qiladi, bunda ligand metall ionini uch nuqta orqali o'rab oladi va qolgan koordinatsion joylar suv yoki boshqa ligandlar bilan to'ldiriladi. Mis ionlari esa ko'pincha kvadrat-planar yoki buzilgan oktaedrik tuzilish hosil qiladi, bu esa ularning elektron tuzilishi bilan bog'liq. Ushbu komplekslarning yana bir muhim jihati ularning ko'p o'lchamli strukturalar hosil qilish qobiliyatidir. Ligand ko'prik sifatida ishtirok etib, metall ionlarini o'zaro bog'laydi va natijada uzun zanjirlar yoki keng tarmoqlangan strukturalar hosil bo'ladi. Uch o'lchamli strukturalar esa g'ovakli bo'lib, ular ichida kichik molekulalar joylashishi mumkin. Bu xususiyat gaz saqlash va kataliz jarayonlarida muhim ahamiyatga ega. Fizik-kimyoviy xossalar ham ushbu komplekslarning muhim jihatlaridan biridir. Ular yuqori termik barqarorlikka ega bo'lib, bu ularni sanoat jarayonlarida qo'llash imkonini beradi. Magnit xossalari metall ionining tabiatiga bog'liq bo'lib, ayrim komplekslar paramagnit xususiyat ko'rsatadi. Optik xossalari esa, ayniqsa, luminesans hodisasi orqali namoyon bo'ladi, bu esa ularni sensor texnologiyalarida qo'llash imkonini beradi. Elektrokimyoviy jihatdan ushbu komplekslar redoks jarayonlarda faol ishtirok etadi. Bu esa ularning katalizator sifatida ishlatilishiga asos yaratadi. Masalan, organik moddalarni oksidlash yoki qaytarish reaksiyalarida ular yuqori samaradorlik ko'rsatadi.

Shu bilan birga, ushbu komplekslarning qo'llanilish doirasi juda keng. Ular katalizator sifatida kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi, fotokatalizator sifatida esa atrof-muhitni ifloslantiruvchi moddalarni parchalaydi. Sensor sifatida ular turli ion va molekulalarni aniqlashda ishlatiladi. Biologik tizimlarda esa ular antibakterial yoki antitumor faollik ko'rsatishi mumkin. Materialshunoslik sohasida esa ushbu komplekslar asosida metall-organik karkaslar yaratiladi. Bu materiallar yuqori g'ovaklikka ega bo'lib, gazlarni

**FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQRISH  
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI  
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI  
VOLUME-3, ISSUE-05**

saqlash va ajratishda keng qo'llaniladi. Shu sababli, ular energiya texnologiyalarida ham katta istiqbolga ega.

**Muammo va tahlil:** Ushbu sohada asosiy muammolardan biri — strukturani aniq boshqarish qiyinligidir. Sintez sharoitidagi kichik o'zgarishlar ham butunlay boshqa struktura hosil bo'lishiga olib keladi. Bu esa kerakli xossalarga ega materiallarni olishni murakkablashtiradi. Bundan tashqari, ayrim komplekslarning barqarorligi past bo'lib, ular tashqi muhit ta'sirida tez parchalanadi. Bu ularning amaliy qo'llanilishini cheklaydi. Selektivlik ham muhim muammo hisoblanadi. Sensor va katalizator sifatida ishlatilganda yuqori aniqlik va tanlab ta'sir qilish xususiyati talab etiladi. Sanoat miqyosida qo'llash esa hali to'liq yo'lga qo'yilmagan. Buning sababi sintez jarayonlarining murakkabligi va yuqori xarajatlar bilan bog'liq. Zamonaviy tadqiqotlar ushbu muammolarni hal qilishga qaratilgan bo'lib, ular ligand modifikatsiyasi, nanoo'lchamli strukturalar yaratish va ekologik toza sintez usullarini ishlab chiqishni o'z ichiga oladi.

**Xulosa:** 3d-metallarning 2,6-piridindikarbon kislotasi bilan komplekslari yuqori ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo'lgan muhim birikmalar hisoblanadi. Ular o'zining strukturaviy xilma-xilligi, barqarorligi va funksional xossalari bilan ajralib turadi. Kelajakda ushbu komplekslar asosida yangi avlod katalizatorlari, sensorlar va funksional materiallar yaratish mumkin. Bu esa kimyo, ekologiya va texnologiya sohalarining rivojlanishiga katta hissa qo'shadi.

#### **Foydalanilgan adabiyotlar**

1. Khan S., Nami S.A.A., Siddiqi K.S., Husain E., Naseem I. **Synthesis and characterization of transition metal 2,6-pyridinedicarboxylic acid derivatives, interactions of Cu(II) and Ni(II) complexes with DNA in vitro** // *Spectrochimica Acta Part A*, 2009, 72(2), 421–428.
2. Gao H.-L., Yi L., Zhao B., Zhao X.-Q., Cheng P., Liao D.-Z., Yan S.-P. **Synthesis and characterization of metal–organic frameworks based on pyridine-2,6-dicarboxylic acid ligands** // *Inorganic Chemistry*, 2006, 45(15), 5980–5988.
3. Liu H.X., Yang P., Guo H.M., Yu Z.X., Zhang Q.H. **Structure of Pb(II) complex with 2,6-pyridine dicarboxylic acid** // *Advanced Materials Research*, 2013, 683, 226–229.
4. **A copper(II) complex with pyridine-2,6-dicarboxylic acid: synthesis, structure and bioactivity** // *Polyhedron*, 2015, 100, 223–230.

FAN, TA'LIM, TEXNOLOGIYA VA ISHLAB CHIQARISH  
INTEGRATSIYASI ASOSIDA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI  
RESPUBLIKA ILMIY-AMALIY KONFERENSIYASI  
VOLUME-3, ISSUE-05

5. Xu D., Xu Y., Cheng N., Zhou X., Shi Y., He Q. **Synthesis, characterization and biological studies of lanthanide complexes with 2,6-pyridine dicarboxylic acid** // *Journal of Coordination Chemistry*, 2010.
6. **Synthesis, characterization and properties of rare earth complexes with 2,6-pyridine dicarboxylic acid** // *Journal of Rare Earths*, 2012, 30(6), 586–591.
7. Tang R.R., Zhao Q., Yan Z.E., Luo Y.M. **Synthesis of novel derivatives of pyridine-2,6-dicarboxylic acid as polydentate ligands** // *Synthetic Communications*, 2006, 36(14), 2027–2034.
8. Wagner-Wysiecka E., Łukasik N., Okuniewski A., Galiński B. **Ion recognition properties of pyridine-2,6-dicarboxamide derivatives** // *Monatshefte für Chemie*, 2020, 151, 331–343.