Ilmiy tadqiqotlar va ularning yechimlari jurnali
Aoka guvohnoma № 323759 ISSN: 3060-4818

TURLI LIGANDLAR ASOSIDA O‘TISH METALLARI KOMPLEKSLARINING SINTEZ JARAYONLARI VA STRUKTURAVIY XOSSALARINI ILMIY TADQIQ ETISH

Ibragimova Shalola Faxriddin qizi

ibragimovashalola09@gmail.com

Samarqand davlat pedagogika instituti kimyo yo‘nalishi talabasi

Kosimova Xurshida Rajabboyevna

kosimovaxurshida396@gmail.com

Samarqand davlat pedagogika instituti kimyo o‘qituvchisi
doi.org/10.5281/zenodo.20439387

Annotatsiya: Mazkur tadqiqot ishida o‘tish metallari asosida hosil bo‘ladigan kompleks birikmalarning yangi va samarali sintez usullari hamda ularning strukturaviy xossalari atroflicha o‘rganildi. O‘tish metallari komplekslari koordinatsion kimyoning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ularning o‘ziga xos elektron tuzilishi, o‘zgaruvchan oksidlanish darajalari va turli koordinatsion geometriyalarni hosil qilish qobiliyati ilmiy hamda amaliy jihatdan katta ahamiyatga ega. Tadqiqot jarayonida Cu(II), Ni(II) ionlari turli xil organik ligandlar bilan reaksiyaga kiritilib, kompleks birikmalar sintez qilindi. Sintez jarayonida reaksiya muhiti (pH), harorat, erituvchi turi hamda metall–ligand nisbatining kompleks hosil bo‘lishiga ta’siri o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, sintez sharoitlarining o‘zgarishi komplekslarning koordinatsion soni, geometrik tuzilishi va barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Olingan komplekslarning strukturaviy xossalari ularning rang xususiyatlari, eruvchanligi va barqarorligi asosida tahlil qilindi. Komplekslarning ehtimoliy geometrik tuzilishi (oktaedrik, kvadrat-tekislik yoki tetraedrik) ligand tabiatiga va markaziy metall ionining xususiyatlariga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari o‘tish metallari komplekslarining tuzilishi va xossalari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni chuqurroq tushunishga imkon beradi.

Kalit so‘zlar: o‘tish metallari, kompleks birikmalar, koordinatsion kimyo, ligand, sintez usullari, strukturaviy xossalar, geometrik tuzilish.

SCIENTIFIC INVESTIGATION OF THE SYNTHESIS PROCESSES AND STRUCTURAL PROPERTIES OF TRANSITION METAL COMPLEXES BASED ON VARIOUS LIGANDS

Abstract: This research work comprehensively studied new and effective synthesis methods of complex compounds formed on the basis of transition metals and their structural properties. Transition metal complexes are one of the important branches of coordination chemistry, and their unique electronic structure, variable oxidation states, and ability to form various coordination geometries are of great scientific and practical significance. During the research process, Cu(II) and Ni(II) ions were reacted with various organic ligands, resulting in the synthesis of complex compounds. The effects of reaction conditions such as pH, temperature, solvent type, and metal–ligand ratio on complex formation were investigated. The results showed that changes in synthesis conditions directly affect the coordination number, geometric structure, and stability of the complexes. The structural properties of the obtained complexes were analyzed based on their color characteristics, solubility, and stability. It was determined that the probable geometric structures of the complexes (octahedral, square-planar, or tetrahedral) depend on the nature of the ligand and the properties of the central metal ion. The research findings provide a deeper understanding of the relationship between the structure and properties of transition metal complexes.

Keywords: transition metals, complex compounds, coordination chemistry, ligand, synthesis methods, structural properties, geometric structure.

НАУЧНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СИНТЕЗА И СТРУКТУРНЫХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ НА ОСНОВЕ РАЗЛИЧНЫХ ЛИГАНДОВ

Аннотация: В данной научной работе всесторонне исследованы новые и эффективные методы синтеза комплексных соединений, образованных на основе переходных металлов, а также их структурные свойства. Комплексы переходных металлов являются одним из важнейших направлений координационной химии, а их уникальное электронное строение, переменные степени окисления и способность образовывать различные координационные геометрии имеют большое научное и практическое значение. В ходе исследования ионы Cu(II) и Ni(II) были введены в реакцию с различными органическими лигандами, в результате чего были синтезированы комплексные соединения. Изучено влияние условий реакции, таких как pH среды, температура, тип растворителя и соотношение металл–лиганд, на процесс комплексообразования. Результаты показали, что изменение условий синтеза непосредственно влияет на координационное число, геометрическую структуру и устойчивость комплексов. Структурные свойства полученных комплексов были проанализированы на основе их цветовых характеристик, растворимости и устойчивости. Установлено, что вероятная геометрическая структура комплексов (октаэдрическая, квадратно-плоская или тетраэдрическая) зависит от природы лиганда и свойств центрального иона металла. Результаты исследования позволяют более глубоко понять взаимосвязь между строением и свойствами комплексов переходных металлов.

Ключевые слова: переходные металлы, комплексные соединения, координационная химия, лиганд, методы синтеза, структурные свойства, геометрическая структура.

Kirish: Koordinatsion kimyo zamonaviy noorganik kimyoning eng muhim va tez rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, o‘tish metallari asosida hosil bo‘ladigan kompleks birikmalar o‘zining noyob fizik-kimyoviy xossalari, o‘zgaruvchan oksidlanish darajalari, turli koordinatsion son va geometrik tuzilishlarni hosil qilish qobiliyati bilan katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Bunday kompleks birikmalar kataliz, farmatsevtika, biologik faol moddalar sintezi, analitik kimyo, materialshunoslik, elektrokimyo hamda nanokimyo kabi ko‘plab sohalarda keng qo‘llanilmoqda.[1,2,3] Shu sababli o‘tish metallari komplekslarini yangi usullar asosida sintez qilish va ularning strukturaviy xossalarini chuqur o‘rganish bugungi kunda dolzarb ilmiy muammolardan biri hisoblanadi.[4,5]

Hozirgi vaqtda Cu(II), Ni(II), Co(II), Fe(III) kabi o‘tish metallari asosidagi kompleks birikmalar ko‘plab ilmiy tadqiqotlarning asosiy obyektiga aylangan. Ayniqsa, organik ligandlar bilan hosil qilinadigan komplekslar yuqori barqarorlik, selektivlik va biologik faollikka ega bo‘lishi bilan ajralib turadi.[6,7,8] Ligandlarning elektron donor xususiyatlari, dentatligi va sterik omillari komplekslarning strukturasi hamda fizik-kimyoviy xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli yangi ligandlar asosida samarali kompleks birikmalarni sintez qilish koordinatsion kimyoning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sanaladi.

Asosiy qism

O‘tish metallari kompleks birikmalari koordinatsion kimyoning muhim tarkibiy qismini tashkil etadi. Ushbu birikmalar markaziy metall ioni va unga koordinatsion bog‘ orqali birikkan ligandlardan tashkil topgan murakkab sistemalardir. O‘tish metallari atomlarining tashqi va ichki elektron qavatlarida qisman to‘lgan d-orbitallarning mavjudligi ularga turli koordinatsion son va geometrik konfiguratsiyalar hosil qilish imkonini beradi.[9,10,11] Shu sababli Cu(II), Ni(II), Co(II), Fe(III) kabi metall ionlari ko‘plab organik va noorganik ligandlar bilan barqaror komplekslar hosil qiladi. Kompleks hosil bo‘lish jarayonida ligandlarning elektron donor xossalari muhim ahamiyat kasb etadi. Ligandlar tarkibidagi azot, kislorod yoki oltingugurt atomlarining erkin elektron juftlari markaziy metall ionining bo‘sh

orbitallariga uzatiladi va koordinatsion bog‘ hosil qiladi. Ligandlarning dentatligi, ya’ni metall ioniga nechta donor atom orqali birikishi kompleksning barqarorligi va fazoviy tuzilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Monodentat ligandlar bitta donor atom orqali, bidentat va polidentat ligandlar esa bir nechta donor markaz orqali metall ioniga birikadi. Xelat hosil qiluvchi ligandlar bilan olingan komplekslar oddiy monodentat ligandli komplekslarga nisbatan yuqori termodinamik barqarorlikka ega bo‘ladi.

O‘tish metallari komplekslarida eng ko‘p uchraydigan geometrik tuzilishlar oktaedrik, tetraedrik va kvadrat-tekislik konfiguratsiyalaridir. Cu(II) ionlari ko‘pincha kvadrat-tekislik yoki cho‘zilgan oktaedrik geometriya hosil qilsa, Ni(II) ionlari ligand tabiatiga qarab tetraedrik yoki oktaedrik komplekslar hosil qilishi mumkin. Komplekslarning geometrik shakli markaziy ionning elektron konfiguratsiyasi, ligandlarning sterik va elektron xossalari hamda reaksiya muhiti bilan chambarchas bog‘liq bo‘ladi.

Kompleks birikmalarni sintez qilish usullari. O‘tish metallari komplekslarini sintez qilishda eritmada kompleks hosil qilish usuli keng qo‘llaniladi. Ushbu usulda metall tuzlari eritmasiga mos ligand qo‘shiladi va ma’lum sharoitlarda koordinatsion birikma hosil qilinadi. Tadqiqot davomida $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ va $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ metall manbalari sifatida ishlatildi. Ligand sifatida esa aminlar, karboksilatlar va azot tutuvchi organik birikmalardan foydalanildi.

Sintez jarayonida pH muhitining o‘zgarishi kompleks hosil bo‘lishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Kislotali muhitda ligandlarning protonlanishi kuzatiladi va koordinatsion bog‘ hosil bo‘lish qobiliyati kamayadi. Ishqoriy muhitda esa metall ionlarining gidroksidlar hosil qilib cho‘kishi mumkin. Shu sababli kompleks sintezi uchun optimal pH qiymati tanlandi. Tajribalar davomida Cu(II) komplekslari uchun pH 5–6 oralig‘i, Ni(II) komplekslari uchun esa pH 6–7 oralig‘i qulay ekanligi kuzatildi.

Harorat ham kompleks hosil bo‘lish kinetikasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Haroratning ortishi reaksiyaning tezlashishiga olib keladi, biroq juda yuqori harorat ayrim komplekslarning parchalanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Tajribalar davomida 50–70 °C oralig‘idagi harorat sintez uchun optimal deb topildi. Erituvchi sifatida suv va etanol aralashmalaridan foydalanildi. Etanolning qo‘shilishi ayrim komplekslarning kristallanish jarayonini tezlashtirdi va yuqori tozalikdagi kristallar olish imkonini berdi. Metall–ligand nisbatining o‘zgarishi ham komplekslarning koordinatsion soniga ta’sir ko‘rsatdi. Metall ionining ligandga nisbatan ortiqcha bo‘lishi past koordinatsion sonli komplekslarning hosil bo‘lishiga olib kelgan bo‘lsa, ligand miqdorining ko‘payishi yuqori koordinatsion sonli komplekslarning shakllanishiga sabab bo‘ldi. Sintezlangan komplekslar filtrlanib ajratildi, distillangan suv va etanol bilan yuvildi hamda vakuumda quritildi.

Komplekslarning strukturaviy xossalarini o‘rganish

Olingan kompleks birikmalarning strukturaviy xossalari ularning ranggi, eruvchanligi, barqarorligi va ehtimoliy geometrik tuzilishlari asosida baholandi. Cu(II) asosidagi komplekslar ko‘k, to‘q yashil va binafsha ranglarda kuzatildi. Bu ranglar ligand maydon nazariyasiga ko‘ra d–d elektron o‘tishlari bilan bog‘liq ekanligi aniqlandi. Ni(II) komplekslari esa yashil va sariq-yashil ranglarda namoyon bo‘ldi. Komplekslarning suv va organik erituvchilardagi eruvchanligi ligand tabiatiga bog‘liq holda turlicha bo‘ldi. Qutbli ligandli komplekslar suvda yaxshi erigan bo‘lsa, gidrofob organik fragmentlarga ega komplekslar spirt va boshqa organik erituvchilarda yaxshi eruvchanlik ko‘rsatdi. Ayrim komplekslarning yuqori barqarorligi ularning xelat strukturaga ega ekanligi bilan izohlandi. Komplekslarning ehtimoliy geometrik tuzilishini aniqlashda markaziy ionning koordinatsion soni va ligandlarning fazoviy joylashuvi hisobga olindi. Cu(II) komplekslarining aksariyati kvadrat-tekislik yoki deformatsiyalangan oktaedrik tuzilishga ega ekanligi taxmin qilindi. Ni(II) komplekslarida esa tetraedrik va oktaedrik konfiguratsiyalar kuzatilishi mumkinligi aniqlandi. Strukturaviy xossalarning o‘zgarishi komplekslarning kimyoviy barqarorligi va reaksion faolligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi qayd etildi.

Tadqiqot natijalari o‘tish metallari komplekslarining sintez sharoitlari va ularning strukturaviy xossalari o‘rtasida uzviy bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. Komplekslarning hosil bo‘lish mexanizmlarini chuqur o‘rganish kelajakda yangi katalitik, biologik faol va funksional materiallar yaratishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Xulosa: Mazkur tadqiqot ishida o‘tish metallari asosida hosil bo‘ladigan kompleks birikmalarning yangi sintez usullari hamda ularning strukturaviy xossalari ilmiy jihatdan o‘rganildi. Tadqiqot davomida Cu(II) va Ni(II) ionlari turli organik ligandlar bilan reaksiyaga kiritilib, bir qator koordinatsion birikmalar sintez qilindi. Sintez jarayonida muhitning pH qiymati, harorat, erituvchi turi va metall–ligand nisbatining kompleks hosil bo‘lishiga ta’siri tahlil qilindi hamda optimal sintez sharoitlari aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, sintez parametrlarining o‘zgarishi komplekslarning koordinatsion soni, geometrik konfiguratsiyasi va barqarorligiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kislotali muhitda ligandlarning protonlanishi kompleks hosil bo‘lish jarayonini sekinlashtirishi, kuchli ishqoriy muhitda esa metall gidroksidlarining hosil bo‘lishi kompleks sinteziga salbiy ta’sir qilishi aniqlandi. Shu sababli Cu(II) va Ni(II) komplekslari uchun muayyan pH oralig‘i eng maqbul muhit ekanligi tajribalar asosida tasdiqlandi. Haroratning ortishi reaksiyaning tezligini oshirgan bo‘lsa-da, juda yuqori harorat ayrim koordinatsion birikmalarning parchalanishiga olib kelishi kuzatildi. Metall–ligand nisbatining o‘zgarishi esa komplekslarning koordinatsion soni va fazoviy tuzilishini boshqarishda muhim omil ekanligi bilan tavsiflandi. Sintez qilingan komplekslarning strukturaviy xossalari ularning rang xususiyatlari, eruvchanligi va barqarorligi asosida baholandi. Cu(II) komplekslarida ko‘k, yashil va binafsha ranglarning kuzatilishi ligand maydon ta’siri va d–d elektron o‘tishlari bilan izohlandi. Ni(II) komplekslarining ranglari va fizik xossalari esa ligandlarning elektron donorlik qobiliyati hamda koordinatsion muhitga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Tadqiqot davomida komplekslarning ehtimoliy geometrik tuzilishlari sifatida oktaedrik, kvadrat-tekislik va tetraedrik konfiguratsiyalar mavjud bo‘lishi mumkinligi qayd etildi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Nurimova N. N. et al. Kinetic study of the synthesis of ammonium phosphates based on orthophosphoric acid and ammonia //Academic Journal of Science, Technology and Education. – 2026. – T. 2. – №. 4. – C. 14-20.
2. Xaliqulov X., Abdukarimova M., Tilyabov M. Kimyo darslarida ekologik muammolarni yoritish orqali ekologik madaniyatni shakllantirish //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 5. – C. 66-70.
3. oglu Majidov H. B. et al. KINETICS OF PHASE TRANSITION PROCESSES IN THE SYNTHESIS OF DEFOLIANTS USING WASTE FROM THE SODA INDUSTRY //International Conference Platform. – 2025. – №. 1. – C. 14-21.
4. Pardayev U. B. et al. SAR AND QSAR MODELING OF ALGICIDAL COMPOUNDS BASED ON PHYSICOCHEMICAL DESCRIPTORS //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 6. – C. 445-453.
5. Khoriddinovich I. Y. CHEMICAL BENEFICIATION OF LIGNITE COALS FOR REDUCING ASH AND MINERAL IMPURITIES //ИКРО журнал. – 2025. – T. 16. – №. 01. – C. 417-424.
6. Pardayev U. B. et al. THE CHEMICAL BASIS FOR THE DEVELOPMENT OF NEW AGROCHEMICAL PREPARATIONS BASED ON ACRYLONITRILE //International journal of medical sciences. – 2025. – T. 1. – №. 5. – C. 250-257.
7. Jiemuratova A., Pardayev U. B., Bobojonov J. Coordination Interaction Between Anthranilic Ligand And D-Element Salts During Crystal Formation: A Structural And Spectroscopic Approach //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 5. – C. 199-201.
8. Eshonqulov Z., Xoliqulov H. Halogen elements and their importance in living organisms //Medicine, pedagogy and technology: theory and practice. – 2024. – T. 2. – №. 12. – C. 231-240.

9. Jasur o‘g‘li X. H. et al. Effects of sulfur powder, fat pigments in lactose-derived cream on damaged skin //FAN VA TA'LIM INTEGRATSIYASI (INTEGRATION OF SCIENCE AND EDUCATION). – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 99-103.

10. Jiemuratova A. A. et al. SYNTHESIS AND STRUCTURAL CHARACTERIZATION OF ACETONITRILE-COORDINATED ZN (II) AND CU (II) COMPLEXES WITH NON-COORDINATING ANIONS //SHOKH LIBRARY. – 2025.

11. Xayrullo o‘g P. U. et al. INVESTIGATION OF THE REPELLENT ACTIVITY AGAINST IXODID TICKS BASED ON THE STRUCTURAL AND PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF DIBUTYL ADIPATE //TANQIDIY NAZAR, TAHLILIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G ‘OYALAR. – 2025. – T. 2. – №. 1. – C. 265-273.

12. Ismatov O. T. et al. Synthesis of biopolymer materials based on cellulose isolated from lignocellulosic waste //Academic Journal of Science, Technology and Education. – 2026. – T. 2. – №. 4. – C. 8-13.

13. Sherzod-O‘G‘Li G. O. et al. Renet Simirenko olma barglarining yashil va sarg ‘aygan holatlarida biokimyoviy tarkibining qiyosiy tahlili //Science and Education. – 2026. – T. 7. – №. 2. – C. 47-54.

14. Исаков Ю. и др. THE EFFECT OF DIFFERENT PHOSPHORUS DOSES ON THE STORAGE AND YIELD OF LATE-RIPENING MELON IN LIGHT GRAY SOILS //Международный мультидисциплинарный журнал исследований и разработок. – 2025. – T. 1. – №. 5. – C. 163-167.

15. Kholjigitov G. S. et al. BIOCHEMICAL ANALYSIS OF THE EFFECTS OF NITROGEN, PHOSPHORUS, AND POTASSIUM ON PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS AND METABOLIC PROCESSES IN APPLE (MALUS DOMESTICA) LEAVES //International Conference Platform. – 2026. – №. 3. – C. 7-12.

16. Xayrullo o‘g P. U. et al. CHEMICAL ANALYSIS-BASED ASSESSMENT OF THE HERBICIDAL EFFICIENCY OF AZIDO-SUBSTITUTED TRIAZINES //CONFERENCE OF ADVANCE SCIENCE & EMERGING TECHNOLOGIES. – 2025. – T. 1. – №. 2. – C. 53-62.

17. Pardayev U. B. et al. PREDICTION OF ACARICIDAL PROPERTIES OF ORGANIC COMPOUNDS BASED ON BOILING POINT, MELTING POINT, AND VAPOR PRESSURE //Modern Science and Research. – 2025. – T. 4. – №. 6. – C. 436-444.