NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI
ILMIY AXBOROTNOMASI, [2026-8]
ISSN:2181-1458
ISSN:2181-0427

02.00.00-KIMYO FANLARI
journal.namdu.uz
CHEMICAL SCIENCES

UDK: 543.42:546.73

KOBALT (II) IONINI SORBSION-SPEKTROSKOPIK ANIQLASH

Davronova Norniso Faxriddin qizi
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Kimyo kafedrasi katta o‘ qituvchisi k.f.PhD
Email:davronovanorniso@gmail.com

Annotatsiya. *Ushbu tadqiqotda Co(II) ionlarini sorbsion-spektroskopik usul yordamida aniqlashning samarali usuli ishlab chiqildi. Analitik reagent sifatida PPA-1 tolasimon sorbentiga immobilizatsiyalangan 1-nitrozo-2-naftol-3,6-disulfonik kislota natriyli tuzi (Nitrozo R tuzi) qo‘ llanildi. Tadqiqot davomida reagentni immobilizatsiya qilishning maqbul sharoitlari, maksimal nur yutish va nur qaytarish spektrlari hamda Co(II) ionlari bilan kompleks hosil qilish xususiyatlari o‘ rganildi. Olingan natijalar immobilizatsiyalangan Nitrozo R tuzining Co(II) ionlari bilan 419 nm to‘ lqin uzunligida barqaror kompleks hosil qilishini ko‘ rsatdi. Ishlab chiqilgan usul tabiiy va texnogen suv namunalarida sinovdan o‘ tkazildi hamda uning yuqori sezgirlik, selektivlik va takrorlanuvchanlikka ega ekanligi aniqlandi.*

Kalit so‘ zlar: *Co(II) ioni, kobalt, Nitrozo R tuzi, PPA-1 tolasimon sorbenti, sorbsion-spektroskopik usul, immobilizatsiya, kompleks hosil bo‘ lishi, spektrofotometriya.*

СОРБЦИОННО-СПЕКТРОСКОПИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОНА КОБАЛЬТА (II)

Аннотация: *В данном исследовании разработан эффективный метод определения ионов Co(II) сорбционно-спектроскопическим методом. В качестве аналитического реагента использована натриевая соль 1-нитрозо-2-нафтол-3,6-дисульфоновой кислоты (соль Нитрозо R), иммобилизованная на волокнистом сорбенте ППА-1. В ходе исследования изучены оптимальные условия иммобилизации реагента, спектры максимального поглощения и отражения света, а также особенности комплексообразования с ионами Co(II). Полученные результаты показали, что иммобилизованная соль Нитрозо R образует устойчивый комплекс с ионами Co(II) при длине волны 419 нм. Разработанный метод был апробирован на образцах природных и техногенных вод, при этом установлены его высокая чувствительность, селективность и воспроизводимость.*

Ключевые слова: *ион Co(II), кобальт, соль Нитрозо R, волокнистый сорбент ППА-1, сорбционно-спектроскопический метод, иммобилизация, комплексообразование, спектрофотометрия.*

SORPTION-SPECTROSCOPIC DETERMINATION OF COBALT (II) ION

Abstract: *An effective method for the determination of Co(II) ions by sorption-spectroscopic analysis was developed in this study. The sodium salt of 1-nitroso-2-naphthol-3,6-disulfonic acid (Nitroso R salt), immobilized on a PPA-1 fibrous sorbent, was used as the analytical reagent. During the study, the optimal conditions for reagent immobilization, the maximum absorption and reflection spectra, and the complex formation properties with Co(II) ions were investigated. The obtained results demonstrated that the immobilized Nitroso R salt forms a stable complex with Co(II) ions at a wavelength of 419 nm. The developed method was tested on natural and technogenic water samples, demonstrating high sensitivity, selectivity, and reproducibility.*

Keywords: *Co(II) ion, cobalt, Nitroso R salt, PPA-1 fibrous sorbent, sorption-spectroscopic method, immobilization, complex formation, spectrophotometry.*

Kirish. Hozirgi kunda antropogen ifloslanish hisoblanuvchi zaharli metallarning atrof-muhitga tarqalishi, ekologik muammolarning sezilarli darajada ortishiga sabab bo‘ lmoqda. Atrof-muhitga tarqalgan og‘ ir va zaharli metallarni miqdorini nazorat qilish muhim ekologik-tahliliy vazifadir. Shu jumladan kobalt ionlarini atrof-muhit obyektlaridan organik reagentlar yordamida aniqlashning selektiv, qayta takrorlanuvchi, sezgir zamonaviy uslublarini yaratish muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Jahonda og‘ ir metallarni aniqlashda ultramikromiqdorlarini tahlil qilishga imkon beradigan ko‘ plab fizik va fizik-kimyoviy usullar yaratish bo‘ yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Lekin ular ham har doim kerakli sezgirlik va selektivlikka ega bo‘ lmaydi. Bu borada tolasimon tashuvchilarga organik reagentlarni immobillash orqali zaharli

metallarni ruxsat etilgan chegaraviy miqdor va undan past darajada hamda analitik va funktsional faol guruhlari zarur sezgirlikni va tanlab ta'sir etuvchanligini oshirish mexanizmini aniqlashga alohida e'tibor qaratilmoqda.

Mavzuga oid adabiyotlar tahlili. Atrof-muhitda kobalt asosan oksidlanish darajasi +2 va +3 holatida sulfid va arsenid shaklida uchraydi. Yer osti va yer usti suvlarida uning konsentratsiyasi 5mg×l^{-1} dan past konsentartsiyada bo‘ ladi. Kobalt atrof-muhitga tabiiy yo‘ llar orqali ob-havoning buzilishi, toshlarning yemirilishi, va vulqonlarning faolligi natijasida hamda atrof muhit obyektlariga suv, konlarda qazish va eritish kabi jarayonlar orqali kelib tushadi [1]. Kobalt va uning birikmalari inson hayot faoliyatning bir qismi hisoblanadi. Co vitamin B_{12} ning metall komponenti sifatida biologik jihatdan muhim rol o‘ ynaydi. Biroq Co ionining organizmga keragidan ortiqcha miqdori turli xil noxush oqibatlarga olib keladi [2]. Shu sababli atrof-muhit obyektlarida kobalt ionlarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi. Hozirgi kunda og‘ ir va zaharli metallarni aniqlashning spektofotometrik usullari keng tarqalgan.

1 - jadval

Kobalt(II) ionlarini turli organik reagentlar bilan spektrofotometrik aniqlash usullari

№	Analitik reagent nomi	obyekt	Q_{min} mkg/l	Ada.
1	4-(2-Gidroksi-naftalen-1-ylazo)-N-tiazol-2-il-benzolsulfanilamid	Suvli eritma namunalari	1,7-8,4×10^{-5} mol/l^{-1}	[3]
2	etil4-(5-asetil-2,3,4-trihidroksifenil) diazenilbenzoat (EATDB)	Vitamin	1mkg/l^{-1}	[4]
3	2-[(2-simobxlorid, 4-metilfenilImino] metil fenol	Suv havzalari	0,5-50mkg/l	[5]
4	2,6-ditiol-4-tert-butilfenol	Suv namunasida	0,2-20 mkg/ml	[6]
5	2-(bifenil-4-il)-3-((2-(2,4-dinitrofenil)gidrazono)metil) imidazo[1,2-a]piridin	B_{12} vitamini in'ektsiya namunalarini	0,1 mkg/ml	[7]
6	xromogen reagent	Farmatsev tika namunalari	1,786-11, mkg / ml	[8]
7	Gabapentinni 8-gidroksixinolin	Tabiiy suv havzalarida	2 – 25 mkg/ml	[9]
8	(1,5-dimetil-2-fenil-4-((2,3,4-trihidroksifenil) diazenil)	Suv namunalari	1-25 mkg/ml	[10]

Spektrofotometrik usulda kompleks hosil bo‘ lishi faqat eritmada bo‘ lishi, ko‘ p vaqt talab qilishi va asbob uskunalar zarur bo‘ ishi bilan bir qancha kamchiliklarni o‘ z ichiga oladi. Turli usullar orasida spektrofotometriyani takomillashtirilgan varianti sorbsion-spektroskopik usul alohida afzalliklari bilan ajralib turadi. Immobillangan organik reagentlar yordamida kobalt ionini aniqlash uchun ma'lum bir laboratoriya sharoiti talab qilinmaydi, ekologik toza, tezkor va iqtisodiy jihatdan tejamkor usuldir. Immobillangan organik reagentlar yordamida kobalt ionini aniqlash usuli bir vaqtning ozida metall ioni konsentrlash, aniqlash va ajratish imkonini beradi. Shu sababli ilmiy tadqiqot ishida sorbsion-spektroskopik usuldan foydalanildi [11].

Tadqiqot metodologiyasi. 1-nitrozo-2-naftol-3,6-disulfonik kislota natriyli tuzi (nitrozo R- tuzi) Ar=$(NO(HO)C_{10}H_4(SO_3Na)_2)$=377,35 organik reagent eritmasini tayyorlash uchun analitik tarozida 0,37735 gr reagentni tortib olib hajmi 100 ml bo‘ lgan o‘ lchov kolbasida distillangan suvda eritildi va 0,001M li eritmasi hosil bo‘ ldi. Gidroksilamin bilan faollashtirilgan poliakrilonitril(nitron) tolasini polietilenamin bilan modifikatsiyalash orqali olingan anionit tolasimon sorbent 0,2 g dan analitik tarozida 0,0001 g aniqlikda o‘ lchab olindi. O‘ lchab olingan qattiq holatdagi tolasimon sorbent 0,1 M xlorid kislotaning standart eritmasida bir sutka mobaynida bo‘ ktirildi, so‘ ng distillangan suv yordamida pH=7 ga kelguncha yuvildi va Petri chashkalarida saqlandi .

2-jadval

Nitrozo R tuzini immobillash uchun qulay sharoitlari(m=0,2g)

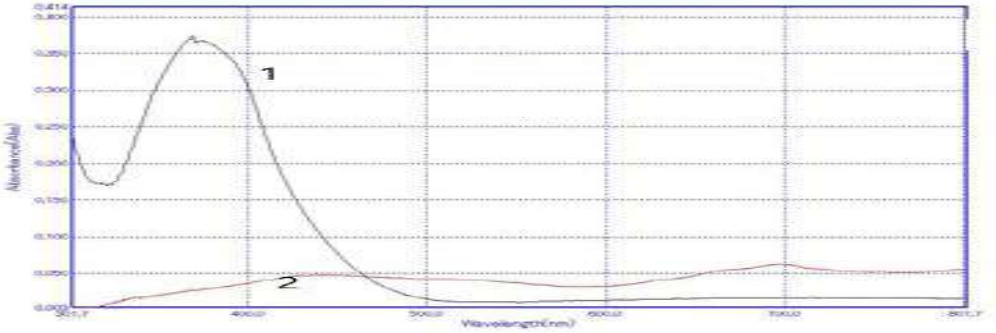
Reagent	**Tashuvchi**	**pH**	**Bufer aralashma hajmi, ml**	**Yutilish maksimumi, nm**	**V_{min}**
Nitrozo R tuzi	PPA-1	6,5	5,00	380	2-5



a) b)

1-rasm. Nitrozo R tuzuning elektrostatik potensial yuzasi (a) va elektron bulut zichligi (b)

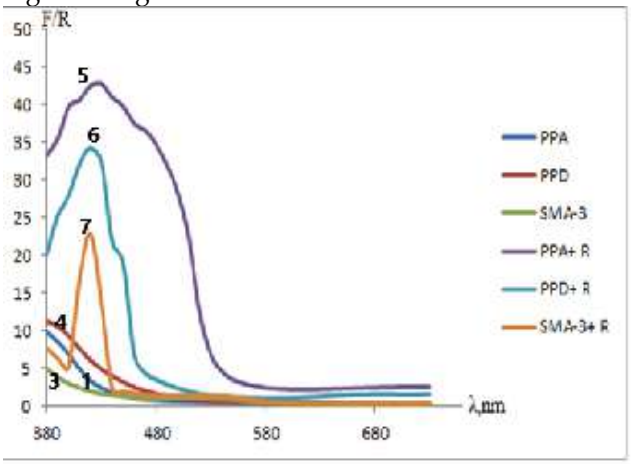
Tahlil va natijalar. Nitrozo R tuzini maksimal nur yutush spektrini aniqlash. . 0,1 % nitrozo R tuzining standart eritmasiga 0,2g PPA-1 tola solinib, eritmalarning optik zichliklari immobillashdan avvalgi va keyingi solishtirma eritmaga nisbatan o‘ lchandi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Nitrozo R tuzining immobillashdan avval va keyingi nur yutish spektrlari

Turli xil sorbentlarga immobillangan reagentlar eritmasining dastlabki va keyingi eritmalarning optik zichliklari EMC-30PC-UV va UV-5100 VIS spektrofotometrlarda o‘ lchandi. Bu o‘ lchovlar yordamida, reagentlar immobillanganidan so‘ ng eritmalarning optik zichligi o‘ zgarishini aniqlash mumkin bo‘ ldi. Tanlangan reagentlarning to‘ lqin uzunligi immobillashdan oldin va keyin o‘ zgarmadi. Biroq, immobillash jarayoni natijasida sorbsiya darajasiga ko‘ ra optik zichlik qiymatlari turlicha bo‘ ldi. Bu o‘ zgarishlar sorbent va reagentlar o‘ rtasidagi kompleks hosil bo‘ lishi bilan bog‘ liq bo‘ lib, ularning reaksiyaviyligini va sezgirligini ko‘ rsatadi. Bu natijalar, PPA-1 tolasining nitrozo R tuzini immobillash uchun ideal sorbent ekanligini tasdiqlaydi va keyingi tahlil va tadqiqotlar uchun samarali asos yaratadi. Tahlillar natijasiga ko‘ ra nitrozo R- tuzi reagentiga PPA-1 tola muvofiq keluvchi sorbent sifatida tanlandi.

Nitrozo R- tuzi reagentini turli tolasimon sorbentlar bilan immobillanish jarayonini nur qaytarish spektrlari olindi va Kubelka-Munka funksiyasida hisoblashnatijalariga ko‘ ra eng yuqori analitik signal tolasimon sorbent PPA-1da kuzatildi. Shu sababli, ikkala organik reagentimizni immobillash uchun PPA-1 tolasi sorbent sifatida tanlandi.

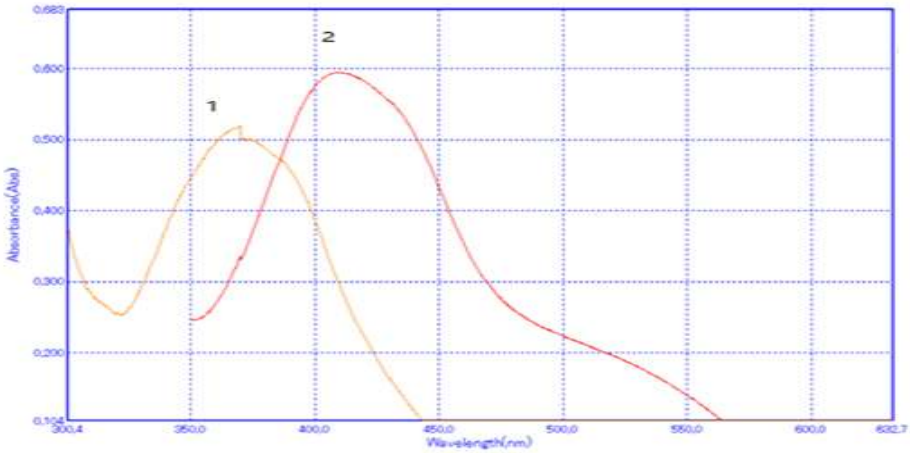


3-rasm. Turli tolalar va ularga immobillangan Nitrozo R tuzi ning olingan nur qaytarish spektrlari

PPA-1 tolamiz eng yuqori nur qaytarish spektrini ko‘ rsatgani uchun, uni immobillangan reagentlar uchun optimal sorbent sifatida tanlab olindi.

Immobillangan nitrozo R tuzining Co(II) ionlari bilan hosil qilgan kompleksining maksimal nur yutush spektrining aniqlash. Kobalt komplekslarining maksimal yorug‘ lik yutilish sohasini aniqlash uchun immobillangan organik reagentlar bilan tavsiflangan uslub bo‘ yicha quyidagi jarayon bajarildi: 25 ml hajmli kolbaga 1 mldan (10 mkg) kobalt eritmalari qo‘ shildi. So‘ ngra, pH =6,5 bo‘ lgan sitratli bufer eritmalaridan 10 ml qo‘ shildi. Ushbu eritmalar ustiga tanlangan nitroso R tuzi bilan immobillangan tashuvchilar quyildi. Eritmalar yaxshilab aralashtirilganidan so‘ ng, turli to‘ lqin uzunliklarida, qalinligi 1 sm bo‘ lgan kyuvetda spektrofotometrda optik zichlik o‘ lchandi .Tahlil natijalar shuni ko‘ rsatadiki nitrozo R-tuzi reagentining Co^{2+} ioni bilan hosil qilgan kompleks (qizil rangli) esa 419 nm bo‘ lib, ular o‘ rtasidagi farq aniq belgilandi.

Olingan natijalarni to‘ g‘ riligini isbotlash maqsadida immobillangan reagentlar va kompleks hosil bo‘ lgan tolaning nur qaytarish spektrini o‘ lchandi. Nur qaytarish spektri natijalarini Kubelka-Munka funksiyasiga o‘ tkazganda, minimum maksimumga aylanishi va nur yutulish spektrining maksimal sohalari bilan bir xil bo‘ lishi aniqlandi.



4-rasm. Nitrozo R tuzining (1) va Co^{2+} ioni bilan hosil qilgan kompleksi (2) ning maksimal nur yutish spektri λ_{max}=419 nm

Bu kuzatish natijalari, yutulish spektri va qaytarish spektri orasidagi bog‘ liqlikni tasdiqlaydi, ya’ni nur yutishning maksimal sohasining nur qaytarish spektrida ham o‘ sha to‘ lqin uzunligida aks etishini ko‘ rsatadi.

Ishlab chiqilgan usulning raqobatbardoshligini tekshirish. Ishlab chiqilgan usulni raqobatbardoshligini tekshirish maqsadida texnogen suvlarda kobalt(II) ionlarini sorbsion-spektroskopik va boshqa usullar o‘ zaro solishtirilib ko‘ rildi.

3 - jadval

Ishlab chiqilgan sorbsion spektroskopik usul yordamida tabiiy obyektlardan kobalt(II) ionini aniqlash va ajratib olish tahlil natijalarini baholash

Namuna	ISP-MS	Ishlab chiqilgan usul			t_{jadval} 2,85	F_{jadval} 4,47	$C_{So‘ ngi}$ Co^{2+}ioni	Sorb siya
	topildi $\bar{x}$, mg/dm^3	S_r	topildi $\bar{x}$, mg/dm^3	S_r	$t_{tajriba}$	$F_{tajriba}$	topildi $\bar{x}$, mg/dm^3	R%
Navoiy azot chiqindi suvi	0,117	0,02	0,115	0,015	2,03	4,09	0,01	91
Zarafshon daryosi suvi	0,06	0,01	0,059	0,03	1,97	3,58	0,003	95
Oltin ko‘ l kanali suvi	0,17	0,025	0,16	0,012	1,95	4.17	0,015	91

3- jadvaldagi tahlil natijalaridan ma’lumki ishlab chiqilgan sorbsion-spektroskopik usul yordamida nafaqat kobalt (II) ionilari miqdori yuqori sezgirlikda aniqlanadi va kobalt ionlarining sorbsion samaradorligi 95% dan yuqorililigi sababli ushbu metall ionlarini oqava suvlardan ajratib olish imkonini ham beradi.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot natijasida Co(II) ionlarini sorbsion-spektroskopik usulda aniqlash uchun PPA-1 tolasimon sorbentiga immobilizatsiyalangan Nitrozo R tuzi analitik reagent sifatida tavsiya etildi. Reagentni immobilizatsiya qilishning maqbul sharoitlari aniqlandi hamda Co(II) ionlari bilan 419 nm to‘ lqin uzunligida barqaror kompleks hosil qilishi isbotlandi. Ishlab chiqilgan usul tabiiy va texnogen suv namunalarida yuqori sezgirlik, selektivlik va takrorlanuvchanlikni namoyon etdi. Olingan natijalar taklif etilgan usulning Co(II) ionlarini aniqlash va suv muhitidan ajratib olishda samarali hamda amaliy qo‘ llash uchun istiqbolli ekanligini ko‘ rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘ yxati

1. Sheikh T. A., Arshad M. N., Rahman M. M., Asiri A. M., Alamry K. A. Development of highly efficient Co^{2+} ions sensor based on N,N′-O-(ethane-1,2-diyl)bis(2,5-dimethoxybenzenesulfonamide) (EBDMBS) fabricated glassy carbon electrode // Journal of Organometallic Chemistry. – 2016. – T. 822. – C. 53–61. – DOI: https://doi.org/10.1016/j.jorganchem.2016.01.024

2. Leisns L., Vink B., Van Dnr Strathen K., Wuyts F., Mays L. Cobalt toxicity in humans: A review of the potential sources and systemic health effects // Journal of Toxicology. – 2017. – 15 *июля*. – C. 43–56.

3. Nassar G., Mohammed G. I. Spectrophotometric determination of cobalt ions in water using bimetallic chemosensor based on sulfa drug azo dye // Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences. – 2024. – https://doi.org/10.1007/s43994-024-00167-5.

4. Auda A. A. R., Shaheed I. M. Preparation, characterization and spectrophotometric determination of cobalt ion via diazotization reaction and its application // AIP Conference Proceedings. – 2024. – https://doi.org/10.1063/5.0209645.

5. Aziz, Fatima K.; Gazar, Sajed H.; Saadawy, Nuha H. A. L. "Simple, selective and sensitive spectrophotometric method for determination of trace amounts of lead (II), cadmium (II), cobalt (II) with organomercury compounds" // Journal of Global Pharma Technology. – 2020. – Vol. 12, Issue 6. – P. 248-255. – June.

6. Кулиев К. А., Вердизаде Н. А., Эфендиева Г. С. Solvent extraction of cobalt (II) with 2,6-dithiolphenol and its derivatives in the presence of hydrophobic amines // Journal of the Chemical Society of Pakistan. – 2020. – Т. 42, №2. – С. 253. – DOI: 10.52568/000631/jcsp/42.02.2020

7. Yaseen, S. M., Qassim, B. B., Al-Lami, N. O. Spectrophotometric determination of Co(II) in vitamin B12 using 2-(biphenyl-4-yl)-3-((2-(2,4-dinitrophenyl)hydrazono)methyl)imidazo[1,2-a]pyridine as ligand by flow injection–merging zone analysis // Al-Nahrain Journal of Science. – 2020. – T. 23, № 3. – P. 24–38. – DOI: https://doi.org/10.22401/anjs.23.3.04.

8. Ashwini, N., N, G. B., Nazareth, R. A. L-Cysteine hydrochloride as a complexing agent for the determination of cobalt(II) by spectrophotometric method // Rasayan Journal of Chemistry. – 2020. – T. 13, № 4. – P. 2200–2206. – DOI: https://doi.org/10.31788/rjc.2020.1345806.

9. Abd-Alrassol, K. S., Qasim, Q. A., Shari, F. H., Al-Salman, H. N. K., Hussein, H. H. The spectrophotometric determination of antiepileptic drug in standard and pharmaceutical formulations by diazotization coupling reaction and some metals complexes // Systematic Reviews in Pharmacy. – 2020. – T. 11, № 3. – P. 247–260. – DOI: https://doi.org/10.5530/srp.2020.3.28

10. Essa S. M., Hoidy W. H. Spectrophotometric determination of Cobalt(II) and Lead(II) using // Nano Biomedicine and Engineering. – 2020. – Vol. 12, No. 2. – P. 160–166. – https://doi.org/10.5101/nbe.v12i2.p160-166.

11. Davronova, N.F., Smanova, Z.A. Development of a sorption-spectroscopic method for detecting cobalt (II) ion in environmental objects using immobilized nitrozo r salt reagent // Science and Innovation International Scientific Journal. — 2024. — Vol. 3, Issue 11. — P. 54-59. — ISSN 2181-333