

TUPROQ TARKIBIDAGI Cd²⁺ IONINI INVERSION-VOLTAMPEROMETRIK USULDA ANIQLASH

^{*1}Allamuratova Z.S., ²Haydarova U.A. ³Uralov N.B.

^{1,2}Termiz Davlat Universiteti talabasi

³Termiz Davlat Universiteti o'qituvchisi

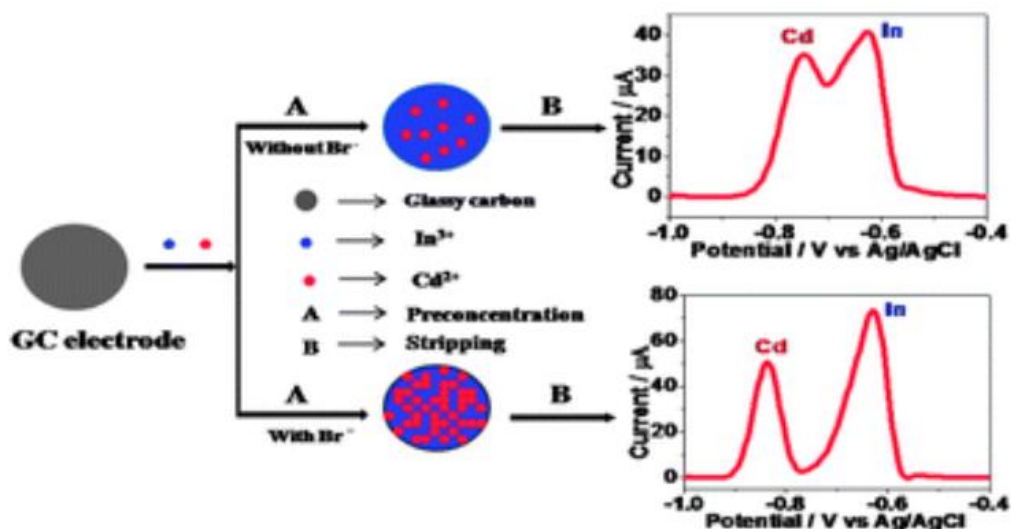
*e-mail: zarianxonim6@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada tuproq oziq ovqat namunalari tarkibidagi kadmiy ionlarini zamonaviy va sezgir tahlil usuli — inversion voltamperometriya yordamida aniqlash masalalari ko'rib chiqiladi. Tuproq va oziq-ovqat tarkibidagi og'ir metallarni monitoring qilishning ekologik ahamiyati, tahlil jarayonining bosqichlari va usulning afzalliklari bayon etilgan.

Kalit so'zlar: Tuproq, kadmiy (Cd²⁺) inversion voltamperometriya, og'ir metallar, ekologik monitoring, elektrod, polyarografiya.

Hozirgi vaqtda atrof-muhitning texnogen ifloslanishi global muammolardan biri bo'lib qolmoqda. Tuproq qoplami inson hayotiy faoliyati uchun zarur bo'lgan asosiy resurs bo'lib, undagi og'ir metallar miqdorini nazorat qilish oziq-ovqat xavfsizligi bilan bevosita bog'liq. Og'ir metallar orasida kadmiy (Cd²⁺) o'zining yuqori toksikligi, organizmlarda to'planish (bioakkumulyatsiya) xususiyati va uzoq vaqt davomida parchalanmasligi tufayli ularning miqdorini muntazam nazorat qilib boorish bugungi kunning dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi.

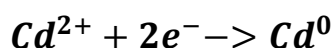
Ushbu tadqiqotda kadmiyni indiy plynka yordamida aniqlandi. Bromid ionlari bo'lmagan taqdirda, kadmiyni ajratish cho'qqilari indiy bilan birlashadi va analitik maqsadlar uchun uni aniqlash qiyinlik tug'diradi. Bromid ionlarining qo'shilishi kadmiyning bromid ionlari bilan kompleks hosil qiluvchi xususiyatlari tufayli cho'qqilarning ajralishiga kuchli ta'sir qiladi. Cho'kish potentsiali, pH, bromid ioni va indiy konsentratsiyasi kabi indiy bilan modifikatsiyalangan elektrodlarning elektroanalitik javobiga ta'sir qiluvchi bir nechta asosiy operatsion parametrlar o'rganildi va optimallashtirildi (1-rasm) [1].



1-rasm. Simobsiz elektrodlar asosida elektrokimyoviy ajratish sxemasi.

Suv namunalarida kadmiyni aniqlash uchun kokos qobig'ining tolali qismi bilan modifikatsiyalangan uglerod pastasi elektrodini ishlab chiqish va elektrokimyoviy qo'llash mumkinligi ifodalandi [2]. Kadmiy tuproqqa asosan sanoat chiqindilari, mineral o'g'itlar (ayniqsa fosforli o'g'itlar) va avtotransport gazlari orqali tushadi. Tuproqdagi kadmiy miqdorini aniqlashda turli fizik-kimyoviy usullar qo'llaniladi. Masalan, ilmiy adabiyotlarda elementar tarkibni aniqlash uchun rentgen-flyuorescent analiz (XRF) usullari keng qo'llanilishi keltirilgan [3]. Biroq, kadmiy kabi mikroelementlarning juda kichik konsentratsiyalarini aniqlashda inversion voltamperometriya usuli o'zining yuqori sezgirligi va selektivligi bilan boshqa usullardan ustun turadi. Shuningdek Pb (II) va Cd (II) ning bir vaqtning o'zida elektroanalitik aniqlashini bor bilan qo'shilgan olmos elektrodidan foydalanib, ajratish voltammetriyasi yordamida taqdim etilgan [4].

Inversion voltamperometriya usuli elektrokimyoviy tahlil turi bo'lib, u ikki asosiy bosqichga asoslanadi. Bunda indikator elektrodga ma'lum bir manfiy potensial beriladi va eritmadagi Cd²⁺ ionlari qaytarilib, elektrod sirtida metal holida to'planadi:

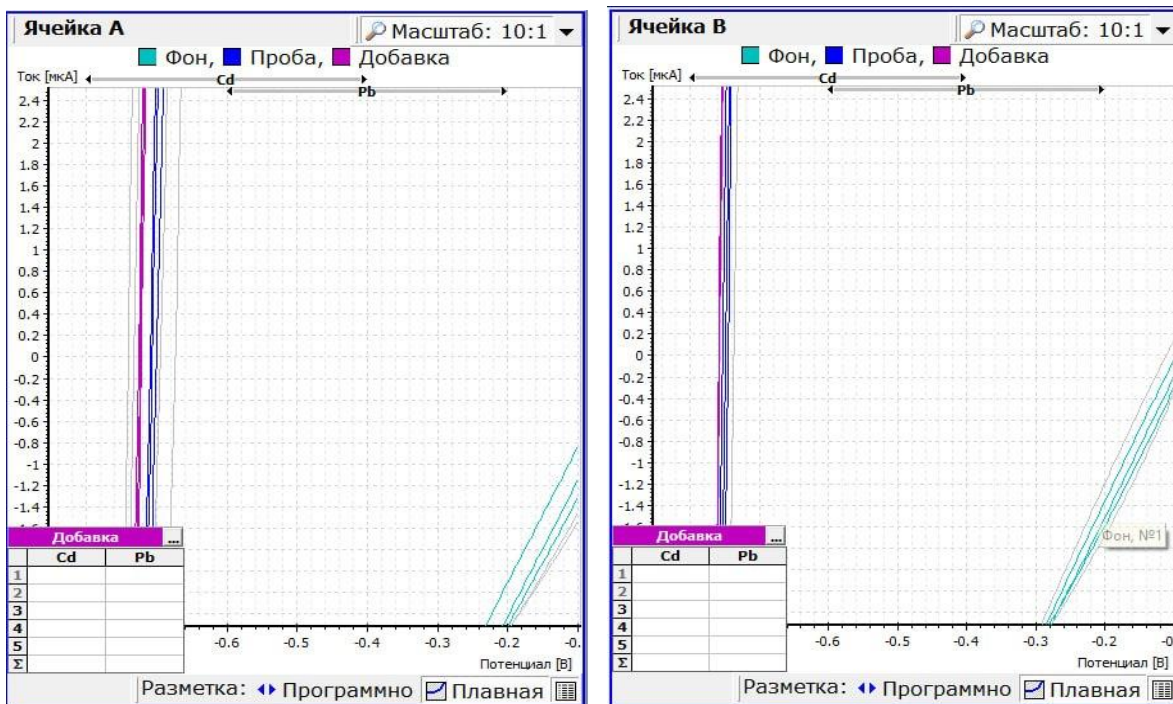


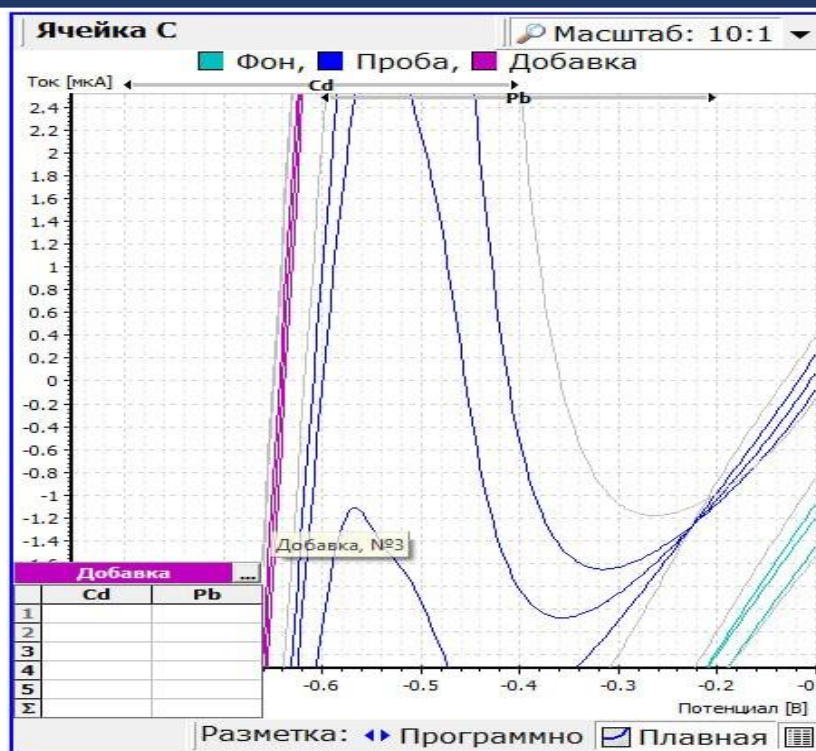
To'plangan metalni elektrod sirtidan kislotali muhitga qayta oksidlab o'tkazish uchun potensial chiziqli ravishda o'zgartiriladi. Bu jarayonda hosil bo'lgan oqim cho'qqisi (pik) tahlil qilinayotgan ionning konsentratsiyasiga proporsional bo'ladi.

TAJRIBAVIY QISM.

Namuna tayyorlash: Tuproq namunalari tahlil uchun tayyorlanishida avval quritiladi, begona jism va toshlardan tozalanadi, so'ngra elakdan o'tkaziladi. Kadmiyni eritmaga o'tkazish uchun namuna "nam" usulda mineralizatsiya qilinadi. Buning uchun konsentrlangan HNO_3 va HCl kislotalari aralashmasidan foydalaniladi. Olingan eritma filtrlanadi va pH ko'rsatkichi tahlil uchun moslashtiriladi.

O'lchash jarayoni: Tahlil uchun simob-plyonkali yoki modifikatsiyalangan uglerod-pastali elektrodlar qo'llaniladi. Fon elektroliti sifatida odatda kaliy xlorid (KCl) yoki ammiakli bufer eritmalar ishlatiladi.





Natijalar tahlili va muhokamasi

Voltamperometrik tahlil natijalariga ko‘ra, tekshirilayotgan namunada kadmiy va qo‘rg‘oshin ionlarining mavjudligi aniqlangan. Kimyoviy tahlil natijalari bo‘yicha kadmiy konsentratsiyasi 28 mg/l, qo‘rg‘oshin konsentratsiyasi esa 13 mg/l ni tashkil etdi (1-jadval).

Table 1. Results of the Voltammetric Determination of Cadmium and Lead in the Analyzed Sample

Determined Component	Concentration (mg/L)	Number of Replicate Measurements	Calculation Method
Cadmium (Cd)	28	3	Average value
Lead (Pb)	13	1	Average value

Kadmiy uchun uchta parallel o'lov amalga oshirilgan bo'lib, natijalar o'rtacha qiymat asosida hisoblangan. Qo'rg'oshin uchun esa bitta o'lov natijasi qayd etilgan. Voltamperogramma tahlili shuni ko'rsatadiki, kadmiy va qo'rg'oshin ionlari elektrod yuzasida turli potentsiallarda elektrokimyoviy qaytarilish reaksiyalariga uchraydi. Grafikda kadmiy uchun pik potensial taxminan $-0,60$ V atrofida, qo'rg'oshin uchun esa $-0,40$ V atrofida kuzatilmoqda. Ushbu qiymatlar og'ir metall ionlarining klassik inversion voltamperometrik aniqlashiga xos bo'lib, ularning elektrokimyoviy xossalari tasdiqlaydi.

Voltamperogrammada "Fon", "Proba" va "Qo'shimcha" egri chiziqlarining mavjudligi standart qo'shimcha usuli qo'llanilganligini ko'rsatadi. Mazkur usul murakkab matritsali namunalarni tahlil qilishda keng qo'llanilib, matritsa ta'sirini kamaytirishga imkon beradi. Qo'shimcha standart eritma kiritilgandan keyin pik balandligining ortishi aniqlanayotgan komponentlarning mavjudligini va olingan natijalarning ishonchliligini tasdiqlaydi.

Kadmiy pikining intensivligi qo'rg'oshinnikiga nisbatan yuqoriroq bo'lib, bu uning eritmadagi konsentratsiyasi kattaroq ekanligini ko'rsatadi. Elektrod reaksiyasi davomida hosil bo'layotgan tok kuchi metall ionlarining konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional bo'lgani sababli, kadmiy uchun qayd etilgan yuqori tok qiymatlari uning 28 mg/l miqdorda mavjudligini tasdiqlaydi.

Aniqlangan konsentratsiyalarni ekologik va sanitariya me'yorlari bilan taqqoslaganda, kadmiy va qo'rg'oshinning miqdori sezilarli darajada yuqori ekanligi kuzatiladi. Ma'lumki, ushbu elementlar toksik og'ir metallar qatoriga kiradi va ularning suv hamda tuproq muhitlarida yuqori konsentratsiyada mavjud bo'lishi biologik tizimlarga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. Ayniqsa, kadmiy buyrak faoliyatining buzilishi, suyak to'qimalarining zararlanishi hamda kanserogen ta'sir bilan tavsiflanadi. Qo'rg'oshin esa markaziy asab tizimi, gematopoetik tizim va yurak-qon tomir faoliyatiga zarar yetkazuvchi toksik element hisoblanadi.

Tajriba natijalari voltamperometrik usulning og'ir metall ionlarini aniqlashdagi yuqori sezgirligi va selektivligini namoyish etdi. Piklarning aniq ajralishi kadmiy va qo'rg'oshin ionlarini bir vaqtning o'zida aniqlash imkoniyatini bergan. Bu esa usulning ko'p komponentli tizimlarni tahlil qilishdagi afzalliklaridan biri hisoblanadi.

Tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, kadmiy miqdori sanoat zonalari yaqinidagi tuproqlarda ruxsat etilgan me'yor (REM) dan yuqori ekanligi aniqlanishi mumkin. Bu holat tuproqning elementar tarkibini muntazam monitoring qilib borish zarurligini tasdiqlaydi, xuddi boshqa tabiiy ob'ektlarda (masalan, sho'r suvlarda) turli elementlar

miqdori tahlil qilingani kabi. Inversion-voltamperometrik usul tuproq tarkibidagi Cd^{2+} ionlarini aniqlashda yuqori aniqlik va tezkorlikni ta'minlaydi. Usulning arzonligi va yuqori sezgirligi uni ekologik monitoring laboratoriyalarida qo'llash uchun juda qulay qiladi. Tadqiqot natijalari tuproq ifloslanishini baholash va atrof-muhitni muhofaza qilish choralari ishlab chiqishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa: Voltamperometrik tahlil natijasida tekshirilayotgan namunada kadmiy va qo'rg'oshin ionlari muvaffaqiyatli aniqlandi. Kadmiy konsentratsiyasi 28 mg/l, qo'rg'oshin konsentratsiyasi esa 13 mg/l ni tashkil etdi. Voltamperogrammada kuzatilgan pik potentsiallari mos ravishda Cd va Pb ionlariga tegishli elektrokimyoviy jarayonlarni tasdiqladi. Standart qo'shimcha usulidan foydalanish natijalarning aniqligi va ishonchliligini oshirdi. Olingan ma'lumotlar voltamperometriya usulining og'ir metall ionlarini aniqlashda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko'rsatdi hamda mazkur usul ekologik monitoring va analitik nazorat ishlarida qo'llash uchun istiqbolli ekanligini tasdiqladi. O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, inversion voltamperometriya yordamida tuproqdagi kadmiyni 10^{-9} mol/l konsentratsiyagacha aniqlash imkoniyati mavjud. Olingan volt-amperogrammalarda kadmiy uchun xos bo'lgan oksidlanish piki -0.6 V dan -0.7 V gacha bo'lgan potentsiallar oralig'ida kuzatiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. [Sukeri Anandhakumar](#), [Jayaraman Mathiyarasu](#) and Kanala Lakshimi Narasimha Phani. Anodic stripping voltammetric determination of cadmium using a "mercury free" indium film electrode. *Analyst*, 2013, **138**, 5674-5678
2. [Deepak Singh Rajawat](#), [Nitin Kumar](#), [Soami Piara Satsangee](#). Trace determination of cadmium in water using anodic stripping voltammetry at a carbon paste electrode modified with coconut shell powder. *Journal of Analytical Science and Technology* 2014. DOI <https://doi.org/10.1039/C3AN01070H> 2
3. Uralov N.B., Turayev Kh.Kh. va boshqalar. Concentration and analysis of iodine contained in ground saline waters on the base of hexamethylenetetramine. Volume-4, Issue-3, 2024.
4. Kathryn E. Toghil, Lei Xiao, Gregory G. Wildgoose, Richard G. Compton. Electroanalytical Determination of Cadmium(II) and Lead(II) Using an Antimony Nanoparticle Modified Boron-Doped Diamond Electrode. *Electroanalysis* :2009 p. 1113-1118. <https://doi.org/10.1002/elan.200904547>