

QO‘QON DAVLAT
PEDAGOGIKA INSTITUTI
ILMIY XABARLARI
(2025-yil 2-son)



TABIIY FANLAR
NATURAL SCIENCES

MIKRODISKLI ELEKTRODNING HAR XIL AYLANISH TEZLIGIDA VA SINALAYOTGAN ERITMANING TURLI HARORATLARIDA ANODLI TOKLARNING TABIATINI O‘RNATISH

Safarova Guljaxon Eshtemirovna
Qarshi muhandislik-iqtisodiyot intituti
k.f.f.d.(PhD) dotsenti.
E-mail: gsafarova990@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotdan maqsad tabiiy ob’ektlar va sanoat materiallari tarkibidagi palladiy(II), kumush(I) va simob(II) ionlari miqdorini dietilamino-4-metilgeksin-2-ol-4 (DEAMGO) eritmasi bilan suvsiz va aralash muhitlarda amperometrik titrlash uslublarini ishlab chiqishdan iborat.

Bir yoki ikkita qattiq indikatorli elektrodlar bilan istalgan (suvli, suvsiz, aralash) muhitda amperometrik titrlash usullarini ishlab chiqishda, aniqlanadigan ionlarning va ishlatiladigan reagentning va uning kompleksini voltamperometrik tabiatini o‘ziga xos tomonlarini bilish shart, natijada titrlashning optimal sharoitlarini to‘g‘ri tanlash mumkin bo‘ladi.

Analitik nuqtai nazardan vinilfenilefir- $C_6H_5-O-CH=CH_2$ – atomlar guruhi tutgan organik reagentlar katta qiziqishga sabab uyg‘otadi, ular og‘ir va boshqa metallarning kationlari bilan barqaror kompleks birikmalar hosil qiladi, ular suvda erimaydi, lekin organik erituvchilarda yaxshi eriydi.

DEAMGO suvli, suvsiz va aralash muhitlarda turli kationlarni titrlashning so‘ngi nuqtasi - amperometrik indikatsiyasida analitik reagent sifatida keng qo‘llanilmaydi, shuning uchun uni suvsiz amperometriyada ishlatish uchun avvalambor bu depolyarizatorni platinali mikrodiskli elektrodda protolitik erituvchi muhitida tabiati va konsentratsiyasi har xil bo‘lgan fon elektrolitlar ishtirokida voltamper tabiatini o‘rganish kerak bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: dietilamino-4-metilgeksin-2-ol-4, metall, suv, titrlash, egri chiziq, amperometrik, mikrodisk, elektrod, tok, eksperimental nuqtalar, faza, elektrokimyoviy.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРА АНОДНЫХ ТОКОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СКОРОСТАХ ВРАЩЕНИЯ МИКРОДИСКОВОГО ЭЛЕКТРОДА И ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО РАСТВОРА.

Аннотация: Целью данной работы является разработка методов амперометрического титрования для определения ионов палладия(II), серебра(I) и

ртути(II) в природных объектах и промышленных материалах с раствором диэтиламино-4-метилгексин-2-ола-4 (ДЭАМГО) в безводных и смешанных средах.

При разработке методов амперометрического титрования в любых средах (водных, неводных, смешанных) с одним или двумя твердыми индикаторными электродами необходимо знать особенности вольтамперометрической природы определяемых ионов, а также используемый реагент и его комплекс, в результате чего можно будет правильно подобрать оптимальные условия титрования.

С аналитической точки зрения органические реагенты, содержащие винилфенилэфирную группу атомов $-C_6H_5-O-CH=CH_2-$, представляют большой интерес, так как они образуют с катионами тяжелых и других металлов устойчивые комплексные соединения, нерастворимые в воде, но растворимые в органических растворителях.

ДЭАМГО не нашел широкого применения в качестве аналитического реагента при амперометрической индикации конечной точки титрования различных катионов в водных, безводных и смешанных средах, поэтому для его использования в безводной амперометрии необходимо предварительно изучить вольтамперометрическое поведение этого деполяризатора в среде протолитического растворителя на платиновом микродисковом электроде в присутствии фоновых электролитов различной природы и концентрации.

Ключевые слова: диэтиламино-4-метилгексин-2-ол-4, металл, вода, титрование, кривая, амперометрический, микродиск, электрод, ток, экспериментальные точки, фаза, электрохимический.

DETERMINATION OF THE NATURE OF ANODE CURRENTS AT DIFFERENT ROTATION SPEEDS OF A MICRODISC ELECTRODE AND AT DIFFERENT TEMPERATURES OF THE TEST SOLUTION.

Abstract: The aim of this work is to develop amperometric titration methods for the determination of palladium(II), silver(I) and mercury(II) ions in natural objects and industrial materials with a solution of diethylamino-4-methylhexyn-2-ol-4 (DEAMGO) in anhydrous and mixed media.

When developing methods of amperometric titration in any environment (aqueous, non-aqueous, mixed) with one or two solid indicator electrodes, it is necessary to know the characteristics of the voltammetric nature of the ions being determined, as well as the reagent used and its complex, as a result of which it will be possible to correctly select the optimal titration conditions.

From an analytical point of view, organic reagents containing the vinyl phenyl ether group of atoms $-C_6H_5-O-CH=CH_2-$ are of great interest, since they form stable complex compounds with cations of heavy and other metals that are insoluble in water but soluble in organic solvents.

DEAMGO has not found wide application as an analytical reagent in amperometric indication of the end point of titration of various cations in aqueous, anhydrous and mixed

media, therefore, for its use in anhydrous amperometry, it is necessary to first study the voltammetric behavior of this depolarizer in a protolytic solvent medium on a platinum microdisk electrode in the presence of background electrolytes of various natures and concentrations.

Key words: diethylamino-4-methylhexyn-2-ol-4, metal, water, titration, curve, amperometric, microdisk, electrode, current, experimental points, phase, electrochemical.

KIRISH

Bugungi kunda dunyoda atrof muhitni muhofaza qilish muxim ahamiyatga ega. Shu maqsadda turli sanoat korxonalarining chiqindilari, oqova suvlar, tabiiy hamda texnogen ob'ektlar tarkibidagi rangli va nodir metallar ionlari miqdorini aniqlashda elektrokimyoviy titrlash usullari keng qo'llanilmoqda. Shunga ko'ra, rangli va nodir metallar ionlarini ichki kompleks birikmalar shaklida elektrokimyoviy aniqlashning selektiv, tezkor, usullarini ishlab chiqish uchun yangi kompleks hosil qiluvchi organik reagentlarni sintez qilish va ularning elektrokimyoviy, fizik-kimyoviy, kislota-asosli xossalarini aniqlash, hamda organik reagentlarning qimmatli analitik xossalarga ega bo'lgan yangi hosilalarini olish, ulardan analitik usul uchun eng maqbullarini tanlash va ularning analitik usullarda qo'llanilish sohalarini kengaytirish muhim ahamiyatga ega.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR

Oltinugurt o'z ichiga olgan tioasetamid reagenti va uning metall kompleksining platina mikrodisk anodidagi amperometrik xatti-harakati o'rganilgan va uni suvli, aralash va suvsiz muhitda asil metall ionlari uchun analitik reagent sifatida qo'llash imkoniyati ko'rsatilgan [1].

Palladiy(II)ni skeletli nikelli katalizatorlarda va palladiy(II)li eritmalarda aniqlash uchun kaliy yodid ishtirokida AT usulidan foydalanilgan [2]. Titrlash vizual amperometrik qurilmada aylanadigan platinali indikatorli elektrodalarda olib borilgan ($l = 10 \text{ mm}$, $d = 0,5 \text{ mm}$).

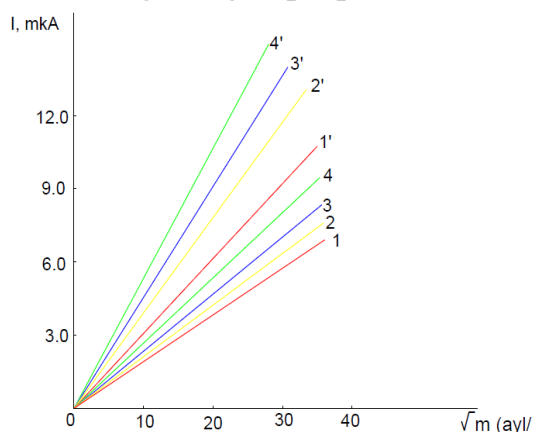
Suvli eritmalarda kumushni voltametrik aniqlash usuli ishlab chiqilgan. Tahlil shartlari quyidagilardan iboratligi o'rganilgan: 20 soniya davomida 700 mV potentsialda elektrodni qayta tiklash; -300 mV potentsialda uglerod-sitall elektrod yuzasida kumush(I)ning to'planishi; 20 soniya davomida -300 mV potentsialda tinchlantirish; 500 mV/s potentsial tezligi bilan -300 dan 700 mV gacha bo'lgan potentsial diapazonda anod oqimi-kuchlanish egri chizig'ini ro'yxatdan o'tkazish, texnika elektrokimyoviy generator yordamida kumush(I) ionlari bilan boyitilgan suvni tahlil qilishda, shuningdek, kumush idishlardan kumush migratsiya jarayonini o'rganishda sinovdan o'tkazilgan [3].

Dastlabki tajriba natijalariga ko'ra, berilgan reagentning eritmasi bilan kumush(I) va palladiy(II) ionlarini aniqlashda metall komplekslarining komponentlarini tegishli cho'kma hosil qilib ta'sirlashishi o'rganib chiqilgan. Berilgan tashqi potentsial: mishyak(III) uchun -0,2V; surma(III) uchun -0,1V va palladiy(II) uchun -0,15V bu metallarni qaytarilishiga yo'l qo'ymasligi isbotlangan, biroq reagentni simob tomchili elektrodda to'liq oksidlanishini ta'minlashi isbotlangan.

Kumush(I) ni aniqlashning amperometrik usullarini ishlab chiqish va olingan tajriba ma'lumotlarini metrologik baholash uchun korrelyatsiya koeffitsientlari o'rnatildi va kumush(I) ni suvli, oltingugurtli reagentlar bilan gibrid ekstraksiya-amperometrik aniqlash usullari, aralash va suvsiz muhit ishlab chiqilgan. Platinali mikrodisk anodida oltingugurt saqlovchi reagentlar va ularning metall komplekslarining turli tabiat va konsentratsiyali bufer eritmaları va fon elektrolitlaridagi voltametrik harakati o'rganilgan. Ushbu reagentlarni kumush(I) ionlari uchun analitik reagentlar sifatida ishlatish imkoniyati ko'rsatilgan. Cheklovchi anod oqimlarining tabiati va bitta depolarizator molekulasi o'ksidlanishida elektronlar soni aniqlanadi va oltingugurt o'z ichiga olgan reagentlar eritmasi bilan kumush(I) ni aniqlash uchun sharoitlar optimallashtirilgan. Amperometrik titrlashning yangi versiyasini ko'rib chiqilgan va yuqoridagi talablarga javob beradigan eng yaxshi oksidlovchi moddalar ozon, Cr_2O_3 , KMnO_4 , H_2O_2 ning protolitik erituvchilardagi yangi tayyorlangan eritmaları ekanligi, titrlangan eritmalaridagi konsentratsiyalari 0,001M dan oshmasligi kerakligi aniqlangan. Chunki bunday sharoitda titrantlar amalda oksidlanmasligi va metall ionlarining amperometrik titrlanishi bu oksidlovchi moddalar bo'lmagandagidek silliq kechishi o'rganilgan [4].

NATIJALAR

Yangi faza hosil qilmaydigan elektrod jarayonlar suvsiz va aralash eritmalarda kam o'rganilgan. Bunday jarayonlarni o'rganish elektrokimyoviy kinetikaning qonuniyatlarini va anomaliyalarini to'laroq o'rnatish imkonini beradi. DEAMGO oksidlanishining anodli tokining tabiatini aniqlash uchun birinchi navbatda depolyarizatorning chegaraviy tokining kattaligini diskli mikroanodning aylanishlari soniga bog'liqligini topish zarur. 24°C da va elektrodning har xil aylanishlari sonida (380, 725, 1085, 1400 ayl/min) olib borilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, reagentning oksidlanishini chegaraviy tokining kattaligi diskli mikroanodning aylanishlari soniga to'g'ri proporsional (1-rasm.)[5].



1-rasm. DƏAMGO oksidlanish chegaraviy tokining CH_3COOH da $\sqrt{m} (\text{ayl/min})^{1/2}$ ga bog'liqligi. Fon konsentratsiyasi, mol/l: 1, 1' – 0,20 M LiNO_3 ; 2, 2' – 0,25 M CH_3COOK ; 3, 3' – 0,20 M LiClO_4 ; 4, 4' – 0,15 M LiCl .

Konsentratsiya DEAMGO, mol/l: 1, 2, 3, 4, - $2 \cdot 10^{-4}$; 1', 2', 3', 4' - $4 \cdot 10^{-4}$.

1- rasmda misol tariqasida sirka kislotada DEAMGO oksidlanishining chegaraviy toki qiymatlarini barcha o'rganilgan fonlarda mikroanod aylanish tezligini kvadrat ildiziga bog'liqligi keltirilgan.

1-jadval

DEAMGOni sirka kislotali muhitida chegaraviy toki kuchini tabiati, fon elektrolitlari ishtirokida elektrodning min. aylanishlari sonining kvadrat ildiziga bog‘liqligi va natijalari

Fon tabiati va konsentratsiyasi, mol/l	Elektrodning aylanish tezligi, ayl/min	$\sqrt{m}$, (ayl/min) ^{1/2}	Chegaraviy tok kattaligi, mkA	
			2·10 ⁻⁴ M	4·10 ⁻⁴ M
0,25 CH ₃ COONa	380	19,49	3,96	7,94
– " –	725	26,93	5,12	10,25
– " –	1085	32,94	6,18	12,36
– " –	1400	37,42	7,06	13,98
0,25 CH ₃ COOK	380	19,49	4,05	8,11
– " –	725	26,93	5,21	10,43
– " –	1085	32,94	6,27	12,55
– " –	1400	37,42	7,15	14,31
0,15 LiCl	380	19,49	4,44	8,85
– " –	725	26,93	6,00	11,97
– " –	1085	32,94	7,16	14,26
– " –	1400	37,42	8,24	16,43
0,15 LiNO ₃	380	19,49	4,40	8,81
" –	725	26,93	5,96	11,93
– " –	1085	32,94	7,12	14,22
– " –	1400	37,42	8,20	16,39
0,20 LiClO ₄	380	19,49	7,78	15,56
" –	725	26,93	10,65	21,24
– " –	1085	32,94	12,66	25,32
– " –	1400	37,42	15,51	29,02

1-rasmdan va 1-jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, barcha to‘rtta eksperimental nuqtalar, elektrodning turli aylanishlari soniga javob beradi, ular koordinaatlar boshidan o‘tgan to‘g‘ri chiziqqa yaxshi joylashadi, bu DEAMGOni platina diskli mikroanodda elektrooksidlanish chegaraviy tokining diffuzion xarakterga ega ekanligini anglatadi.

2-jadval

Bitta molekula DEAMGO platina mikrodiskli anodda oksidlanishining chegaraviy tokining kattaligini sinalayotgan suvsiz sirka kislota eritmalarinig haroratiga bog‘liqlik natijalari

Fon tabiati va konsentratsiyasi mol/l	Chegaraviy tokning temperatura koefitsienti	O‘rganilayotgan eritmaning harorati, °S	Chegaraviy tok kattaligi, mkA	
			2·10 ⁻⁴ M	4·10 ⁻⁴ M
0,25 CH ₃ COONa	3,37	24,0	4,08	8,12
– " –	3,38	30,0	4,90	9,76

– " –		40,0	6,60	13,17
0,25 CH ₃ COOK	3,39	24,0	4,12	8,16
– " –	3,51	30,0	4,94	9,80
– " –		40,0	6,64	13,21
0,15 LiCl	4,27	24,0	4,36	8,65
– " –	3,33	30,0	5,44	10,87
– " –		40,0	7,24	14,43
0,15 LiNO ₃	4,23	24,0	4,32	8,61
– " –	3,29	30,0	5,40	10,83
– " –		40,0	7,20	14,39
0,20 LiClO ₄	4,20	24,0	7,85	15,63
– " –	3,71	30,0	9,82	19,59
– " –		40,0	13,46	26,87

Massa almashinuvi tezligi bo‘yicha DEAMGO oksidlanishining topilgan anodli tokining chegarasi barcha o‘rganilgan fon elektrolitlari va ishlatilgan protolitik erituvchi CH₃COOH uchun o‘rnatildi. Ushbu xulosa, shuningdek haroratning 24 - 40°C oralig‘ida topilgan va har bir gradusga 3,5 - 4,5% bo‘lgan DEAMGOning cheklangan elektrooksidlanishi chegaraviy tokining harorat koeffisientining topilgan o‘rtacha qiymati bilan tasdiqlanadi (2-jadval).

Eritmaning haroratini keng oraliqlarida tajribalar o‘tkazilmadi, chunki 24°S dan past haroratda ishlatilayotgan fonlar o‘rganilayotgan protolitik muhitlarda chekli eriganligi sababli, ko‘pincha cho‘kmaga tushib qoldilar, 40°Cdan yuqori haroratda biriktiruvchi ko‘prikning agar agarli geli erib ketdi [6].

XULOSA

Olib borilgan tadqiqotlar asosida o‘rnatildiki, platinali mikrodiskli anodda DEAMGOning bitta molekulasini elektrooksidlanishida protolitik suvsiz muhitlarda fon va muhitning tabiatiga bog‘liq holda reagentning oksidlanish yarimto‘lqin ($E_{1/2}$) potentsiali kislotaliligi yuqori bo‘lgan sohaga o‘tganda potentsiialarning musbatroq qiymatlari tomoniga siljiydi.

Chegaraviy tokning kattaligi bilan reagentning konsentratsiyalari o‘rtasidagi to‘g‘ri proporsional bog‘liqlik barcha o‘rganilgan suvsiz yeritmalar va fon yelektrolitlar uchun $2 \cdot 10^{-2}$ – $2 \cdot 10^{-5}$ mol/l konsentratsiyalar oralig‘ida yetarlicha yaxshi rioya qilinadi.

Eritmaning har xil haroratlarida va platina diskli mikroanodning aylanis‘hlari sonida qayd qilingan DEAMGO oksidlanishining qutblanish yegri chiziqlari asosida barcha o‘rganilgan fonlarda va suvsiz yeritmalarida reagentning elektrooksidlanish tokining diffuzion tabiati o‘rnatildi, logarifmik tahlil asosida uning qaytmas xarakteri o‘rnatildi.

Aniqlangan qonuniyatlar tahlil qilingan yeritmalarini termostatlas‘h zarurligini aniqlash uchun muhimdir. Barcha o‘rganilgan muhitda DEAMGO platina diskli mikroanodda elektrooksidlanish jarayoni qaytmas ekanligi va bitta elektronning chiqishi bilan kechishi aniqlandi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Яхшиева З.З. Оптимизация условий амперометрического определения ионов платины, палладия и золота раствором тиацетамида. // [Инновационные технологии в науке и образовании](#) монография. Пенза, 2016. с. 154-165.
2. Захаров В.А., Заботин П.И., Друзь С.В., Акулов Г.В. Амперометрическое определение палладия в катализаторах// Заводск. лаборатория. 1985. Т.51. №8. с.2 – 4.
3. Матвейко Н.П. Брайкова А.М. Осмоловская Л.Ю. Прудникевич М.К. Определение серебра методом инверсионной вольтамперометрии // Известия национальной академии наук Беларуси. серия химических наук. №:3. 2010. с.:33-36.
4. Яхшиева З.З. Условия амперометрического титрования иона Ag(I) серосодержащими реагентами // [Universum: Химия И Биология](#). № 4 (22) 2016. с. 1.
5. Рахматов Х.Б., Сафарова Г.Э. Electrochemical behavior of diethylamino-4-methylhexin-ol-4 on a platinum disk mikroanode in non-aqueous mediya. // Central asian journal of medical and natural science 2020. p. 20-28 [www/centralasianstudies.org/index.php/CAJMNS](http://www.centralasianstudies.org/index.php/CAJMNS).
6. Джураева Ш.Д., Турабоева Н.Б., Определение ионов благородных металлов в модельных смесях с раствором ФКМДФТК. // Научный журнал. №:3(58). 2021. с. 17-18
7. Shaikh A.B., Barache U.B., Lokhande T.N., Gaikwad S.H., Kamble G.S., Anuse M.A. Expeditious extraction and spectrophotometric determination of palladium(II) from catalysts and alloy samples using new chromogenic reagent. // Rasayan Journal Of Chemistry. Том:10 №:3. 2017. с. 967-980.
8. Харитонов Ю.Я. Аналитическая химия. Электрохимические методы анализа // М: Высшая школа. - Кн. 2. 2010.- с.148-157; 302; 309-340.