

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

MÜXTƏLİF FUNKSIONAL QRUP TƏRKİBLİ SİNTETİK SORBENTLƏRİN İŞTİRAKI İLƏ PALLADIUM (II) İONUNUN SORBSİYASININ TƏYİNİ METODİKALARININ İŞLƏNİB HAZIRLANMASI

İxtisas: 2301.01 – Analitik Kimya

Elmi sahə: Kimya

İddiaçı: **Esmira Nazim qızı Həşimova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün
təqdim edilmiş dissertasiyanın

AVTOREFERATI

Bakı – 2024

Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetində və Bakı Dövlət Universitetində yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər: kimya elmləri doktoru, professor
Famil Musa oğlu Çıraqov

Rəsmi opponentlər: kimya elmləri doktoru, professor
Əli Zal oğlu Zalov



kimya üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Fətəli Elmar oğlu Hüseynov

kimya üzrə fəlsəfə doktoru
Şahin Məmməd oğlu Bayramov

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.16 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya Şurasının sədri:

kimya elmləri doktoru, professor
İbrahim Qərib oğlu Məmmədov

Dissertasiya Şurasının elmi katibi:

kimya elmləri doktoru, dosent
Farid Nadir oğlu Nağıyev

Elmi seminarın sədri:

kimya elmləri doktoru, professor
Xəlil Cəmal oğlu Nağıyev



İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işlənmə dərəcəsi. Son dövrlər analitik kimya sahəsində təbii və texniki obyektlərdə elementlərin mikromiqdarlarının təyini məqsədi ilə ayrılma və qatılaşıdırmanın sorbsiyon metodlarından daha çox istifadə olunur. Bu metodlar analitik kimya praktikasında təyinat metodlarının və analitik göstəricilərin, yəni həssaslıq və seçiciliyi təmin etmək üçün geniş istifadə olunur. Analiz zamanı təyin olunan nümunənin tərkibində təyinata mane olan kənar komponent olarsa, təyin olunan komponent obyektə qeyri-bərabər paylanarsa, nümunənin qatılığı təyin olunma sərhəddindən aşağı olarsa, bu zaman ayrılma və qatılaşıdırma metodlarından istifadə daha məqsədəuyğun hesab edilir. Bunları nəzərə alaraq mürəkkəb tərkibli obyektlərdən palladium (II) ionlarının təyini məqsədi ilə yüksək metroloji xüsusiyyətlərə malik olan metodların işlənilməsi aktual məsələlərdən biridir. Palladiumun əksər təbii və texniki obyektlərin tərkibində çox az miqdarda olması bu metalın fotometrik təyin edilməsi məqsədi ilə qatılaşıdırılmasının effektiv metodlarının işlənməsi və mövcud olan metodların təkmilləşdirilməsi vacib məsələlərdən biridir. Bu məqsədlə istifadə olunan metodlar içərisində sorbsiyon metod sadəliyi, ekspresliyi, yüksək selektivliyi və ekoloji təhlükəsizliyi ilə xüsusi yer tutur.

Xelatəmələgətirici xassəyə malik olan polimer sorbentlərdən istifadə etmək sorbsiyon analitik sistemlər üçün daha əhəmiyyətli hesab olunur. Analitik kimyada daha aktual məsələlərdən biri elementlərin mikromiqdarının təyini zamanı tərkibində xelatəmələgətirici müxtəlif funksional analitik qrupu olan polimer sorbentlərin öyrənilməsi və onların analitik tətbiqidir.

Ədəbiyyatda bu polimer sorbentlər haqqında demək olar ki, kifayət qədər məlumat verilib. Ədəbiyyat materiallarından məlumdur ki, polimer xelat sorbentlər təyinatın sadəliyi, sürətli və yüksək effektivliyinə görə daha çox əhəmiyyətə malikdirlər. Polimer xelat sorbentlərin əsas xarakteristikası matrisada olan funksional aktiv qrupdur. Həmin kimyəvi aktiv qruplar məhluldakı metal ionları ilə xelat kompleksləri və ion assosiatları əmələ gətirir. Kompleksəmələgətirici sorbentlər üzərində sorbsiya prosesi əsasən nəcib metal ionlarının sorbentdə olan funksional qruplarla kompleks əmələgətirməsilə

yarandır. Bildiyimiz kimi xelat əmələgətirici sorbentlər əsasən bir sıra obyektlərin analizində, məsələn, filizlərin, meteoritlərin, mineralların, süxurların və s. nadir və nəcib metalların təyini zamanı da geniş tətbiq olunur. Məlumdur ki, turş mühidə palladium (II) ionu digər metallarla müqayisədə tərkibində azot və kükürd donor atomları olan liqandlarla daha davamlı kompleks birləşmələr əmələ gətirmək xassəsinə malikdir. Palladium (II)ionunun sorbsiyası üçün istifadə olunan xelat sorbentlər tərkibində heterotsklik azo və amin qrupları olan sorbentlərdir. Demək olar ki, hidroksiazobirləşmələrin (–OH, –N=N–) istifadəsi ilə palladium (II) ionunun təyini metodikaları zamanı bu və ya digər analitik göstəriciləri yüksək olan nəticələr almaq mümkün olmuşdur. Bunları nəzərə alaraq göstərilən funksional qruplar saxlayan reagentlərdən istifadə-piroqallolun azotörəmələrinin palladium (II) ionu ilə səthi aktiv maddələr və hidrofob aminlər iştirakında kompleks əmələgətirməsinin sorbsion xassələrinin öyrənilməsi və analitik tətbiqi aktual problemlərdəndir.

Bu məqsədlə tərkibində xelatəmələgətirici qrup saxlayan yeni polimer sorbentdən və piroqallol əsaslı azobirləşmələrdən istifadə edərək palladium (II) ionunun sorbsiyon təyini metodikaları işlənmişdir.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Malein anhidridi əsasında alınmış polimer sorbentlər; piroqallol əsaslı reagentlər və bu reagentlərin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi kompleksləri. Sintez olunmuş yeni polimer sorbentlər üzərində palladium (II) ionunun sorbsiyası; palladium (II) ionunun təbii və texniki obyektlərdə (standart ərintilər, elektrodlar, filizlər, nikel tozunda, dağ süxurları) sorbsion-fotometrik təyinat metodikalarının işlənilib hazırlanması.

Tədqiqatın məqsədi və vəzifələri. Dissertasiya işinin əsas məqsədi malein anhidridi stirol sopolimerinin müxtəlif funksional qrup tərkibli aminlərlə modifikasiyası nəticəsində alınmış polimer sorbentlər ilə palladium (II) ionunun sorbsiyasının əlaqəli şəkildə öyrənilməsi, təbii və sənaye obyektlərində (standart ərintilər, elektrodlar, filizlər, gillər, dağ süxurları) metal ionunun mikromiqdarlarının təyin edilməsi üçün ilkin qatılma mərhələsi və ayrılma metodlarının işlənilib hazırlanmasıdır.

Tədqiqat işi zamanı əsas məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı təcrübi və nəzəri məsələlərin həlli əsas götürülmüşdür:

– sintez olunmuş polimer sorbentlərin fiziki-kimyəvi xassələrinin və analitik göstəricilərinin, palladium (II) ionunun mikromiqdarlarının sorbsiya və desorbsiyasının öyrənilməsi;

– sintetik sorbentlərin tərkibinə daxil olan müxtəlif funksional qrupların palladium (II) ionunun sorbsiya prosesinə təsirinin öyrənilməsi;

– elmi tədqiqatların nəticələrinə əsasən palladium (II) ionunun mürəkkəb kimyəvi tərkibə malik obyektlərdən qatılaşıdırılaraq ayrılması, yeni metodikaların işlənilib hazırlanması məqsədi ilə analitik baxımdan daha əlverişli sorbentlərin seçilməsi.

Tədqiqat metodları. Dissertasiyada tədqiqatlar zamanı müxtəlif fiziki və fiziki-kimyəvi analiz metodlarından (İQ-spektroskopiya, UB-spektroskopiya, skanedic elektron mikroskopiya (SEM), termoqravimetriya, spektrofotometriya) və sorbsion qatılaşıdırılma metodlarından istifadə olunmuşdur.

Müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar:

– instrumental tədqiqat metodlarından istifadə etməklə sintez edilmiş polimer sorbentlərin fiziki-kimyəvi parametrlərinin və analitik xarakteristikalarının müəyyən edilməsi;

– palladium (II) ionunun piroqallol əsaslı üzvi reagentlərlə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələrin analitik göstəricilərinə kation tipli səthi aktiv maddələrin təsirinin öyrənilməsi, palladium (II) ionlarının sorbsiya və desorbsiya prosesinin nəticələri;

– binar və müxtəlifliqandlı komplekslərin fiziki-kimyəvi və analitik xassələrinə əsasən alınmış yüksək analitik göstəricilərə malik kompleks birləşmələrin seçilməsi;

– palladium (II) ionlarının mürəkkəb tərkibli real obyektlərdən ayrılması və qatılaşıdırılması, ayrılmış metal ionları üçün sorbsion-fotometrik təyinat metodikalarının işlənilib hazırlanması.

Tədqiqatın elmi yeniliyi: İlk dəfə palladium (II) ionunun mikromiqdarlarının sorbsion qatılaşıdırılması məqsədi ilə malein anhidridi-stirol sopolimerinin müxtəlif funksional qrup tərkibli aminlərlə modifikasiyası nəticəsində kompleksəmələgətirici qabiliyyətə malik olan polimer sorbentlər sintez olunmuşdur. Instrumental metodların köməyi ilə sintez olunmuş sorbentlərin fiziki-kimyəvi xarakteristikaları öyrənilmişdir. Alınmış xelatəmələgətirici polimer sorbentlər üzə-

rində palladium (II) ionunun mikromiqdarlarının sorbsiyası sisteməlik olaraq tədqiq edilmişdir və hər bir metal-sorbent sisteminin sorbsiyasının optimal şəraiti və prosesin analitik göstəriciləri müəyyən edilmişdir. Təbii və sənaye obyektlərində palladium (II) ionunun mikromiqdarlarının təyini üçün yüksək sorbsiya tutumuna malik sorbentlər sintez olunmuş və digər metodikalarla müqayisədə daha əlverişli metodikalar işlənib hazırlanmışdır.

Tədqiqatın nəzəri və praktiki əhəmiyyəti. Tədqiqat işində istifadə olunmuş üzvi reagentlər və sorbentlərin quruluşları ilə xassələri arasında əlaqə müəyyən olunmuşdur. Sintez olunmuş xelatəmələgətirici polimer sorbentlərin palladium (II) ionunun ətraf mühit obyektlərindən qatılaşdırılaraq ayrılması üçün istifadəsinin əlverişliliyi müəyyən olunmuşdur.

– Elektrodlarda, dağ süxurlarında, filizlərdə, standart ərintilərdə, müxtəlif təbii və sənaye obyektlərində palladium (II) ionunun mikromiqdarlarının təyini məqsədi ilə bir sıra effektiv, perspektivli sorbsion-spektrofotomerik təyinat metodikaları işlənib hazırlanmışdır.

– Aparılmış elmi tədqiqatların nəticələri demək olar ki, analitik kimya sahəsində fəaliyyət göstərən elmi işçilər üçün daha faydalı ola bilər.

Aprobasiya və tətbiqi. Dissertasiya materiallarına əsasən 30 elmi iş nəşr edilib. Onlardan 9-u (o cümlədən üçü tək müəllifli) məqalə (5-i xaricdə), 20-i məruzə tezislər, 1-i patentdir. Məqalələr beynəlxalq xülasələndirmə və indeksləmə sistemlərinə daxil olan dövrü elmi nəşrlərdə çap olunmuşdur.

Dissertasiya işinin nəticələri Azərbaycanda və xarici ölkələrdə keçirilmiş aşağıda qeyd olunan elmi konfranslarda (o cümlədən Beynəlxalq elmi konfranslarda) məruzə edilmişdir. Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü il dönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XI respublika konfransı (Bakı 2017), Akademik Rəfiqə Əlirza qızı Əliyevanın 85 illik yubileyinə həsr olunmuş Beynəlxalq Elmi konfrans “Koordinasion birləşmələr kimyası: Analitik kimyanın aktual problemləri” (Bakı 2017), XXI Всероссийская конференция молодых ученых-химиков (С международным участием) (Нижний Новгород 2018), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci il dönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və

gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XII Respublika konfransı (Bakı 2018), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci il dönümünə həsr olunmuş “XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri” VII Respublika Elmi konfransının materialları (Bakı 2018), Akademik M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyevin qıraətləri” Elmi konfransının materialları (Bakı 2018), Байкальская школа-конференция по химии сборник тезисов докладов II Всероссийской школыконференции, посвященной 100-летию Иркутского государственного университета и 85-летию химического факультета ИГУ (Иркутск 2018), Отходы, причины их образования и перспективы использования, сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции (Краснодар 2019), XXIX Российская молодежная научная конференция с Международным участием, посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов (Екатеринбург 2019), Advanced in synthesis and complexing Book of abstract the fifth international scientific conference organic chemistry section (Moscow 2019), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-illiyinə həsr olunmuş , müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri Beynəlxalq elmi konfransı (Gəncə 2019), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-illiyinə həsr olunmuş XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri materialları BDU (Bakı 2019), Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-illiyinə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XII Beynəlxalq elmi konfransının materialları Bakı Dövlət universiteti Kimya fakültəsi (Bakı 2019), XI всероссийская конференция по анализу объектов окружающей среды (Пермь 2019), «Химическая наука и образование, проблемы и перспективы развития» сборник материалов международной конференции приуроченной к международному году периодической таблицы химических элементов (Махачкала 2019), “Analitik kimya” kafedrasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş “Koordinasion birləşmələr kimyası” VII Beynəlxalq elmi konfransının materialları (Bakı 2020), Euremos. 5th international Turkish congress on molecular spectroscopy (2022), 6th international good,

agriculture and veterinary sciences congress (Gəncə 2023).

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı. Dissertasiya işi Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universitetinin “Kimya Texnologiya” fakültəsinin “Kimya və qeyri-üzvi maddələrin texnologiyası” kafedrasının apardığı elmi tədqiqat işlərinə uyğun olaraq (Dövlət qeydiyyatı №0111Az2003) aparılmışdır. Tədqiqatlar ADN-SU-da və BDU-da yerinə yetirilmişdir.

Dissertasiyanın struktur bölmələrinin ayrılıqda həcmi qeyd olunmaqla dissertasiyanın işarə ilə ümumi həcmi. Dissertasiya 164 səhifəlik çap edilmiş mətnədə tədqim olunur, giriş, 4 fəsil, nəticələr, 43 şəkil, 29 cədvəl, 173 adda istinad edilən ədəbiyyat siyahısından və ixtisarlara siyahısından ibarətdir. İşin əsas hissəsi 206185 işarə sayıdır.

Birinci fəsildə (81847 işarə sayı) dissertasiya işinə aid aparılan araşdırmalara aid ədəbiyyat, həmçinin son 10 ilin ədəbiyyat məlumatları təhlil edilmiş, palladium (II) ionunun fotometrik və sorbsion-fotometrik təyini üçün işlənmiş metodikaların mühüm analitik xarakteristikaları verilmişdir.

İkinci fəsildə (47234 işarə sayı) məlum olan metodika üzrə üzvi reagentlərin və sorbentlərin sintezi, istifadə olunan cihazlar və reaktivlər, sintez edilən yeni polimer sorbentlərin identifikasiyası və alınan nəticələrin müzakirəsi, palladium (II) ionuna qarşı sorbsiya tarazlığının Freyndlix və Ləngmür izoterm modelləri verilmişdir.

Üçüncü fəsildə (19445 işarə sayı) üzvi reagentlərin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi rəngli kompleks birləşmələrin fotometrik metodla təyini, palladium (II) ionunun üzvi reagentlərlə spektro-fotometrik təyini zamanı onların əmələ gətirdikləri binar və müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələrinin fotometrik metodla tədqiqi verilmişdir.

Dördüncü fəsildə (45679 işarə sayı) xelatəmələgətirici sorbentlərlə palladium (II) ionunun optimal sorbsiya və desorbsiya şəraitləri müəyyənləşdirilmişdir.

Aparılan tədqiqatlarda iddiaçının şəxsi töhfəsi. İddiaçının tədqiqat işini yerinə yetirməsində, təcrübələrin aparılmasında rolu bilavasitədir. İddiaçı piroqalol əsaslı üzvi reagentləri və xelatəmələgətirici polimer sorbentləri sintez etmiş, onların palladium (II) ionunun analitik kimyada tətbiqinə dair son 10 ilin ədəbiyyat məlumatlarını toplamışdır. Tədqiqatların nəticələrinə əsasən çap olunmuş elmi

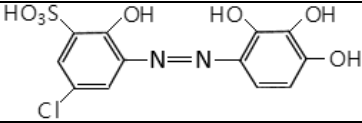
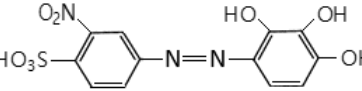
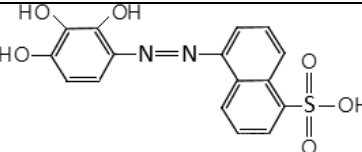
işlərin tərtibində öz təkliflərini irəli sürmüşdür.

İŞİN QISA MƏZMUNU

Reagentlər və onların identifikasiyası. Məlumdur ki, bir sıra metal ionlarının fotometrik təyində piroqallol əsaslı reagentlər geniş tətbiq olunur. Təqdim olunan dissertasiya işində palladium (II) ionunun fotomerik təyini üçün piroqallol əsaslı azobirləşmələrdən istifadə olunmuşdur. Bu reagentlər ədəbiyyatda məlum reagentlərdir, lakin palladium (II) ionunun fotometrik təyində ilk dəfə bizim tədqiqat işində istifadə olunmuşdur. Palladium (II) ionunun reagentlərlə əmələ gətirdiyi komplekslər donor atomların (N, S) elektron strukturu və metalın boş d orbitalı hesabına π dativ rabitənin əmələ gəlməsi ilə alınır. Platin sırası elementlərinin digər elementlərə nisbətən valent orbitalları nüvədən daha uzaqda yerləşdiyindən kompleksmələgətiricinin liqandlarla donor akseptor qarşılıqlı təsiri asanlaşır. Reagentlər hazır satışda olmadığına görə tədqiqat işi üçün məlum olan metodika əsasında tərəfimizdən sintez edilmişdir. Reagentlərin NMR və İQ spektroskopiyaya metodları ilə identifikasiyasının nəticələri ədəbiyyat məlumatları ilə müqayisə edilmişdir. Piroqallol əsasında sintez edilmiş reagentlər, onların formulları və adları cədvəl 1-də göstərilmişdir.

Cədvəl 1

İşdə istifadə olunan piroqallol əsaslı reagentlər

Şərti işarə	Reagentin formulu	Adı
R_1		2,2',3,4-tetrahidroksi 3'-sulfo 5'- xlorazobenzol
R_2		2,3,4-trihidroksi 3'-nitro 4'-sulfoazobenzol
R_3		2,3,4- trihidroksifenilazo 5'-sulfonylftalin

Səthi aktiv maddələr. Tədqiqat üçün sintez olunmuş üç reagent palladium (II) ionunun fotometrik təyində istifadə olunmuşdur. Bu binar komplekslərin analitik göstəricilərini artırmaq üçün sistemə üçüncü komponent əlavə edilmişdir. Kompleksəmələgəlmə reaksiyaları zamanı üçüncü komponent olaraq səthi-aktiv maddələr - setilpiridin-bromid (SPBr), setilpiridin-xlorid (SPCl), Triton X114 və natrium-dodesilsulfat (DDS) istifadə olunmuşdur.

Kompleks birləşmələrin spektrofotometrik göstəriciləri hesablanmışdır. Kompleksəmələgəlmənin optimal şəraiti işıqudma spektrlərinə görə müəyyənləşdirilmişdir. Reagentin və üçüncü komponentinin qatılığının, həmçinin temperaturun və vaxtın kompleks-əmələgəlməyə təsiri öyrənilmişdir. Alınmış nəticələr cədvəl 2-də göstərilmişdir.

Cədvəl 2

Palladium(II) ionunun tədqiq olunan binar və müxtəlifliqandlı kompleks birləşmələri üçün spektrofotometrik xarakteristikaları

Kompleks	pH opt.	Dalğa uzunluğu, λ_{\max} nm	Molyar udma əmsali, $\epsilon_{\max} \cdot 10^{-4}$	Komponentlərin nisbəti, M:R:X	Davamlılıq sabiti, $\lg\beta_1$	Ber qanununa tabeçilik intervalı, mkq/ml
PdR ₁	4	425	1,36±0,02	1:2	4,45±0,05	0,426-3,405
PdR ₁ -SPBr	3	459	1,59±0,01	1:2:2	8,62±0,08	0,21-4,26
PdR ₁ -Triton-X114	1	463	3,2±0,01	1:2:2	8,1±0,03	0,34-4,25
PdR ₂	4	440	1,26±0,02	1:2	4,42±0,04	0,426-4,256
PdR ₂ -SPCl	3	457	2,42±0,02	1:2:2	8,10±0,04	0,213-0,3405
PdR ₂ -DDS	2	463	2,56±0,01	1:2:2	9,15±0,05	0,213-0,426
PdR ₃	4	426	1,74±0,01	1:2	4,80±0,01	0,426-2,536
PdR ₃ -SPCl	3	449	2,12±0,02	1:2:2	8,96±0,02	0,213-4,256
PdR ₃ -SPBr	3	458	2,32±0,01	1:2:2	9,11±0,03	0,3405-5,107

Cədvəldən görüldüyü kimi PdR₁-SPBr, PdR₂-SPCl, PdR₂-DDS, PdR₃-SPCl, PdR₃-SPBr komplekslərinin optimal əmələgəlmə şəraiti binar komplekslərlə müqayisədə üçüncü komponentin iştirakında daha turş mühitə doğru sürüşür. Bu zaman dalğa uzunluqlarında bataxrom sürüşmə müşahidə olunur.

Bununla əlaqədar olaraq müxtəlifliqandlı komplekslərin molyar udma əmsalının və davamlılıq sabitlərinin qiyməti daha yüksək olur. Molyar udma əmsalının qiyməti daha yüksək PdR₁.TritonX-114, PdR₂-DDS, PdR₂-SPCl kompleksləridir.

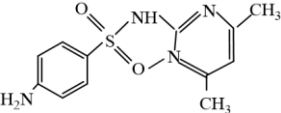
Binar və müxtəlifliqandlı komplekslərin tərkib nisbəti izomolyar seriyalar, Starik-Barbanel və tarazlığın sürüşməsi metodları ilə öyrənilmişdir. Cədvəl 2-dən də görüldüyü kimi PdR₁, PdR₂, PdR₃ komplekslərinin tərkib nisbəti 1:2 nisbətində uyğundur, müxtəlifliqandlı komplekslərdə isə 1:2:2 bərabərdir.

Təqdim olunan reagentlərlə palladium (II) ionunun binar kompleks birləşmə əmələ gətirməsinə kənar ionların və pərdəleyici maddələrin təsiri öyrənilmişdir. Məlum olmuşdur ki, kompleksəmələgəlmə reaksiyasına bir çox ionlar maneçilik törətmir. Üçüncü komponentin sistemə daxil edilməsi ilə kompleksəmələgəlmə turş mühitə tərəf sürüşdüynə görə müxtəlifliqandlı komplekslər iştirakında seçicilik daha yüksək olur.

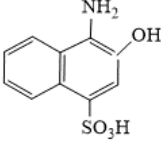
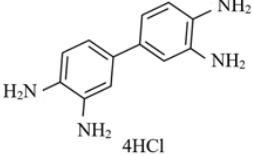
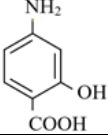
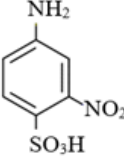
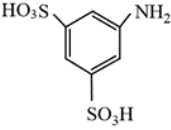
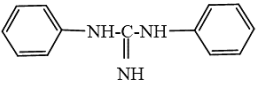
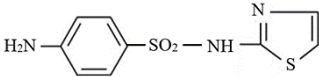
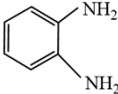
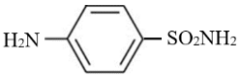
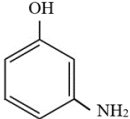
Sorbentlər və onların sintezi. Dissertasiya işində malein anhidridi stirol-sopolimeri əsasında məlum metod üzrə tərkibində müxtəlif amin fraqmenti saxlayan xelatəmələgətirici polimer sorbentlər sintez edilmişdir. Sopolimerə kimyəvi modifikasiya yolu ilə birləşdirilmiş monomerlər və onların formulaları cədvəl 3-də verilmişdir.

Cədvəl 3

Sopolimerə birləşdirilmiş monomerlər və onların quruluşları

Monomerin şərti işarəsi və adı	Monomer
MS1 Sulfodimezin	

Cədvəl 3-ün davamı

<p>MS2 1-amino 2-hidroksi 4-sulfoturşu</p>	
<p>MS3 Diaminobenzidin- tetrahidroksixlorid</p>	
<p>MS4 p-amino salisil turşusu</p>	
<p>MS5 3-nitro 4-sulfo aminobenzol</p>	
<p>MS6 2-amino fenol 4,6-disulfoturşu</p>	
<p>MS7 N,N'-difenilquanidin</p>	
<p>MS8 Norsulfazol</p>	
<p>MS9 o-fenilendiamin</p>	
<p>MS10 Streptosid (sulfanilamid)</p>	
<p>MS11 m-aminofenol</p>	

Sintez olunmuş polimer sorbentlərin və onların komplekslərinin infraqırmızı spektroskopiya metodu vasitəsilə tədqiqi. Məlumdur ki, infraqırmızı diapazonda üzvi və qeyri-üzvi maddələrin müşahidə olunan spektrləri əsasında müvafiq qiymətli məlumatlar əldə edilir.

Dissertasiya işində malein anhidridi-stirol sopolimerinin müxtəlif funksional qrup tərkibli aminlərlə modifikasiyasından alınmış sorbentlər və bu sorbentlərin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi polixelat komplekslər İQ-spektroskopiya metodu ilə tədqiq olunmuşdur. Tədqiqatlarımızda İQ spektrlər $400-4000 \text{ sm}^{-1}$ diapazonunda çəkilmişdir. Spektrlərdə reagentlərin (təbiidir ki, həm də onlar əsasında alınan kompleks birləşmələrin) tərkibinə daxil olan qruplar üçün xarakterik olan bir sıra udma zolaqları müşahidə olunur. Həmin zolaqların müvafiq kimyəvi əlaqələrin rəqətməsinə aid edilməsi etibarlı ədəbiyyat materialları əsasında aparılmışdır. Təbiidir ki, spektrlərin şərhində əsas diqqət polimerin tərkibinə daxil olan funksional qrupların ($-\text{NH}_2$, $-\text{NO}_2$, $-\text{HSO}_3$ və s.) müxtəlif rəqətmələrinin (valent və deformasiya rəqətmələri) xarakteristik udma zolaqlarına yönəlmişdir.

Malein anhidridi stirol sopolimerinə MS5 (3-Nitro 4-sulfo amino benzol) monomerinin tikilməsi ilə sintez olunmuş polimer və onun kompleksi. Bu polimerin spektrində onun tərkibindəki müxtəlif qrupların rəqətmələrinə aid olan udma zolaqları müşahidə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, $\sim 1100-1400 \text{ sm}^{-1}$ diapazonunda müşahidə olunan udma zolaqlarının birmənalı şəkildə şərhli bir sıra çətinliklərlə əlaqədardır. Bu çətinliklər ilk növbədə həmin spektral sahədə zolaqların qarşılıqlı pərdələnməsinin mövcud olması ilə bağlıdır. Məlumdur ki bu diapazonda əsasən tərkibində ən yüngül atom olan protonsaxlayan qrupların (məsələn OH, NH və s.) deformasiya rəqətmələrinin, həmçinin nisbətən ağır atomların əmələ gətirdiyi kimyəvi əlaqələrin (C-N, C-S, S-O, S=O və s.) valent rəqətmələrinin udma zolaqları müşahidə olunur.

Bizim tədqiqatlarda əsas maraq doğuran spektral diapazon $3000-3800 \text{ sm}^{-1}$ sahəsidir. Məhz bu sahədə polimerin tərkibinə daxil olan $-\text{NH}_2$ və $-\text{OH}$ qruplarının valent rəqətmələrinin udma zolaqları müşahidə olunurlar. Verilən sahədə iti olmayan, enli 3440 sm^{-1} və 3275 sm^{-1} udma zolaqları müşahidə olunur. 3440 sm^{-1} udma zolağı $-\text{SO}_2-\text{OH}$ qrupuna daxil olan hidrosil qrupuna aiddir. 3275 sm^{-1} udma

zolağı isə əksər hallarda -NH_2 qrupunun valent rəqsetməsinə aid edilir. Aşağı tezlik oblastında bu qrupların deformasion rəqsetmələrinə aid olan udma zolaqları müşahidə olunurlar.

580 sm^{-1} tezliyində müşahidə olunan udma zolağı C-S əlaqəsinin rəqsetməsini xarakterizə edir. 1168 sm^{-1} udma zolağı adsorbsion qarşılıqlı təsirdə bilavasitə iştirak edən $\text{-SO}_2\text{-OH}$ qrupuna daxil olan S=O əlaqəsinin valent rəqsetməsinə aid oluna bilər. S-O əlaqəsinin rəqsetməsi isə 845 sm^{-1} udma zolağı ilə xarakterizə olunur.

Bu sorbentin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi xelat komplekslərin İQ-spektri sorbentin özünün spektrindən əsasən $3000\text{-}3800 \text{ sm}^{-1}$ diapazonunda müşahidə olunan spektral mənzərəyə görə fərqlənir. Müvafiq spektrlərin müqayisəsi göstərir ki, kompleksin spektrində sorbentin spektrində 3440 sm^{-1} tezliyində müşahidə olunan və hidrosil qrupunun rəqsetməsinə aid edilən enli udma zolağı artıq maksimuma malik şəkildə müşahidə olunmur. Kompleksin spektrində $3000\text{-}3600 \text{ sm}^{-1}$ oblastında çox zəif inteqral intensivlikli udma zolağı müşahidə olunur. Məsələn burasındadır ki, sorbent-metal qarşılıqlı təsiri nəticəsində hidrosil qrupunun protonu tamamilə olmasa da metal ionu ilə əvəz olunur. Müşahidə olunan zəif enli udma zolağı qalıq OH- qruplarının və -NH_2 qrupunun valent rəqsetmələrinin məcmuu zolağı kimi qəbul edilə bilər.

Pd-O əlaqəsinin rəqsetməsinin udma zolağı 400 sm^{-1} -dən aşağı sahədə ($\sim 320 \text{ sm}^{-1}$) müşahidə olunur. Tədqiqatlarımızda istifadə edilən İQ-spektrofotometr bu sahədə spektri çəkmək imkanına malik deyildir.

Polimer sorbentlərin termogravimetrik analiz metodu vasitəsilə tədqiqi. Ədəbiyyatdan məlumdur ki, differensial-termiki analiz (DTA) tədqiq olunan maddə ilə (yəni sorbent ilə) inert (etalon) maddə arasında temperatur fərqi ölçülməsinə əsaslanan metoddur. Tədqiq olunan maddənin istilik keçiriciliyi və istilik tutumu təcrübə olaraq etalon maddə ilə eyni qiymətə malik olmalıdır. Həmçinin tədqiq olunan temperatur intervalında qızdırıldıqda həmin maddədə istiliyin udulması və ya ayrılması ilə müşayiət olunan faza keçidləri və digər proseslər baş verməməlidir.

Tədqiq olunan sorbent qızdırılan zamanı istilik effekti ilə əlaqədar olaraq digər proses də baş verərsə bu zaman etalon maddənin

temperaturu tədqiq olunan maddənin temperaturundan fərqli olur. Bu fərq piklər şəklində derivatoqraf adlanan cihazda qeyd olunur. Həmin piklər endo və yaxud da ekzo-pik adlanır. Qeyd olunan piklərin üzərində yerləşən əyri isə DTA əyrisi adlanır. DTA əyrilərinin formasına, piklərin sahəsinə, əyrilərdə olan maksimuma uyğun temperaturun qiymətlərinə əsasən tədqiq olunan sorbentin quruluşu və temperaturun artması ilə həmin sorbentdə gedən digər proseslər haqqında məlumat almaq mümkündür. Ekzo və endo effektlər bir sıra proseslərə uyğun gəlirlər. Belə ki, ekzo effekt kristallaşma, oksidləşmə proseslərinə, endo effekt isə ərimə, quruluşun dağılması ilə əlaqədar olan proseslərə uyğundur. Qızdırılma zamanı tədqiq olunan maddədən (sorbentdən) müxtəlif maddələr ayrılırsa, bu proses əsasən endo effektlə müşahidə olunur. Bu proses zamanı sorbentin kütləsi dəyişir. Məlumdur ki, termoqrammetrik analiz metodu (TQ) temperaturdan asılı olaraq tədqiq olunan maddənin kütləsinin dəyişməsinə öyrənir.

Malein anhidridi-stirol sopolimerinə MS8 (norsulfazol) monomerinin tikilməsi ilə sintez olunmuş sorbentin termoqrammetrik analiz metodu ilə tədqiqi. Tərkibində norsulfazol amin fraqmenti olan sorbentin termoqramması təhlil edilən zaman 209,83°C temperaturda pik nöqtə müşahidə olunmuşdur. Bu zaman entalpiya 130,3469 C/q olur, 391,68°C temperaturda entalpiyanın qiyməti 594,9851 C/q olur. DTA əyrisindən görüldüyü kimi ilkin kütlə dəyişməsi 70,05°C temperaturda baş verir bu zaman prosesin entalpiyası 57,45C/q olur. Sonuncu kütlə dəyişməsi 724,14°C temperaturda baş verir, entalpiya isə 62,84 C/q-a bərabər olur.

Malein anhidridi-stirol sopolimerinə MS8 (norsulfazol) monomerinin tikilməsi ilə sintez olunmuş sorbentin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi xelat kompleksin termoqrammetrik analiz metodu ilə tədqiqi. Polixelatın termoqrammasına əsasən demək olar ki, 351,0°C, 626,1°C, 560,0°C, 779,6°C temperaturlarda pik nöqtələr müşahidə olunmuşdur. TQ əyrisinə əsasən 798,1°C temperaturda 50,26% qalıq qalmış və kütlə itkisi 49,74% olmuşdur. Hər iki termoqrammetrik əyriləri müqayisə etdikdə görünmüşdür ki, polixelat kompleksi sorbentə nisbətən temperatura qarşı daha davamlıdır.

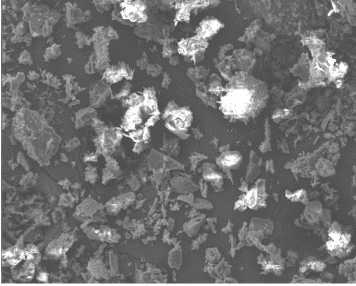
Termoqrammetrik və differensial termoqrammetrik əyrilərə əsasən belə nəticəyə gəlmək olar ki, polimer sorbentlə müqayisədə

tərkibində palladium (II) ionu olan xelat kompleks birləşmələr temperaturə qarşı daha davamlı olurlar. Bu qanunuyğunluq sintez olunmuş digər sorbentlərdə də özünü doğruldur.

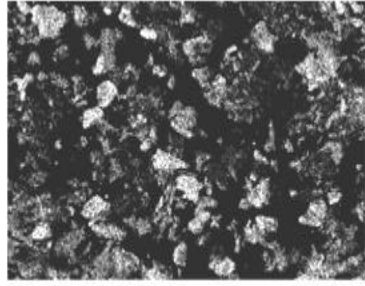
Polimer sorbentlərin və metal-sorbent komplekslərinin ultrabənövşəyi analiz metodu ilə tədqiqi. Ədəbiyyatdan məlumdur ki, ultrabənövşəyi sahədə udulma, əks etmə spektrlərinin alınmasını, tədqiqatını və istifadə olunmasını özündə əks etdirən metod UB spektroskopiyadır. Bu metod yüksək həssaslıq, dəqiqlik və analizin sürətinin yüksəkliyi, həmçinin eksperimental metodikanın və cihazların sadəliyi, tədqiqat üçün tələb edilən maddənin az miqdarının kifayət olması ilə seçilir. Bütün üzvi maddələr ultrabənövşəyi sahədə udulur. Tədqiqat işində istifadə olunan sorbentlər də üzvi maddə olduğuna görə UB spektroskopiyaya metodu vasitəsilə də tədqiq olunaraq MS1 sorbentinin və onun palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi kompleksin UB spektrləri çəkilmişdir. Tədqiqatlarımız 200-700 nm dalğa uzunluğu sahəsində aparılmışdır. Polixelatın ultrabənövşəyi spektrləri sorbentin spektrləri ilə müqayisədə formasına və dalğa uzunluğunun maksimum qiymətlərinə görə bir-birindən fərqlənir.

Sintez olunmuş sorbentlərin və bu sorbentlərin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi xelatların skanedici elektron mikroskopiyası analiz metodu ilə tədqiqi. Tədqiqat işində malein anhidridi stirol sopolimerinin sulfodimezin monomeri əsasında sintez olunmuş sorbentin (MS1) və bu sorbentin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmələr Yaponiyanın JOEL firmasının JSM-6610 skanedici elektron mikroskopundan istifadə etməklə tədqiq edilmişdir. Bu mikroskop vasitəsilə maddənin görünüşünü 300 000 dəfə böyütmək olur. Tədqiqat nəticəsində sintez olunmuş polimer sorbent əsasən 6000 dəfə böyüdülmüşdür. Bu zaman SEM mənzərəsi əldə edilmiş və ilkin müşahidələr zamanı polimer sorbentin kifayət qədər məsaməli olduğu görünmüşdür. Elementlərin miqdarını və paylanma xəritəsini də bu metodla təyin etmək mümkündür. Palladiumun (II) MS1 sorbenti ilə əmələ gətirdiyi polixelat kompleksində elementlərin paylanma xəritəsi verilmişdir (şəkil 1 (b)). Bu xəritəyə əsasən kompleksin tərkibində S, O, C və Pd olduğu müəyyən olunmuşdur. Qeyd etmək lazımdır ki, O, S və Pd bu xəritə üzrə bircinsli paylanmışdır. Sorbent üzvi birləşmə olduğuna görə karbon atomunun

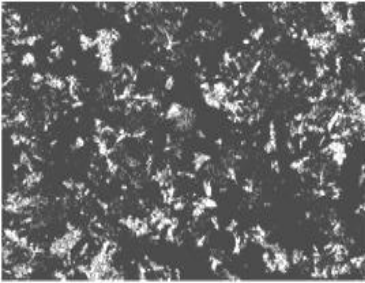
paylanması zamanı elektron görüntü demək olar ki, tam təkrarlanır. Skanedici elektron mikroskopa əlavə olaraq qoşulan X-MAX (20 mm²) elektron spektrometri, yəni analizator adlanan xüsusi cihaz hissəsi vardır ki, bu cihaz vasitəsilə maddənin kimyəvi tərkibi təyin olunur. Bu vaxt şüalar analizatordan maddənin üzərinə düşür və metal şüaları, yəni palladium (II) şüaları analizatorda qeyd olunur.



Ümumi elektron təsviri



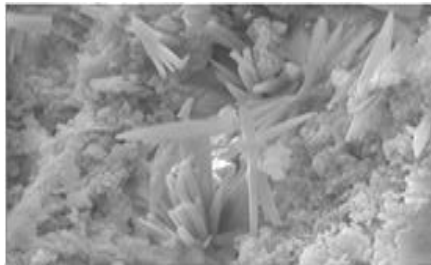
S



Cl

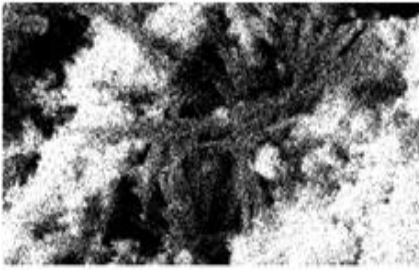


N



O

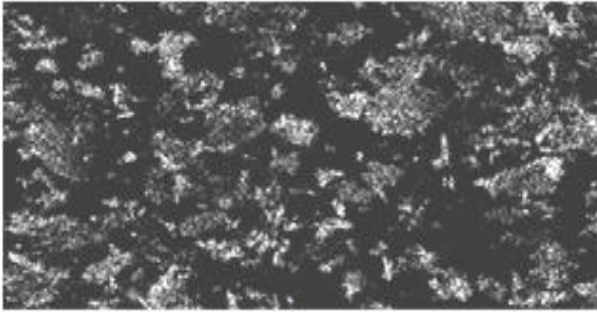
a)



C



S

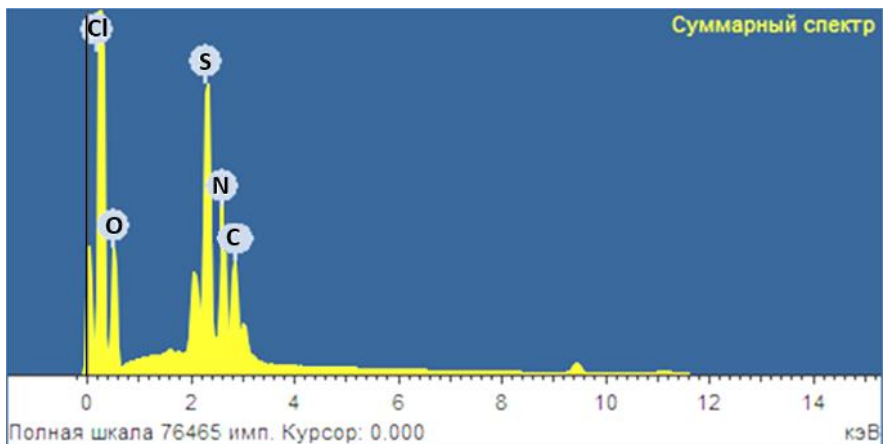


Pd

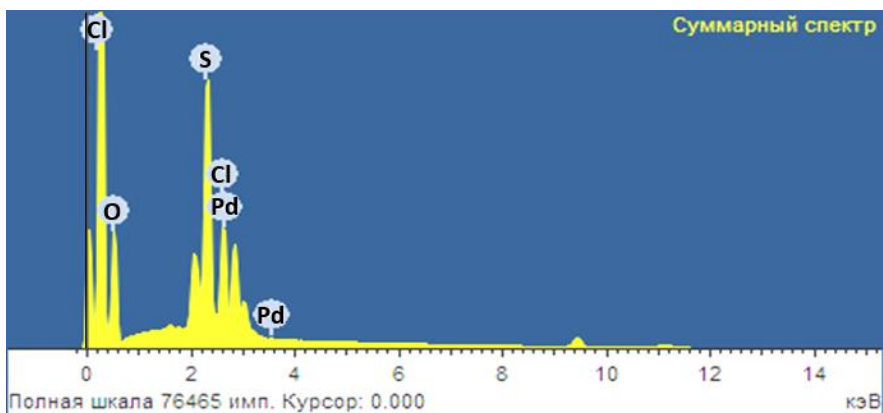
b)

Şəkil 1. Malein anhidridi -stirol sopolimeri və sulfodimezin fraqmentli amin əsasında alınmış polimer sorbentin (a) və onun palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi kompleks birləşmənin (b) SEM görüntüsü

Şəkil 1-dən görüldüyü kimi palladium (II) ionu sorbentin səthində qeyri bərabər paylanmış və müxtəlif quruluşlu forma əmələ gətirmişdir. Sulfodimezin fraqmentli sorbentin (şəkil 2) və onun palladium ionu ilə əmələ gətirdiyi xelat kompleksin (şəkil 3) energetik spektrləri çəkilmişdir. Energetik spektrlərdən görünür ki, palladium ionları (II) sorbentin makromolekullarına daxil olaraq davamlı xelat kompleks əmələ gətirmişdir.



Şəkil 2. Sulfodimezin fraqmentli sorbentdə elementlərin energetik spektrləri



Şəkil 3. Sulfodimezin fraqmentli sorbentin palladiumla (II) kompleksinin energetik spektrləri

Mikroskopa qoşulmuş analizator vasitəsilə MS1 tipli sorbentin (cədvəl 4) və onun palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi xelat kompleksin (cədvəl 5) tərkibinə daxil olan kimyəvi birləşmələrin və elementlərin kütlə faizləri müəyyən edilmişdir.

Cədvəl 4

MS1 sorbentinin elektron mikroskopa tədqiqinin nəticələri

Element	Çəki %	Atom %	Birləşmə %	Formul
C	22,45	29,88	84,27	CO ₂
N	1,47	1,62	4,33	N ₂ O ₅
S	1,68	2,55	3,6	SO ₃
Cl	8,2	0,54	0,00	-
O	66,2	65,41	7,8	-
Nəticə	100,00			

Cədvəl 5

MS1 sorbentinin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi kompleksin elektron mikroskopa tədqiqinin nəticələri

Element	Kütlə %	Atom%	Birləşmə%	Formul
C	23,03	29,92	84,42	CO ₂
N	1,36	1,51	6,15	N ₂ O ₅
S	1,55	0,75	4,38	SO ₃
Cl	1,46	0,64	0,01	-
Pd	4,38	0,65	5,04	PdO
O	68,22	66,53	-	-
Nəticə	100,00			

Palladiumun polimer sorbentlə əmələ gətirdiyi xelat kompleksində elementlərin paylanma xəritəsinə əsasən onun tərkibində S, C, O və Pd-un olduğu müşahidə olunur. Polimer sorbentin palladium (II) ionu ilə əmələ gətirdiyi xelat kompleksin paylanma xəritəsinə əsasən Pd, O, S bircinsli paylanıb. C-nun paylanması isə demək olar ki, elektron görüntünü tam təkrarlayır. Bu paylanma bir daha sübut edir ki, sorbent üzvi birləşmədir.

Polimer sorbentlərin və onların palladium (II) ionları ilə əmələ gətirdiyi xelat komplekslərin skanedici elektron mikroskopiyası analiz metodu ilə tədqiqi nəticəsində bir daha müəyyən olunmuşdur ki, palladium (II) ionu sorbentin tərkibində olan funksional analitik qruplarla davamlı kompleks birləşmə əmələ gətirir.

Palladium (II) ionunun polimer xelatəmələgətirici sorbentlərlə qatılaşıdırılaraq təyini. Malein anhidridi-stirol sopolimerinin müxtəlif aminlərlə modifikasiyasından alınmış polimer sorbentlərin palladium (II) ionunu sorbsiya etmə qabiliyyəti tədqiq edilmişdir. Metal ionunun xelatəmələgətirici sorbentlərlə qatılaşıdırılmasına pH-ın, metal ionlarının qatılığının, məhlulun ion qüvvəsinin təsiri öyrənilmişdir. Təcrübələr nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq etdiyimiz bütün sorbsion sistemlərdə məhlulun ion qüvvəsinin qiyməti 0,6–1,0 mol/l-ə qədər artır. İon qüvvəsinin bu qiyməti sorbsiya prosesinə çox ciddi təsir etmir. Sonradan ion qüvvəsinin qiymətinin artması sorbsiya dərəcəsinin demək olar ki, tədricən azalmasına səbəb olur. Tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, palladium (II) ionunun MS2, MS3, MS6, MS7, MS9 polimerləri ilə sorbsiya prosesinə ion qüvvəsinin 0,6; MS4, MS3, MS8 polimerləri ilə sorbsiya prosesinə ion qüvvəsinin 0,8; MS1, MS10, MS11 polimerləri ilə sorbsiya prosesinə ion qüvvəsinin 1,0-ə qədər artması təsir etmir. Sorbsiya prosesinin zamandan asılılığı öyrənilmiş və sorbsiya tarazlığının yaranma anı müəyyən edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki polimer sorbentlərlə palladium (II) ionunun tam sorbsiyası 1-2 saat ərzində yaranır. Belə ki, palladium (II) ionunun MS1, MS2, MS3, MS5 polimerləri ilə sorbsiya tarazlığı 1 saata, MS2, MS8 MS11 polimerləri ilə 1,5 saata, MS4, MS6, MS10, MS11 polimerləri ilə 2 saata yaranır. Sorbsiya prosesinə mühitin turşuluğunun təsiri öyrənilmişdir. Tədqiq olunan bütün sorbentlərlə palladium (II) ionlarının maksimal sorbsiyası pH-ın 3-6 intervalında baş vermişdir.

Sintez olunmuş polimer sorbentlərin təyin olunan palladium (II) ionlarına görə maksimum sorbsiya tutumları hesablanmışdır. Tədqiqat nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, məhlulda palladium (II) ionlarının qatılığı artdıqca sorbentin sorbsiya tutumu da artır. Bu da əsasən sorbentin tərkibində olan funksional qruplarda donor atomların, yəni N, O, S-ün miqdarından asılıdır. Müəyyən zamandan sonra artıq sorbsiya tutumu dəyişmir. Bu da sorbentin tərkibində olan makromolekullardakı reaksiyada iştirak edən funksional qrupların metal ionları ilə tam dolması ilə əlaqədardır. Palladium (II) ionunun ilkin qatılığından asılı olaraq sorbsiya prosesinin

göstəriciləri dəyişir. Cədvəl 6-dan göründüyü kimi ən yüksək sorbsiya tutumu sulfodimezin amin fraqmentli sorbentdə (MS1) müşahidə olunmuşdur.

Cədvəl 6
Palladium (II) ionunun polimer sorbentlər üzərində sorbsiya prosesinin əsas göstəriciləri

Sorbent	Sorbsiya tutumu ST, mq/q	Sorb. dərəcəsiR, %	pH _{opt.}	İon qüvvəsi μ*, mol/l	Zaman, saat
MS1	523	98	5	0,8	1,0
MS2	521	98	4	0,6	1,0
MS3	513	97	3	0,6	1,0
MS4	512	99	4	0,8	2,0
MS5	510	96	4	1,0	1,0
MS6	490	90	5	0,6	2,0
MS7	487	97	4	0,6	1,5
MS8	451	98	6	0,8	1,5
MS9	407	98	5	0,6	1,5
MS10	354	96	6	1,0	2,0
MS11	276	98	4	1,0	2,0

μ* -sorbsiya dərəcəsinin ciddi azalmasına səbəb olan ion qüvvəsinin qiyməti

Palladium (II) ionunun polimer xelatəmləgətirici sorbentlərdən desorbsiyası. Sorbsiya olunmuş palladiumun sorbentdən desorbsiyası tədqiq edilmişdir. Desorbsiya prosesinə ilkin olaraq qatılığı eyni olan müxtəlif mineral turşuların (HClO₄, H₂SO₄, HNO₃, HCl) təsiri öyrənilmişdir. Sonra isə optimal turşunun müxtəlif qatılıqlarında təcrübə aparılmış və desorbsiya prosesi üçün turşunun optimal qatılığı müəyyən olunmuşdur. Təcrübə nəticəsində müəyyən olunmuşdur ki, digər turşulara nisbətən HCl və HClO₄ turşuları daha yüksək desorbsiya etmək qabiliyyətinə malikdir. Palladium (II) ionunun polimer sorbentlərdən desorbsiyasının nəticələri cədvəl 7-də göstərilmişdir.

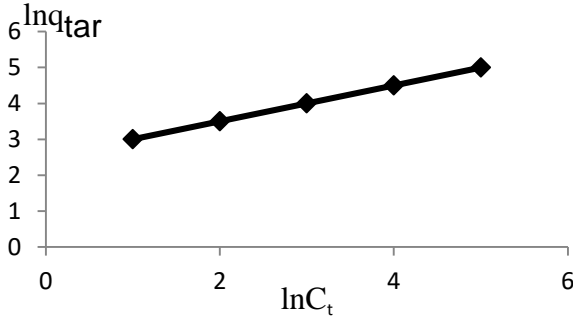
Cədvəl 7
Polimer sorbentlər üzərində palladium (II) ionunun
sorbsiya-desorbsiya göstəriciləri

Turşu	Sorbent	Qatılıq, mol/l	Həcm, ml	Desorbsiya dərəcəsi, %	Turşu	Sorbent	Qatılıq, mol/l	Həcm, ml	Desorbsiya dərəcəsi, %
HCl	MS1	0,5	10	93	HClO ₄	MS7	0,5	10	95
		1,0	10	95			1,0	10	96
		2,0	5	98			2,0	5	97
HClO ₄	MS2	0,5	10	95	HClO ₄	MS8	0,5	10	94
		1,0	10	97			1,0	10	96
		2,0	5	98			2,0	5	98
HCl	MS3	0,5	10	94	HClO ₄	MS9	0,5	10	95
		1,0	10	95			1,0	10	96
		2,0	5	97			2,0	5	98
HClO ₄	MS4	0,5	10	96	HClO ₄	MS10	0,5	10	93
		1,0	10	98			1,0	10	95
		2,0	5	99			2,0	5	97
HClO ₄	MS5	0,5	10	93	HClO ₄	MS11	0,5	10	95
		1,0	10	95			1,0	10	97
		2,0	5	97			2,0	5	98
HClO ₄	MS6	0,5	10	87					
		1,0	10	89					
		2,0	5	90					

Palladium(II) ionuna qarşı sorbentın sorbsiya tarazlığının Freyndlix və Ləngimür izoterm modellərinə görə tədqiqi. Eksperimental sorbsiya izotermələrindən istifadə etməklə sorbsiya prosesini daha ətraflı şərh etmək mümkündür. Bu izotermələr vasitəsilə digər parametrlərlə müqayisədə temperaturun sabitliyini təmin etmək daha əlverişlidir. Məlumdur ki, sorbsiya izotermələri sabit temperaturda sorbsiya tutumunun və sorbsiya qabiliyyətinin sorbsiya olunmuş komponentlərin məhlulun qatılığından asılılığını xarakterizə edir. Palladium (II) ionunun sorbsiyasının fazalararası qarşılıqlı təsirini daha yaxşı tədqiq etmək üçün multıtəbəqəli sorbsiyanı xarakterizə edən Freyndlix və monomolekulyar Ləngimür adsorbsiya izoterm

modellərindən istifadə olunmuşdur.

Freyndlix adsorbsiya izotermi. Multitəbəqəli sorbsiyanı xarakterizə edən adsorbsiya izotermi modelidir. Təzyiq və qatılığın orta qiymətlər oblastında adsorbsiya izotermi ifadə etmək üçün bu modelin tənliyindən istifadə olunur. Sorbsion sistemlərdə energetik cəhətdən qeyri-bircins səthlərə malik fazalar üçün Freyndlix adsorbsiya izotermi tətbiq edilmiş və şəkil 3-də verilmişdir.

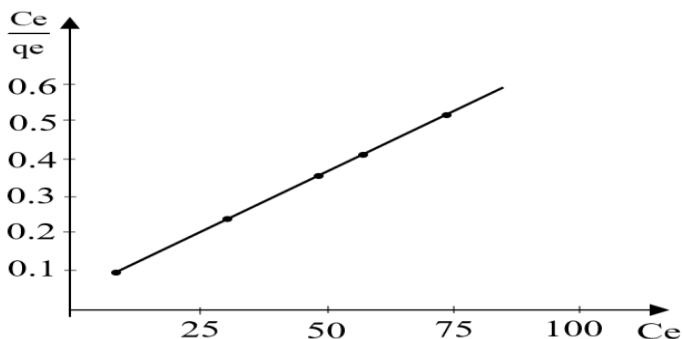


Şəkil 3. Palladium (II) ionunun NN'-difenilquanidin fraqmentli sintetik sorbentlə sorbsiyasının Freyndlix izotermi.

Freyndlix izotermi əsasən izotermik parametrləri hesablanmış və müəyyən olunmuşdur ki, sorbsiyanın izotermi bu modelə görə təsvir etmək mümkündür. Qatılığın çox kiçik və çox böyük qiymətlərində tənlikdən alınan qiymətlərlə təcrübi nəticələr üst-üstə düşür. Ona görə də sorbsiya nəticələrinin Ləngimür modelinə görə ifadə etmək daha əlverişlidir.

Ləngimür modeli. Ədəbiyyatdan məlumdur ki, Ləngimür modeli monomolekulyar sorbsiyanı xarakterizə edir. Adsorbsiya hadisəsi lokallaşmış xarakterə malik olur (səth boyunca molekullar hərəkət edə bilmirlər) və onu əmələ gətirən qüvvələr təbiətə kimyəvi qüvvələrə yaxındır. Ləngimür modelinə əsasən sorbsiya prosesi sorbentin bütün səthində deyil, səthdə daima mövcud olan aktiv mərkəzlər üzərində baş verir.

Sorbsiya nəticələrinin $\frac{C_e}{q_e}$ və $f(C_e)$ asılılığı şəkil 4-də qurulmuşdur.



Şəkil 4. Palladium (II) ionunun NN'- difenilquanidin fraqmentli sintetik sorbentlə sorbsiyasının Ləngimür izotermi xətti koordinatlarda.

Qrafikdən göründüyü kimi Ləngmür əyrisi daha xəttidir. Deməli Pd (II) ionunun sintez etdiyimiz polimer sorbentlə sorbsiyası kimyəvi qüvvələr hesabına baş verir. Deyilənləri nəzərə alaraq, həmçinin Ləngimür izotermının hesablanmış izotermik parametrlərinə əsasən də demək olar ki, palladium (II) ionunun polimer sorbent üzərində sorbsiyasını Ləngimür modeli ilə ifadə etmək daha məqsədəuyğundur.

Freyndlix tənliyindən fərqli olaraq, Ləngmür tənliyi təzyiq və qatılığın geniş intervalında adsorbsiyanı kifayət qədər yaxşı ifadə edir.

Palladium (II) ionunun ətraf mühit obyektlərində sorbsion-spektrofotometrik təyinat metodikaları. Tədqim olunan dissertasiya işində palladium (II) ionunun sorbsion-spektrofotometrik təyini üçün metodikalar işlənib hazırlanmışdır. Alınmış sorbentlər müxtəlif fiziki-kimyəvi metodlarla identifikasiya edilmiş və onlar üzərində palladium (II) ionunun sorbsiyasının optimal şəraiti müəyyən olunmuşdur. 11 metodika işlənmişdir və bu metodikalar müxtəlif obyektlərdə yoxlanılmışdır.

Nikel tozunda Pd (II) ionlarının sulfodimezin əsaslı sorbent (MS1) ilə qatılaşdırılaraq təyini. Götürülmüş nümunəni analizə hazırlamaq üçün 2,0000 q nümunə (0,028% Pt; Pd 0,071%; Rh 0,0018-0,0021%; Ir $10^{-4}\%$; Ru $5 \cdot 10^{-5}\%$; Ni əsası əvvəlcə kimyəvi stəkanda qızdırılmış və sonra isə 20 ml zərhdə həll edilmişdir. Nümunəni həll etdikdən sonra buxarlandırma aparılır. Buxarlandırma doymuş məhlul qalana qədər davam etdirilir. Alınan qalığın üzərinə 20 ml

distillə suyu əlavə edilərək həll edilir. Buxarlandırma quru qalıq alınana qədər davam etdirilir. Sonra üzərinə qatılığı 0,01M olan HNO₃ və ya HCl-un 10 ml həcmi əlavə edilərək həll edilir. HNO₃ turşusunun 0,01 M qatılıqlı məhlulundan istifadə etməklə sorbsiyanın optimal pH-1 yaradılmışdır. Sonda isə MS1 sorbentindən istifadə etməklə qatılaşıdırılaraq analiz edilir. Təcrübədən alınan nəticəyə əsasən nikel tozunda palladium (II) 1,39 mq/t olduğu müəyyən edilmişdir.

Standart maqmatik dağ süxurunda (MO-3) palladium ionunun 1-amino fenol 2-hidroksi 4-sulfo turşu əsaslı (MS2) sorbentlə qatılaşıdırılaraq təyini. Sintez olunmuş 1-aminofenol 2-hidroksi 4-sulfo-turşu əsaslı sorbentdən istifadə etməklə standart maqmatik dağ süxurunda (MO-3) palladium (II) ionunun qatılaşıdırılaraq təyini metodikasını işlənmişdir. Süxurun tərkibində olan kimyəvi birləşmələr faizlə göstərilmişdir: CaO-15,75%, Al₂O₃-13,67%, Fe₂O₃-8,48%, FeO-9,05%, MgO-8,66%, Na₂O-0,72%, K₂O -0,204%, TiO₂ -1,46%, P₂O₅ -2,15%, MnO -0,222%, S-0,124% , F-0,072, 0,05 q/t Pd, 0,008 q/t Pt. Təcrübələr göstərilən metodika üzrə yerinə yetirilmişdir. Həllolma zamanı 50⁰C temperaturda standart obyektədən götürülmüş 0,01 q nümunənin üzərinə 1 ml HCl, 2-3 damcı nitrat turşusu, 10 ml distillə suyu əlavə edilir. Alınan qarışıq həll edilir. HNO₃-dən istifadə etməklə reaksiya üçün optimal sorbsiya şəraiti yaradılır və MS2 sorbenti ilə qatılaşıdırılıb analiz aparılır.

Hər iki obyekt üzərində aparılan təcrübə nəticələri cədvəl 8-də verilmişdir.

Cədvəl 8
Nikel tozunda və MO-3 standart nümunədə (%) Pd (II) ionlarının qatılaşıdırılaraq təyininin nəticələri (nümunənin həcmi 1000 ml; elyuentin həcmi 5 ml; m_{sorb.}=100,000 mq; P=0,95; n=5)

Obyekt	Sorbent	Pd (II) pasport göstəricisi mq/t (q/t)	Pd (II) tapılmışdır, mq/t $\bar{x} \pm \frac{t_{P,S}}{\sqrt{n}}$
Nikel tozu	MS1	1,42	1,39±0,003
Maqmatik dağ süxuru	MS2	0,05	0,049±0,001

Yerinə yetirilən tədqiqat işi təklif olunmuş 11 sorbentin palladium (II) ionunun sorbsion fotometrik təyində əlverişli olduğunu göstərir. Palladium (II) ionunun qatılaşıdırılaraq təyində istifadə olunmuş polimer sorbentlər ədəbiyyatdan məlum sorbentlərlə müqayisədə daha yüksək sorbsiya göstəricilərinə (ion qüvvəsi, sorbsiya tutumu, sorbsiya tarazlığı, analiz müddəti və s.) malikdir. Tədqiqatda istifadə olunmuş polimer sorbentlər demək olar ki, 7-8 tsikl təkrar istifadə oluna bilər.

NƏTİCƏLƏR

1. Palladium (II) ionunun seçici olaraq qatılaşıdırılması məqsədi ilə malein anhidridi-stirol sopolimerinin müxtəlif aminlərlə modifikasiyası əsasında 11 yeni xelatəmələgətirici polimer sorbent sintez edilmiş və İQ spektroskopiya, UB spektroskopiya, SEM, DTA metodlarından istifadə etməklə onların identifikasiyası aparılmış və fiziki-kimyəvi xüsusiyyətləri müəyyənləşdirilmişdir. DTA metoduna əsasən müəyyən olunmuşdur ki, tədqiq olunan polimer sorbentlər 100-120⁰C-dən yuxarı temperaturlarda davamsızdır. SEM analizinə əsasən polimer sorbentlərin kifayət qədər məsaməli olması və sorbentin makromolekullarında palladium (II) ionlarının izləri müşahidə edilmişdir.
2. Piroqallol əsaslı azobirləşmələrdən istifadə etməklə palladium (II) ionunun binar və müxtəlifliqandlı kompleksləri tədqiq edilmişdir. Onların əsas spektrofotometrik xarakteristikaları müəyyən edilmiş və kənar ionların və pərdələyicilərin kompleksəmələgəlməyə maneçilik törətmədiyini öyrənilmişdir. Tədqiq olunan kompleks birləşmələrin palladium (II) ionuna qarşı həssaslıq və seçiciliyi öyrənilmiş və müəyyən olunmuşdur ki, müxtəlifliqandlı komplekslər binar komplekslərə nisbətən yüksək analitik xassələrə malikdir.
3. Sintez edilmiş sorbentlər üzərində palladium (II) ionunun sorbsiyasının optimal şəraiti tədqiq edilmişdir. Bunun üçün sorbsiya prosesinə müxtəlif amillərin: pH-ın, ion qüvvəsinin, sorbsiya müddətinin, metalın qatılığının təsiri öyrənilmişdir. Sorbentlərin sorbsiya

tutumları hesablanmış və müəyyən olunmuşdur ki, sorbentin tərkibində donor atomların, yəni N, S və O-nin sayı artdıqca sorbentin palladium (II) ionuna görə sorbsiya tutumu artır. Hesablamadan alınan nəticələrə əsasən MS1, MS2, MS3, MS4 sorbentlərinin ən yüksək, MS10 və MS11 sorbentlərinin ən kiçik sorbsiya tutumuna malik olduğu göstərilmişdir.

4. Müxtəlif mineral turşuların palladium (II) ionunun desorbsiyasına təsiri öyrənilmiş və HClO_4 turşusunun sorbentlərdən palladiumu daha yaxşı desorbsiya etməsi aşkar edilmişdir.
5. Multitəbəqəli sorbsiyanı xarakterizə edən Freyndlix və monomolekulyar Ləngimür adsorbsiya izotermlərindən istifadə edərək palladium (II) ionunun fazalararası qarşılıqlı təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən olunmuşdur ki, palladium (II) ionunun sintez olunmuş polimer sorbentlərlə sorbsiyası kimyəvi qüvvələr hesabına baş verir və Ləngimür modelinin hesablanmış monomolekulyar sorbsiya tutumu daha yüksək qiymətə malik olur.
6. Palladium (II) ionlarının mikromiqdarlarının standart maqmatik dağ süxurunda (MO-3) MS2 sorbenti ilə, nikel tozunda isə MS1 sorbenti ilə sorbsion-fotometrik təyini metodikaları işlənmişdir. Yeni təyinat metodikası digər metodlarla müqayisədə sadədir, əsasən yaxşı təkrarlılıqla xarakterizə olunur. Təqdim olunan metodikalar real obyektləri analiz edən zaman nəticələrin düzgünlüyünü təmin edir (düzgünlük əlavə etmə metodu və pasport göstəriciləri ilə təsdiq edilmişdir).

Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı nəşrlərdə öz əksini tapmışdır.

1. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Çıraqov, F.M. Tərkibində sulfo-dimezin fraqmenti saxlayan polimer sorbentlə Pd^{2+} ionunun sorbsiyasının tədqiqi // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 94-cü il dönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XI respublika konfransı, BDU, – Bakı: – 2017. – s.119.
2. Məhərrəmov, A.M., Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Çıraqov, F.M. Tərkibində NN' difenil quanidin fraqmenti saxlayan polimer

- sorbentlə palladium (II) ionunun sorbsiyasının tədqiqi // Akademik Rəfiqə Əlirza qızı Əliyevanın 85 illik yubileyinə həsr olunmuş beynəlxalq elmi konfrans: “Koordinasion birləşmələr kimyası: Analitik kimyanın aktual problemləri”, – Bakı: – 2017. – s. 108.
3. Abilova, U.M., Hashimova, E.N., Chiraqov, F.M. Investigation of determination of palladium (II) ion by concentration with NN'-diphenyl guanidine fragmented chelate forming sorbent // – Austria: Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, – 2018. №1-2, – p. 88-91.
 4. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Çıraqov, F.M. Pd(II) ionunun yeni sintez olunmuş sorbentlə qatılaşıdırılaraq ayrılması // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci il dönümünə həsr olunmuş “XXI əsrdə ekologiya və torpaqsüənəslıq elmlərinin aktual problemləri” VII Respublika Elmi Konfransının materialları, – Bakı: – 2018. – s. 72-73.
 5. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Çıraqov, F.M. 1 amino 2 hidroksi 4 sulfo turşu fraqmentli amin daxil edilmiş sintetik sorbentlə palladium (II) ionunun sorbsiyasının tədqiqi // Ümummilli lider Heydər Əliyevin anadan olmasının 95-ci il dönümünə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XII respublika konfransı, BDU, – Bakı: – 2018. – s. 169-170.
 6. Гашимова, Э.Н., Абилова, У.М., Чырагов, Ф.М. Исследование сорбции палладий ион полимерных сорбентов содержащие фрагмент сульфодимезин и NN'/дифенилгуанидин //– Нижний Новгород: XXI Всероссийская конференция молодых ученых-химиков (С международным участием) Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского, – Нижний Новгород, – 2018. – с. 279.
 7. Həşimova, E.N., Əbilova, Ü.M., Çıraqov, F.M. p-amino salisil turşusu amini daxil edilmiş sintetik sorbentlə palladium(II) ionunun sorbsiyasının tədqiqi // Akademik M.Nağıyevin 110 illiyinə həsr olunmuş “Nağıyev qıraətləri” Elmi konfransının materialları, AMEA Kataliz və qeyri-üzvi kimya İnstitutu, – Bakı: –2018. – s. 230.
 8. Абилова, У.М., Гаджиева, С.Р., Гашимова, Э.Н., Чырагов, Ф.М. Сорбционное концентрирование палладия с полимерным

- сорбентом содержащего фрагмента диаминобензидина // Байкальская школа-конференция по химии Сборник тезисов докладов II Всероссийской школы-конференции, посвященной 100-летию Иркутского государственного университета и 85-летию химического факультета ИГУ, – Иркутск: – 2018. – с. 71.
9. Абилова, У.М., Гашимова, Э.Н., Чырагов, Ф.М. Сорбционно-фотометрическое определение ионов палладия (II) с полимерным сорбентом // – Warsaw: East European Science Journal, – 2018. – part 2, – p. 46-51.
 10. Абилова, У.М., Гашимова, Э.Н., Чырагов, Ф.М. Определение палладия (II) в магматической горной породе после концентрирования хелатообразующим сорбентом Отходы, причины их образования и перспективы использования Сборник научных трудов по материалам Международной научной экологической конференции, «Кубанский государственный аграрный университет имени и. т. трубилина», // – Краснодар: – 2019. – s. 167-169.
 11. Абилова, У.М., Гаджиева, С.Р., Гашимова, Э.Н., Чырагов, Ф.М. Сорбция ионов палладия (II) хелатообразующими сорбентами // XXIX Российская молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов Уральский Федеральный Университет, – Екатеринбург: – 2019. – с. 68
 12. Hashimova, E.N., Abilova, U.M. Investigation of the Pd (II) ion's sorption by synthetic sorbent containing 2 amino phenol 4-6 disulfo acid fraqment // XXIX Российская молодежной научной конференции с международным участием, посвященной 150-летию Периодической таблицы химических элементов Уральский Федеральный Университет, – Екатеринбург: – 2019. – s. 163.
 13. Abilova, U.M. Spectrophotometric sorption of palladium (II) ions with maleic anhydride styrene copolymer-norsulfazolium system / U.M.Abilova, E.N.Hashimova, S.R.Gadjieva [et.al.] // Advanced in synthesis and complexing Book of abstracts the fifth international scientific conference, – Moscow: RUDN University, –

2019. – s. 85

14. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Hacıyeva, S.R., Çıraqov, F.M. Yeni sintez olunmuş sorbentlə Pd (II) ionunun qatılaştırılaraq ayrılması // Ümummillilider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96 illiyinə həsr olunmuş, Müasir təbiət və iqtisad elmlərinin aktual problemləri Beynəlxalq elmi konfransı, – Gəncə: – 2019. – I hissə, – s. 37-39.
15. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Hacıyeva, S.R., Çıraqov, F.M. m-aminofenol fraqmentli amin daxil edilmiş xelat sorbentlə palladium (II) ionunun sorbsiyasının tədqiqi // Ümummillilider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96 illiyinə həsr olunmuş XXI əsrdə ekologiya və torpaqşünaslıq elmlərinin aktual problemləri VIII Respublika elmi konfransının materialları, – Bakı: – 2019. – s. 746
16. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Qafaradə, M.N., Eyvazova, Q.M., Çıraqov, F.M. o-fenilendiamin fraqmenti daxil edilmiş polimer sorbentlə palladium (II) ionunun sorbsiyasının tədqiqi // Ümummillilider Heydər Əliyevin anadan olmasının 96-illiyinə həsr olunmuş doktorant, magistr və gənc tədqiqatçıların “Kimyanın aktual problemləri” XIII Beynəlxalq elmi konfransının materialları, – Bakı: – 2019. – s. 321
17. Абилова, У.М., Гашимова, Э.Н., Чырагов, Ф.М. Сорбционно-фотометрическое определение палладия с использованием химических модифицированных синтетических сорбентов // Ф.М. XI Всероссийская конференция по анализу объектов окружающей среды с международным участием «Экоаналитика-2019» тезисы докладов, –Перм: – 2019. – s. 12.
18. Həşimova, E.N., Əbilova, Ü.M., Çıraqov, F.M. Norsulfazol fraqmentli polimer sorbentlə palladium (II) ionunun qatılaştırılaraq tədqiqi // – Sumqayıt: Sumqayıt Dövlət Universiteti, Elmi Xəbərlər jurnalı, – 2019. – cild 19, №2, – s.31-36.
19. Абилова, У.М. Концентрирование палладия (II) сорбентом содержащим фрагменты 1-амино-4-гидрохлорид-2-сульфо-кислота/ У.М. Абилова, С.Р. Гаджиева, Э.Н.Гашимова [и др.] // Bakı Universitetinin Xəbərləri Təbiət elmləri seriyası, – Bakı: –2019. №2, – s.31-35.

20. Abilova, U.M. Sorption-photometric determination of palladium (2+) ions with maleic anhydride styrene copolymer-streptocide system / U.M.Abilova, E.N.Hashimova, S.R.Gadjieva [et al.] // «Химическая наука и образование, проблемы и перспективы развития» Сборник материалов Международной конференции приуроченной к международному году периодической таблицы химических элементов, –Махачкала: – 2019. – s. 137-139.
21. Абилова, У.М., Гашимова, Э.Н., Чырагов, Ф.М. Концентрирование и исследование палладия (II) сорбентом, содержащим фрагменты 3-нитро-4-сульфо аминокислоты // – Moscow: Modern Science International scientific Journal, – september, – 2020. №8, – vol.II, – s. 25-31.
22. Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Solhnejad, R., Çıraqov, F.M. Malein anhidridi stirool sopolimeri əsasında sintez edilmiş müxtəlif amin fraqmentli sorbentlər vasitəsilə palladium (II) ionunun sorbsiyasının tədqiqi // “Analitik kimya” kafedrasının 85 illik yubileyinə həsr olunmuş ”Koordinasion birləşmələr kimyası” VIII Beynəlxalq elmi konfransının materialları, – Bakı: – 2020. – s.56-58.
23. Hashimova, E.N. Concentrating and research of palladium (II) ion with new synthesized diaminobenzide tetrahydrochloride fragmented polymer sorbent // Mega Science Международный центр инновационных исследований. Научный электронный журнал Матрица Научного познания, – 2021. №1-2, – s. 20-28.
24. Hashimova, E.N. Study of palladium (II) ion separation by concentration with p-aminosalicyl acid fragmented polymer sorbent // New materials, Compounds and applications Jomard publishing, BSU, – Baku: – 2021. – vol.5, №3, – s. 212-218.
25. Abilova, U.M., Hashimova, E.N., Gadjieva, S.R., Chiraqov, F.M. Concentration of palladium which chelate sorbent on the basis of maleic anhydride styrene copolymer // Turcmos, 5th International Turkish Congress on Molecular Spectroscopy, – 2022. – s. 32-33.
26. Hacıyeva, S.R. Malein anhidridi-stirool sopolimerinin sulfodimezin və formaldehid iştirakında alınan monoimidi palladiumun (II) sorbenti kimi, İxtira a2021 0084, Azərbaycan Respublikası /

- Əbilova, Ü.M., Həşimova, E.N., Çıraqov, F.M – 2022, – Bakı
27. Abilova, U, Hashimova, E., Huseynova, H. Study of complexformation palladium (II) in the presence cetylpyridine-choride // International Conference modern problems of theoretical Experimental chemistry devoted to the 90th anniversary of academician Rafiqa Aliyeva, – Bakı: –29-30 sentyabr, – 2022. – s. 59.
 28. Həşimova, E.N. 2,3,4-trihidroksifenilazo 5'-sulfoaftalin reagenti ilə palladium (II) ionunun spektrofotometrik təyini // – Bakı: Azərbaycan Ali Texniki Məktəblərinin Xəbərləri, – 2022. – cild 23, buraxılış 12, – s. 13-20.
 29. Həşimova, E.N., Əbilova, Ü.M., İsmayılova, E.İ., Çıraqov, F.M., Mirzai, C.İ. 2,3,4 trihidroksi 3-nitro 4-sulfoazobenzol reagenti vasitəsilə palladium (II) ionunun komplekslərinin spektrofotometrik tədqiqi // 6th International good, agriculture and veterinary sciences congress, – Gəncə: – 2023. – s. 175-176
 30. Hashimova, E.N. Determination of palladium by the method of concentration in varios objects with the participation of synthetic sorbents / E.N. Hashimova, U.M.Abilova, J.I.Mirzai [et al.] // Mediterranean journal of chemistry, – Brazil: – 2024, 14(1), – p. 15-19.



Dissertasiyanın müdafiəsi 13 dekabr 2024-cü il tarixində saat 11⁰⁰-da Bakı Dövlət Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən ED 2.16 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: Az1148, Bakı ş., akad.Z.Xəlilov küçəsi 33, Əsas bina.

Dissertasiya ilə Bakı Dövlət Universitetinin Elmi kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları Bakı Dövlət Universitetinin rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 7 noyabr 2024-cü il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanmışdır: 30.10.2024

Kağızın fotmatı: 60x84^{1/16}

Həcm: 38462

Tiraj: 100 nüsxə